Lithium – ein Engpass für Nachhaltigkeit?

Zusammengestellt von Gerd Eisenbeiss im Februar 2023

Lithium ist das leichteste Metall[1] und bis vor kurzer Zeit wenig beachtet.

Nun ist Lithium in eine völlig neue Rolle geraten: Lithium-Ionen-Technik erlaubt die **effizientesten Batterien** und ist bis auf weiteres Voraussetzung für E-Fahrzeuge und hausinterne Kurzzeitspeicherung von Strom. Ohne gute Verfügbarkeit von Lithium zu erträglichen Preisen wird eine nachhaltige, insbesondere klimaschonende Energieversorgung der Welt nicht gelingen.

Deshalb ist Prospektion von lohnenden Lithiumvorkommen strategisch wichtig. Für ein Industrieland wie Deutschland ist seine wirtschaftliche Verfügbarkeit eine wesentliche Voraussetzung für eine starke Stellung auf dem Weltmarkt für Fahrzeuge.

Heute kennt man ein nennenswerte **Lithium-Gewinnung** nur in Australien (zurzeit knapp 50% der globalen Produktion), Chile (gut 25%), Argentinien (7%); zu China, das gut 15% der Förderung beiträgt, ist zu sagen, dass es einen Großteil der Verarbeitungskapazitäten und Batteriezellenproduktion beherbergt, die Lithium in der Form Lithium-Hydroxid oder -Carbonat benötigt.

Für die Nachhaltigkeitsziele entscheidender ist die Einschätzung der Vorkommen, die stark auf das westliche Süd-Amerika konzentriert sind.

---

[1] in der Energiewelt lange als „Brennstoff" einer künftigen **Kernfusion** beachtet, wo es im Reaktor in den eigentlichen Fusionspartner Tritium verwandelt würde – eine Art Brutprozess durch Bestrahlung mit im Prozess erzeugten Neutronen. Obwohl man dafür nur sehr wenig Lithium benötigen würde, hat man sich um die Verfügbarkeit gekümmert, die unkritisch erschien.

Das australische Lithium-Mineral Spodumen benötigt Prozesstemperaturen über 1000° sowie Schwefelsäure, um Lithiumsulfat als Zwischenprodukt zu gewinnen. In Süd-Amerika wird Lithiumoxid in unterirdischen Lagerstätten unter hohem Wassereinsatz in überirdische Salzseen (Salare) gepumpt, die durch solare Verdunstung konzentriert werden; auch hier ist der Lithiumgehalt sehr niedrig. Beide Wege führen zu handelbarem Lithiumcarbonat, mitunter auch -hydroxid, allerdings verursacht die australisch-chinesische Linie 3mal mehr CO2-Emission als die süd-amerikanische, teilweise solare Prozessroute, deren Nachteil der hohe Wasserverbrauch in ariden Abbaugebieten ist.

Der geschätzten **Jahresproduktion** von 100.000 t stehen weltweit geschätzte **Reserven** von 22 Mio. t gegenüber mit darüber hinaus vermuteten Ressourcen von 80 Mio. t. In den Ozeanen sind außerdem über 230 Mrd. t gelöst. Ob Lithium ein begrenzender Rohstoff bei intensiver Nutzung im Energiesystem wird, ist wirtschaftlich-technisch von vertretbaren Bergbau- und Raffinierungsverfahren und politisch von Zugangs- und Handelsbeschränkungen abhängig, die nicht auszuschließen sind. Der Preis pro Kilo Lithium-Carbonat hat sich seit Ende 2021 versiebenfacht![2]

Da eine Lithium-Ionen-Batterie für einen **40 kWh-Speicher um die 4 kg Lithium** benötigt, reichen 22 Mio. t rechnerisch für gut 5 Mrd. Fahrzeuge. Auf der ganzen Welt geht man von ungefähr 1 Mrd. Fahrzeuge in Betrieb aus (knapp 100 Mio. Neu-Fahrzeuge jährlich, 10 Jahre Betriebsdauer), deren Elektrifizierung ohne hohe Recyclingquote und Begrenzungen um Luxusbereich unrealistisch erscheint. Diese Einschätzung ist wesentlich auch in der verbreiteten

[2] Wenig öffentlich beachtet wurde bisher die **Gesundheitsschädlichkeit** von Li, das entsprechende Anforderungen an den Arbeitsschutz zur Folge hat; möglicherweise wird dies in Europa noch verschärft, weil man auch eine Schädigung der Fortpflanzungsfähigkeit festgestellt hat. Dies und die machen es wenig wahrscheinlich, dass Lithium auch in Europa gewonnen wird.

Bergbaufeindlichkeit der Bevölkerung nicht nur Deutschlands begründet, was die Kosten weiter erhöhen und die Verfügbarkeit von Vorkommen einschränken wird.

Vor diesem Hintergrund ist der Einsatz von **Lithium-Batterien als hausinterner Kurzzeitspeicher nicht lange durchhaltbar, aber auch nicht sinnvoll**:. Er wird überflüssig, wenn das Stromnetz saisonal mit größeren Wasserstoffspeichern stabilisiert wird, die die Kurzzeitspeicherung mit abdecken.

Für die **deutsche Auto-Industrie** stellt die Lithium-Verfügbarkeit einen weiteren Existenz bedrohenden Faktor dar, der hinzu kommt zum Rückstand bei der Digitalisierung der Mobilitätssysteme sowie der Speicherzellenproduktion und zur Verteuerung durch CO2-freie, mittels Wasserstoff erzeugte Stähle. Diese Gefahren sind aber erkannt und Gegenstrategien eingeleitet.

vn+

Versalzene Suppe

ROHSTOFFE: Für die Elektromobilität wird Lithium benötigt. Viel Lithium. Zu viel Lithium? Ein Blick auf eine Prozesskette unter Spannung.

VON IESTYN HARTBRICH

Lithium ist ein kontaktfreudiges Metall. In der Natur kommt es deshalb nicht in Reinform vor, sondern zum Beispiel in Form von Lithiumoxid, oder in mineralischen Verbindungen wie dem Spodumen. Die Massentauglichkeit der Lithium-Ionen-Technologie, auf der die Akkus der Elektromobilität basieren, hängt also davon ab, wie gut es gelingt, die natürlich vorkommenden in technisch nutzbare Lithiumverbindungen zu überführen.

Welche Lithiumverbindungen werden in den Batteriefabriken benötigt?
Die Ausgangsstoffe für die Batteriezellenfertigung sind Lithiumhydroxid ($LiOH$) und Lithiumcarbonat (Li_2CO_3). Als Faustregel gilt: Je leistungsstärker die Batterie sein soll, desto größer muss der Hydroxidanteil sein. Laut der Deutschen Rohstoffagentur (Dera) drängen immer mehr hochpreisige Fahrzeuge an den Markt, deren Batterien hohe Energiedichten haben. „Der Trend geht zum Lithiumhydroxid", sagt Michael Schmidt, Lithiumexperte bei der Dera.

Wie wird Lithium gefördert?
Im Wesentlichen gibt es zwei Prozessrouten. Die erste basiert auf dem Mineral Spodumen, einem Feststoff. Die zweite basiert auf einer Sole mit hohem Salzgehalt. Beide Routen liefern am Ende Lithiumcarbonat oder Lithiumhydroxid, beide sind technisch und energetisch aufwendig.

Wie wird Lithium auf der Spodumen-Route produziert?
Spodumenkonzentrate werden vor allem in Australien gewonnen, der weltweiten Nummer 1 der Lithiumförderung. Das klassische Verfahren trägt den Namen Acid Roast. In einem ersten Schritt muss die Kristallstruktur des Spodumens verändert werden. Dafür muss das Mineral auf über 1075 °C aufgeheizt werden. Die dafür benötigten Anlagen sind die größten Energieverbraucher in der Prozesskette.

Anschließend wird das Material aufgemahlen und mit heißer Schwefelsäure vermengt. Dann wird Wasser hinzugegeben, Lithiumsulfat geht in Lösung. Der pH-Wert und die Temperatur werden im Folgenden noch mehrmals eingestellt; Salze werden zugegeben. Und am Ende wird Lithiumcarbonat oder -hydroxid ausgefällt.

Ein Großteil der Verarbeitung ist in China angesiedelt. Die Lithiumverbindungen werden also mitunter mehrfach verschifft: zum Beispiel von Australien nach China und von dort zur Verarbeitung in die USA. Ein Großteil der weltweiten Batteriezellenfertigung – laut Dera über 90 % – ist allerdings in China angesiedelt.

Wie funktioniert die Lithiumproduktion aus Sole?
Die Sole hat einen Salzgehalt von annähernd 30 % (nur 0,15 % sind Lithiumoxid) und wird aus unterirdischen Lagerstätten in Verdunstungsbecken an der Oberfläche gepumpt. Die wohl bekannteste Produktionsstätte ist der Salar de Atacama, eine Salzwüste in Chile. In diesen Becken fällt im Verlauf von bis zu 18 Monaten kaskadenartig ein Salz nach dem anderen aus – zum Beispiel unerwünschte Magnesiumverbindungen – bis am Ende eine Lösung aus etwa 6 % Lithiumoxid sowie Resten von Bor und Magnesiumsalzen vorliegt. Diese wird mit etwa 60 Tanklastern täglich zur Küste transportiert, wo die Lösung wieder auf unter 1,4 % Lithiumoxidgehalt verdünnt wird. Hier werden Bor und Magnesiumsalze entfernt. Dabei entsteht Lithiumcarbonat, das nach dem Waschen und Trocknen vermarktet werden kann.

Welches Verfahren ist weniger CO_2-intensiv?
Die zumeist in Lateinamerika angesiedelte Solen-Route. „Hier liefert die Sonne einen Großteil der Energie und es sind weniger Transporte nötig als auf der Mineralroute", erläutert Schmidt. Die Dera gibt den aktuellen CO_2-Fußabdruck chilenischen Lithiums mit 5 t/t Li an. Beim australischen Lithium seien es demgegenüber 15 bis 20 t/t Li. In diese Rechnung fließt ein: 94 % der Transportmenge von Australien nach China sind Abfall, nur 6 % Lithiumoxid.

Dann ist das lateinamerikanische Lithium nachhaltig?
Fünf Tonnen CO_2 je Tonne Lithium sind eine Menge. „Lithium aus Lateinamerika hat einen geringeren CO_2-Footprint als Lithium aus Australien über China. Ob es allerdings tatsächlich nachhaltig ist, das ist eine andere Frage", sagt der Dera-Experte Michael Schmidt. „Wenn wir versuchen würden, die heutige Fahrzeugflotte mit Lithium-Ionen-Akkus abzubilden, kämen wir an ein großes Problem."

Welche Kritik gibt es an der Lithiumproduktion?
Neben der hohen Energieintensität wird der Wasserverbrauch kritisiert. Recherchen des dänischen Medienunternehmens Danwatch zufolge werden pro Kilogramm Lithium auf der Solen-Route zwischen 4001 und 20001 Süßwasser benötigt.

Zudem besteht der Vorwurf, die Lithiumförderung – vor allem in Lateinamerika – stehe in der Tradition kolonialer Ausbeutung: Internationale Rohstoffkonzerne und Investoren bereichern sich demnach an den Lithiumvorkommen; die lokalen (oft indigenen) Gemeinden werden nicht oder unzureichend entschädigt.

Welche Unternehmen dominieren den Lithiummarkt?
„Wir beobachten eine hohe Firmenkonzentration", sagt Schmidt. In der Weiterverarbeitung sind vor allem vier Unternehmen dominant: SQM, Albemarle, Ganfeng und Tianqi. Die letzen beiden genannten sind chinesisch. SQM gehört laut Dera zu 25 % chinesischen Investoren, bei Albemarle sind chinesische Firmen über Joint Ventures beteiligt. Auch in der Förderung drängen chinesische Firmen in den Markt, zum Beispiel in Argentinien und auf dem afrikanischen Kontinent.