

## Elektromobilität und die Suche nach Lithium

Ein Beitrag von Sandra Fenzl

Mit Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier, Barbing

**Niveau:** Sek. II

**Dauer:** 4 Unterrichtsstunden

**Kompetenzen:** Die Schülerinnen und Schüler<sup>1</sup> können ...

- ihr Grundwissen auf neue Sachverhalte anwenden
- Tabellen und Grafiken analysieren
- Reaktionsgleichungen erstellen
- Hypothesen bilden, Prognosen wagen
- Fakten und Meinungen in angemessener Fachsprache präsentieren

**Der Beitrag enthält Materialien für:**

- ✓ Offene Unterrichtsformen
- ✓ Differenzierungsmöglichkeiten
- ✓ Fachübergreifenden Unterricht
- ✓ Hausaufgaben

I/VE

### Hintergrundinformationen

Die größten Reichweiten. Die sichersten Fahrzeuge. Bestmögliche Leistung. Beschleunigung von 0 auf 100 km/h in 2,7 Sekunden. Es wird mit Superlativen gehandelt, wenn es um Elektroautos geht. Die Firma Tesla Inc. aus dem kalifornischen Palo Alto, die 2008 mit ihrem Tesla Roadster das erste Elektroauto mit einem Lithium-Ionen-Akku auf den Markt brachte und das Zeitalter der Elektromobilität einleitete. Mittlerweile haben alle großen Autofirmen zumindest ein Elektroauto im Angebot und die Forschung auf dem Gebiet boomt. Auch die junge Start-up Sono Motors aus München, die von drei Absolventen gegründet wurde, entwickelte kürzlich ein erschwingliches Elektroauto mit integrierten Solarzellen zum Wiederaufladen des Akkus, den Sion.

Bis vor Kurzem waren Lithium-Ionen-Akkus v. a. für Laptops und Mobiltelefone gefragt. Die zunehmende Verwendung der Akkus für Elektroautos hat die Nachfrage nach den Rohstoffen, die für ihre Fertigung notwendig sind, allen voran Lithium, enorm gesteigert.

Was ist das Besondere an dem Lithium-Ionen-Akku? Wie ist er aufgebaut und wie unterscheidet er sich von anderen Batterien und Akkumulatoren? Woher stammt das Lithium und welche Chancen und Risiken sind mit seiner Förderung verbunden?

Die nun folgenden Materialien sollen die Antworten auf alle diese Fragen liefern und die Hintergründe dieser Thematik spannend vermitteln.

<sup>1</sup> Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet. Schülerinnen sind genauso gemeint.

## Hinweise zur Didaktik und Methodik

Das **Arbeitsblatt M 1** gibt den Schülern einen Überblick über den Aufbau, die Funktionsweise, die Eigenschaften und Besonderheiten von Lithium-Ionen-Akkus. Bevor **M 1** eingesetzt werden kann, müssen den Schülern die Grundbegriffe und Gesetzmäßigkeiten der Elektrochemie sowie einige Beispiele für Primär- und Sekundärzellen bekannt sein. Zu Beginn der Stunde eignet sich deshalb eine Wiederholung der wichtigsten Grundbegriffe und Sachverhalte (evtl. in Form eines Kugellagers), bevor mit **M 1** begonnen wird. Das Interesse der Jugendlichen an Elektroautos und neuen Technologien im Bereich der Elektromobilität ist erfahrungsgemäß hoch, sodass sich als Einstieg in die Thematik aktuelle Nachrichten anbieten (z. B. Neuigkeiten zur Fertigstellung der Giga-Fabrik in Nevada, Verzögerung der Auslieferung des Tesla Model 3 etc.). **M 1** eignet sich für Einzel- oder Partnerarbeit. Die als Hausaufgaben deklarierten Aufgaben können natürlich auch noch während des Unterrichts bearbeitet und ausgewertet werden.

**Arbeitsblatt M 2** gibt den Schülern einen kurzen Überblick über die Bedeutung und die Gewinnung von Lithium im Zusammenhang mit der Herstellung von Lithium-Ionen-Akkus. Die Bearbeitung und Besprechung der Aufgaben füllen keine komplette Unterrichtsstunde und müssen mit anderen Inhalten kombiniert werden. **M 2** eignet sich für Einzel- oder Partnerarbeit.

Abwechslungsreich wird es mit dem **Arbeitsblatt M 3**. Die Schüler werden mit vielen verschiedenen Aspekten Boliviens, dem Landes, in dem die größten Lithiumvorkommen vermutet werden, konfrontiert. Mithilfe von kurzen informativen Sachtexten sollen die Schüler in Gruppen arbeitsteilig erarbeiten, ob ein großindustriell angelegter Lithiumabbau für das arme südamerikanische Land empfohlen werden kann. Die vorgeschlagene Methodik ist an die kooperative Lernmethode „Gruppenpuzzle“ angelehnt und kann ggf. abgewandelt werden. Als Einstieg in die Thematik eignet sich der preisgekrönte Dokumentarfilm „Die Lithium Revolution“, der allerdings vorab bestellt werden müsste. Im Internet findet man aber auch zahlreiche Artikel und Berichte aus Zeitschriften sowie kurze Videos zur Thematik, die ebenfalls als Einstieg dienen können. **M 3** fordert die Schüler dazu auf, sich als Gruppenmitglied sorgfältig vorzubereiten, sich an einer Diskussion zu beteiligen und nach Lösungen für eine komplexe Situation zu suchen, diese zu verbalisieren und zu präsentieren.

## Hinweise zum fachübergreifenden Unterricht

**M 3** beschäftigt sich mit chemischen Sachverhalten auch mit wirtschaftlichen, sozialen und umweltspezifischen Fragen zur Lithiumgewinnung in Bolivien und schafft somit Bezüge zu den Bereichen Erdkunde, Gemeinschaftskunde und Ethik.

### Filme

„Die Lithium Revolution“ (2012, 52 min) ist ein preisgekrönter Dokumentarfilm von Andrea Eichler und Julio Weiss. Er kann über die folgende Webseite inklusive einer Schülerbezugswortliste bezogen werden: <http://www.gebrueder-beetz.de/produktionen/die-lithium-revolution>

## Internet

<https://www.tagesschau.de/ausland/lithium-bolivien-101.html>

Informativer und gleichzeitig kritischer Beitrag inklusive Audio-Datei über die Lithium-Gewinnung in Bolivien. Eignet sich auch besonders gut für Schüler mit Migrationshintergrund.

<http://www.spiegel.de/wirtschaft/bolivien-reportage-ueber-den-lithiumboom-in-bolivien-salar-de-uyuni-a-1090856.html>

Interessanter Artikel mit Hintergrundinformationen zur Lithiumförderung in Bolivien als Unterrichtsvorbereitung.

<https://www.youtube.com/watch?v=tDj6sy-Gil>

Spannende und kurzweilige Erklärung des Aufbaus und der Funktionsweise des Lithium-Ionen-Akkus. Video von The Simple Club in Deutsch. Besonders geeignet für die Erarbeitungs- oder Wiederholungsphase.

<https://www.youtube.com/watch?v=0871VJfvD1c>

BBC-Interview mit Tesla Motors CEO Elon Musk über die Zukunft und Notwendigkeit von elektrischen Autos und die Geschichte, wie eine kleine amerikanische Start-up-Firma die Autoindustrie aufmischen konnte. Auf Englisch.

<https://www.youtube.com/watch?v=rD9PGi8k4vY>

National Geographic Dokumentation über Tesla Motors. Der Film kann in Auszügen als äußerst motivierender Einstieg in die Elektrochemie dienen. Auf Englisch.

## Materialübersicht

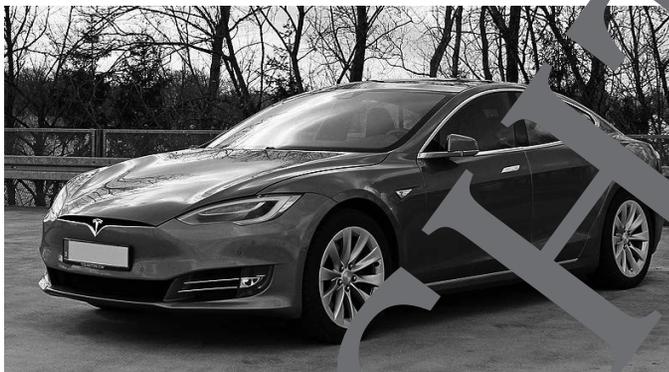
Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

<b>M 1</b>	<b>Ab</b>	<b>Was ist besonders am Lithium-Ionen-Akku</b>
<b>M 2</b>	<b>Ab</b>	<b>Ohne Lithium-Ionen-Akkus</b>
<b>M 3</b>	<b>Ab</b>	<b>Lithium, das weiße Gold. Chance oder Risiko für Bolivien?</b>

**Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 16.**

### M 1 Was ist so besonders am Lithium-Ionen-Akku?

Die größten Reichweiten. Die sichersten Fahrzeuge. Beispiellose Leistung. Beschleunigung von 0 auf 100 km/h in 2,7 Sekunden. Es wird mit Superlativen gehandelt, wenn es um Elektroautos geht. Es war die Firma Tesla Inc. aus dem kalifornischen Palo Alto, die 2008 mit ihrem Tesla Roadster das erste Elektroauto mit einem Lithium-Ionen-Akku auf den Markt brachte, der bis dahin vor allem in Laptops und Handys zu finden war. Der Lithium-Ionen-Akku ist mit den Superlativen, die in der Elektromobilität gehandelt werden, unzertrennlich verbunden.

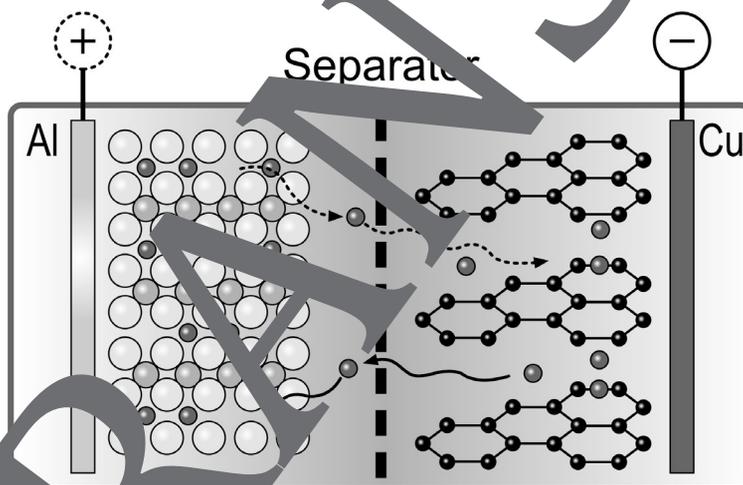


Wikipedia, SA-4.0/Peteratkin

Was ist das Besondere an dem Lithium-Ionen-Akku? Wie ist er aufgebaut und wie unterscheidet er sich von anderen Akkumulatoren?

Die nun folgenden Materialien sollen die Antworten auf alle diese Fragen liefern. Viel Spaß beim Lesen!

I/E

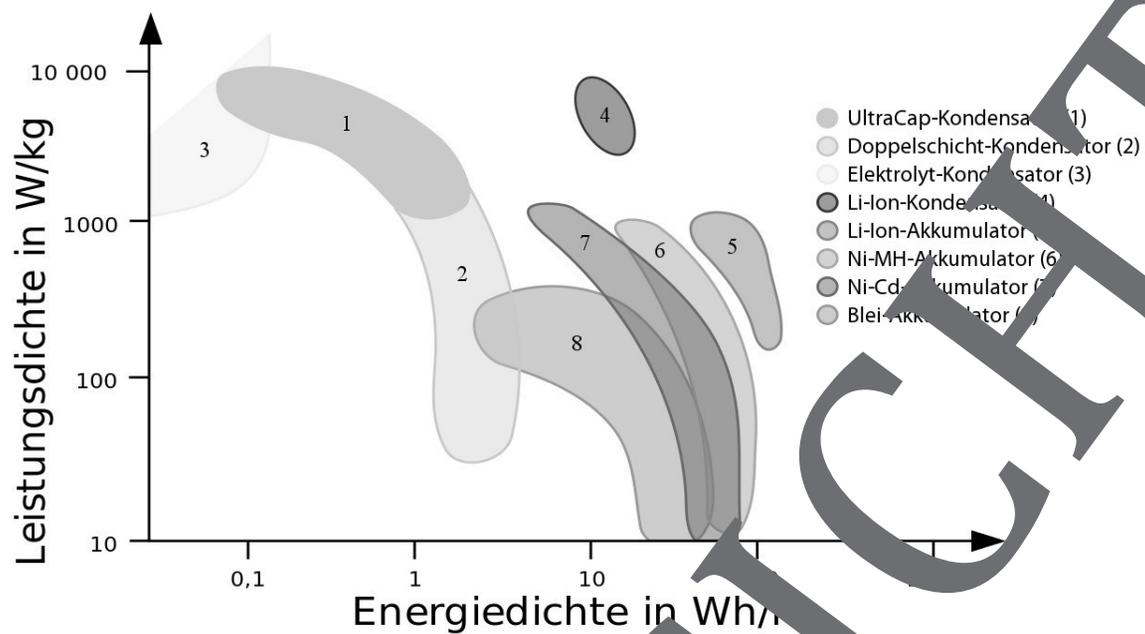


Legende

- Kohlenstoff (Graphit)
- Metall (Cobalt)
- Lithium
- Sauerstoff
- nicht-wässrige Elektrolytlösung

Abbildung 1: Schematischer Aufbau einer Lithium-Ionen-Zelle

© Wolfgang Zettlmeier



Wikipedia, CC BY-SA 2.0 DE  
 PO, Werte von A  
 Bearbeitet

Abb. 2: Vergleich von Leistungs- und Energiedichte einiger Energiespeicher.

I/E

### Aufgaben

1. **Entscheiden** Sie, ob in Abbildung 1 der gestrichelte oder der durchgezogene Pfeil den Lade- bzw. Entladevorgang im Lithium-Ionen-Akku darstellt. **Begründen** Sie Ihre Entscheidung.
2. **Vergleichen** Sie den Lithium-Ionen-Akku mit Hilfe von Tabelle 1 mit den beiden anderen gängigen Akkus. **Begründen** Sie schriftlich, weshalb der Lithium-Ionen-Akku die anderen beiden Akkumulatoren aus vielen Anwendungen verdrängt hat.
3. **Vergleichen** Sie Abbildung 2 mit den Angaben zur Energiedichte in Tabelle 1. Welche Unterschiede können Sie feststellen?

### M 3 Lithium, das weiße Gold. Chance oder Risiko für Bolivien?

Elektromobilität und Energiespeichersysteme, die als Grundlagen einer weltweiten Kohlenstoffdioxidreduzierung betrachtet werden, sind zurzeit ohne Lithium nicht denkbar. Dem Lithium kommt somit eine Schlüsselrolle zu und der Bedarf an dem Metall, das bislang eher rar war, wird deshalb in den nächsten Jahren weiter ansteigen. Momentan liegt der Weltmarktpreis für Lithiumcarbonat bei ca. 730 USD/Tonne. Experten sagen allerdings einen Preisanstieg auf 25.000 USD/Tonne bis zum Jahr 2020 voraus.

In Bolivien, wo sich die weltweit größten Lithiumvorkommen befinden, ziehen internationale Firmen und Investoren aus der ganzen Welt eine Schlange, um mit der Regierung Möglichkeiten zu diskutieren, wie diese Vorkommen erschlossen werden können. Die Erschließung ist mit großen finanziellen Gewinnen verbunden, jedoch



Salar de Uyuni in Bolivien

nicht unumstritten. Es birgt Risiken für Mensch und Umwelt.

Das größte Lithiumvorkommen in Bolivien wird unter dem größten Salzsee der Welt, dem Salar de Uyuni, vermutet. Er ist 10.500 Quadratkilometer groß und befindet sich auf 3650 m Höhe.

© iStock/sarah\_winter

I/E

#### Aufgaben

1. **Teilen** Sie sich in Gruppen von 4–6 Schülern ein.
2. Jede Gruppe **liest** gemeinsam die allgemeinen Informationen zu Bolivien und seinem politischen System.
3. Anschließend übernimmt je ein Schüler (oder zwei Schüler bei umfangreicheren Ministerien) einer jeden Gruppe ein „Ministerium“ oder eine „Behörde“. **Lesen** Sie sich die Informationen im Infokasten sorgfältig durch, **markieren** Sie wichtige Punkte und machen Sie sich ggf. Notizen.

Anschließend tagen alle Minister einer Gruppe gemeinsam. Jeder Minister **stellt** dabei seine Informationen **vor**. Die Gruppe **diskutiert** daraufhin ob und wie die Lithiumvorkommen in Bolivien erschlossen werden können und sollen, welche Richtlinien es dafür geben muss und welche Parteien um Rat und/oder Einverständnis gefragt werden müssen usw. Am Ende **verfasst** jede Gruppe ein schriftliches Memorandum (= einen gemeinsamen Standpunkt der Gruppe) und **trägt** dieses der Klasse **vor**.

### **ALLGEMEINE INFORMATION: BOLIVIEN**

Bolivien ist ein Binnenstaat in Südamerika. Es grenzt an Peru, Chile, Argentinien, Paraguay und Brasilien. Trotz reicher Bodenschätze gilt Bolivien als das ärmste Land in Südamerika. Das Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2016 betrug pro Einwohner lediglich 3197 USD (Vergleich: Deutschland 41.902 USD/Einwohner). Bolivien ist mit 10 Einwohnern pro km<sup>2</sup> recht dünn besiedelt (Vergleich Deutschland: 231 Einwohner/km<sup>2</sup>). Seine Fläche ist mit 1.098.581 km<sup>2</sup> knapp dreimal so groß wie Deutschland (357.385 km<sup>2</sup>). Bolivien ist reich an Bodenschätzen: Zinn, Blei, Zink, Silber, Erdöl, Erdgas, Eisenerz, Wolfram, Gold und nicht zuletzt Lithium kommen (bzw. kamen) in größeren Mengen vor. In der Vergangenheit wurde allerdings ein Großteil der Gewinne, die durch den Abbau von Bodenschätzen gemacht wurden, außer Landes geschafft.



Ort Lage Boliviens in Südamerika

### **ALLGEMEINE INFORMATION: POLITISCHES SYSTEM**

Bolivien ist eine Republik mit einem Präzidentialsystem. Seit 2006 wird das Land von dem sozialistischen Präsidenten Evo Morales regiert. Seine Regierung hat die „Souveränität des bolivianischen Volkes über seine wichtigsten Ressourcen“ wiederhergestellt und kontrolliert seitdem sämtliche Rohstoffreserven (z. B. Erdgas) des Landes, obwohl weiterhin ausländische Firmen an der Förderung von Rohstoffen beteiligt sind.

Im Oktober 2009 wurde Morales von der Generalversammlung der Vereinten Nationen zum „World Hero“ / „Mother Earth“ ernannt, weil er sich in Bolivien sehr für den Umweltschutz und die Rechte der indigenen Bevölkerung einsetzt.

Die Regierung von Evo Morales will mindestens 526 Millionen Euro in die Lithiumgewinnung investieren und dafür sorgen, dass der Großteil des Geldes, das aus der Lithiumgewinnung fließt, im Land bleibt. Es werden weiterhin Verhandlungen mit Firmen aus Deutschland, Japan, Korea, den USA, Russland, Brasilien und China geführt. Der Vizepräsident Álvaro García Linera plant, dass Bolivien selbst Lithiumbatterien und Elektroautos herstellt. Bisher hatte das Land aber große Probleme, den Abbau von Lithium selbst in die Wege zu leiten.