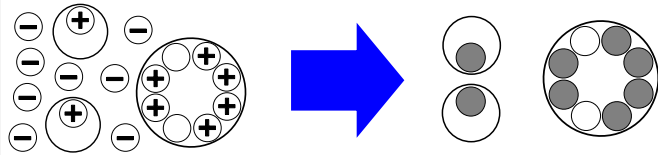


# Modellspiel Brennstoffzelle

DemoEx GmbH Demonstrationsexperimente  
 Sonnhaldenstr. 26 CH-6030 Ebikon  
 Tel. +41 (0)91/ 752 33 30

1

Was du mit dem Material machen kannst



Sechs Elektronen (Minuszeichen nach unten!) auf die Pluszeichen der grossen Scheibe legen, und in gleicher Weise je ein Elektron auf die Pluszeichen der zwei kleineren Scheiben. Sie haften dort magnetisch. So entstehen ein O-Atom und zwei H-Atome.

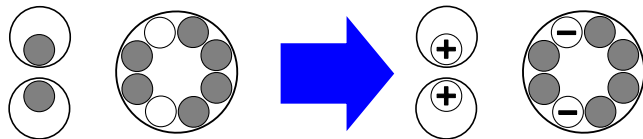
**Atome bilden**

(A1 im Schema)

Was das „elektrochemisch“ bedeutet

Pluszeichen stellen die elektrisch positiven Ladungen im „Rumpf“ dar (Rumpf = Atom ohne die Elektronen der äussersten Schale): 6 beim Sauerstoffatom (O-Atom), 1 beim Wasserstoffatom (H-Atom). Im vollständigen Atom werden die positiven Ladungen durch ebenso viele negativ geladene Elektronen ausgeglichen. Rumpfladungen und Elektronen ziehen sich an, nach aussen ist das Atom elektrisch neutral.

2



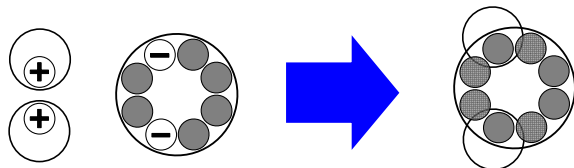
Die Elektronen von den beiden H-Atomen ablösen (dabei werden dort Pluszeichen sichtbar), umdrehen (Minuszeichen wird sichtbar) und in die Halterungen auf dem O-Atom stecken.

**Elektronen übertragen**

(A1-A2-A3 im Schema)

Das O-Atom möchte noch zwei zusätzliche Elektronen, damit seine äusserste Elektronenschale so vollständig und symmetrisch ist wie bei den Edelgasen (sogenannte Oktettregel: Tendenz zur Acht-Elektronen-Schale aus vier „Zwei-Elektronen-Wolken“). Wenn es auf H-Atome trifft, entreisst es ihnen daher ihre Elektronen. Das O-Atom hat nun zwar eine „strukturell“ vollständige Schale, dafür einen negativen Ladungsüberschuss. Es entsteht ein  $O^{2-}$ -Ion. Auf der anderen Seite entstehen zwei  $H^+$ -Ionen.

3



Die H-Ionen umkehren und auf die O-Ionen legen, sodass Plus- und Minuszeichen sich gegenseitig zudecken. Die Ionen haften nun magnetisch aneinander.

**Wasser bilden**

(A3-A4-A5 im Schema)

O-Ionen und H-Ionen ziehen sich wegen ihrer entgegengesetzten elektrischen Ladungen an. Sie verbinden sich zum Wassermolekül ( $H_2O$ ).

Explosive Knallgasreaktion

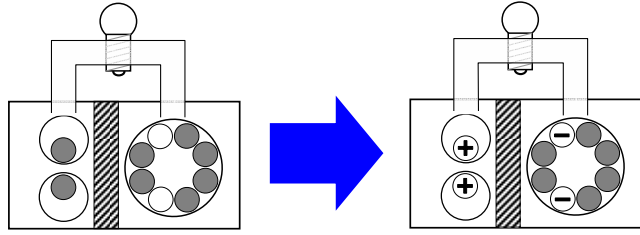
4

vgl. 1

**Atome bilden**

vgl. 1

5



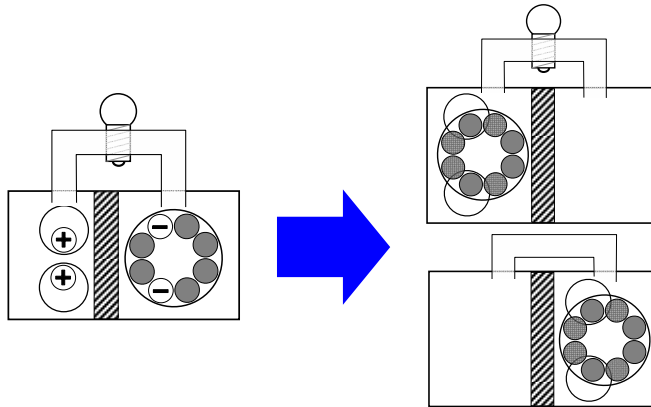
*H-Atome durch den Stab (= Trennschicht) vom O-Atom trennen. Die beiden Seiten durch u-förmigen Leiter miteinander verbinden. Dann Elektronen entlang dieses elektrischen Leiters vom Wasserstoff auf den Sauerstoff hinüberschieben (anstatt auf direktem Weg wie bei 2).*

**Elektronen übertragen**

(B1-B2-B3 im Schema)

In der Brennstoffzelle verhindert eine Trennschicht die direkte Berührung von Wasserstoff und Sauerstoff und damit auch das direkte Überspringen der Elektronen. Der Sauerstoff reisst die Wasserstoffelektronen via den Umweg über den elektrischen Leiter an sich, wie durch einen Staubsaugerschlauch. So entsteht im Leiter ein elektrischer (=Elektronen-)Strom.

6



*H-Ionen mit dem O-Ion verbinden (wie bei 3). Dabei wird der Wasserstoff zum Sauerstoff gebracht, wenn der Stab mit der H<sup>+</sup>-Seite nach oben liegt, oder umgekehrt der Sauerstoff zum Wasserstoff, wenn der Stab mit der O<sup>2-</sup>-Seite nach oben liegt.*

**Wasser bilden**

(B3-B4-B5 im Schema)

Anziehung und Verbindung wie bei 3. Beim PEMFC-Typ lässt die Trennschicht nur die H-Ionen durch, beim SOFC-Typ nur die O-Ionen. Das Wasser entsteht also je nach Brennstoffzellentyp auf der Sauerstoffseite (PEMFC) oder auf der Wasserstoffseite (SOFC).

7

*Die beiden „zusätzlichen“ Elektronen aus Halterung lösen und dem Wasserstoff (zurück-)geben.*

**Elektrolyse**

Umgekehrte Elektronenübertragung (vom Sauerstoff zum Wasserstoff) mit Hilfe äusserer Stromquelle.

**Brennstoffzelle**