

# Gehört dem Wasserstoff die Zukunft?

Bei der Suche nach neuen Energiequellen setzen Bremer Produktionstechniker auf verbesserte Brennstoffzellen

Von unserem Redakteur  
Jürgen Wendler

**BREMEN.** Dass fossile Energieträger wie Erdöl oder Kohle in absehbarer Zeit verbraucht sein werden, steht fest. Als ein Hoffnungsträger bei der Suche nach Alternativen gelten Brennstoffzellen, in denen mit Hilfe von Wasserstoff elektrische Energie erzeugt wird. Produktionstechniker der Universität Bremen arbeiten daran, das Verfahren zu perfektionieren.

Wasserstoff steht zwar grundsätzlich in unbegrenzten Mengen zur Verfügung, muss aber bislang mit aufwendigen Methoden aus chemischen Verbindungen herausgelöst werden. Auf der Erde kommt das Element Wasserstoff (H) in Verbindung mit Sauerstoff (O) in Wassermolekülen (H<sub>2</sub>O) oder auch zusammen mit Kohlenstoff (C) im Treibhausgas Methan (CH<sub>4</sub>) vor. Um möglichst reinen Wasserstoff zu gewinnen, ist ein erheblicher Energieaufwand nötig. Mit anderen Worten: Es werden herkömmliche Energieträger verbraucht.

Hinzu kommt das Problem der Speicherung. Wasserstoff hat eine vergleichsweise geringe Energiedichte, das heißt: Will man die gleiche Energiemenge speichern, die beispielsweise Autobenzin liefert, benötigt man entweder einen sehr viel größeren Tank oder muss das Gas zusammenpressen, also unter hohem Druck verdichten. Das aber erfordert ebenfalls Energie. Gleiches gilt für die Alternative, Wasserstoff zu verflüssigen und bei tiefen Temperaturen zu lagern.

Außer Frage steht jedoch, dass Wasserstoff grundsätzlich ein idealer Brennstoff ist. Er ist nicht nur unerschöpflich, sondern kann zudem überall gewonnen werden. Darüber hinaus entstehen in Wasserstoff-Brennstoffzellen außer elektrischem Strom als Nebenprodukte nur Wärme und Wasser. Stoffe, die die Umwelt schädigen könnten, werden nicht freigesetzt.

## Elektrischer Strom aus Wasserstoff

Brennstoffzellen sind relativ kleine Geräte, die äußerlich an Batterien erinnern, anders als diese aber in der Lage sind, laufend zugeführten Brennstoff in elektrische Energie zu verwandeln. Der Wasserstoff wird in einer solchen Zelle durch eine spezielle Schicht, einen sogenannten Elektrokatalysator, geleitet. Dabei werden die negativ geladenen Elektronen aus der Hülle der Wasserstoffatome genutzt, um Strom zu erzeugen. Die positiv geladenen Protonen des Atomkerns gelangen hingegen durch eine elektrisch nicht leitfähige Membran in einen Bereich, in dem sie sich mit Sauerstoff zu Wasser verbinden.

Wie die Chemikerin Dr. Michaela Wilhelm von der Universität Bremen erläutert, besteht ein Problem der vielfach verwendeten Brennstoffzellen auf Polymer- beziehungsweise Kunststoffbasis darin, dass sie



Die Chemikerin Dr. Michaela Wilhelm mit ihrem Forschungsgegenstand, den für Brennstoffzellen verwendeten metallhaltigen Polysiloxanen. Links ist der Werkstoff in der wärmebehandelten Form zu sehen, in der er für die Elektrokatalysatoren genutzt werden soll. FOTO: JOCHEN STOSS

noch nicht dauerhaft bei höheren Temperaturen von über hundert Grad Celsius betrieben werden können. Dies schränke ihren Wirkungsgrad ein, das heißt die Fähigkeit, die Energie auszunutzen. Die Wissenschaftlerin forscht deshalb an neuartigen Materialien für die Katalysatoren und Membranen. Ziel ist es, eine höhere Betriebstemperatur zu ermöglichen und die Protonenleitfähigkeit der Membran zu verbessern.

Als Werkstoff dienen Polysiloxane, aus unterschiedlichen Molekülen gebildete chemische Verbindungen. Nach den Worten von Michaela Wilhelm vereinen Polysiloxane in sich die positiven Eigenschaften von Kunststoffen und Keramik. Unter Letzterer verstehen Wissenschaftler und Techniker nicht etwa im klassischen Sinne aus Tonmasse gefertigte Erzeugnisse, sondern chemische Verbindungen aus mindestens zwei Elementen, bei denen Atome und Moleküle regelmäßig angeordnet und deshalb besonders fest gebunden sind. Polysiloxane sind ebenso wie Keramik in der Lage, hohe Temperaturen auszuhalten und chemisch beständig zu bleiben. Andererseits sind sie wie Kunststoffe flexibel und formbar. Darüber hinaus bieten sie die Möglichkeit, an-

dere Atomgruppen einzubauen, mit denen sich ihre Protonenleitfähigkeit beeinflussen lässt.

Wie der Ingenieur Dr. Dietmar Koch betont, gehen die Pläne der Wissenschaftler aus der Abteilung „Keramische Werkstoffe und Bauteile“ im Fachbereich Produktionstechnik aber noch weiter. Sie möchten den für Brennstoffzellen benötigten Wasserstoff direkt am Gerät erzeugen, und zwar mit Hilfe von Bakterien.

## Bakterien in Keramik eingebaut

Die Produktionstechniker um den Professor Dr. Georg Grathwohl haben ein Verfahren zur Keramikherstellung entwickelt, das sie als Gefriergelieren bezeichnen. Dabei wird Keramikpulver mit winzigen Teilchen in der Größenordnung von Nanometern, das heißt millionstel Millimetern, vermischt. Diese Nanoteilchen gewährleisten beim Auflösen des Pulvers im Wasser eine gleichmäßige Verteilung des Materials. Anschließend wird das Ganze eingefroren. Dabei verbinden sich die winzigen Teilchen untereinander sowie mit den größeren Keramikteilchen und sorgen dafür, dass auch ohne Erhitzen eine feste Keramik entsteht. Laut Koch

können Bakterien, die das Erhitzen nicht überleben würden, auf diese Weise bereits bei der Herstellung der Keramik eingebaut und in dem porösen Material fixiert werden.

Weil sich die Bakterien nicht frei bewegen können, verändert sich nach seinen Worten ihr Stoffwechsel: Sie produzieren vor allem Wasserstoff. Als Nährstoff diene ihnen Zucker, der mit Wasser durch die poröse Keramik gespült werde. Werde der Zustrom gestoppt, bildeten die Bakterien Sporen. Damit sei die Möglichkeit gegeben, diese Wasserstoff-Produzenten bei Bedarf wieder zu aktivieren. Wie Koch und seine Kollegen erklären, entfällt dadurch die Speicherung von Wasserstoff. Um diesen zu gewinnen, sei nur Zucker nötig; andere Energieträger erübrigten sich. Ein Behälter mit der Keramik und den Bakterien könne direkt an der Brennstoffzelle platziert werden.

Was so genial einfach klingt, wird allerdings nach Aussage der Experten bis zur praktischen Anwendung noch sehr viel Arbeit erfordern. Zwar besäßen sie bereits mehrere Patente für ihre technischen Lösungen, aber es gelte, das Verfahren weiter zu verfeinern, um die gewünschte Leistungsfähigkeit zu erreichen.