

Themenkreis Wasserstoff

Versuch 6.17: Wasserstoff - Brennstoffzelle

Sicherheit: Schutzbrille

Entsorgung: Behälter: Säure / Laugen oder verdünnt in Ausguss

Ein sauberer, umweltfreundlicher Brennstoff zur Energieerzeugung ist Wasserstoff: Da Wasserstoff im allgemeinen in der Natur nicht wie Sauerstoff frei verfügbar ist, muss er durch Energiezufuhr zunächst erst produziert und zum Verbraucher transportiert werden. Daher erfüllt Wasserstoff eher die Funktion eines Energiespeichers als die eines Rohstoffes zur Energiegewinnung.

Reaktion in der Brennstoffzelle $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

Es ist das Ziel, die bei der Reaktion frei werdende Energie nicht in Form von Wärme zu gewinnen, wo die Elektronen bei diesem Vorgang direkt von den H_2 - Molekülen zu den O_2 - Molekülen „überspringen“. Es soll die frei werdende Energie unmittelbar in Form von elektrischer Energie gewonnen werden. Das heißt, es gilt die von den Wasserstoffmolekülen (Elektronendonatoren) übertretenden Elektronen abzufangen, in elektrischen Leitern zu bündeln, im Stromverbraucher die Arbeit verrichten zu lassen und dann den Sauerstoffmolekülen (Elektronenakzeptoren) zuzuführen, wobei als Reaktionsprodukt Wasser entsteht.

Erklärung der Brennstoffzelle

Sauerstoff und Wasserstoff werden in einem Elektrolyten (z.B. Kalilauge) zwei großen Oberflächen zugeführt. Der Kontakt mit den elektrisch leitenden großen Oberflächen ermöglicht es den beiden Gasen bzw. ihren Molekülen, Elektronen relativ leicht abzugeben bzw. aufzunehmen. Ein feiner Belag aus Edelmetall auf der Kohle wirkt katalytisch zusätzlich destabilisierend auf die O_2 - und H_2 - Moleküle. Bildlich gesprochen ist es für die Elektronen leichter, den oft weiten Umweg über Kupferkabel und den Glühdraht einer Lampe zu machen als direkt im Elektrolyten zum Reaktionspartner zu gelangen. Der Elektrolyt (z.B. KOH) hat die Funktion eines Ladungsausgleiches, in dem anstelle von Elektronen OH^- - Ionen wandern u.zw. vom Pluspol zum Minuspol.

Im Handel sind bestens optimierte Brennstoffzellen erhältlich.

Für den Selbstbau einer Brennstoffzelle, um aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas direkt elektrische Energie zu gewinnen, wird folgender Versuch vorgeschlagen:

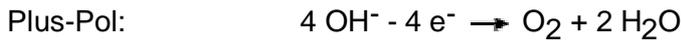
Eine Kammer wird mit einer porösen Trennwand (Pappe oder Schaumstoff) geteilt. Zwei palladierte Nickeldrahtnetze werden vollständig in 5 molare Kalilauge getaucht. Ein Elektrokleinmotor wird angeschlossen. Die eine Elektrode wird mit feinverteiltem Wasserstoff, die andere mit Sauerstoff umspült. Zum Palladinieren legt man die Nickeldrahtnetze (aufgerollt) etwa einen Tag in (leicht gelbliche) Palladium(II)-chloridlösung.

Um das Prinzip der Brennstoffzelle zu verdeutlichen, empfiehlt sich ein Modellversuch, der wenig Geräte und auch keine Gasflaschen benötigt:

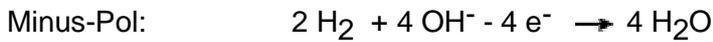
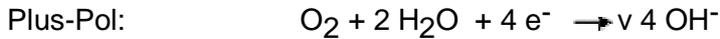
Der Wasserstoff und Sauerstoff wird durch eine Elektrolyse zuvor an den Kohleelektroden entwickelt. Die in die feinporige Kohleoberfläche eindiffundierten Gase H_2 und O_2 reichen zur Demonstration aus. Als Elektrolyt dient Kalilauge.

Themenkreis Wasserstoff

Elektrodenreaktionen bei der Elektrolyse:



Elektrodenreaktionen bei der Stromerzeugung:



Eine erhebliche Verbesserung der Ergebnisse erreicht man noch, wenn man die Kohlelektroden vorher palladiert bzw. versilbert. Die Kohlelektrode, die als Minus-Pol fungieren soll (Wasserstoffelektrode), wird in 0,5 %iger Palladiumchlorid bei 2-3 Volt etwa ½ Stunde elektrolysiert gespült und getrocknet. Die als Sauerstoffelektrode (Plus - Pol) vorgesehene Kohle wird analog etwa 10 Minuten in 2 %iger Silbernitratlösung versilbert. Die so vorbereiteten Elektroden können öfters wieder verwendet werden, dürfen aber nur zu diesem Zweck verwendet werden. Wenn sie längere Zeit trocken stehen, müssen sie neu palladiert bzw. neu versilbert werden.

- ⊕ Bereite ein Becherglas, zwei (ggf. versilberte und palladierte) Kohlelektroden, Stromversorgung, Kabel und Motor, Glühlampe und ein Messgerät wie abgebildet vor.
- ⊕ Gib 3-6 molare Kalilauge in das Becherglas und achte darauf, dass sich die Elektroden nicht berühren z.B. mit einem eingestellten Glasstab.
- ⊕ Elektrolysiere 1 - 2 Minuten mit etwa 4,5 Volt =.
Achte auf richtige Elektrodenwahl, falls diese vorbehandelt sind!
- ⊕ Miss nun die Spannung zwischen den Kohlelektroden und schliesse Strom verbrauchende Geräte an:
 - ein Spannungsmesser
 - einen Elektro-Kleinmotor
 - ein Glühlämpchen.
- ⊕ Protokolliere deine Beobachtungen!

