

2.6 Rohstoffnachfrage durch die Elektrifizierung der Mobilität

Der Boom der Elektromobilität wird die Nachfrage nach mineralischen Rohstoffen in den kommenden Jahren beflügeln. Dies betrifft vor allem die Rohstoffe, die für die Speicherung der Energie in modernen Traktionsbatterien notwendig sind, aber auch Metalle wie Seltene Erden und Kupfer, die für die Antriebseinheit benötigt werden. Durch die einziehende Elektrifizierung des Verkehrs rücken damit Fragen nach der Verfügbarkeit und der zukünftigen Preisentwicklung insbesondere der Batterierohstoffe auf die Agenda der Industrie und der Politik.

Wie kaum eine andere Technologie erfährt die Elektromobilität derzeit einen rasanten Boom. Hinter dieser Entwicklung verbirgt sich viel mehr als die Senkung der Emissionen des Verkehrs gemäß den internationalen Klimaschutzzielen. Die Mobilitätswende und die damit verbundene Elektrifizierung des Antriebsstrangs stehen zusammen mit dem autonomen Fahren und der Digitalisierung für das Automobil der Zukunft. Die Ankündigungen und Initiativen der Automobilbranche zum Ausbau der Fahrzeugflotte, aber auch internationale Vorstöße zur Einführung von Quoten für Elektroautos wie aktuell in Norwegen oder China zeigen, dass staatliche Regulierung (von Grenzwerten, Flottenzielen oder Quoten) die Elektrifizierung der Mobilität der Zukunft erfolgreich hervorbringen wird und Elektromobilität ein wichtiger Bestandteil zukünftiger PKW-Flotten sein wird. Die entscheidende Frage ist daher nicht, ob, sondern vor allem auch mit Blick auf die Rohstoffnachfrage, wann und wie schnell der Markthochlauf der Elektromobilität erfolgen wird. Klar ist jedoch auch, dass es in allen Bereichen des individuellen Verkehrs ein Mit- und Nebeneinander der verschiedenen Antriebskonzepte geben wird. Dabei ist grundsätzlich zwischen konventionellen Verbrennungsmotoren, Hybriden, Plug-in-Hybriden und rein batteriebetriebenen Automobilen zu unterscheiden.

Bei den konventionellen Antrieben sind Gas, Diesel und Benzinmotoren zu nennen. Diese fahren heute mit fossilen Kraftstoffen, können jedoch auch mit sogenannten E-Fuels betrieben werden. Das sind Kraftstoffe, die aus erneuerbarem Strom mit aus der Luft gewonnenem CO₂ hergestellt werden und somit bei der Verbrennung faktisch CO₂ neutral sind – eine zunehmend intensiv betriebene Forschungsrichtung. Hybrid-Modelle (HEV) mit kleinen Batterieeinheiten für den Stadtverkehr werden ebenfalls noch den konventionellen Antrieben zugeordnet. In dem Bereich der Elektromobilität werden vollelektrische batteriebetriebene Autos (BEV), Plug-In-Hybride (PHEV) und sogenannte Range Extender (REEV) zusammengefasst.

Die Batteriegrößen unterscheiden sich je nach Fahrzeuggattung und -klasse stark. Fast alle Hersteller setzen für die Energiespeicherung in Elektroautos auf Lithium-Ionen-Traktionsbatterien. Moderne Elektroautos der Kompaktklasse verfügen dabei über eine Batteriegröße zwischen 25 bis 45 KWh. Einige Hersteller bieten sogar

Batterien mit bis zu 100 KWh an. In Elektro-Bussen oder in Elektro-LKW kann die Größe der Batterie auch 300 KWh übersteigen. Im Unterschied dazu liegt bei Plug-Ins die durchschnittliche Batteriegröße bei 6 bis 12 KWh.

➔ **Der Marktanteil elektrisch betriebener PKW wird in den kommenden Jahren rasant steigen – damit wird auch die Nachfrage nach bestimmten mineralischen Rohstoffen stark zunehmen**

Batterien, die seit Jahren in Hybridautos zum Einsatz kommen, sind deutlich kleiner. Sie haben meist weniger als 2 KWh Leistung. Hierbei wird keine Lithium-Ionen-Batterie verwendet, sondern beispielsweise ein Nickel-Metallhydrid-Akku eingesetzt. Während diese reinen Hybridautos, die im Gegensatz zu den Plug-In-Hybriden nicht zusätzlich über das Stromnetz, sondern während des Betriebs aufgeladen werden, nicht zur Klasse der Elektroautos zählen, muss man für die Betrachtung der gesamten Flotte auch das Brennstoffzellenauto (FCEV) berücksichtigen. Hier erfolgt die Bereitstellung der Energie nicht durch eine Traktionsbatterie, sondern durch Nutzung von Wasserstoff. Wie beim Elektroauto wird damit ein Elektromotor angetrieben.

Das Nebeneinander der verschiedenen Fahrzeugsegmente zeigt, dass man bei der Berechnung der zukünftigen Rohstoffnachfrage für die Elektromobilität zahlreiche Parameter beachten muss. Szenarien zum möglichen Rohstoffbedarf müssen dabei nicht nur den Marktanteil der batteriebetriebenen Fahrzeuge an den globalen Neuzulassungen in den kommenden Jahren abschätzen, sondern beispielsweise auch den Anteil zwischen PHEV und BEV berücksichtigen. Aufgrund der unterschiedlichen Batteriegrößen besteht hier ein großer Hebel. Einen wichtigen Parameter für die Rohstoffnachfrage stellen ferner die verschiedenen Zellchemien moderner Traktionsbatterien dar.

Die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) geht in Szenarien für das Jahr 2025 weltweit von einem E-Fahrzeugabsatz (BEV, PHEV) von 6,4 – 17,8 Mio. Einheiten

Abbildung 2.30: Flottenstrategie der Automobilbranche



Quelle: bearbeitet nach NPE 2012

aus. Dies entspricht, unter Berücksichtigung der Parameter zur Batteriegröße von BEV und PHEV, in etwa 150–390 GWh. Für diesen erwarteten Markthochlauf der Elektromobilität werden zahlreiche mineralische Rohstoffe benötigt.

Für den Antrieb der Elektroautos wird vor allem die Nachfrage nach Kupfer und Seltenen Erden zunehmen. Die Seltenen Erd-Elemente Neodym und Dysprosium kommen in den Magneten der Elektromotoren zum Einsatz. In den meisten Batterien besteht die Kathode aus einem Gemisch aus Lithium, Kobalt, Mangan und Nickel, für die Anode wird natürliches und synthetisches Graphit genutzt.

Die Rohstoffe werden weiterverarbeitet beispielsweise als Sulfat, Hydroxid oder Karbonat eingesetzt. Im Falle des Graphits handelt es sich um einen aufwendig verarbeiteten sog. Kugelgraphit. Aufgrund der hohen Kosten des Kobalts wird derzeit intensiv daran gearbeitet, in zukünftigen Batteriegenerationen den Kobaltanteil zu reduzieren. Entsprechend wird der Nickelanteil in Traktionsbatterien als Substitut für Kobalt in den kommenden Jahren zunehmen. Unter Annahme verschiedener Kathodenty-

pen und zukünftiger Zellchemien ergeben sich für den Markthochlauf der Elektromobilität verschiedene Szenarien der Rohstoffnachfrage.

Bezogen auf die globale Jahresproduktion der einzelnen Rohstoffe zeigt sich, dass sich die Elektromobilität in erheblichem Maße auf die Rohstoffnachfrage auswirken wird. In Relation zur heutigen Produktion wird sich gemäß den von der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) berechneten Szenarien insbesondere die Nachfrage nach Lithium stark erhöhen. So könnte der Bedarf alleine für die Elektromobilität bis 2025 das Doppelte der heutigen Jahresproduktion erreichen.

➔ In Relation zur heutigen Nachfrage wird für Lithium von allen Batterierohstoffen das größte Nachfragewachstum erwartet.

Auch bei Kobalt und Graphit wird in diesen Szenarien die Rohstoffnachfrage durch die Elektromobilität in Relation zur aktuellen Produktion stark zunehmen. Die spezifi-

Tabelle 2.3: Szenarien der Rohstoffnachfrage

Nachfrage 2025	Lithium (t Li-Inh.)	Kobalt (t Co-Inh.)	Graphit (t C-Inh.)	Nickel (t Ni-Inh.)
Szenario 1 (Nachfrage EV = 200 GWh)	36.000	27.000	170.000	126.000
Szenario 2 (Nachfrage EV = 370 GWh)	66.650	55.500	320.000	230.000
Weltjahresproduktion 2015	33.011 ¹	92.000 ¹	650.000 ²	1.990.000 ¹

¹ Raffinadeproduktion, ² Flockengraphit, geschätzt

Quelle: DERA 2018

Abbildung 2.31: Fahrzeugkomponenten der Rohstoffnachfrage



Bildquelle: Volkswagen AG

sche Kobaltnachfrage könnte sich bis 2025 auf rund 60 % der heutigen Raffinadeproduktion erhöhen, die von Graphit auf rund 70 % der heutigen Bergwerksförderung von Flockengraphit (als Ausgangsmaterial des Kugelgraphits). Selbst auf den Massenmarkt Nickel wird sich die Elektrifizierung der Mobilität spürbar auswirken. Bis 2025 könnte die Nachfrage aus dem Bereich der Lithium-Ionen-Batterien auf über 10 % der Gesamtnickelnachfrage ansteigen. Damit werden Batterien auch bei Nickel zu einem bedeutenden Wachstumstreiber.

Durch den erheblichen Einfluss der Mobilitätswende auf die Rohstoffnachfrage rücken Fragen nach der Verfügbarkeit der Batterierohstoffe und der zukünftigen Preisentwicklung auf die Agenda der Industrie und der Politik. Da die Materialkosten einen erheblichen Teil der Batterie ausmachen, ist ein sicherer und wettbewerbsfähiger Rohstoffbezug von großer Bedeutung. Aber auch der verantwortungsvolle Rohstoffeinkauf spielt bei einer „grünen Technologie“ wie der Elektromobilität, die zu einer Reduzierung der Verkehrsemissionen beitragen soll, eine gewichtige Rolle.

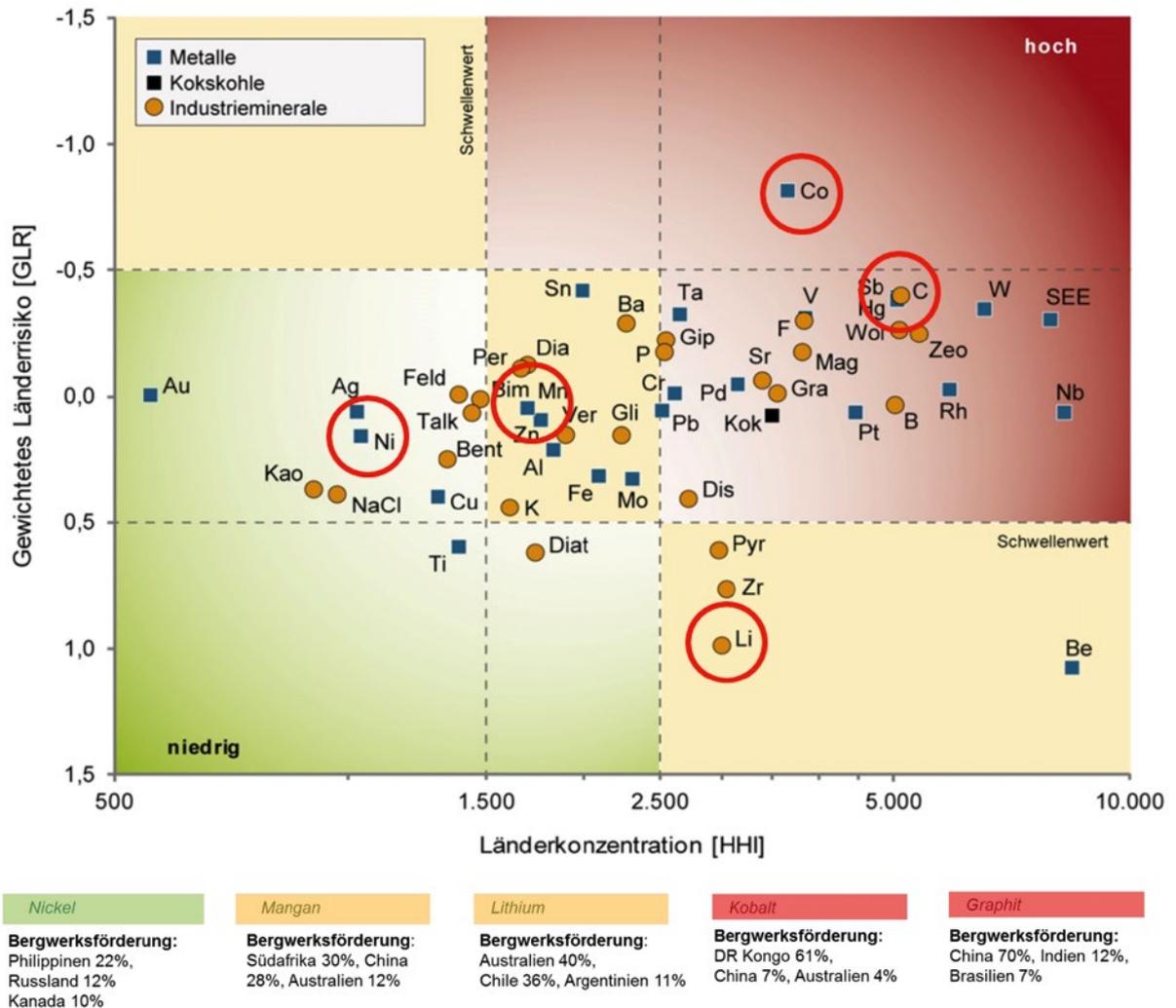
Keiner der „Batterierohstoffe“ ist aus geologischer Sicht knapp. Ob für einen Markthochlauf genügend Rohstoffe zur Verfügung stehen, hängt vor allem von der Fähigkeit und der Bereitschaft der Bergbaubranche ab, auf die steigende Nachfrage schnell zu reagieren und die notwendigen Bergbau- und Weiterverarbeitungskapazitäten für die speziellen Batteriequalitäten aufzubauen. Gelingt dies nicht, rutschen die Märkte zumindest temporär in

ein Angebotsdefizit. Dies hätte steigende Preise zur Folge und kann kurzfristig zu Engpässen bei der Verfügbarkeit führen. Davon betroffen sind nicht nur die Elektromobilität, sondern auch die anderen Anwendungsbranchen dieser Rohstoffe. Beispielsweise wird Lithium in der Glas- und Keramikindustrie verwendet, Graphit, Kobalt und Nickel sind vor allem für die Stahlindustrie unverzichtbar. Mittel- und langfristig (vor allem dann, wenn durch das Recycling der gebrauchten Traktionsbatterien dem Markt auch größere Mengen an sekundären Rohstoffen zufließen), geht die DERA jedoch davon aus, dass der Markt auch die stark steigende Nachfrage bedienen wird.

Daneben sind jedoch auch politische Beschaffungsrisiken zu beachten. Zum Teil ist die Förderung und Weiterverarbeitung der Rohstoffe, ebenso die Zell- und Batterieherstellung auf sehr wenige Produzenten konzentriert. Entsprechend hoch sind die Marktmacht und die Abhängigkeit in den Lieferbeziehungen.

Mit Blick auf die aktuelle Marktsituation weist insbesondere Kobalt die höchsten potenziellen Beschaffungsrisiken auf. Kobalt wird als Nebenprodukt der Nickel- und Kupferproduktion gewonnen. Die Demokratische Republik Kongo ist mit einem Anteil von etwa 60 % an der weltweiten Bergwerksförderung (140.000 t Co-Inh.) der größte Kobaltproduzent. Das Land verfügt zudem über etwa 50 % der weltweiten Kobaltreserven und wird daher auch zukünftig der größte Produzent von Kobalt bleiben. Die Weiterverarbeitung der Kobalterze und -konzentrate erfolgt überwiegend in China. Das Land hat seine Raf-

Abbildung 2.32: Angebotskonzentration und gewichtetes Länderrisiko



Quelle: DERA 2016

finadekapazitäten in den letzten Jahren kontinuierlich ausgebaut und ist mit einem Weltanteil von 50 % vor Finnland, Belgien und Kanada der führende Produzent.

Der Kobaltpreis hat sich zwischen Dezember 2016 und März 2018 fast verdreifacht. Zu diesem Preisanstieg haben neben der Unsicherheit über die politische Stabilität der DR Kongo vor allem auch Bedenken über die zukünftige Marktdeckung beigetragen. Die Entwicklung neuer Kobalt-Projekte ist wegen der Vergesellschaftung mit Kupfer und Nickel sehr komplex und kapitalintensiv. Ferner muss die Kobaltförderung im Hinblick auf die sozialen und ökologischen Folgen des Kleinbergbaus betrachtet werden.

➔ **Batterierohstoffe sind aus geologischer Sicht nicht knapp. Temporäre Angebotsdefizite können jedoch den Einkauf und das Risikomanagement vor Herausforderungen stellen.**

Auch die Bergwerksförderung von **natürlichem Graphit** (1,1 Mio. Tonnen) ist auf wenige Länder konzentriert. China (70 %), Brasilien (11 %) und Indien (4 %) sind die drei wichtigsten Förderländer. Große Reserven befinden

sich auch in Ostafrika (Mosambik, Tansania, Madagaskar). Zahlreiche Projekte werden derzeit hier entwickelt. Für die Lithium-Ionen-Batterien wird vor allem Flockengraphit benötigt. Hier verfügt wiederum China über die größte Produktion. Aufgrund der hohen Marktmacht Chinas sind auch bei Graphit die Preis- und Lieferrisiken erhöht. Noch größer ist die Angebotskonzentration bei der Produktion des batterie-spezifischen Kugelgraphits. Diese sehr energieintensive Weiterverarbeitung findet heute und auch mittelfristig vor allem in China statt. Zwar ist der Graphitmarkt seit einigen Jahren von Überkapazitäten geprägt, das strikte Vorgehen der chinesischen Behörden in jüngster Zeit zur Konsolidierung und Überwachung des Bergbaus könnte jedoch das Graphitangebot in der Zukunft temporär belasten.

➔ **Kobalt hat aktuell die höchsten Beschaffungsrisiken – vor allem der Demokratischen Republik Kongo geschuldet.**

Die Förderung von **Lithium** (33.033 t Li-Inh.) ist im wesentlichen auf drei Länder konzentriert. Australien (40 %) hat in den letzten Jahren die Produktion stark erhöht und ist mittlerweile der größte Produzent. Lithium wird hier aus Hartgestein gewonnen, das Lithiumkonzentrat wird überwiegend nach China exportiert wo die Weiterverarbeitung stattfindet. Südamerika ist, insbesondere mit Chile (36 %) und Argentinien (11 %), die zweite wichtige Abbauregion. Hier wird Lithium aus salzhaltigen Solen gewonnen. Die Weiterverarbeitung zu Lithiumkarbonat findet überwiegend lokal statt. Südamerika verfügt zudem über die größten Lithiumreserven. Für Lithium werden derzeit global, vor allem aber in Australien und Südamerika, neue Produktionskapazitäten aufgebaut. Trotz zahlreicher neuer Projekte bleibt die hohe Angebotskonzentration auf nur wenige Lieferländer bestehen. Die Auswertung dieser neuen Projekte durch die DERA (Schmidt 2018) zeigt, dass es gelingen kann, den Markt bis 2025 mit ausreichend Lithium für die Elektromobilität zu versorgen. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass sich v. a. asiatische Abnehmer bereits durch langfristige Lieferverträge abgesichert haben, was die frei verfügbare Menge auf dem Weltmarkt reduziert. Insbesondere der starke Preisanstieg von Lithiumkarbonat seit Ende 2016, ähnlich wie bei Kobalt, ist Ausdruck des derzeit engen Marktes.

Die Bergwerksförderung von **Nickel** beträgt aktuell rund 2,1 Mio. t Ni-Inh. Damit zählt Nickel zu den Massenrohstoffen. Die Produktion erfolgt in zahlreichen Ländern,

das Angebot ist damit breit diversifiziert. Die Philippinen (22 %) sind vor Russland (12 %) und Kanada (10 %) aktuell das größte Förderland. Auch die Raffinadeproduktion ist relativ breit diversifiziert. Größter Produzent ist China. Aufgrund des relativ niedrigen Nickelpreises sind in den vergangenen Jahren einige Projekte gestundet worden, sodass der Markt 2017 in ein Angebotsdefizit gerutscht ist. Hohe Lagerbestände haben dieses Defizit jedoch zum Teil kompensiert. Mit Blick auf den Einsatz von Nickel in Batterien gilt es, insbesondere die Weiterverarbeitungskapazitäten im Bereich des Nickelsulfats zu beobachten. Hier sind weitere Investitionen erforderlich, um die stark steigende Nachfrage zu bedienen. Bis 2025 werden Batterien zum zweitgrößten Anwendungsbereich und damit zum größten Wachstumstreiber für Nickel.

➔ **Langfristig wird es genügend Lithium für den Ausbau der Elektromobilität geben. Kurzfristige Lieferengpässe sind jedoch möglich.**

Fazit

Seit Ende 2016 haben sich die Preise für Lithium und Kobalt mehr als verdoppelt, im Falle Kobalts sogar verdreifacht. Wenngleich diese Preishaussage auf eine Nervosität und Überreaktion der Rohstoffmärkte deutet, zeigt sich mit Blick auf aktuelle Ankündigungen aus der Branche auch ein anderes Bild: So sehen wir aktuell einen regelrechten Investitionshype bei Lithium und Kobalt, der das Angebot in den kommenden Jahren stark erhöhen wird. Dies zeigt wiederum das Funktionieren der Rohstoffmärkte, die in der Lage sind, auf eine steigende Nachfrage zu reagieren. Aufgrund der derzeit zu beobachtenden Schnellebigkeit der Märkte sollten Unternehmen die Batterierohstoffmärkte intensiv beobachten und geeignete Ausweichstrategien wie etwa langfristige Lieferverträge oder Projektbeteiligungen gegen temporäre Lieferengpässe und volatile Preise entwickeln.