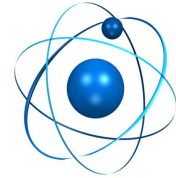


Wasserstoff



Einführung

Der so genannte Treibhauseffekt dürfte wohl jedem spätestens durch die aktuelle Diskussion um den UNO-Klimabericht 2007 ein Begriff sein. Auch dürfte allgemein bekannt sein, dass die Vorräte unseres Planeten an fossilen Energieträgern (Öl, Kohle, Gas) begrenzt sind und früher oder später zur Neige gehen werden. Der Straßenverkehr, der innerhalb der letzten 20 Jahre um ein Vielfaches anstieg, spielt bei diesen Phänomenen sicherlich eine wichtige Rolle. Daher wurde aufgrund des wachsenden Umweltbewusstseins der Bevölkerung und strengerer Umweltschutzrichtlinien seit Mitte der 80er Jahre verstärkt auf die Umweltverträglichkeit von Kraftfahrzeugen geachtet, beispielsweise mit der Einführung geregelter Katalysatoren.

Trotz all dieser Bemühungen und Fortschritte der Automobilindustrie - verbesserten Abgaswerte, geringerem Verbrauch und höherer Effizienz der Motoren - ist mittlerweile allgemein bekannt, dass die Umwelt durch die stark ansteigende Zahl von Fahrzeugen trotzdem immer stärker belastet wird.

Daher intensiviert man nun die Suche nach alternativen und sauberen Antriebskonzepten für die nahe Zukunft. Eine Schlüsselrolle für die Suche nach dem so genannten Null-Emissions-Fahrzeug (*engl.* Zero Emission Vehicle, abgekürzt ZEV) spielt dabei Wasserstoff, weshalb seit Beginn der 90er Jahre massiv auf diesem Gebiet geforscht wird.

Mit einer Verordnung des Californian Air Resources Board wurde den Automobilherstellern mit dem Jahr 2003 eigentlich ein zeitlicher Rahmen gesetzt, bis zu dem ZEVs marktreif sein müssen. Dieses Ziel wurde leider nicht erreicht, auch wenn bis 2003 viele Konzeptfahrzeuge entwickelt und in Flottentests harten Alltagsbedingungen ausgesetzt wurden. Mit der aktuellen Klimadebatte nach der Veröffentlichung des alarmierenden UNO-Klimaberichts Anfang 2007 gibt es eine neue Dynamik bei der Entwicklung von ZEVs. Prinzipiell können die Automobilhersteller das ZEV hauptsächlich durch zwei verschiedene Konzepte entwickeln:

- Den Antrieb eines Fahrzeuges durch die direkte Verbrennung von Wasserstoff in einem Verbrennungsmotor
- Die Produktion von Strom aus Wasserstoff in Brennstoffzellen, die einen Elektromotor versorgen.

Wasserstoff

Jules Verne hat 1874 gesagt:

"Das Wasser ist die Kohle der Zukunft. Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die so zerlegten Elemente des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern."

Wenn es darum geht, langfristig für eine umweltfreundliche Zukunft vorzuplanen, so gilt Wasserstoff als einer der aussichtsreichsten Energieträger. Der Grund: Wasserstoff reagiert

sowohl in Brennstoffzellen als auch bei direkter Verbrennung mit Sauerstoff zu reinem Wasser und setzt eine hohe nutzbare Energie frei, ohne dabei wie fossile Energieträger Kohlendioxid (CO₂) zu emittieren. Gebunden in Wasser ist Wasserstoff zudem durch den geschlossenen Wasserkreislauf auf unserem Planeten theoretisch in unbegrenzter Menge vorhanden. Dadurch kann es nicht wie bei fossilen Brennstoffen zu einer Ressourcenverknappung kommen.

Verfahren zur Wasserstoff Gewinnung

Das derzeit gängigste großtechnische Verfahren der Wasserstoffgewinnung ist die Elektrolyse von Wasser. Die Wasserelektrolyse wird in ihrer konventionellen Form, der alkalischen Elektrolyse, seit über 80 Jahren kommerziell eingesetzt. Bei der konventionellen Wasserelektrolyse werden Kathoden- und Anodenraum durch ein ionendurchlässiges Diaphragma getrennt. In dem alkalisch, wässrigen Elektrolyten entsteht an der Anode Sauerstoff und an der Kathode Wasserstoff. Das Diaphragma verhindert ein Vermischen.

Wasserstoffspeicherung

Ein großes Problem bei der Produktion von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen ist die Lagerung des Treibstoffes. Wasserstoff als Gas ist extrem flüchtig und hat nur eine sehr geringe Dichte. Um Wasserstoff an Bord eines Fahrzeugs speichern zu können ist es jedoch notwendig, eine hohe Energiedichte auf möglichst kleinem Raum zu erzielen um eine geeignete Reichweite des Fahrzeugs zu erreichen. Es gibt bisher mehrere Möglichkeiten der Wasserstoffspeicherung eine davon ist die:

Druckgaswasserstoff-Speicherung

Hierbei wird Wasserstoffgas mit etwa 200 bis 300 bar Druck komprimiert und in spezielle Speichertanks gepresst.

Die Wasserstoff-Gastanks bestehen aus mehreren Schichten: Eine Innenhülle besteht aus möglichst korrosionsbeständigem Metall, meist Legierungen aus Aluminium oder Edelstahl. Diese erste Schicht wird entweder von Glasfasern, Kunststofffasern oder einer Kombination aus beidem in mehreren Schichten umwickelt und jeweils mit Harzen verklebt.

Da zylindrische Speicher am besten den hohen Drücken standhalten können und somit trotz Komprimierung viel Raum benötigt wird, sind Drucktanks momentan hauptsächlich bei Bus- oder Lieferwagen-Konzepten eingebaut, wo sie zumeist auf dem Dach angebracht werden.

Die anderen Möglichkeiten sind:

Flüssigwasserstoff-Speicherung, Metallhydrid-Speicherung, Flüssige Hydride (bspw. Methanol), Graphitnanofaser-Speicherung und die Natriumborhydrid-Speicherung

Wasserstoffantriebsarten

Verbrennungsmotor

Der Wasserstoff-Verbrennungsmotor basiert grundsätzlich auf der Technik eines konventionellen 4-Takt-Ottomotors, nur mit dem generellen Unterschied, dass an Stelle von Benzin Wasserstoff verbrannt wird.

Dies funktioniert nach dem Prinzip der so genannten Knallgasreaktion von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser. Dabei wird Wasserstoff mit Sauerstoff zu einem hochexplosiven Gasgemisch vermengt, mit Hochdruck in den Zylinderraum eingespritzt und nach einem Verdichtungsvorgang durch Zugabe von Aktivierungsenergie in Form einer Zündung zur Reaktion gebracht.

Natürlich müssen an den Kraftstoffleitungen, den Dichtungen und sämtlichen anderen Teilen, die mit dem ultrakalten Treibstoff in Berührung kommen, gewisse Modifikationen vorgenommen werden, um das Fahrzeug für den Wasserstoff-Betrieb zu optimieren. Auch die Motor-Steuerlektronik muss auf die Zündeigenschaften des Treibstoffs Wasserstoff umgestellt werden.

Die Verbrennung des Gasgemisches erfolgt generell mit hohem Luftüberschuss. Die zusätzliche Luft im Brennraum nimmt Wärme auf und senkt damit die Flammentemperatur unter die kritische Grenze, oberhalb derer sich das Wasserstoff-Luft-Gemisch selbst entzünden kann. Somit werden Fehlzündungen und ein unruhiges Laufen des Motors unterbunden und gleichzeitig die Entstehung von Stickstoffoxiden bei der Verbrennung vermieden. Diese entstehen nämlich hauptsächlich bei hohen Verbrennungstemperaturen durch Oxidierung des in der Luft enthaltenen Stickstoffes.

Beim Wasserstoff-Verbrennungsmotor besteht die Möglichkeit einer so genannten bivalenten Auslegung. Das heißt, der Motor kann sowohl mit Wasserstoff als auch mit Benzin betrieben werden. Gerade für die Übergangszeit bis zum Aufbau einer flächendeckenden Wasserstoff-Infrastruktur hat der Wasserstoff-Verbrennungsmotor daher als saubere Antriebsalternative sehr gute Aussichten. Auf lange Sicht gesehen unterliegt der Verbrennungsmotor aufgrund seines geringeren Gesamtwirkungsgrad allerdings dem Brennstoffzellenantrieb.

Das Prinzip der Brennstoffzelle

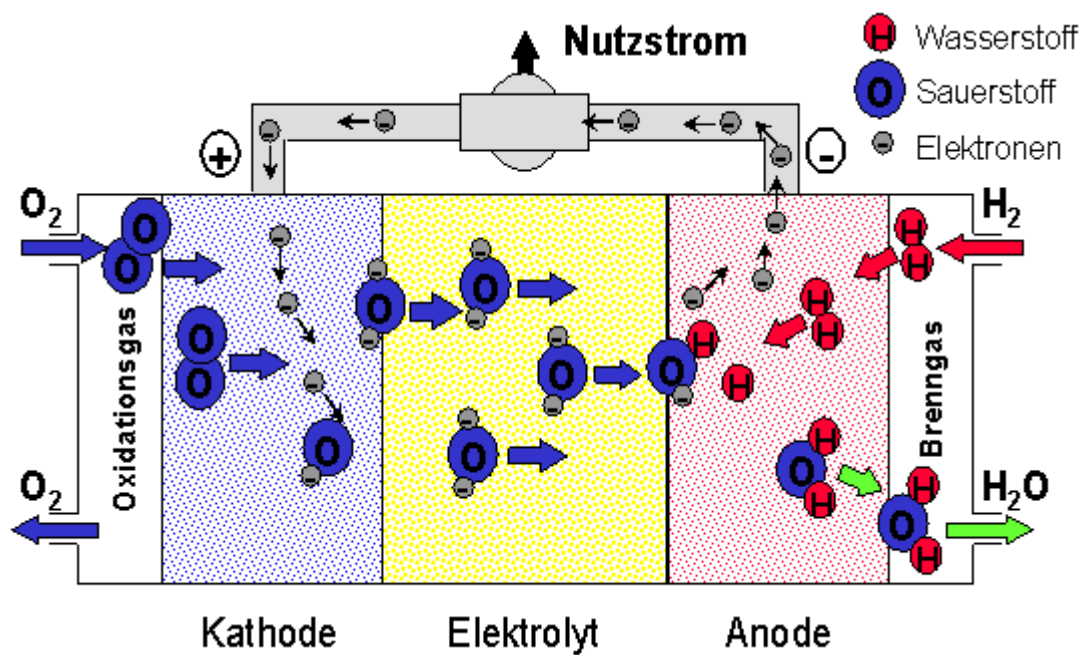
Das Funktionsprinzip einer Brennstoffzelle ist einfach und ähnelt dem einer Batterie. Während eine Batterie nach dem Aufladen nur begrenzt Energie erzeugt, kann eine kontinuierlich mit Wasserstoff versorgte Brennstoffzelle Elektrizität und Wärme auf Dauer erzeugen.

Eine Brennstoffzelle besteht aus zwei Elektroden (Anode und Kathode) in einem Elektrolyten. Zu ihrem Betrieb sind Wasserstoff und Sauerstoff erforderlich. Der Wasserstoff wird der Anode zugeführt, wo er unter dem Einfluss eines Katalysators in Wasserstoff-Ionen und Elektronen aufgespaltet wird. Die Ionen wandern durch den Elektrolyten zur Kathode, der Sauerstoff aus der Luft wird zugeführt. Die Elektronen fließen über einen externen Stromkreis ebenfalls zur Kathode und verrichten dabei elektrische Arbeit. An der Kathode bildet sich Wasser durch die Reaktion von Wasserstoff-Ionen mit Sauerstoff und Elektronen. Bei dieser Umwandlung entstehen direkt Elektrizität und Wärme, jedoch keinerlei unerwünschte Abgase. Als "Abfallprodukt" fällt nur Wasserdampf an. Der Wirkungsgrad heutiger Brennstoffzellen liegt maximal bei etwa 70-85%.

Die Vorteile der Brennstoffzelle sind also beeindruckend vielfältig:

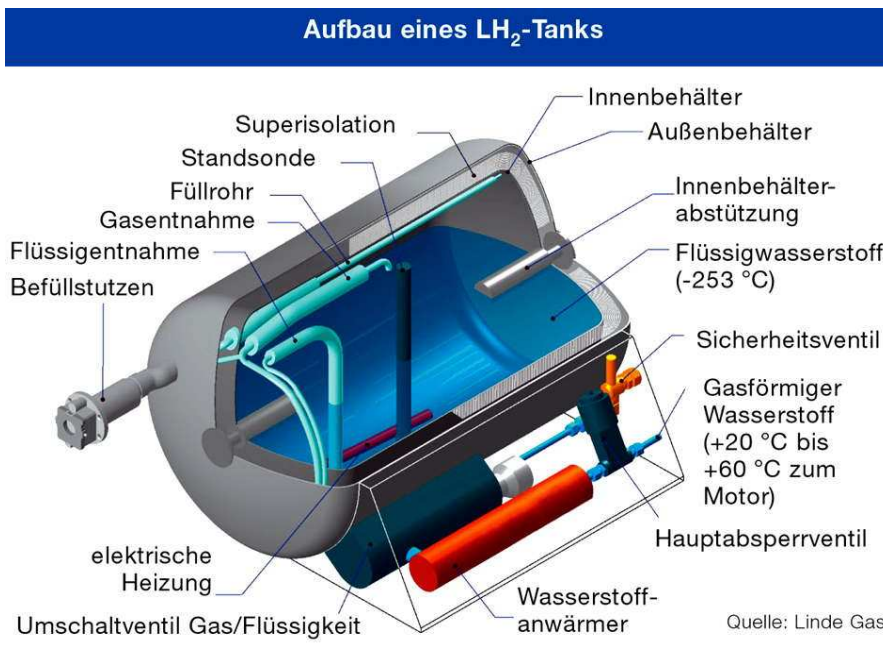
- hoher Wirkungsgrad
- geringe Schadstoffemissionen
- niedriger Lärmpegel
- geringer Wartungsaufwand
- flexibel im Einsatz und in Leistungsgröße

Brennstoffzelle



BMW 7er (E65) Hybrid-Auto





www.google.de

www.tectv.de - Film über Wasserstoff (Titel: Die Zukunft brennt)

www.wikipedia.de