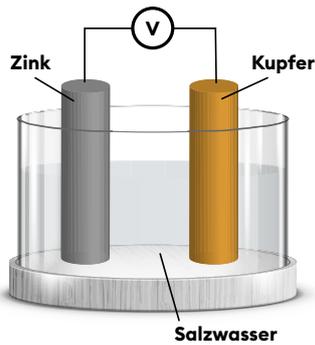


# Strom durch Chemie

## Ladungsspeicher

Bildquellen: Panasonic, Porsche, uwa

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts experimentierten verschiedene Forscher mit der Elektrizität. Besonders erfolgreich war dabei Alessandro Volta, der im Jahr 1800 die Voltasche Säule präsentierte. Er zeigte, dass Zink und Kupfer, wenn sie durch einen Elektrolyten getrennt sind, eine Spannung zur Folge haben. Dieses Prinzip gilt auch für jede moderne Batterie. Geforscht wird jedoch an den idealen Materialien für diesen Prozess.



Die von Alessandro Volta vorgestellte «Urbatterie» hat Zink und Kupfer als Elektroden und Salzwasser als Elektrolyten. Durch das Aufeinanderlegen von mehreren Zellen (Serieschaltung) konnte er die Spannung erhöhen.

### Der ideale Werkstoff

Das Material der beiden Elektroden bestimmt die Spannung. Idealerweise werden also Materialien verwendet, die ein hohes elektrisches Potenzial haben. Dieses Potenzial wird in der elektrochemischen Spannungsreihe beschrieben. Wir können in dieser Liste ablesen, wie gross die Bereitschaft eines Materials ist, Elektronen aufzunehmen (Reduktion) oder Elektronen abzugeben (Oxidation). Die Werte in Volt beziehen sich dabei auf Wasserstoff, dessen Potenzial mit Null definiert wurde.

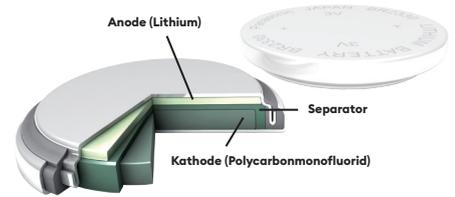
Kupfer hat einen Wert von +0,35 V, Zink einen von -0,76 V. Eine Cu/Zn-Zelle erreicht also rund 1 V, wobei das unedlere

Zink oxidiert und das edlere Kupfer reduziert wird. Die Anode (die Elektrode welche oxidiert wird) soll deshalb einen möglichst tiefen Wert und die Kathode (die Elektrode welche reduziert wird) einen möglichst hohen Wert haben, so dass eine Zelle eine maximale Spannung erhält. Eine Zelle wird dabei gemäss UNECE R100 definiert als «eine einzige, in einem Gehäuse untergebrachte elektrochemische Einheit, die eine positive und eine negative Elektrode enthält, zwischen denen ein Spannungsdifferenzial besteht». Lithium drängt sich als Material für die Anode geradezu auf, während Fluor und Schwefel als Kathodenmaterial das grösste Potenzial haben.

In der Praxis ist das genaue Berechnen der Spannung jedoch noch von weiteren Faktoren abhängig. Vor allem darf die Beschaffenheit des Elektrolyten nicht vernachlässigt werden. Es ist nämlich auch möglich, mit zwei identischen Elektroden Spannung zu erzeugen. Wenn die beiden Elektroden in Halbzellen mit einer unterschiedlichen Elektrolytkonzentration zusammengeschlossen werden, möchte das System in ein Gleichgewicht kommen, was zu einer elektrischen Spannung führt. Solche galvanischen Elemente, mit zwei gleichen Elektroden und gleichen Elektrolyten mit unterschiedlicher Konzentration, nennt man Konzentrationszellen. Beschrieben und untersucht wurden diese Zusammenhänge von Walther Nernst, der die Nernst-Gleichung definierte.

### Es ist nicht alles möglich

Leider lassen sich nicht beliebige Elemente ohne Weiteres kombinieren. Wenn Lithium und Fluor direkt miteinander verbunden werden, entsteht eine sehr heftige und schnelle chemische Reaktion, die schwierig zu kontrollieren ist. Die Wissenschaft versucht deshalb, mit Legierungen und chemischen Verbindungen die idealen Elektrodenwerkstoffe zu finden. Beliebte Stoffe sind dabei Koh-



Die Knopfzelle BR-2330 von Panasonic weist auf der Anode Lithium, auf der Kathode Polycarbonmonofluorid auf und erreicht 3 V. Die chemische Gleichung beim Entladen lautet:  $CF + Li \rightarrow LiF + C$ .

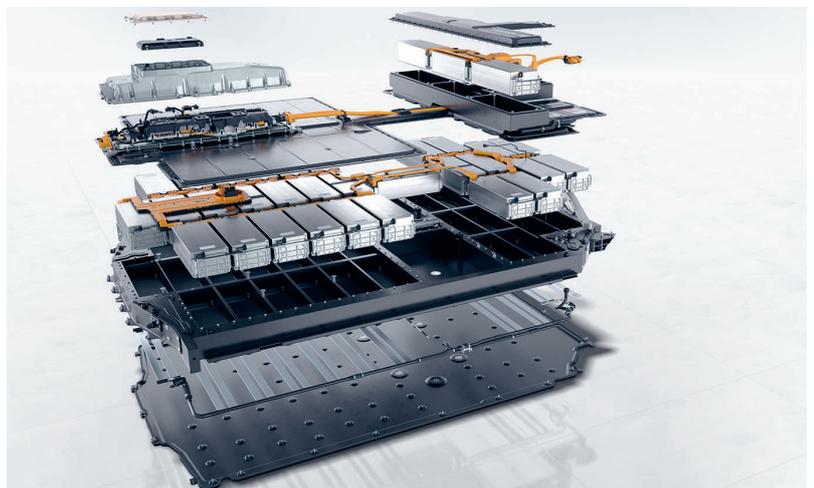
lenstoff (C), Mangan (Mn), Kobalt (Co), Aluminium (Al), Eisen (Fe), Nickel (Ni) und Phosphor (P). Das Gleiche gilt für den Elektrolyten und den Separator. Auch hier versuchen die Wissenschaftler das optimale Material zu finden. Insbesondere steht der Wunsch im Raum, den üblicherweise flüssigen Elektrolyten durch einen Feststoffelektrolyten zu ersetzen. Batterien für elektrisch angetriebene Fahrzeuge müssen extrem hohen Anforderungen genügen. Neben der hohen Energiedichte, einer langen Lebensdauer und niedrigen Kosten müssen noch viele weitere Anforderungen erfüllt werden. Insbesondere die sehr hohen Ströme beim Fahren und beim Schnellladen, die thermischen Probleme beim Betrieb und die Sicherheitsprobleme stellen die Hersteller vor grosse Herausforderungen. Dazu kommen die ökologischen und sozialen Probleme von der Rohstoffgewinnung bis zum Recycling.

Stand 2020 stammen die Batterien von Elektrofahrzeugen fast ausschliesslich von asiatischen Firmen. Die grössten Hersteller sind: CATL (China), Panasonic (Japan), BYD (China), LG Chem (Südkorea), Samsung SDI (Südkorea), SK Innovation (Südkorea), AESC (Japan). In Europa und in Amerika sind jedoch bereits neue Firmen im Bau. Wir dürfen deshalb grosse technische Fortschritte erwarten.

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / uwa

Sponsoren: **Derendinger** **TECHNOMAG**

Element		Standard-potenzial
Fluor	$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2,87 V
Schwefel	$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$	+2,00 V
Gold	$Au^+ + e^- \rightarrow Au$	+1,69 V
Chlor	$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1,36 V
Platin	$Pt^{2+} + 2e^- \rightarrow Pt$	+1,20 V
Silber	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0,80 V
Kupfer	$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	+0,35 V
Wasserstoff	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	0 V
Blei	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0,13 V
Nickel	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-0,23 V
Zink	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0,76 V
Natrium	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	-2,71 V
Lithium	$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3,04 V



Die 800-V-Lithiumbatterie des Porsche Taycan funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie die Batterie von Alessandro Volta. Die beiden Elektroden und der Elektrolyt bestehen aus verschiedenen Lithiumverbindungen. Insgesamt werden 396 einzelnen Zellen verwendet, die vom koreanischen Hersteller LG Chem stammen.