



Klima Kompetenz Camps für Zukunftsberufe

Thema: Der Lebenszyklus
einer Hochvolt-Batterie –
Station 1: Die Herstellung



Die Herstellung einer Batteriezelle

Um Ihren Onkel umfassend zu beraten ist es notwendig sich mit dem Herstellungsprozess auseinanderzusetzen.

1. Notieren Sie die notwendigen Herstellungsschritte einer Lithium-Ionen-Batterie in der vorgefertigten Tabelle.

Schauen Sie sich hierfür das nachfolgende Video an.

- stoppen Sie das Video nach Bedarf
- beschreiben Sie alle Schritte in Fachsprache
- beachten Sie die Reihenfolge der Arbeitsschritte
- achten Sie auf die Schreibweise der englischen Fachbegriffe

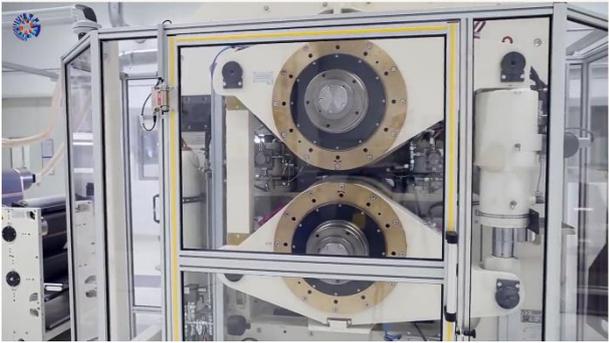
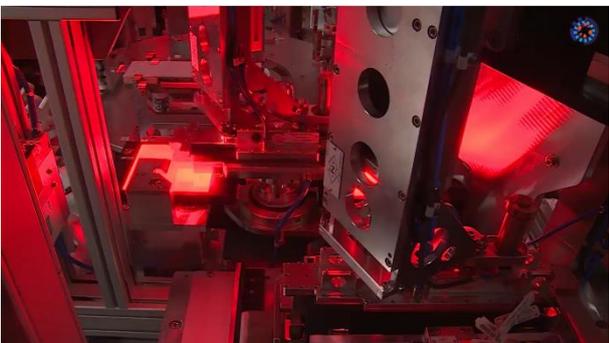
YouTube – Video

Url: <https://youtu.be/NLNtEblnI9I>



Tabellarische Übersicht der Herstellung einer Lithium-Ionen-Batterie

| Nr. | Arbeitsschritte | Darstellung |
|-----|-----------------|--|
| 1. | |  |

| | | |
|----|--|--|
| 2. | |  A close-up photograph of a large industrial roller. A red material is being fed into the roller from the left. The roller is metallic and has a textured surface. The background shows other parts of the machinery. |
| 3. | |  A photograph of a machine with two large circular components. The machine is white and has a glass door. The circular components are yellow and blue. The machine is part of a larger industrial setup. |
| 4. | |  A photograph of a machine with a red material being processed. The machine is white and has a glass door. The red material is being fed into the machine from the left. The machine is part of a larger industrial setup. |
| 5. | |  A photograph of a machine with a red material being processed. The machine is white and has a glass door. The red material is being fed into the machine from the left. The machine is part of a larger industrial setup. |

6.



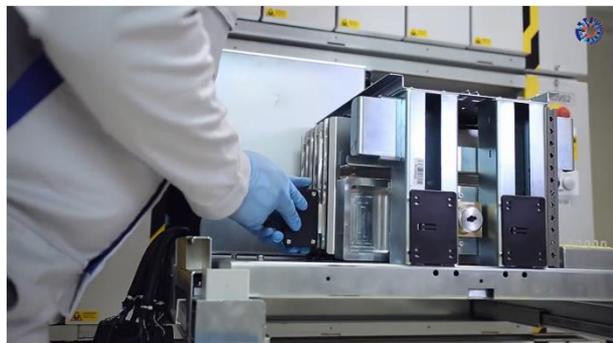
7.



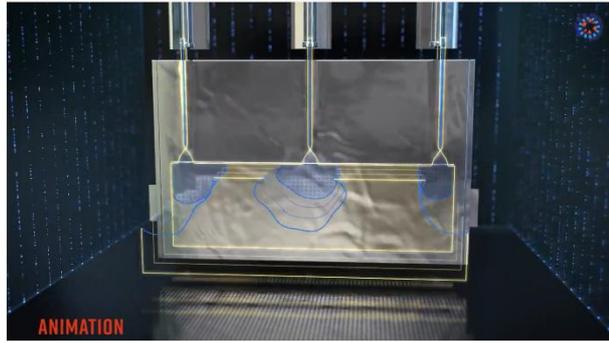
8.



9.



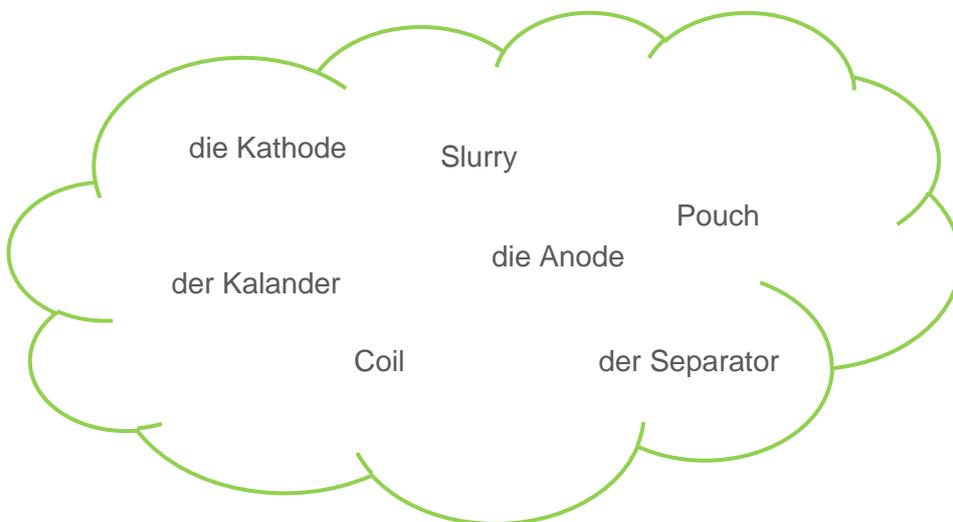
10.



Quelle der Bilder: Dirk Kunde, 2023, Die Herstellung Batteriezelle, www.youtube.com/watch?v=NLNtEblnI9I.

2. Beschreiben Sie die Materialien, die für die Fertigung der Anode und Kathode verwendet werden.

3. Ordnen Sie die in der Wortwolke dargestellten Fachbegriffe den Kurzbeschreibungen auf der folgenden Seite zu.



Es werden verschiedene Stoffe zu einer Paste gemischt. Die Paste nennt man ...

The component prevents water from becoming visible in the battery cell.

Sie ist der negativ geladene Pol einer Batterie. Die Elektronen werden während der Entladung abgegeben.

Sie ist die positive Elektrode, von der bei der Entladung Elektronen abgegeben werden. Während des Ladevorgangs werden Elektronen aufgenommen. Sie besteht in der Regel aus Lithium.

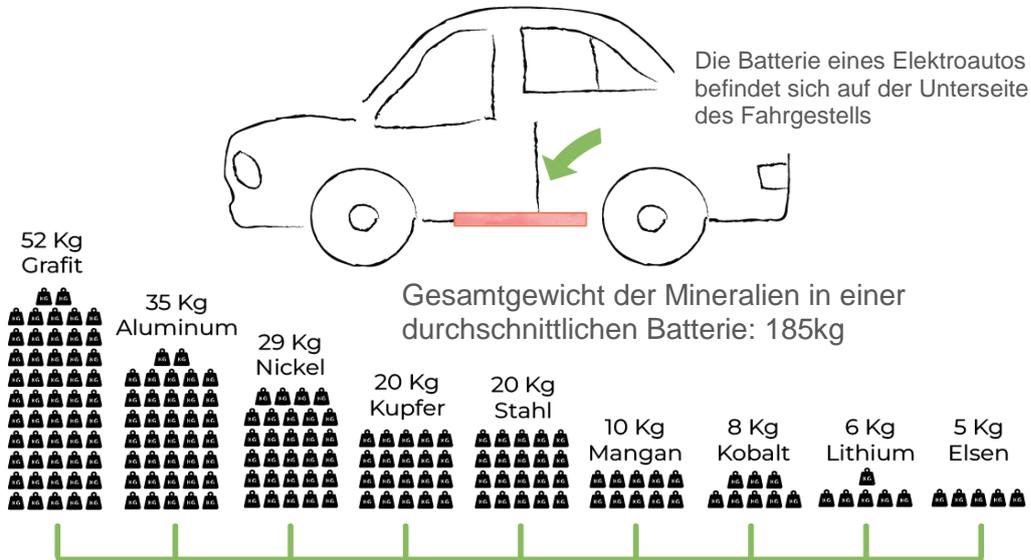
It is a thin membrane or layer of insulating material placed between the anodes and cathodes. It prevents the electrodes from touching each other directly, causing short circuits.

The coil increases the resistance in the battery and helps stabilize the voltage. In some cases, a coil is also used to increase the capacity of a battery.

Die Kathode besteht aus einem Aktivmaterial, das auf eine Aluminium-Folie als Träger und Stromableiter aufgebracht ist. Um die Schichtdicke zu verringern und die volumetrische Energiedichte der Kathode zu erhöhen, werden die beschichteten Folien in einem Walzprozess verdichtet.

Die Materialien einer Hochvolt-Batterie

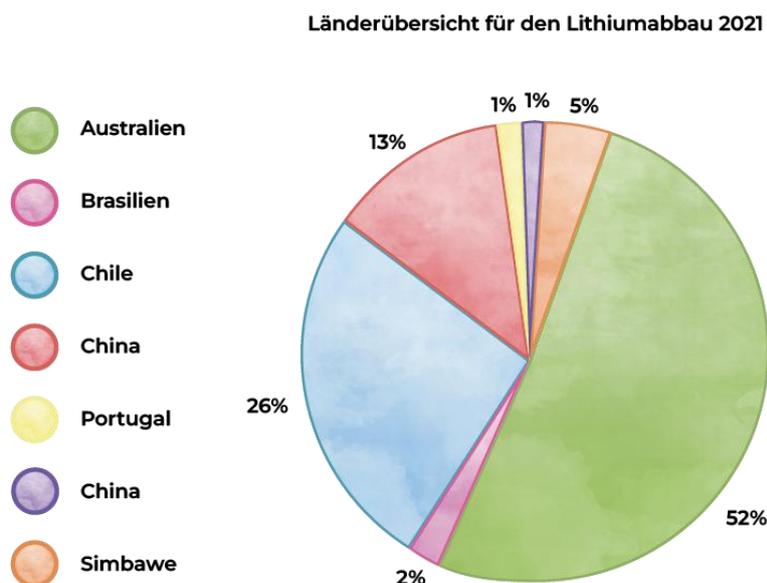
Ihr Onkel möchte wissen, woraus die Batterie eines Elektrofahrzeuges besteht. Sie zeigen ihm diese Grafik:



Grafik „Mineralien in der Batterie eines Elektroautos“, von Michelle Bruce, nach Daten aus [Transport & Environment \(2021\)](#), [From Dirty Oil to Clean Batteries](#), lizenziert unter [CC BY SA 4.0](#).

Hinweis: Die Angaben zum Mineraliengehalt basieren auf einer durchschnittlichen Batterie im Jahr 2020.

Die Probleme mit dem Abbau von Lithium in Südamerika haben Sie Ihrem Onkel bereits erklärt: Der Grundwasserspiegel sinkt, das Trinkwasser versalzt. Er zeigt großes Interesse an diesem Thema, daher beschäftigen Sie sich nun genauer damit.

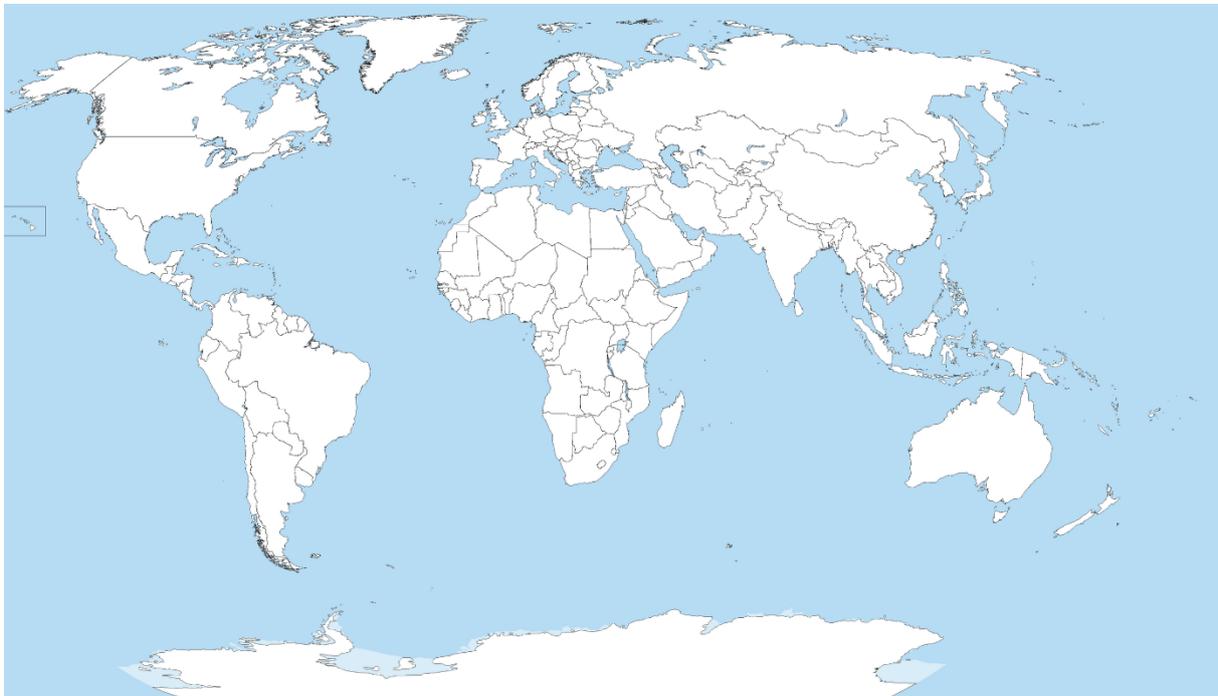


Grafik „Länderübersicht über den Lithiumabbau 2021“, von Michelle Bruce, nach Daten aus [USGS Mineral Commodity Summaries, 2023](#), lizenziert unter [CC BY SA 4.0](#).

1. Listen Sie zuerst die sieben Länder in der Reihenfolge ihrer Fördermenge auf, vom größten Förderer bis hin zu den kleinsten.

| | |
|-----------|-----------|
| 1: | 2: |
| 3: | 4: |
| 5: | |
| 6a: | 6b: |

2. Markieren Sie diese Förderländer nun mit den Zahlen auf der Weltkarte.



[A large blank world map with oceans marked in blue](#), lizenziert unter [CC BY SA 3.0](#).

Sie erklären Ihrem Onkel, dass die Lithiumförderung leider nicht die einzige problematische Rohstoffförderung ist und denken dabei an Nigeria.

3. Lesen Sie den Text „Fossile Energie: Erdölpest in Nigeria“ von Julia Broich. (Anhang 1)

4. Fassen Sie das im Text dargestellte Problem in wenigen Sätzen zusammen.

Das Thema Lithiumförderung lässt Ihren Onkel nicht los. Er hat erst kürzlich gehört, dass diese wertvolle Ressource auch in Deutschland gefördert werden soll.

5. Lesen Sie den Text „Lithium made in Germany“ von Joachim Wille. (Anhang 2)

6. Beantworten Sie durch Ankreuzen die fünf Fragen Ihres Onkels:

a) Musste bisher alles Lithium nach Deutschland aus anderen Ländern importiert werden?

Ja. Nein.

b) Wenn das mit der Förderung in unserem Land funktioniert, werden wir uns dann vollständig selbst mit Lithium versorgen können?

Ja. Nein.

c) Soll das Lithium wie in Chile mit Hilfe von Salzseen gewonnen werden?

Ja. Nein.

d) Hat die Tiefen-Geothermie im Südwesten Deutschlands wirklich einen so schlechten Ruf?

Ja. Nein.

e) Stimmt es, dass sich Deutschland wegen dieser Fördermöglichkeit im eigenen Land in den folgenden Jahren um Lithium keine Sorgen mehr machen muss?

Ja. Nein.

Practice English

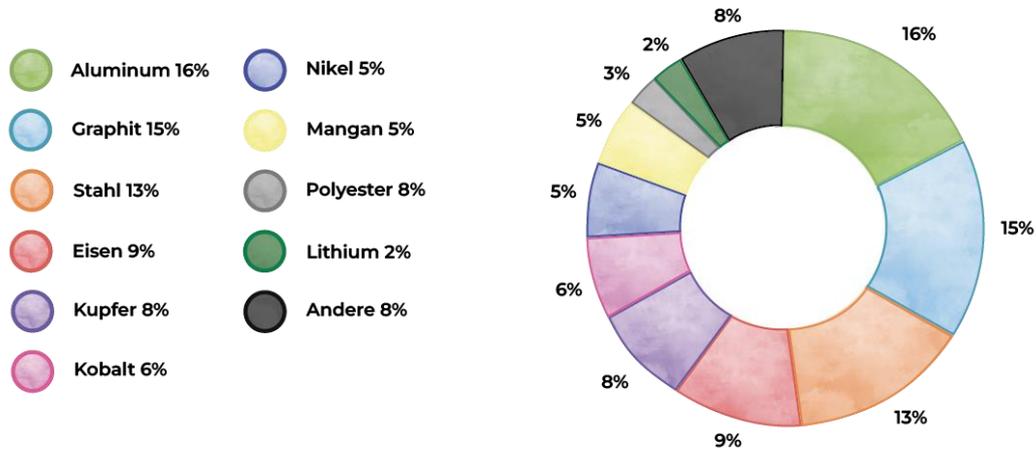
This new situation has arisen: Your uncle's friend from the USA is in Germany for a visit and knows about his plans of buying an electric vehicle. His friend is also interested in the topic and asks you to provide information for him in English as Germany is a pioneer in the automotive industry and your uncle has told him that you work in the automotive industry. Therefore he thinks that you might give him some further insights/ new perspectives on the topic e-mobility - especially battery production.

Carry out the following tasks in preparation.

- 1. First, brainstorm what batteries are made of and note down your assumptions.**

- 2. As you are not sure whether you have thought of all material batteries are made of you moreover look for information online and find the following graph. Translate the names of the different elements into English. You also want to practice the pronunciation of the words and read them out loud to a partner. Also, give the abbreviation of each material.**

**Rohstoffbestandteile einer Elektroauto-Batterie
Am Beispiel eines Chevrolet Bolt**



Grafik „Rohstoffe in einer Elektroauto-Batterie“, von Michelle Bruce, lizenziert unter [CC BY SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

| German | English | Abr. | German | English | Abr. |
|-----------|---------|------|-----------|---------|------|
| Aluminium | | | Kobalt | | |
| Grafit | | | Nickel | | |
| Stahl | | | Mangan | | |
| Eisen | | | Polyester | | |
| Kupfer | | | Lithium | | |



Arbeits- / Lernmaterial ‚Der Lebenszyklus einer Hochvolt-Batterie – Station 1: Die Herstellung‘ von Lehrkräften des OSZ Kraftfahrzeugtechnik Berlin, im Rahmen von [KlimaKompetenz-Camps](https://www.klimakompetenz-camps.de/), lizenziert unter [CC-BY-SA \(4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) - sofern nicht anders angegeben. Dargestellte Logos unterliegen dem Markenrecht, bleiben weiterhin geschützt und dürfen nicht verändert werden.

Anhang 1

Fossile Energie: Erdölpest in Nigeria

von Julia Broich, 08.06.2022

„[...] Allein im letzten Jahrzehnt kam es zu tausenden Öllecks im Nigerdelta. Da Umweltauflagen und Regulierungen in Nigeria oft unzureichend sind, ließen fossile Unternehmen ihre Förderinfrastruktur nur unzureichend warten und Lecks tage- bis wochenlang unbeachtet. Allein der internationale Fossilriese Royal Dutch Shell meldete seit 2011 offiziell mehr als tausend Lecks in der Region. Im Nigerdelta traten allein dadurch in den letzten zehn Jahren mehr als 17,5 Millionen Liter Öl aus.

Nigeria gehört mit rund 36 Milliarden Barrel an nachgewiesenen Reserven zu den ölreichsten Gebieten Afrikas. Shell entdeckte das Ölvorkommen in den 1950er Jahren und erschloss seither immer mehr Förderregionen. Um die Jahrtausendwende machte die Erdölförderung rund 40 Prozent des nigerianischen Bruttoinlandsprodukts aus. Im südlichen Nigerdelta werden täglich etwa 1,5 Millionen Barrel Öl aus dem Boden geholt, wie der Guardian berichtet.

Die Ölpest im Nigerdelta vergiftete Gewässer, Böden, Luft und Pflanzen. Sie zerstörte nicht nur die Lebensgrundlage der dort lebenden Menschen, sondern führte auch zu grundlegenden gesundheitlichen Schäden in der Bevölkerung. Über Jahrzehnte förderten internationale Fossilriesen weiter Öl, ohne sich um diese Konsequenzen zu kümmern. Auch deshalb liegt heute die Lebenserwartung der Menschen im Nigerdelta etwa zehn Jahre niedriger als im Rest von Nigeria.

Eine Handvoll nigerianischer Bauern verklagte Shell in den Niederlanden auf Wiedergutmachung, da die Ölpest ihre Lebensgrundlage zerstört hatte. Der Prozess zog sich über 13 Jahre – und konnte nur durch die kontinuierliche Unterstützung der NGO Friends of the Earth durchgehalten werden. Anfang vergangenen Jahres unterlag Shell schließlich beim Berufungsgericht in Den Haag. [...]

Das Urteil gegen Shell gilt heute als Meilenstein. Denn Shell wurde dafür verurteilt, nicht genug gegen die Öllecks und die damit verbundenen Schäden getan zu haben. Grundsätzlich bedeute dies, dass zumindest niederländischen Unternehmen, die sich im Ausland nicht an die Menschenrechts- und Umweltvorschriften halten, eine gerichtliche Strafe drohen könnte [...]

Das Urteil hat noch weitere Kreise gezogen. Denn Ende Februar dieses Jahres veröffentlichte die EU einen Vorschlag zur sogenannten Corporate Sustainability Due Diligence. Diese sieht vor, dass die EU-Mitgliedstaaten Sorgfaltspflichten im Hinblick auf Menschenrechte, Umwelt und Klima für ansässige Unternehmen einführen und kontrollieren sollen. Der Vorschlag, der Menschenrechte und Umweltstandards in Lieferketten verbessern soll, wird im nächsten Schritt dem Europäischen Parlament und Europäischen Rat vorgelegt. Eine Version der Regulierung könnte im kommenden Jahr verabschiedet werden.“

(Quelle: Julia Broich, 2022, Fossile Energie: Erdölpest in Nigeria, <https://www.energiezukunft.eu/umweltschutz/erdoelpest-in-nigeria/>)

Anhang 2

Lithium made in Germany

von Joachim Wille, 17.11.2022

Lithium ist ein Alkalimetall. Der Rohstoff, auch „weißes Gold“ genannt, wird für Akkus gebraucht. Ohne ihn läuft kein Handy oder Laptop, aber auch kein E-Auto oder Ökostrom-Speicher. Er ist also ein wichtiger Treibstoff für die Energiewende. Bisher ist Lithium ein reines Importprodukt, doch Deutschland könnte laut einer neuen Untersuchung einen nicht unerheblichen Teil seines Bedarfs selbst gewinnen. Die Quelle: Thermalwasser.

Bisher stammt das Material, das in den Zellen von Lithium-Ionen-Akkus verbaut wird, aus dem Hauptförderland Australien und dem südamerikanischen Dreieck Argentinien-Bolivien-Chile. Die Umweltschäden bei der Gewinnung sind groß. In Australien wird Lithium mit hohem Energieaufwand aus Festgesteinen gewonnen, dabei entstehen große Mengen Abraum. In Südamerika kommt es aus Salzseen. Die indigene Bevölkerung dort leidet unter dem Abbau, unter anderem, weil der Grundwasserspiegel sinkt.

Lithium kann allerdings auch als Nebenprodukt bei der Nutzung von Geothermie aus tiefen Erdschichten hergestellt werden, und zwar auch in Deutschland, nämlich im Oberrheingraben. Getestet wird das derzeit zum Beispiel in einer Pilotanlage am Geothermie-Heizkraftwerk in Bruchsal.

Der Bedarf für neue Lithiumquellen ist enorm. Die Nachfrage nach dem Rohstoff steigt weltweit rasant, die Preise gehen nach oben, und es drohen Versorgungsengpässe, da E-

Mobilität und der Bedarf an Stromspeicherung im Zuge der Energiewende stark zunehmen werden. Es wird zwar an alternativen Materialien für Batterien geforscht, marktreife Lösungen mit gleicher Effizienz gibt es allerdings noch nicht. Vorerst wird es nicht ohne Lithium gehen. Ein Forschungsteam des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) hat ermittelt, welchen Beitrag die Geothermie in dieser Hinsicht leisten kann. Ergebnis: Deutschland kann damit in der Batteriefertigung zwar nicht autark werden, aber durchaus weniger abhängig von Importen.

[...] Die hier einsetzbare Extraktionstechnologie gilt als sehr umweltfreundlich: Anders als im Lithium-Dreieck Argentinien-Bolivien-Chile, wo der Rohstoff in einem monatelangen Prozess durch Verdampfen gewonnen wird, wird das im hochgepumpten Wasser befindliche Lithium hier an eine Chemikalie gebunden, von der es nach der Extraktion wieder abgetrennt wird. Die Chemikalie wird dann erneut genutzt.

Ein Problem ist, dass die Tiefen-Geothermie bei vielen Zeitgenossen:innen im Südwesten keinen guten Ruf hat. Das rührt von Unfällen mit der Technologie her, die Schäden an Häusern verursachten: 2006 und 2019 zum Beispiel, als Projekte in Basel sowie in der Nähe von Straßburg Erdbeben auslösten. Dabei allerdings wurde das sogenannte petrothermale Verfahren genutzt, bei dem man Wasser durch eine Bohrung in den Untergrund presst und das dortige Gestein – zum Beispiel Granit – aufsprengt.

Anders als diese Methode, die quasi mit kleinen Erdbeben tief unten im Boden arbeitet, funktioniert das „hydrothermale“ Verfahren, für das bereits vorhandene Wasserwege im Boden genutzt werden. Dass Erdbeben entstehen, gilt hier als unwahrscheinlich.

[...]

Dass das Thermal-Lithium genutzt werden sollte, wenn die Förderung technisch sicher und ökonomisch funktioniert, steht wohl außer Frage. Experte Nitsch warnt allerdings vor allzu großem Optimismus: „Angesichts des globalen prognostizierten Lithiumdefizits und der geplanten Batteriefertigung wird sich die Lage speziell für Deutschland rasch zuspitzen. Das Lithium aus der Geothermie kann mittelfristig also nur eine Ergänzung darstellen.“

(Quelle: Joachim Wille, 2022, Lithium made in Germany, <https://www.fr.de/politik/lithium-made-in-germany-91922610.html>)

Lösungen

Herstellung Batteriezelle

- 1)
1. Mischung zweier Pasten für die Anode und Kathode der Batterie. Die Paste wird Slurry genannt.
2. Die Pasten werden auf Folien gestrichen
3. In einem Walzwerk wird mit 200 t Druck die Paste auf den Folien gepresst um eine gleichmäßige Dicke mit einer max. Abweichung von 0,004 mm zu bekommen.
4. Die Streifen (Coil) werden auf die richtige Zelllänge geschnitten.
5. Anschließend werden die Streifen von Anode, Kathode und Separator im Wechsel gestapelt.
6. Nun werden die Leiterfähnchen abgeschnitten.
7. Die innenliegenden Fähnchen werden miteinander verschweißt, so dass der Plus- und Minuspol damit verbunden werden kann.
8. Die Zelle wird in Alufolie wasserdicht eingeschweißt.
9. Anschließend wird der flüssige Elektrolyt unter Vakuum in die Zelle eingespritzt.
10. Als letzter Schritt muss die Zelle konditioniert werden. Dazu wird sie geladen. Dabei bildet sich ein Gas in der Pouch-Tasche, das noch entfernt werden muss.

2)

Die Anode besteht aus Kohlenstoff in Form von Grafit und wird auf eine Kupferfolie gebracht.

Die Kathode besteht aus Nickel, Kobalt, Mangan und Lithium und wird auf eine Aluminiumfolie gebracht.

3)

- Es werden verschiedene Stoffe zu einer Paste gemischt. Die Paste nennt man.. - Slurry
- The component prevents water from becoming visible in the battery cell - Pouch
- Sie ist der negativ geladene Pol einer Batterie. Die Elektronen werden während der Entladung abgegeben. – Kathode
- It is a thin membrane or layer of insulating material placed between the anodes and cathodes. It prevents the electrodes from touching each other directly, causing short circuits. - Separator
- Sie ist die positive Elektrode, von der bei der Entladung Elektronen abgegeben werden. Während des Ladevorgangs werden Elektronen aufgenommen. Sie besteht in der Regel aus Lithium. - Anode
- The coil increases the resistance in the battery and helps stabilize the voltage. In some cases, a coil is also used to increase the capacity of a battery. - coil
- Die Kathode besteht aus einem Aktivmaterial, das auf eine Aluminium-Folie als Träger und Stromableiter aufgebracht ist. Um die Schichtdicke zu verringern und die volumetrische Energiedichte der Kathode zu erhöhen, werden die beschichteten Folien in einem Walzprozess verdichtet. - Kalandaer

Materialien

1)

1: Australien; 2: Chile; 3: Argentinien; 4: China; 5: Brasilien; 6: Portugal/Simbabwe

4)

- Nigeria ist eine der erdölreichsten Regionen Afrikas; Förderung seit 50ern Jahren; Seitdem Erschließung immer neuer Förderregionen
- Umweltauflagen und Regulierungen in Nigeria allerdings oft unzureichend → Folge: Gegen Öllecks an Ölförderungsanlagen wird nichts/zu wenig unternommen → Erdöl gelangt in enormen Mengen in die Umwelt (Gewässer, Böden, Luft, Pflanzen)
- Daraus resultierende Ölpest zerstört Lebensgrundlage der Menschen und führt zu gesundheitlichen Problemen → Dies äußert sich u.a. in einer deutlich geringeren Lebenserwartung der Menschen, die in unmittelbarer Nähe der Fördergebiete leben
- Es werden zwar vereinzelt langwierige Prozesse gegen Konzerne geführt, die, wenn überhaupt, aber nur mit Hilfe von NGOs Erfolg haben → Hierbei gilt ein kürzlich in den Niederlanden nach 13 Jahren erfolgreich abgeschlossener Prozess gegen Shell als Meilenstein → EU beschließt daraufhin, dass zukünftig Mindeststandards eingeführt und kontrolliert werden sollen

6)

- a. **Ja**, reines Importprodukt.
- b. **Nein**, Dtl. kann in der Batteriefertigung nicht autark werden, aber durchaus weniger abhängig von Importen.
- c. **Nein**, es wird als Nebenprodukt bei der Nutzung von Geothermie aus tiefen Erdschichten hergestellt. Hierbei wird das im hochgepumpten Wasser befindliche Lithium an eine Chemikalie gebunden, von der es nach der Extraktion wieder abgetrennt wird. Diese Chemikalie kann hiernach erneut genutzt werden.
- d. **Ja**, dies rührt von Unfällen mit der Technologie her, die durch entstandene Erdbeben Schäden an Häusern verursachten.
- e. **Nein**, das Lithium aus der Geothermie kann aufgrund des global prognostizierten Lithiumdefizits bei gleichzeitig steigendem Bedarf nur eine Ergänzung darstellen.

English

1)
Individuelle Lösung

2)

| German | English | Abr. | German | English | Abr. |
|-----------|----------|------|-----------|-----------|------|
| Aluminium | aluminum | Al | Kobalt | cobalt | Co |
| Graphit | graphite | C | Nickel | nickel | Ni |
| Stahl | steel | _ | Mangan | manganes | Mn |
| Eisen | iron | Fe | Polyester | Polyester | PES |
| Kupfer | copper | Cu | Lithium | lithium | Li |



Arbeits- / Lernmaterial ‚Der Lebenszyklus einer Hochvolt-Batterie – Station 1: Die Herstellung‘ von Lehrkräften des OSZ Kraftfahrzeugtechnik Berlin, im Rahmen von [KlimaKompetenz-Camps](#), lizenziert unter [CC-BY-SA \(4.0\)](#) - sofern nicht anders angegeben. Dargestellte Logos unterliegen dem Markenrecht, bleiben weiterhin geschützt und dürfen nicht verändert werden.