



AFBEELDING 1. | Overzicht van oude batterijen, waaronder lithium-ion-batterijen.

Bron: Peter Fiskerstrand / Wikimedia Commons / CC BY-SA 4.0

Lithiumwinning en de gevolgen voor het milieu

LEAN BAZUIN
LEANBAZUIN@HOTMAIL.COM

Lithium is een metaal dat ontzettend belangrijk is voor de energietransitie. Lithium zit namelijk in de befaamde lithium-ion-batterij. Deze batterijen zijn hard nodig voor de energietransitie. Hierbij kun je denken aan kleine batterijen (Afb. 1), de accu's voor elektrische auto's maar ook aan gigantische batterij-energie-opslagsystemen die gebruikt kunnen worden om groene energie in op te slaan. Het aanbod van wind- en zonne-energie is tenslotte niet constant. Op momenten dat de productie van deze vormen van energie groter is dan de vraag, moet deze ergens opgeslagen worden.

Er wordt verwacht dat er tegen 2030 mogelijk 2.2 miljoen ton (Kaunda, 2020) aan lithium-ion-batterijen op jaarbasis nodig is voor de batterij-industrie. Dit lithium moet ergens vandaan komen, met als belangrijke bron de mijnbouw.

Je kan je voorstellen dat om 2.2 miljoen ton batterijen en accu's te maken veel lithium nodig is. Batterijen bestaan natuurlijk niet alleen uit lithium, ook uit metalen als nikkel, kobalt en mangaan. Desalniettemin is de

benodigde hoeveelheid grondstoffen gigantisch.

Alleen wat betekent het winnen van al dit lithium nu precies voor het milieu? En hoe zou je de winning van lithium kunnen verduurzamen? Want het staat vast dat de vraag naar lithium de komende jaren alleen maar groter wordt.

Lithium

In 1817 werd lithium ontdekt in een Zweeds laboratorium waarna het in 1821 is het gelukt om met behulp van

een elektrolyse-techniek het element daadwerkelijk te isoleren. Het zou nog tot de 1960-er jaren duren voordat lithium gebruikt zou worden in batterijen die ook op de markt beschikbaar zijn. Daarna heeft de technologie een vogelvlucht genomen wat de staat van de technologie brengt tot de hedendaagse accu's en batterijen (Reddy *et al.* 2020). Inmiddels is lithium als grondstof niet meer weg te denken.

Lithium is een reactief metaal. Daarom zal je niet zomaar zuivere lithium





in de natuur tegenkomen. Misschien herinner je nog wel proeven tijdens de scheikundeles waarbij getoond werd dat natrium heel heftig reageerde, lithium heeft hetzelfde effect. In tegenstelling tot ijzer is zuiver lithium zacht, en kan het met een mes doorgesneden worden en heeft het een laag kookpunt, namelijk rond de 180 °C. Dit houdt in dat zuiver lithium gebruiken in batterijen en andere producten geen goed idee is. Het lithium dat gebruikt wordt in de hedendaagse accu's en batterijen is dan ook geen zuiver lithium maar een lithium-zout, zoals lithium-carbonaat of lithiumhydroxide.

Lithium is een alkalimetaal en komt voor in gesteenten, opgelost in grondwater maar ook in pekelwater. Er zijn verschillende bronnen van lithium: sedimentair gesteente, pekelwater en stollingsgesteenten (Liu *et al.*, 2022). Voorbeelden van stollingsgesteente waarin lithium voorkomt zijn graniet en het siliciumrijke pegmatiet (Afb. 2). Ondanks dat lithium voorkomt in gesteentes, is het geen gesteentevormend mineraal. Lithium is in gesteente vaak gebonden aan silicium, zuurstof en aluminium.



AFBEELDING 2. | Een pegmatiet die sporen bevat van lithium en toermalijn.
Bron: James St. John / Flickr / CC BY 2.0

Naast de drie hierboven genoemde bronnen komt lithium ook voor in zee-water. In de zee komt mogelijk wel 180 miljard ton lithium of meer voor, maar dan gaat het om concentraties van 0.1 tot 0.2 ppm per liter zeewater.

Slechts 0.002 % van de aardkorst bestaat uit lithium. Daarmee komt lithium vaker voor dan goud, nikkel, koper en de zeldzame aardmetalen. Ondanks dat de hoeveelheid lithium in verhouding tot silicium klein zijn, is het verre van het zeldzaamste metaal. De uitdaging met lithium is ook niet de hoeveelheid lithium op aarde, maar dat lithium in dusdanig lage concentratie voorkomt in gesteente en in het zeewater dat commerciële winning een uitdaging is.

Lithium is dus erg verspreid, maar wordt wel gewonnen. Het voorkomen van lithium in concentraties die hoog genoeg zijn zodat het commercieel gewonnen kan worden is beperkt tot een select aantal landen. Vijftig procent van de bekende voorraden komen namelijk uit Argentinië, Chile en Bolivia (Reddy *et al.* 2020). Andere landen waar het nodige lithium vandaan komt zijn Australië, de Verenigde Staten en China.

De voornaamste bronnen waaruit lithium wordt gewonnen zijn hard gesteente en pekelwater. Beide manieren hebben zo hun eigen voor- en nadelen. Er zijn ook alternatieven zoals het winnen van lithium uit zeewater of het winnen van lithium



AFBEELDING 3. | De Greenbushesmijn in Australië. Bron: Calistemon / Wikimedia Commons / CC BY-SA 4.0

uit afvalwater, maar deze beide methoden zijn veel kleinschaliger en vaak nog niet volledig uitontwikkeld.

Winning van lithium uit groeven

Het winnen van lithium uit gesteente gebeurt in grote groeven. Net zoals bij groeves voor ijzer wordt hier erts gewonnen, lithium-houdende erts. De grootste mijn ter wereld is de Greenbushes-mijn in Australië. Deze mijn is weergegeven in afbeelding 3. Zoals je kan zien op de afbeelding is de omvang van de groeve indrukwekkend. In het opgegraven erts zit rond de 8% lithiumdioxide. Hier moet het lithium uitgehaald worden. Dat wordt gedaan door het erts te verhitten. Er zijn verschillende routes om het lithium uit het erts te winnen. Er kan bij temperaturen van rond de 250-300 graden Celcius zoutzuur (of een ander zuur) toegevoegd worden. Andere opties zijn het gebruik van calciumcarbonaat/calciumhydroxide of het gebruik van chlorides, maar dit vergt hogere temperaturen en daarmee meer energie. In alle gevallen blijft er oplossing met het lithium erin over. Deze oplossing wordt eerst gefiltreerd, om vervolgens gezuiverd te worden. Er kunnen dan verschillende zouten zoals lithiumhydroxide en lithium-sulfaat gemaakt worden (Fosu *et al.* 2020).

Het winnen van lithium op deze manier is niet zonder gevolgen voor het milieu. Natuurlijk is zo'n groeve een grote ingreep in het landschap. Daarnaast zorgt de mijnbouw voor emissies naar zowel de lucht, bodem als het water. Hierbij kan je denken aan totaal stof (een verzamelaar voor

rondzwevend stof), maar ook aan emissies van metalen en zeer zorgwekkende stoffen die zich op deze manier vrij door het milieu kunnen verspreiden. Deze stoffen kunnen zich ophopen in bodem en water. Ook zijn er grote hoeveelheden water nodig voor de mijnbouw, in gebieden waar dit water ook nodig kan zijn voor de bevolking. Ook komt er bij de mijnbouw gevaarlijk afval vrij dat lang niet altijd goed verwerkt wordt (Kaunda, 2020).

Met betrekking tot de manier waarop de mijnbouwsector met deze effecten op de omgeving omgaat, is hun reputatie niet altijd even goed. Ook vanuit een commercieel oogpunt kunnen er bezwaren zijn tegen winning uit groeven. Dit is namelijk een kostbare manier om lithium te winnen.

Winning van lithium uit pekelwater

Het winnen van lithium uit pekelwater is een vrij simpel proces. Een groot veld wordt onder water gezet met lithiumrijk gecompartmenteerd en vervolgens verdampt het water. Dit wordt een zoutpan genoemd. Het zout dat achterblijft in de zoutpan wordt verder gezuiverd. Het voordeel van deze optie is dat ongeveer 60% van de bekende lithiumvoorraad zich in pekelwater bevindt. Deze optie heeft als nadeel dat er veel ruimte voor nodig is en vervuilingen uit diepere watervoerende pakketten naar de oppervlakte worden gehaald. Ook neemt de hoeveelheid grondwater in een gebied hierdoor steeds verder af. Grondwater is niet oneindig en er moeten grote hoeveelheden naar boven gepompt worden. Bij het oppompen van pekelwater bestaat het risico dat een zoet watervoerend



AFBEELDING 4. | Een zoutpan in Bolivia waar lithium gewonnen wordt uit pekelwater. Bron: Copernicus Sentinel data 2023



pakket zich gaat mengen met een zout watervoerend pakket. Dit water is dan niet meer zonder meer bruikbaar als drinkwater en voor de landbouw. Dit effect is echter lastig te kwantificeren (Vera *et al.*, 2023).

Inmiddels is het niet meer nodig om pekelwater te laten indampen met een verspreiding van zware metalen uit het grondwater en het uitputten van de grondwatervoorziening als gevolg. Bij deze methode wordt het pekelwater opgepompt, de lithium en eventuele andere waardevolle metalen via een aantal ingewikkelde processtappen uit het water gewonnen waarna het overgebleven water weer geïnjecteerd wordt in de grond (Vera *et al.*, 2023). Ook is het mogelijk om het winnen van lithium te combineren met het winnen van geothermische warmte (Stringfellow & Dobson 2021). Een overzicht van directe extractie van lithium gekoppeld wordt aan het opwekken van elektriciteit van geothermische warmte is weergegeven als afbeelding 5. Wel is het directe extractieproces een zwaar chemisch proces waar ook zoet water voor nodig is. Ook is het nog steeds mogelijk dat zoute en zoete watervoerende pakketten met elkaar vermengd raken (Vera *et al.*, 2023).

De weg naar duurzamer lithiumgebruik

Het lijkt erop dat lithium winnen uit pekelwater een lagere CO₂-belasting en energieverbruik kent dan het winnen van lithium uit erts. Op basis van deze gegevens zou je kunnen stellen dat winning van lithium uit pekelwater duurzamer is. Maar het lastige is dat er eigenlijk nog te weinig data is om een dergelijke conclusie te trekken. Dit geeft aan dat meer onderzoek noodzakelijk is (Khakmardan, 2023). Gevolgen voor landschap en grondwater zijn helemaal lastig te vergelijken omdat dit locatieafhankelijk is en ook erg afhangt van hoe goed het milieumanagement op de locatie is.

Je kan lithiumwinning combineren met energieopwekking. Maar het is belangrijker om te zorgen dat het veel minder noodzakelijk is om lithium te winnen. Dit kan bereikt worden door batterijen en accu's te recyclen waarna grondstoffen zoals lithium opnieuw gebruikt kunnen worden (Thompson *et al.*, 2020). Ook kunnen accu's hergebruikt worden. Denk aan de accu van een elektrische auto. Op een gegeven moment zal de kwaliteit van de batterij afnemen en moet een auto sneller herladen worden. Dit is onhandig. Diezelfde accu kan nog wel gebruikt worden voor bijvoorbeeld een batterij-energieopslagsysteem. Er zullen misschien meer accu's nodig zijn maar daar staan lagere investeringskosten tegenover.

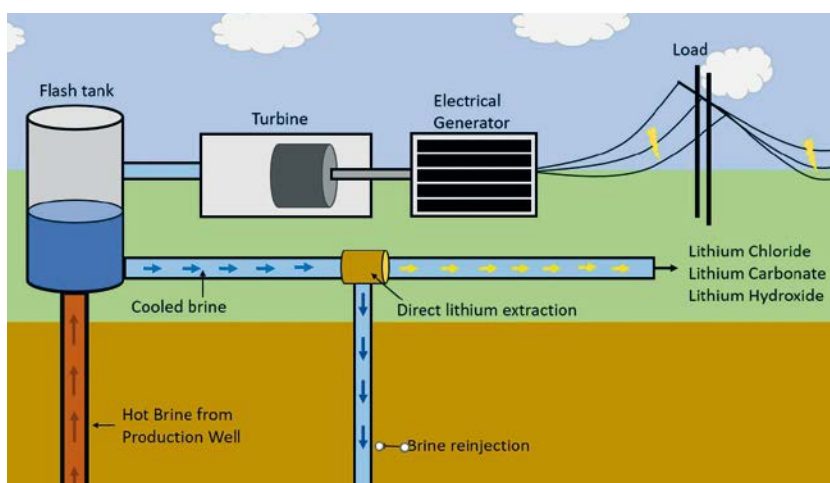
Tot slot kan ervoor gezorgd worden dat de winning van lithium zo milieuvriendelijk mogelijk gebeurt. Vera *et al.* (2023) geeft bijvoorbeeld aan dat bij winning van lithium uit pekelwater een goed grondwatermonitoringsprogramma erg belangrijk is. Maar daarnaast is het ook belangrijk dat afnemers van lithium verantwoordelijkheid nemen en erop toezien dat de winning van lithium op een verantwoorde manier gebeurt. Door toezicht te houden, hun leveran-

ciers goed te screenen en door goede afspraken te maken.

De winning van lithium kent milieuproblemen maar er is veel ruimte om bij te sturen, om te zorgen dat de milieu impact zo laag mogelijk blijft.

LITERATUUR

- Fosu, A.Y., Kanari, N., Vaughan, J., & Chagnes, A. (2020). *Literature Review and Thermodynamic Modelling of Roasting Processes for Lithium Extraction from Spodumene*. *Metals*, 10(10), 1312
- Kaunda, R.B. (2020). *Potential environmental impacts of lithium mining*. *Journal of Energy and Natural Resources Law*, 38(3), 237–244.
- Khakmardan, S., Rolinck, M., Cerdas, F., Herrmann, C., Giurco, D., Crawford, R., & Li, W. (2023). *Comparative Life Cycle Assessment of Lithium Mining, Extraction, and Refining Technologies: a Global Perspective*. *Procedia CIRP*, 116, 606–611. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.102>
- Liu, Y., Ma, B., Lü, Y., Wang, C., & Chen, Y. (2022). *A review of lithium extraction from natural resources*. *International Journal of Minerals Metallurgy and Materials*, 30(2), 209–224.
- Reddy, M.V., Mauger, A., Julien, C.M., Paoletta, A., & Zaghbi, K. (2020). *Brief History of Early Lithium-Battery Development*. *Materials*, 13(8), 1884.
- Stringfellow, W.T., & Dobson, P. F. (2021). *Technology for the Recovery of Lithium from Geothermal Brines*. *Energies*, 14(20), 6805.
- Thompson, D.M., Hartley, J., Lambert, S., Shiref, M., Harper, G., Kendrick, E., Anderson, P.A., Ryder, K.S., Gaines, L., & Abbott, A.P. (2020). *The importance of design in lithium ion battery recycling – a critical review*. *Green Chemistry*, 22(22), 7585–7603.
- Vera, M. L., Torres, W.R., Galli, C.I., Chagnes, A., & Flexer, V. (2023). *Environmental impact of direct lithium extraction from brines*. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(3), 149–165.



AFBEELDING 5. | Schematische weergave van de extractie van lithium uit pekelwater, waarbij tevens stroom opgewerkt wordt met behulp van geothermische energie. Bron: LazerRocDoc / Wikimedia Commons / CC BY-SA 4.0

