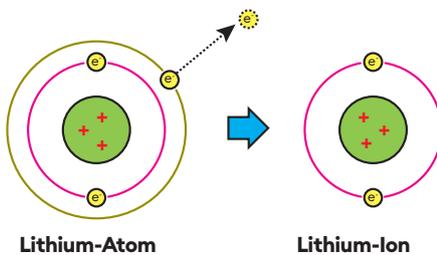


Prinzip der Lithium-

Ionen-Batterie

Eine Batterie besteht grundsätzlich aus zwei Elektroden, die durch einen Elektrolyten verbunden sind. Beim Entladen findet an der negativen Elektrode (Anode) eine Oxidation statt, so dass Elektronen abgegeben werden. An der positiven Elektrode (Kathode) erfolgt eine Reduktion.

1	H		
3	Li	4	Be
11	Na	12	Mg
19	K	20	Ca
37	Rb	38	Sr
		21	Sc
			Y



Lithium hat im Periodensystem die Ordnungszahl 3. Ein Atom besitzt also drei Protonen und drei Elektronen. Wenn das Elektron auf der zweiten Schale abgegeben wird, entsteht ein positiv geladenes Lithium-Ion.

Lithium hat das grösste negative Potenzial

Von allen Metallen oxidiert Lithium am besten. Es weist ein Standardpotenzial von -3,04 V auf und ist damit das ideale Material für die Batterie. Zudem ist es mit einer Dichte von 0,53 g/cm³ das leichteste aller bei Raumtemperatur festen Elemente. Die grosse Reaktionsfähigkeit ist jedoch gleichzeitig das Problem, weil der Vorgang kontrolliert ablaufen muss und beim Gebrauch der Batterie keine Gefahr in Form von Bränden oder sogar von Explosionen auftreten darf.

Die Versuche mit Lithium-Metallanoden zeigten, dass Systeme mit reinem Lithium schwer zu beherrschen sind. In der Praxis werden deshalb an der Anode graphit-also kohlenstoffbasierte Materialien eingesetzt. In der Forschung wird aber an der Anode auch mit Luft, Silizium, Zinn-oxid und Titan gearbeitet.

Insbesondere Titan (Lithium-Titanat oder Li₄Ti₅O₁₂) ist vielversprechend, weil es zwar eine etwas tiefere Zellenspannung, dafür eine enorme Zyklenfestigkeit und hohe Sicherheit aufweist. Die Auswahl des Materials hängt deshalb vom Verwendungszweck und den gewünschten Eigenschaften ab.

Kathodenmaterial

Das Standardmaterial für die Kathode ist Lithium-Kobaltdioxid (LiCoO₂). Zusammen mit einer Graphitanode entsteht eine Nennspannung von 3,6 V pro Zelle, wobei die Energiedichte 200 Wh/kg erreichen kann. Kobalt ist jedoch ein Metall, das selten vorkommt. Zudem sind der Abbau und die Gewinnung problematisch. Als Alternative wird vor allem mit Lithium-Eisenphosphat (LiFePO₄ bzw. LFP) gearbeitet. Die Nennspannung ist allerdings mit 3,2 V etwas niedriger. Ebenso kann nicht die gleiche Energiedichte erzielt werden. Dafür ist es billiger, bei einer höheren thermischen Stabilität und damit Sicherheit. Soll ein System mit 12 V von einer Blei- auf eine Lithium-Ionen-Batterie umgerüstet werden, eignet sich eine LFP-Batterie aus dem einfachen Grund, weil vier Zellen in Serie geschaltet eine Nennspannung von 4 · 3,2 V = 12,8 V ergeben. Mit Kobalt-, Nickel- oder Manganverbindungen entsteht jeweils eine Gesamtspannung deutlich unter oder über 12 V.

Chemische Reaktionen

Weil Lithium-Ionen-Batterien aus verschiedenen Materialien hergestellt werden können, sind auch die chemischen Gleichungen verschieden. Als Beispiel dient das System mit Graphit und Kobaltdioxid. Beim Entladen ist die negative Elektrode die Anode. Die chemische Gleichung lautet: LiC₆ → 6C + Li⁺ + e⁻. Es findet also keine chemische Umwandlung der Materialien statt. Ein Li-Atom gibt das Elektron auf der zweiten Schale ab, welches durch den Verbraucher zur Kathode fließt.

Ladungsspeicher



Lithium ist ein chemisches Element aus der Gruppe der Alkalimetalle. Wegen seiner sehr hohen Reaktivität kommt es in der Natur nicht elementar vor. Es wird durch Verdunstung von lithiumhaltigem Salzwasser oder durch Abbau von Lithiumerz gewonnen.

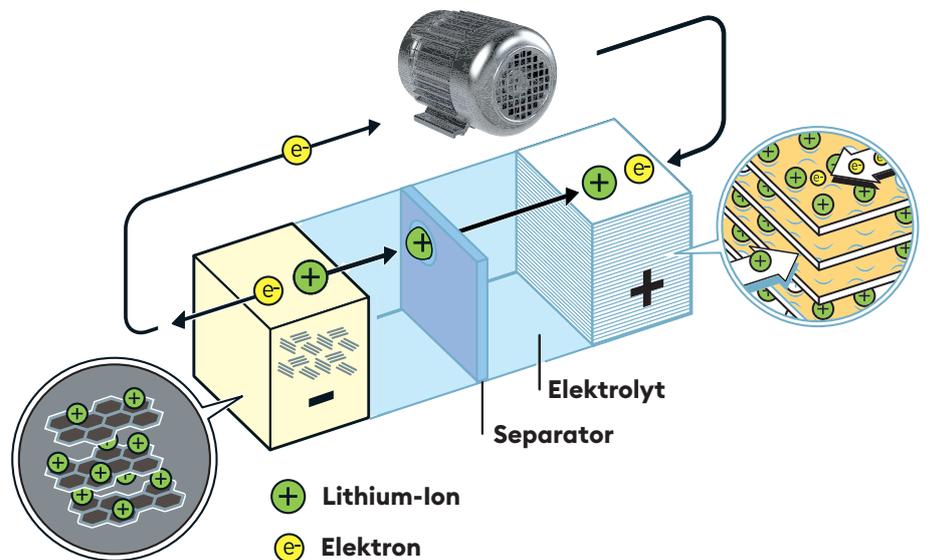
Das positiv geladene Li-Ion gelangt via Elektrolyt und durch den Separator zur Kathode.

An der Kathode führt dies zur folgenden Gleichung: CoO₂ + Li⁺ + e⁻ → LiCoO₂.

Separator und Elektrolyt

An den Separator werden hohe Anforderungen gestellt. So muss er den direkten Kontakt der beiden Elektroden verhindern, zugleich aber die Leitung der Ionen zulassen. Meistens werden Polymermembranen eingesetzt, die jedoch eine geringe Hitzebeständigkeit (ca. 160°C) aufweisen. Keramische Separatoren sind bezüglich Wärmeverhalten besser, haben jedoch Nachteile in der mechanischen Bruchempfindlichkeit. Geforscht wird deshalb auch an einer keramisch beschichteten Polymerfolie.

Als Elektrolyt wird in der Regel ein lithiumhaltiges Salz eingesetzt, welches in einem nichtwässrigen Mittel wie Ethylen- oder Propylencarbonat gelöst ist. Es gibt aber auch Polymere (Lithium-Polymer-Batterie) und Festelektrolyte.



Die Wahl der verwendeten Materialien hängt von dem Verwendungszweck und den gewünschten Eigenschaften ab. In der Regel wird am Minuspol Graphit eingesetzt. Am Pluspol kommen meistens Lithium-Kobaltdioxid oder Lithium-Eisenphosphat zur Anwendung.