

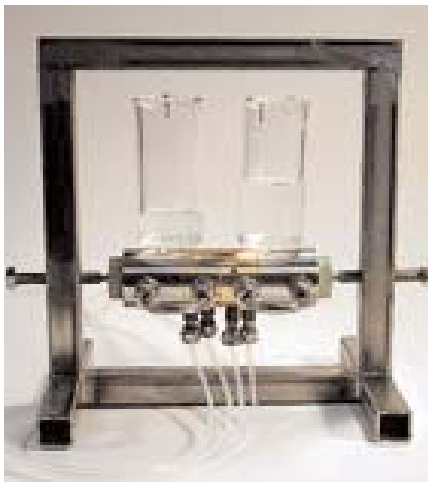
Neue Membranen für bessere Brennstoffzellen

AUFGABEN

- ❶ Stellen Sie die Eigenschaften und Funktionsprinzipien herkömmlicher und neu entwickelter Membranen in einer Tabelle gegenüber!
- ❷ Begründen Sie, warum Forscher die neuen Protonen-Transport-Mechanismen mit einer Feuerlöschkette vergleichen, bei der die Wassereimer von einem Helfer zum nächsten gereicht werden!
- ❸ Welche Verwendungsmöglichkeiten könnte es für Brennstoffzellen außerhalb der Automobilbranche geben?

A1: AUF DEM WEG ZUR „TRAUM-MEMBRAN“

Materialforscher entwickeln seit einiger Zeit neue Membranen, die Brennstoffzellen robuster und noch leistungsfähiger machen. An ihre „Traum-Membran“ stellen sie dabei hohe Ansprüche: Sie muss hauchdünn sein und darf lediglich Wasserstoff-Ionen, also Protonen, passieren lassen. Genau dieser Protonentransport aber bereitet den Wissenschaftlern Kopfzerbrechen. In den meisten bisher verfügbaren Membranen wandern die Protonen nämlich durch winzige Kanäle, die auch Wassermoleküle enthalten. Da sich die positiv geladenen Wasserstoff-Ionen an Wassermoleküle anlagern (Wasserstoffbrückenbindung), können sie sich von einem Molekül zum nächsten hangeln und auf diese Weise die Membran durchqueren. Dabei schleppen sie aber auch einzelne Wassermoleküle mit, denn diese lassen sich prinzipiell nicht in der Membran fixieren – und über kurz oder lang trocknet die Membran aus. Der H^+ -Transport bricht ab und die Brennstoffzelle liefert keinen Strom mehr.



(Bild: „Neue Membranmaterialien werden in kleinen Test-Brennstoffzellen getestet“ / MPG)

A2: NEUE PROTONEN-TRANSPORTER DURCH DIE MEMBRAN

Zurzeit können Ingenieure das nur mit großem technischem Aufwand verhindern. Sie handeln sich damit aber gleichzeitig an anderer Stelle Nachteile ein. Außerdem gibt es bei wasserhaltigen Membranen noch ein weiteres Problem: Da Wasser bei 100 Grad Celsius siedet, darf die Betriebstemperatur der Brennstoffzellen höchstens 80 bis 90 Grad betragen. Es gibt jedoch viele Gründe, warum die Wissenschaftler Membran-Brennstoffzellen gerne bei höheren Temperaturen betreiben würden – unter anderem, weil die Abfuhr der Verlustwärme der Zellen dann einfacher wäre. Ziel der Forscher ist es deshalb, wasserfreie Membranen zu entwickeln, die bei 150 bis 200 Grad Celsius arbeiten. Also suchen sie nach ganz neuen Protonen-Transport-Mechanismen. Statt sich von Wassermolekül zu Wassermolekül zu hangeln, sollen die Wasserstoff-Ionen entlang von Molekülen wandern, die fest an die Membran gebunden sind. Denn so besteht keine Gefahr, dass sie ihre „Trägermoleküle“ mitreißen. Die Forscher synthetisieren hierfür verschiedene Kunststoffe, die so genannte Heterozyklen enthalten. Das sind ringförmige Kohlenstoffverbindungen, die neben Kohlenstoff auch über andere Atome – in diesem Fall Stickstoff – verfügen. Die Protonen wandern nun von einem Heterozyklus zum nächsten.

In zahlreichen Versuchen haben die Forscher verschiedene Kunststoffverbindungen mit unterschiedlich gebundenen Heterozyklen getestet. Sie bauten kleine Test-Brennstoffzellen auf und kontrollierten damit Leitfähigkeit und Stabilität der neuen Membran-Materialien. Dazu wird die durchsichtige Kunststoffmembran zwischen zwei mit Katalysatoren beschichtete Elektroden gespannt. Durch die Metallzylinder werden Wasserstoff und Sauerstoff zugeführt. Die Wissenschaftler haben inzwischen ein System entwickelt, das bei 200 Grad Celsius hinreichende Leitfähigkeit zeigt. Das neue Polymer ist aber noch nicht stabil genug: Auf der Sauerstoffseite wird der Kunststoff langsam zerstört.

Die Forscher wollen jetzt herausfinden, warum dies geschieht und wie man diesen Abbau der Membran verhindern kann. Sobald diese Probleme gelöst sind, sollen weitere Praxistests mit größeren Brennstoffzell-Modulen folgen.