



NatLab

MITMACH- & EXPERIMENTIERLABOR
FACHBEREICH BIOLOGIE, CHEMIE, PHARMAZIE
FREIE UNIVERSITÄT BERLIN

Freie Universität  Berlin

NatLab - FU Berlin
FB Biologie, Chemie, Pharmazie
Fabeckstraße 34-36, 14195 Berlin
Homepage: <http://www.natlab.de>
FB Chemie: chemie@natlab.fu-berlin.de

Sekretariat
Katrjn Wegner
+49 (0)30 838-59858
info@natlab.fu-berlin.de

Koordination Chemie
Dr. Katharina Kuse
+49 (0)30 838-72896
katharina.kuse@fu-berlin.de

StR Carolin Garbe Abgeordnete
Lehrkraft Dreilinden Gymnasium
+49 (0)30 838-54643
c.garbe@fu-berlin.de

Betreuer*innen-Skript

Zusatzinfos

Dein Akku ist defekt? Perfekt!

Wir zerlegen und recyceln ihn mit dir.

Publikationsjahr: 2020
Autorin: Dr. Carmen Lawatscheck
Beteiligte: Dr. Katharina Kuse

Alle Inhalte des vorliegenden Skriptes können nach CC BY-NC-SA 4.0 DE verwendet werden.

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Zusatzinfos für die Schülerinnen und Schüler

1. Gewinnung der Rohstoffe

Lithium

Die Hauptvorkommen von Lithium (ca. 70%) befinden sich in Südamerika, vor allem in Chile, Argentinien und Bolivien. Millionen Tonnen von Lithiumsalzen befinden sich in dieser Ebene oft in Form von Salzlaugen, meist Salzseen. Leider hat der Abbau von Lithium hohe Umweltbelastungen wie Luft- und Wasserverschmutzungen zur Folge, unter denen die einheimischen Bewohner und Tiere leiden.^[1] Außerdem werden bei der Förderung von Lithium Unmengen von Wasser verbraucht. So werden ca. 2 Millionen Liter Wasser benötigt, um eine Tonne Lithiumsalz herzustellen.^[1a] Das kommt daher, dass sich das Lithium nicht direkt an der Oberfläche, sondern in ca. 40 cm Tiefe in unterirdischen Wasserläufen befindet. So muss das Lithiumsalz erst freigelegt werden, z. B. durch Sprengung. Die lithiumhaltige Lösung wird dann in riesige Auffangbecken geleitet, in denen die Verdunstung des Wassers gefördert wird, sodass eine Anreicherung an Lithium stattfindet (**Abb. 1**).^[2]



Abb. 1. Gewinnung von lithiumhaltigen Lösungen: Salar de Uyuni – Das größte Salzbecken der Welt befindet sich in Bolivien und ist ein beliebtes touristisches Ausflugsziel (links)^[3]; Pozuelos – Ein argentinischer Salzsee. Der Lithiumabbau hier zerstört die Lebensgrundlage der indigenen Bevölkerung (Mitte)^[4]; Lithium-Gewinnung in der Ebene von Uyuni. Die Maschinen produzieren giftigen Staub, vertreiben Tiere und zerstören Wasserstellen (rechts).^[4]

Cobalt

Der Abbau des größten Anteils an Cobalt erfolgt in der Demokratischen Republik Kongo (DRC), die gleichzeitig eines der reichsten und eines der ärmsten Länder weltweit ist.^[5] Die DRC verfügt zwar über eine enorme Menge an gefragten Rohstoffen, kann diesen Reichtum aber nicht erfolgreich nutzen, um sich wirtschaftlich zu entwickeln. Das entspricht einem Phänomen, das als „Ressourcenfluch“ bezeichnet wird.^[6]

Der Großteil der Förderung erfolgt im Stil des artisanalen Bergbaus, d. h. im Kleinbergbau, der nur manuell getätigt werden kann. Leider werden hierbei oft Arbeitskräften zugunsten der Industrieländer ausgebeutet.^[6] Es gibt zwar Bemühungen, den Ungerechtigkeiten am Beginn der Rohstoffkette entgegenzuwirken, z. B. durch die Zertifizierung von Minen. Auf diese Weise soll eine Verminderung der Armut der Arbeitskräfte und eine Verhinderung von Rohstoffkonflikten erreicht werden.^[7] Aber oft ist eine Identifizierung der Ursprungsmine des Cobalts nicht möglich.^[8] Daher wird durchaus auch Cobalt aus un zertifizierten Minen zur Akkuproduktion verwendet und somit werden indirekt Menschenrechtsverletzungen wie Kinderarbeit toleriert (**Abb. 2**).^[9a-c]



Abb. 2. Gewinnung von Coltan, einer Mischung aus Kobalt und Tantal: Coltan-Mine in der DRC (links)^[10]; Arbeiter sortieren und spülen Steine in der Nähe einer DRC-Cobaltmine aus (Mitte)^[9a]; In un zertifizierten Minen erfolgen Menschenrechtsverletzungen wie Kinderarbeit (rechts).^[9a-c]

2. Verringerung der Rohstoffförderung durch die 5 R`s

Wir alle können dazu beitragen, dass weniger kritische Rohstoffe wie Lithium und Cobalt gewonnen werden müssen. Hierfür liefern die sogenannten 5 R`s der Nachhaltigkeit einen Ansatz zum bewussteren Umgang mit elektronischen Geräten (**Abb. 3**). Durch kleine Schritte können somit wichtige Beiträge für eine Verbesserung der aktuellen Lage der Rohstoffförderung geleistet werden.

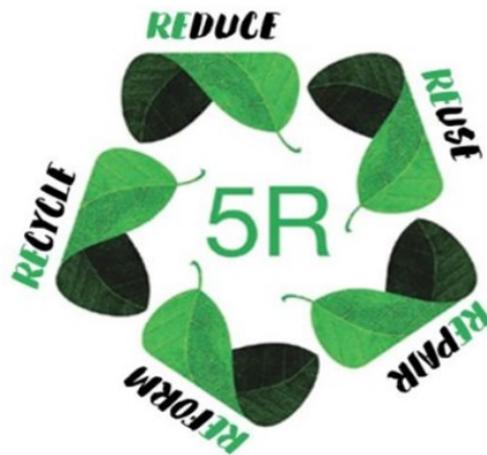


Abb. 3. Die 5 R`s der Nachhaltigkeit: Reduce, Reuse, Repair, Reform und Recycle.^[11]

Die einzelnen Nachhaltigkeitsaspekte stehen für:

- Reduce** Reduziere deinen Konsum. Verwende Geräte länger.
- Reuse** Verwende Dinge wieder. Verkaufe oder gib sie weiter.
- Repair** Lass defekte Teile reparieren.
- Reform** Erfinde aus alten Dingen, die ihren Zweck nicht mehr erfüllen, neue (Upcycling).
- Recycle** Recycle, was nicht mehr weiterverwendet werden kann.

3. Produktion von Lithium-Ionen-Akkus

Zum Lebenszyklus eines Lithium-Ionen Akkus gehören die Produktion, der Gebrauch der Akkus und die Entsorgung am Ende des Lebenszyklus`. Die Akkuproduktion wiederum gliedert sich in die Schritte des Rohstoffabbaus in Minen, der Materialraffination, die Verfeinerung des Materials auf Akku-Qualität und die Montage des Akkus.^[12]

Umwelttechnisch gesehen spielen der Energieverbrauch und die Treibhausgasemission bei der Herstellung von Lithium-Ionen-Akkus eine große Rolle. Um 1 kWh an Akkuleistung zu produzieren ist ein Energieaufwand von 350-650 MJ notwendig und es werden 150-200 kg CO₂ freigesetzt.^[12] Ca. 50% der Treibhausgasemissionen fallen bei der Akkumontage an. Im Vergleich dazu sind die Emissionsbeiträge vom Rohstoff-Förderungsvorgang und der Aufarbeitung der Rohstoffe relativ gering. Leider sind die verfügbaren Studien meist nicht transparent genug, um eindeutige Aussagen zur Umweltbelastung durch die Produktion von Lithium-Ionen-Akkus treffen zu können.^[12] Daher sind die angegebenen Zahlen der Umweltbelastungen durch Energieverbrauch und Treibhausgas-Emission als Richtwerte zu betrachten. Umfassende und eindeutige Analysen der Produktionsschritte sind notwendig um die aktuelle Produktionslage von Akkus bewerten und verbessern zu können.^[12]

Es muss genau differenziert werden, wie groß der Einfluss der verschiedenen Akkubestandteile und Akkutypen auf die Umwelt ist. Außerdem sollte die gesamte Material-Zulieferungskette für Akkuproduktionen inklusive der Transportwege näher beleuchtet werden.^[13] Nur durch eine Verbesserung der Informationslage können nachhaltige Veränderungen eingeleitet werden.



Abb. 4. Die Produktion von Lithium-Ionen-Akkus hat gewaltige Ausmaße: Fabriken führen zu Umweltbelastungen, Wasser- und Energieverbrauch. Die Transportwege bringen hohe CO₂-Emissionen mit sich (links)^[14]. Auch die Arbeitsbedingungen sind teilweise inakzeptabel (Mitte und rechts).^[15]

4. Entsorgung von Lithium-Ionen-Akkus

Elektronische Geräte wie Computer, Laptops und Smartphones haben in den westlichen Ländern leider nur eine geringe Lebensdauer. Zum einen möchten viele Nutzer Geräte verwenden, die technisch gesehen aktuell sind und mustern daher „alte“ Geräte aus, obwohl diese noch funktionsfähig sind. Zum anderen trägt die sogenannte „geplante Obsoleszenz“ oder auch „Soll-Bruchstelle“ zu einer Erhöhung des Elektromülls bei. Hersteller von Elektrogeräten bauen oft eine Schwachstelle darin ein, die dafür sorgt, dass das Gerät nicht mehr funktioniert. Reparaturen sind oft nicht möglich oder nicht rentabel. Damit sind Neuanschaffungen von Geräten sowie die Entsorgung der ausgedienten Modelle vorprogrammiert.^[16]

Gigantische Mengen von Elektromüll werden nicht fachgerecht recycelt, sondern auf Mülldeponien in Afrika, Indien oder China entsorgt. Um verwertbare Teile des Mülls und Rohstoffe weiterverkaufen zu können, durchsuchen und verwerten Kinder, Jugendliche und Erwachsene den Elektroschrott und

kommen dabei mit giftigen Substanzen in Berührung.^[17] Sie schädigen sowohl ihre Gesundheit als auch die Umwelt, in der sie leben.^[18]

Lithium-Ionen-Akkus sind die hauptsächlich genutzten Energiequellen in tragbaren elektronischen Geräten und machen daher einen beträchtlichen Anteil des Gesamt-Elektromülls aus.^[19] Sie enthalten giftige Bestandteile und können sich leicht entzünden. Daher ist eine fachgerechte Entsorgung sowie das Recycling ausgedienter Lithium-Ionen-Akkus von großer Bedeutung.^[17] Obwohl zahlreiche Recyclingmethoden wie hydrometallurgische oder pyrometallurgische Prozesse entwickelt wurden, muss auch in Hinblick auf diese Methoden genau deren Einfluss auf die Umwelt untersucht werden. Methoden mit möglichst geringem Energieverbrauch, geringen Treibhausgas-Emissionen und Ressourceneinsparungen sind hierbei anzustreben.^[19]



Abb. 5. Entsorgung von Elektromüll: Leider wird Elektroschrott oft nicht fachgerecht recycelt, sondern illegal nach Afrika, Indien oder China transportiert. Dort erfolgt eine Zerlegung auf Mülldeponien mit weitreichenden Konsequenzen für die Bevölkerung und Umwelt dieser Regionen (links)^[16]; Mülldeponien wie Agbogbloshie in Ghana zählen zu den giftigsten Orten weltweit (Mitte)^[17]. Armut zwingt Kinder und junge Menschen zur Arbeit in Elektroschrott-Deponien, um verwertbares Material zum Weiterverkauf zu erhalten (Mitte und rechts).^[18]

5. Literatur

[1] <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>

[1a] <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aae9b1/pdf>

[2] <https://edison.media/erklaeren/lithium-abbau-und-gewinnung-umweltgefahren-der-lithiumfoerderung/23140064.html>

[3] https://www.boredpanda.com/salar-de-uyuni-worlds-largest-mirror/?utm_source=r.search.yahoo&utm_medium=referral&utm_campaign=organic

[4] https://www.deutschlandfunk.de/lithium-abbau-in-suedamerika-kehrseite-der-energiewende.724.de.html?dram:article_id=447604

[5] Soufi, Yasid, Strategic Raw Materials, International Mining Firms and the Democratic Republic of the Congo (February 15, 2020). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3538761> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3538761>

[6] Walz © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016; A. Exner et al. (Hrsg.), Kritische Metalle in der Großen Transformation, DOI 10.1007/978-3-662-44839-7_2

[7] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Markus Wagner, Gudrun Franken, Nicola Martin, Frank Melcher, Jürgen Vasters unter Mitarbeit von Elke WestphaleHannover, April 2007

- [8] <https://www.computerworld.com/article/3023899/children-mine-cobalt-used-in-smartphones-and-other-electronics.html>
- [9] (a) <https://www.theguardian.com/global-development/2018/oct/12/phone-misery-children-congo-cobalt-mines-drc>;
(b) <https://www.theguardian.com/global-development/2016/jan/19/children-as-young-as-seven-mining-cobalt-for-use-in-smartphones-says-amnesty>
(c) <https://www.theguardian.com/global-development/commentisfree/2019/dec/16/i-saw-the-unbearable-grief-inflicted-on-families-by-cobalt-mining-i-pray-for-change>
- [10] <https://www.mobilegeeks.de/artikel/coltan-an-fast-all-unseren-smartphones-klebt-blut/>
- [11] <https://www.sohow.be/en/1171-2/1128-2/>
- [12] <https://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+life+cycle+energy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf>
- [13] L. L. Gaines, J. B. Dunn, *Lithium-Ion Batteries Advances and Applications* **2014**, 483-508.
- [14] (a) <https://www.energie-experten.ch/de/mobilitaet/detail/wie-stark-belastet-die-batterieherstellung-die-oekobilanz-von-elektroautos.html>
(b) https://www.freenet.de/auto/elektro-autos/wie-schaedlich-ist-die-produktion-und-entsorgung-von-batterien_5117634_5214248.html
- [15] (a) <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/handyproduktion-umweltfolgen-und-arbeitsbedingungen/>
(b) http://www.china.org.cn/china/2012-08/10/content_26189051.htm
- [16] <https://reset.org/knowledge/elektroschrott-e-waste>
- [17] <https://www.aktiv-gegen-kinderarbeit.de/2018/03/schatten-der-wegwerfgesellschaft-wie-unser-muell-kinder-vergiftet/>
- [18] <https://www.demo-online.de/artikel/muell-gefaehrlich>
- [19] A. Boyden, V. K. Soo, M. Doolan, *Procedia CIRP* **2016**, 48, 188-193.