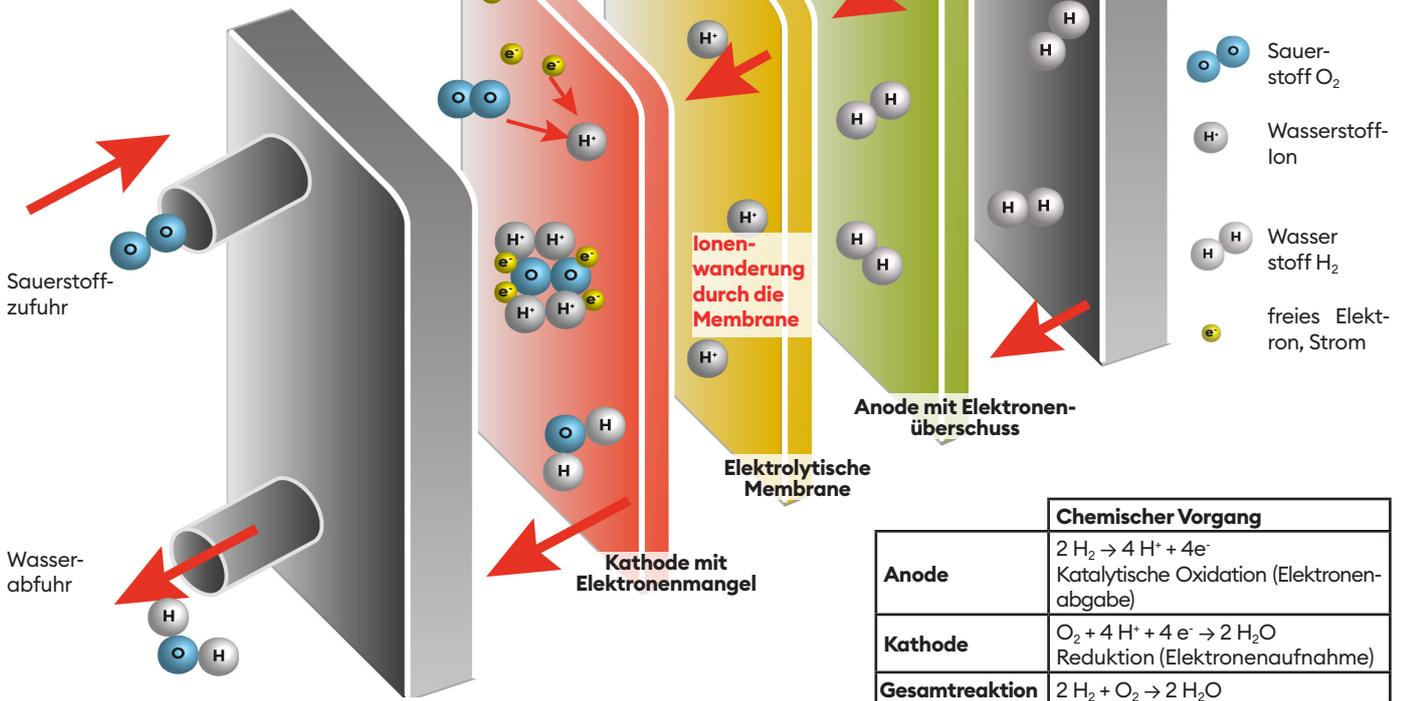
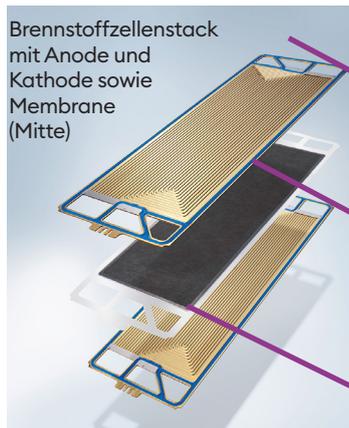


Brennstoffzelle - FC

Gas: Wasserstoff

Bilder: ale/ase



	Chemischer Vorgang
Anode	2 H ₂ → 4 H ⁺ + 4 e ⁻ Katalytische Oxidation (Elektronenabgabe)
Kathode	O ₂ + 4 H ⁺ + 4 e ⁻ → 2 H ₂ O Reduktion (Elektronenaufnahme)
Gesamtreaktion	2 H ₂ + O ₂ → 2 H ₂ O

Die Brennstoffzelle ist grundsätzlich die Umkehrfunktion der Elektrolyse. Bei der Elektrolyse wird Wasser H₂O in seine Bestandteile Wasserstoff H und Sauerstoff O aufgespalten (Atomverhältnis 2:1). Um diese chemische Analyse zu ermöglichen, wird elektrische Energie, also Strom benötigt. In der Brennstoffzelle, englisch *Fuel Cell* (FC) genannt, werden die beiden Gase wieder zusammengeführt, und es entsteht eine elektrische Spannung (Elektronenüberschuss und -mangel). Aus der chemischen Energie der beiden Stoffe wird durch eine exotherme Reaktion (wärmeabgebend) Wasserdampf H₂O gebildet. Im Fahrzeug haben sich PEM-FC bewährt. Diese bestehen aus einer Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM), welche die Wasserstoffionen von der Anode zur Kathode wandern lassen. Diese Art von FC weist einen maximalen Wirkungsgrad von rund 65% auf. Dieser wird bei rund einem Drittel der Last erreicht. Wird die PEM-FC mit maximaler Last betrieben, sinkt der Wirkungsgrad auf ca. 40%. Um die FC im optimalen Lastfenster zu betreiben und trotzdem immer genügend Fahrenergie zur Verfügung zu stellen,

wird die elektrische Energie in Batterien zwischengespeichert. Die optimale Betriebstemperatur dieser FC liegt bei rund 60 bis 80°C.

Kalte Verbrennung

Damit der Vorgang der kalten Verbrennung (Zuführen von O zum H) funktioniert, müssen die beiden Betriebsstoffe im exakten Verhältnis zugeführt werden (Atomverhältnis 1 : 2). Der Wasserstoff (H) wird gasförmig in Hochdruckflaschen (rund 700 bar Pw, 350 bar Nfz) transportiert. Der Sauerstoff O wird meistens aus der Umgebungsluft entnommen. Bevor dieser der Kathode mittels Kompressor mit einem Druck von rund 0,5 bis 3 bar eingegast wird, muss die Luft in einem Filter gereinigt und befeuchtet werden. Auf der Anodenseite wird Wasserstoff zudosiert. Durch einen Platinkatalysator (oder Edelmetalllegierung mit kohlenstoffbasiertem Beschichtungsmaterial) wird der Wasserstoff in positive Wasserstoffionen und negativ geladene Elektronen aufgespalten. Pro Wasserstoffatom spaltet sich ein Elektron ab. Das Wasserstoffion

diffundiert durch die PEM und reagiert auf der Kathodenseite mit dem Sauerstoff zu Wasserdampf. Bei diesem exothermen Vorgang entsteht Wärme. Um das optimale Temperaturfenster für den Betrieb zu gewährleisten, muss ein Thermomanagement-System eingebaut werden. Dadurch entsteht an der Anode ein Elektronenüberschuss (Minuspol) und an der Kathode ein Elektronenmangel (Pluspol). Eine einzelne Brennstoffzelleneinheit erzeugt eine Spannung von 0,5 bis 1 V und kann eine Leistung von rund 100 W produzieren. Durch die Oberflächenvergrößerung der Anode und Kathode lässt sich die Leistung steigern. In der Praxis werden die einzelnen Brennstoffzellen zu einem Stack verbaut. Mehrere Brennstoffzellen werden in Reihe geschaltet, um die Betriebsspannung zu erhöhen. Bei Hyundai werden beispielsweise 440 Zellen in Serie geschaltet. Sie erzeugen eine Gesamtspannung von 255 bis 450 V (je nach Last) und erzeugen eine Maximalleistung von 95 kW. Beim Toyota Mirai (1. Generation) leistet der FC-Stack mit 370 Zellen im Maximum 113 kW und liefert eine Spannung von 280 - 315 V.

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