

Unterrichtseinheit: Rund um den Wasserstoff

H₂ als Antriebstechnologie der Zukunft?!?

Benzin und Diesel gehören zu den klassischen Kraftstoffen, die aus Erdöl gewonnen werden. Bei der unvollständigen Verbrennung im Verbrennungsmotor entstehen hier neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) noch sogenannte Schadstoffe wie Kohlenmonoxid (CO) und verschiedene Stickstoffoxide (NO_x). Die Zusammensetzung der Abgase im Otto- und Dieselmotor unterscheiden sich geringfügig.

Das Vorkommen fossiler Energiequellen und damit auch die Möglichkeit, klassische Kraftstoffe zu nutzen, ist begrenzt. Insbesondere im Hinblick auf die Energiewende und dem damit verbundenen Vorhaben, den CO₂-Ausstoß zu verringern, gibt es alternative Kraftstoffe, die genau das ermöglichen sollen. Neben Elektroautos, die anstelle eines Kraftstofftanks eine Lithium-Ionen-Batterie beinhalten, gehören Autos mit Wasserstoff-Antrieb zu den vielversprechenden Technologien der Zukunft. Wasserstoff (H₂) hat grundsätzlich den Vorteil, dass er als Gas im vorhandenen Gasnetz gespeichert und transportiert werden kann. Außerdem wird im Gegensatz zu fossilen Energieträgern bei der Verbrennung von Wasserstoff kein CO₂ emittiert.

Autos mit Wasserstoff-Antrieb beinhalten sogenannte Brennstoffzellen, die als elektrochemische Energiewandler fungieren. Das bedeutet, hier wird durch eine elektrochemische Reaktion chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt. Diese kann das Auto für den Antrieb nutzen. Es gibt verschiedene Typen von Brennstoffzellen. Man unterscheidet hier grob zwischen Niedertemperatur- und Hochtemperatur-Brennstoffzellen. Abhängig vom verwendeten Elektrolyten, dem genutzten Kraftstoff sowie den ablaufenden Reaktionen kann man aber auch noch weiter differenzieren. Der grundlegende Aufbau und das Prinzip einer Brennstoffzelle sind allerdings immer ähnlich.

Die Größe der Brennstoffzelle ist für die Anwendung in Autos mit einer handelsüblichen Autobatterie vergleichbar. Das Herzstück stellt die sogenannte Membran-Elektroden-Einheit dar. Eine solche Einheit beinhaltet eine Membran und zwei für Gase durchlässige Elektroden mit einer Katalysatorschicht. Die äußeren Bipolarplatten steuern die Zufuhr von Wasserstoff und Sauerstoff (O₂)

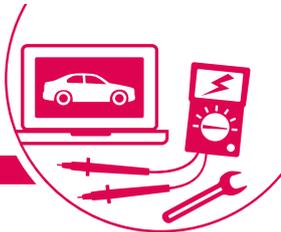
sowie die Abfuhr von Wasserdampf (H₂O_(g)). Das heißt, sie leiten die für die Reaktion notwendigen Gase in die Reaktionskammer. Sie bestehen aus Graphit (C), Graphit-Kunststoff-Mischungen oder aber aus Metall. An den Elektroden findet jeweils die Reaktion statt. Mit Hilfe der Katalysatorschicht wird diese begünstigt. Als Katalysator wird hier Platin (Pt) verwendet. Eine zusätzliche Membran verhindert die Durchmischung aller Reaktionspartner. Sie lässt nur Protonen (H⁺) hindurch. Im Falle der Niedertemperatur-Brennstoffzelle handelt es sich um eine Polymermembran. Sie werden daher auch Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen genannt.

Hochtemperatur-Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen (HT-PEMFCs) werden mit einer Temperatur von bis zu 180 - 200 °C betrieben. Durch die hohen Temperaturen resultieren einige Vorteile gegenüber einer Niedertemperatur-Brennstoffzelle. Beispielsweise steigt auch die Aktivität des Katalysators mit steigender Temperatur. Entsprechend wird also bei HT-PEMFCs eine geringere Menge des kostenintensiven Katalysatormaterials benötigt. Die HT-PEM-FCs sind außerdem weniger anfällig gegenüber kleinsten Mengen an Verunreinigungen wie Kohlenstoffmonoxid im Wasserstoffgas. Man spricht hier von verminderter Katalysatorvergiftung. Kohlenstoffmonoxid kann sich auf dem Katalysatormaterial absetzen und dadurch die Leistung negativ beeinflussen. Die Anforderungen an die Reinheit des Wasserstoffs ist damit nicht so hoch wie im Falle der Niedertemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle. Eine hohe Reinheit des Kraftstoffs ist immer mit hohen Kosten verbunden, da es gereinigt werden muss.



Abbildung 1: Wasserstoff-Technologien (Bild: Pixabay)





Aufgabe 1 ☆

Welche Gase entstehen bei der Verbrennung von Kraftstoffen, die aus Erdöl hergestellt werden?

Aufgabe 2 ☆ / ☆ ☆

Welche fossilen Energiequellen kennst du? Recherchiere im Internet, wenn nötig.

Aufgabe 3 ☆ ☆

Warum gilt die Brennstoffzelle als eine umweltfreundliche Alternative zum Verbrennungsmotor? Nenne ihre Vorteile.

Aufgabe 4 ☆

Welche weiteren Einsatzmöglichkeiten gibt es für Brennstoffzellen?

Aufgabe 5 ☆ ☆ / ☆ ☆ ☆

Welche Vorteile hat die Hochtemperatur-Brennstoffzelle im Vergleich zur Niedertemperatur-Brennstoffzelle?

Bildnachweis

<https://pixabay.com/de/illustrations/wasserstoff-transportmittel-muster-6208107/>



Zentralverband Deutsches
Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK)



Lösungen

Aufgabe 1 ☆

Welche Gase entstehen bei der Verbrennung von Kraftstoffen, die aus Erdöl hergestellt werden?

Es entstehen Kohlenstoffdioxid CO_2 , Kohlenstoffmonoxid CO und verschiedene Stickoxide NO_x .

Aufgabe 2 ☆ / ☆ ☆

Welche fossilen und erneuerbare Energiequellen kennst du? Recherchiere im Internet, wenn nötig.

Zu den fossilen Energiequellen gehören Erdöl, Erdgas, Torf, Braun- und Steinkohle. Wind- und Solarenergie, Wasserkraft, Biomasse und Erdwärme gehören hingegen zu den erneuerbaren Energiequellen.

Aufgabe 3 ☆ ☆

Warum gilt die Brennstoffzelle als eine umweltfreundliche Alternative zum Verbrennungsmotor? Nenne ihre Vorteile.

Brennstoffzellen gelten als umweltfreundliche Alternativen, da bei der Verbrennung hier nur Wasser und keine Schadstoffe wie Stickoxide oder Kohlenmonoxid emittiert werden. Außerdem kann so der Ausstoß an Kohlenstoffdioxid verringert werden. Durch diese Verringerung kann dem Klimawandel entgegengewirkt werden.

Aufgabe 4 ☆

Welche weiteren Einsatzmöglichkeiten gibt es für Brennstoffzellen?

Weitere Einsatzmöglichkeiten wären beispielsweise:

- mobile Anwendungen wie Busse, Flugzeuge, Züge oder Schiffe
- auch stationäre Anwendungen wären möglich (zum Beispiel Notstromaggregate)

Aufgabe 5 ☆ ☆ / ☆ ☆ ☆

Welche Vorteile hat die Hochtemperatur-Brennstoffzelle im Vergleich zur Niedertemperatur-Brennstoffzelle?

Hochtemperatur-Brennstoffzellen haben den Vorteil, dass durch die höhere Betriebstemperatur auch die Aktivität des Katalysators steigt. Außerdem sind sie weniger anfällig in Bezug auf Katalysatorvergiftung mit Kohlenstoffmonoxid, wodurch auch weniger reine Wasserstoffgase verwendet werden können. Das spart Kosten bei der Beschaffung von Wasserstoff als Kraftstoff.