

Lithium-Ionen-Akkus – welche Chancen und Risiken hat diese Technologie?

Bereite zu diesem Thema einen mediengestützten Vortrag vor. Damit dieser anschaulich und spannend wird, zeige Diagramme, z.B. für die Entwicklung der Absatzzahlen von Akkus in Deutschland, nutze Bild- und Videomaterialien und führe Experimente vor. Außerdem kannst du Umfragen innerhalb deiner Klasse machen.

Lithium-Ionen-Akkus sind immer dabei!

Smartphones, Actionkameras, intelligente Uhren und Tablets – tragbare elektronische Geräte sind fester Bestandteil des Alltags und der Berufswelt. Die im letzten Jahrzehnt immer weiter verbesserten Li-Ionen-Akkus führten weltweit zum Einsatz nicht nur in **mobilen Geräten**, sondern auch in der **Auto- und Flugzeugindustrie**. So wird ein aktuelles amerikanisches Elektroauto von 6831 Laptop-Li-Ionen-Akkus mit Energie versorgt. Diverse Brände und Explosionen bei Smartphones, in Autos und Flugzeugen zeugen aber auch von den Risiken dieser Technologie.



▶ Als Einstieg in dein Referat beginne mit einer kleinen Umfrage: Frage deine Mitschülerinnen und Mitschüler, wer einen Lithium-Ionen-Akku dabei hat! Es müssten sich alle Schülerinnen und Schüler melden, die ein Smartphone dabei haben.

▶ Zeige zur Verdeutlichung der Risiken ein Bild oder Video eines brennenden Akkus bzw. Elektroautos.

Geschichtlicher Rückblick: Warum wird gerade Lithium als Material eingesetzt?

Die vor der Jahrtausendwende eingesetzten Nickel-Cadmium- bzw. Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren nutzten wässrige Elektrolyte und erreichten mit Blick auf Gewicht und Größe nicht die erforderlichen Speicherkapazitäten. Der Blick der Wissenschaftler richtete sich deshalb auf leichte Metalle mit hohem **elektrochemischem Potenzial**. Lithium ist das leichteste Metall im Periodensystem der Elemente (Atommasse 6,941 g/mol; Dichte 0,53 g/cm³) und besitzt das von allen Metallen größte elektrochemische Potenzial (3,04 V gegenüber der Standardwasserstoffelektrode). Die daraus resultierende hohe elektrische Kapazität und die in Kombination mit verschiedenen Kathodenmaterialien realisierbaren hohen Zellspannungen machen es zum idealen Elektrodenmaterial für **chemische Energiespeicher**. Der entscheidende Durchbruch gelang der Firma Sony 1981 mit der Entwicklung eines lithiumbasierten Akkus mit organischen, wasserfreien Elektrolyten und einer Spannung von 3 Volt pro



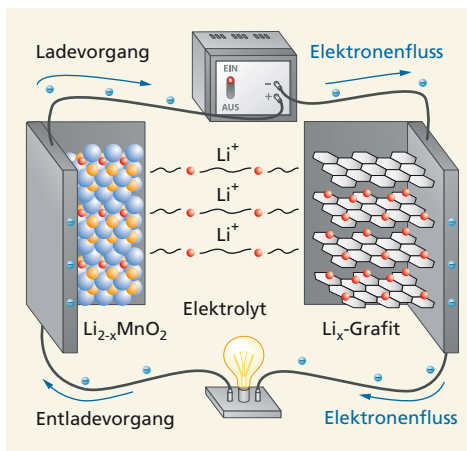
▶ Nutze zum Vergleich Abbildungen von älteren Nickel-Cadmium- bzw. Nickel-Metallhydrid-Akkus und modernen Li-Ionen-Akkus.

Zelle. Die rasante Entwicklung mobiler elektronischer Geräte ist also den wegweisenden Entwicklungen der Batterie- und Akkuforschung zu verdanken.

► Du kannst auch verschiedene Akku-Bauformen zeigen: Akkus für Smartphones, Bohrmaschinen, Uhren u. a.

Wie ist ein Lithium-Ionen-Akku aufgebaut?

Bei der Entnahme elektrischer Energie funktioniert ein Li-Ionen-Akku wie eine Batterie. Das Prinzip aller Batterien ist gleich: Durch einen flüssigen Elektrolyten wandern Ionen einer **negativ** geladenen Elektrode zu einer **positiv** geladenen Elektrode aus einem Metalloxyd. Beim Lithium-Ionen-Akku besteht die Anode aus Graphit. Die positive Kathode besteht aus einer Lithiumverbindung, die Kobalt-, Mangan- oder Nickeloxid enthält. Als Elektrolyt fungiert ein organisches Lösungsmittel, in dem ein Lithiumsalz gelöst ist. Je nachdem, ob der Elektrolyt flüssig oder fest ist, spricht man von Lithium-Ionen-Akkus oder Lithium-Polymer-Akkus. Beim Lithium-Polymer-Akku wird eine durch Aluminiumfolie verstärkte Plastikfolie als Verpackung verwendet. In diese werden die Akkuzellen unter Vakuum eingeschweißt, wie man es in der Lebensmittelindustrie auch bei Kaffeeverpackungen kennt. Deshalb nennt man diese Polymer-Akkus auch „coffee bag“-Zellen.



► Erläutere kurz den prinzipiellen Aufbau einer Batterie.

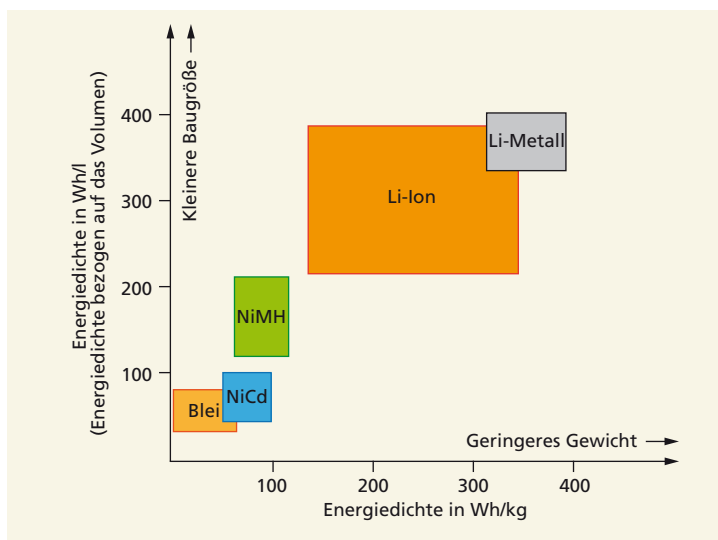
► Zeige die Abläufe am besten mit kurzen Simulationen. Suche dazu im Internet.

► Bringe eine vakuumverschweißte Packung Kaffee mit und erläutere die Parallelen (u. a. Volumen, Masse).

Welche Kennwerte beschreiben einen Akku?

Die **Energiedichte** ist ein Maß für die gespeicherte Energiemenge pro Volumen. Im Grunde beschreibt dieser Wert, wie viel Energie in einem Kilogramm enthalten ist oder gespeichert werden kann (in Wattstunden pro Kilogramm, Wh/kg).

Im Vergleich mit anderen Akkus sind Lithium-Ionen-Akkus wegen ihrer hohen Energiedichte bei relativ geringem Gewicht, kleiner Baugröße und der geringen Selbstentladung schon lange die erste Wahl als Energiespeicher für mobile Geräte.



► Zeige das Diagramm und er-läutere, warum man kein reines Lithium-Metall einsetzen kann (man benötigt für einen Akku be-wegliche Metallionen in einer Lösung!).

Ferner wird die **Spannung** angegeben, die eine einzelne Akkuzelle ab-gibt. Dieser Wert ist abhängig von den verwendeten Materialien der Akkus. In der praktischen Anwendung, so z.B. im Elektroauto, kann durch Reihenschaltung von mehreren Zellen ein Vielfaches der Zellenspannung erreicht werden.

Wichtig ist außerdem die **Lebensdauer** der Akkus, die in Lade- und Ent-ladezyklen angegeben wird.

Kenndaten eines Lithium-Polymer-Akkus:

Energiedichte Wh/kg	Spannung V	Lebensdauer Anzahl der Zyklen	Relative Kosten pro Aufladung €/kWh/Zyklus
bis zu 400	3,7	1000–1500	0,15–0,40

► Frage deine Klasse nach einer Abschätzung (Über-schlagsrechnung): Wie viele Lade-zyklen haben die Smartphone-Akkus der Klassenmitglieder bereits durchlaufen?

► Frage auch nach den Problemen, die auftreten, wenn ein Akku älter wird.

► Frage deine Klasse nach einer Ab-schätzung der Kosten der Aufladungen ihrer Smartphones über die berechne-ten Ladezyklen. Gib einen Preis von 20 ct pro vollständiger Aufladung vor.

Welches Risikopotenzial haben Lithium-Ionen-Akkus?

Lithium als reaktives, weiches Alkalimetall ist nicht leicht zu verarbei-ten, denn es reagiert mit dem Sauerstoff der Luft und auch mit Wasser, also auch mit der Luftfeuchtigkeit, exotherm zu Lithiumoxid bzw. -hy-droxid. Übersteigt die Temperatur im Akku den Schmelzpunkt des Lithiums, kommt es zu explosions-artigen Reaktionen mit dem Elek-trolyten.



Die hohe Energiedichte des Akkus stellt gleichzeitig ein weiteres Risikopotenzial dar, denn die Lithium-Ionen-Akkus können sich in bestimmten Situationen selbst entzünden:

- bei zu hoher Temperatur (oberhalb von 80 °C),
- bei Überladung, Tiefenentladung und externem Kurzschluss (im mobilen Gerät),
- bei Beschädigungen und Herstellungsfehlern, die interne Kurzschlüsse herbeiführen können; Beschädigungen können aber auch zum Eindringen von Luftfeuchtigkeit führen, was wiederum die Bildung von brennbarem Wasserstoffgas zur Folge hat.

Zukunftsmusik: Warum muss der Lithium-Ionen-Akku weiterentwickelt werden?

Mehr als fünf Milliarden Li-Ionen-Akkus wurden im Jahr 2016 verkauft und derzeit gibt es keinen anderen Energiespeicher, der so gut ist wie dieser Akku. Trotz der zurzeit hervorragend nutzbaren Akkutechnologie, die den Einsatz mobiler Energiespeicher in großem Stil ermöglicht hat, sind Verbesserungen dringend notwendig. Die Reichweite der zukünftigen Elektroautos muss kräftig steigen, damit auch Reisen über 500 km ohne einen Tankvorgang an einer Ladesäule möglich sind. Akkus für Smartwatches und Smartphones müssen leistungsfähiger werden, denn bisher müssen sie nach relativ kurzen Zeitspannen von ein bis zwei Tagen aufgeladen werden. Es ist anzunehmen, dass mit wachsender Leistungsfähigkeit der mobilen Geräte auch der Energiebedarf stetig wachsen wird. Ziel muss demnach die Entwicklung eines sicheren, leistungsfähigen Akkus sein, der eine Energiedichte von deutlich mehr als 400 Wh/ kg bei gleicher oder geringerer Baugröße erreicht.



► Zeige ein Video zur Reaktion des Lithiums mit Wasser. Du findest solche Videos im Internet.

► Du könntest das Experiment aber auch zusammen mit deiner Chemielehrerin/deinem Chemielehrer vorführen. Der Nachweis von Wasserstoffgas kann dann durch die Knallgasprobe erfolgen. Die entstehende kurzzeitige Flamme ist durch die Flammenfärbung des Lithiums rot.

► Hier könntest du Bilder aktueller Elektroautos zeigen.

Die Leistungsdaten dieser Autos könnten verglichen werden, um den Stand der Technik aufzuzeigen.

Urheberverzeichnis

Abbildungen: Kaspars Grinvalds/Shutterstock.com 4; obalt88/Shutterstock.com 1; showcase/Shutterstock.com 1; Joachim Kranz 3; Walther-Maria Scheid 2

Autor: Joachim Kranz

© Duden 2021

Bibliographisches Institut GmbH
Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

ISBN des zugehörigen Buchs: 978-3-411-71046-1
www.duden.de