

# ARTEN VON ELEKTROFAHRZEUGEN

**Elektrofahrzeug ist nicht gleich Elektrofahrzeug. Unter dem Begriff „Elektromobilität“ werden unterschiedliche Antriebs- und Ladetechnologien zusammengefasst.**

Neben den ausschließlich batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen gibt es auch Hybridfahrzeuge. Sie haben einen Elektro- und einen Verbrennungsmotor. Der Elektromotor wird mit elektrischer Energie aus einer Batterie angetrieben. Darüber hinaus gibt es noch Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb. Hier wird der Elektromotor mit einem Energieträger (zum Beispiel Wasserstoff) und der

Brennstoffzelle als Energiewandler mit elektrischer Energie versorgt. Je nach Antriebstechnologie werden die Elektrofahrzeuge extern über das Stromnetz aufgeladen oder sie laden sich über Energierückgewinnung selbstständig auf, während das Fahrzeug von dem Verbrennungsmotor angetrieben wird.



## Batterie-Elektrofahrzeug (BEV)

- rein elektrischer Antrieb (Elektromotor), kein Verbrennungsmotor, kein Treibstofftank, keine Abgasanlage
- Ladetechnologie: HV-Batterie
- Batterieladung extern über das Stromnetz und intern über Energierückführung
- Reichweite: bis zu 600 Kilometer



## Range-Extender (Serieller Hybrid, REEV)

- Antrieb rein elektrisch durch einen starken Elektromotor
- Verbrennungsmotor dient nur zum Aufladen der Batterie
- mehr Reichweite



## Plug-in-Hybrid (PHEV)

- Antrieb über Verbrennungsmotor und Elektromotor
- erlaubt auch einen rein elektrischen Betrieb
- Ladetechnologie: kleinere Batterien, elektrischer Motor zur Unterstützung
- Batterie muss extern über das Stromnetz geladen werden
- benötigt eine Ladestation
- Reichweite: bis zu 90 Kilometer rein elektrisch



## Parallel-Hybrid (HEV)

- Antrieb über Verbrennungsmotor und Elektromotor; Elektromotor unterstützt lediglich den klassischen Verbrennungsmotor
- Ladetechnologie: Elektromotor und Batterie
- wird nicht von außen über Ladekabel elektrisch aufgeladen
- benötigt keine Ladeinfrastruktur
- Reichweite: bis zu 50 Kilometer rein elektrisch

# DIE LADETECHNOLOGIEN VON ELEKTROFAHRZEUGEN

## ● Ladestationen

Elektroautos können an öffentlichen Ladestationen z.B. mit Schnellladestationen an Autobahntankstellen an Ladesäulen im öffentlichen Bereich geladen werden. Einfacher und inzwischen üblich ist das Laden zu Hause. Dies geschieht dort mithilfe einer sogenannten Wallbox, die direkt in der Garage, dem Carport oder am Stellplatz installiert werden kann. Ein sogenanntes „Notladekabel“ für die haushaltsübliche 230-Volt-Schutzkontaktsteck-

dose wird beim Kauf des Elektroautos häufig mitgeliefert. Es sollte dabei nicht auf Dauer verwendet werden, da die Steckdose damit schnell überlastet werden kann. Zudem dauert der Ladevorgang damit sechs bis acht Stunden, recht lang. In jedem Fall muss eine Elektrofachkraft im Vorfeld die bestehende Elektroinstallation prüfen. Sie installiert auch die Wallbox und meldet diese beim Netzbetreiber an.

## ● Steckertypen für Elektrofahrzeuge

Auch wenn Elektroautos immer mehr unser Straßenbild prägen, so kann Elektromobilität noch weiter optimiert werden. So gibt es bis heute zum Beispiel international immer noch keinen Standard für den Steckertyp eines Elektroautos. Dies bedeutet, dass diese je nach Hersteller unterschiedliche Steckertypen haben können.

In Europa wird inzwischen der Typ-2-Stecker und der CCS-Stecker als Standard verwendet und ist sehr weit verbreitet. Damit das Laden eines Elektrofahrzeugs an einer Ladestation oder der Wallbox funktioniert, müssen Stecker und Ladeeinrichtung kompatibel sein und miteinander kommunizieren.



### Typ-1-Stecker

- einphasiger Stecker mit Ladeleistungen bis 7,4 kW
- in Europa eher unüblich, vor allem für asiatische Automodelle



### Typ-2-Stecker

- dreiphasiger Stecker (auch Mennekes-Stecker genannt)
- in Europa weitverbreitet, von der Europäischen Kommission als Standard festgelegt
- private Ladestationen bis 22 kW, öffentliche bis 43 kW
- mit Mode-3-Ladekabel können auch Autos mit Typ-1-Stecker geladen werden



### CCS-Stecker

- Typ-2-Stecker mit zwei zusätzlichen Leistungskontakten
- ermöglicht Schnellladen mit Wechsel- und Gleichstrom bis zu 170 kW



### CHAdeMO-Stecker

- in Japan zum Schnellladen mit Gleichstrom entwickelt
- ermöglicht Ladeleistung bis zu 100 kW
- an öffentlichen Ladesäulen jedoch meist nur 50 kW Ladeleistung möglich



### Tesla-Stecker

- Supercharger-Stecker für Tesla-Modelle
- modifizierte Version des Typ-2-Steckers
- Ladeleistung bis zu 120 kW (Gleichstrom)
- ermöglicht das Aufladen des Model S zu 80 Prozent in 30 Minuten

# ENERGIEGEWINNUNG IN ELEKTROFAHRZEUGEN

## • So funktionieren Lithium-Ionen-Akkus (Batterien) für Elektroautos

Wenn von der Batterie eines Elektroautos gesprochen wird, dann ist damit genau genommen der Akkumulator (kurz Akku) gemeint. Im Alltag verwendet man diese beiden Begriffe synonym. Der Akku ist wiederaufladbar – genau wie bei Notebooks und Smartphones. Wegen ihrer hohen Energiedichte und Leistung haben sich Lithium-Ionen-Akkus gegenüber anderen Batterietypen durchgesetzt.

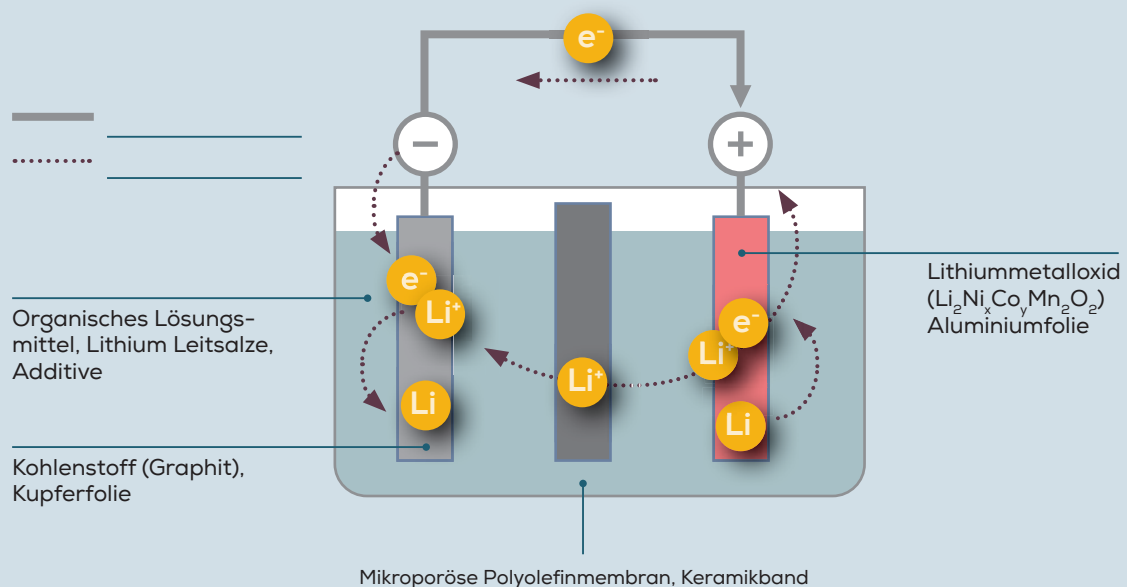
Die Batterie des Elektroautos ist genau genommen ein elektrochemischer Energiespeicher. Sie besteht aus galvanischen Zellen, die in einem gemeinsamen Gehäuse in Reihe geschaltet sind. Beim Aufladen wird die zugeführte elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt und gespeichert. Bei dieser elektrochemischen Reaktion gibt ein Stoff Elektronen ab (Oxidation), während ein anderer Stoff sie aufnimmt (Reduktion). Dieser Prozess heißt Elektrolyse.

Jedoch lassen sich die gewonnenen Elektronen nicht direkt speichern, sondern müssen vorher in eine andere Energieform umgewandelt werden. Diese Energiewandlung findet in der galvanischen Zelle statt. Darin sind zwei Elektroden verbaut:

- die (positiv geladene) Kathode
- die (negativ geladene) Anode.

Sie befinden sich in einem leitenden Elektrolyt, sodass der Elektronenstrom zwischen ihnen fließen kann. Ein Separator trennt die Kathode und die Anode voneinander. So wird ein Kurzschluss verhindert. Nur der Ionenstrom kann den Separator passieren. Wenn nun der Elektromotor eines Elektroautos angeschlossen wird, dann wird dieser Prozess umgekehrt und elektrische Energie freigegeben. Der Motor läuft und das Elektroauto bewegt sich.

### M1: Funktionsweise Lithium-Ionen-Akku



## ENERGIEGEWINNUNG IN ELEKTROFAHRZEUGEN

### • So funktionieren Brennstoffzellen für Wasserstoffautos

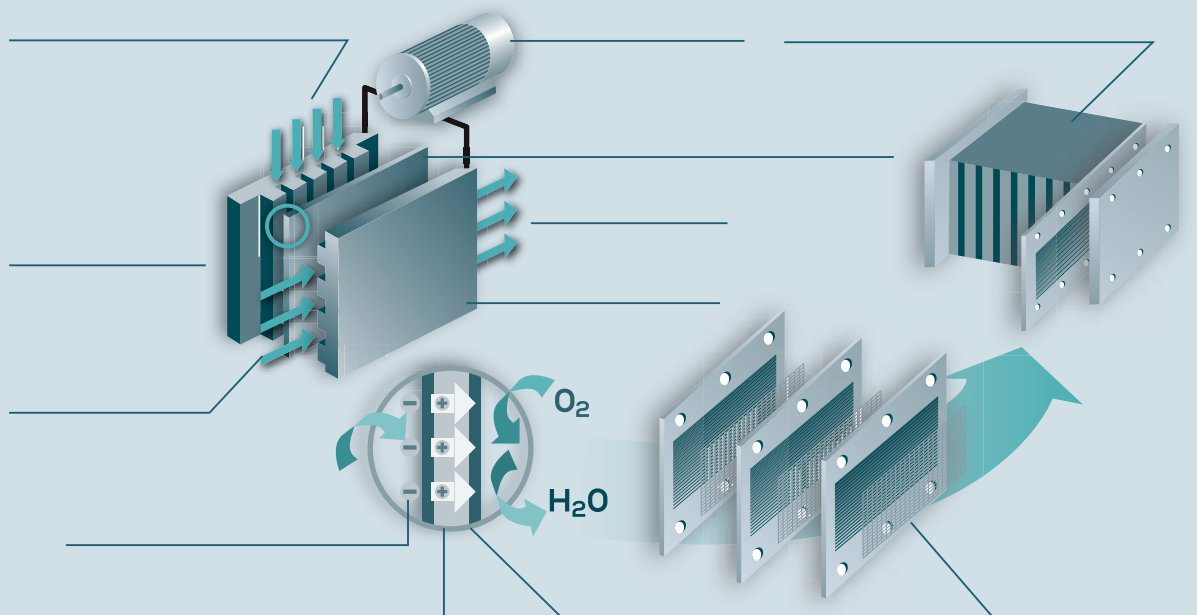
Wasserstoffautos sind auch Elektrofahrzeuge. Es gibt aber einen zentralen Unterschied: In ihnen ist neben der Batterie zusätzlich eine Brennstoffzelle mit einem Wasserstofftank eingebaut. Diese Brennstoffzelle erzeugt den Strom für den Motorantrieb während der Fahrt. Als Zwischenspeicher dient die Batterie. Sie ist kleiner als bei reinen Elektroautos und hilft vor allem bei Belastungsspitzen, beispielsweise beim Beschleunigen. Außerdem nimmt sie die Bewegungsenergie beim Bremsen auf und speichert sie.

In Wasserstoffautos werden sogenannte PEM-(Polymer-Elektrolyt-Membran)-Brennstoffzellen eingebaut. In der Mitte der PEM-Brennstoffzelle befindet sich eine Membran in der Form einer rechteckigen Platte. Auf ihr ist eine

ebenfalls rechteckige Anode und auf der anderen Seite eine Kathode in derselben Form angebracht. Die Anode wird mit Wasserstoff versorgt, die Kathode mit Luft. An der Anode trennen sich die Wasserstoffmoleküle in Wasserstoffionen und Wasserstoffelektronen.

Die Wasserstoffionen wandern durch die Membran zur Kathode und verbinden sich dort mit dem Luftsauerstoff zu Wasser. Die Wasserstoffelektronen aber müssen (da die Membran für sie eine undurchdringbare Barriere ist) den Umweg über eine Leitung von der Anode zur Kathode nehmen. So entsteht ein elektrischer Stromfluss, der entweder die Batterie auflädt oder den Elektromotor des Wasserstoffautos antreibt.

### M2: Funktionsweise Brennstoffzelle



# DIE LADETECHNOLOGIEN VON ELEKTROFAHRZEUGEN



## Arbeitsvorschläge

- 1 Fassen Sie die Grafik auf dem Arbeitsblatt „Arten von Elektrofahrzeugen“ mit eigenen Worten zusammen. Worin unterscheiden sich die verschiedenen Antriebstechnologien und Ladetechniken. Welche Vor- und Nachteile können Sie erschließen?
- 2 Lesen Sie sich auf dem Arbeitsblatt „Energiegewinnung in Elektrofahrzeugen“ die Informationen zur Funktionsweise von Lithium-Ionen-Akkus sowie zu der einer Brennstoffzelle für Wasserstoffautos durch. Beschriften Sie auf dieser Grundlage die entsprechenden Schaubilder. Nutzen Sie dafür folgende Begriffe:

| Schaubild Funktionsweise<br>Lithium-Ionen-Akku            | Schaubild Funktionsweise<br>Brennstoffzelle Wasserstoffauto  |
|---|--|
| Anode, Aufladen, Elektrolyt, Entladen, Kathode, Separator | Anode, Brennstoffzellen-Stack (Stapel), einzelne Brennstoffzellen, Elektromotor, H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, Kathode, Membran mit Katalysator (2x), O <sub>2</sub> , Protonen, Wasserdampf, Wasserstoffversorgung |

- 3 Fassen Sie in eigenen Worten zusammen, worin sich die beiden Möglichkeiten der Energiegewinnung in Elektrofahrzeugen im Wesentlichen unterscheiden.
- 4 Recherchieren Sie die Vor- und Nachteile von Elektroantrieben und Wasserstoffantrieben. Nutzen Sie beispielsweise den Beitrag „Batterie vs. Brennstoffzelle“ auf [electrive.net](https://www.electrive.net). Erörtern Sie anschließend, welche Antriebsart Sie für Ihr Wunsch-Elektro-Fahrzeug wählen würden. Begründen Sie Ihre Entscheidung.
- 5 Batterien von Elektrofahrzeugen können auch per Induktion aufgeladen. Schauen Sie sich den Beitrag „Kabelloser Strom“ aus der Arte-Reihe „Future Mag“ an. Erklären Sie, wie das Laden per Induktion funktioniert. Diskutieren Sie anschließend darüber, welche Vorteile, aber auch welche Herausforderungen für öffentliche und private Fahrzeuge und die Verkehrsinfrastruktur damit verbunden sind.