

**Press release****Paul Scherrer Institut (PSI)****Dagmar Baroke**

09/23/2015

<http://idw-online.de/en/news638102>Research results, Scientific Publications  
Chemistry, Energy, Environment / ecology, Materials sciences  
transregional, national**Wasserkanäle machen Brennstoffzellen effizienter**

**Forschende des Paul Scherrer Instituts PSI haben im Labor ein Beschichtungsverfahren entwickelt, das die Effizienz von Brennstoffzellen erhöhen könnte. Das für die Massenproduktion geeignete Verfahren haben die PSI-Wissenschaftler bereits zum Patent angemeldet.**

Forschende des Paul Scherrer Instituts PSI haben im Labor ein Beschichtungsverfahren entwickelt, das die Effizienz von Brennstoffzellen erhöhen könnte. Brennstoffzellen erzeugen aus den Gasen Wasserstoff und Sauerstoff elektrischen Strom. Die Gase werden von aussen an die Elektrode der Zelle zugeführt. Ihnen kommt auf ihrem Weg aber flüssiges Wasser in die Quere, das in der Brennstoffzelle dauernd produziert wird und nach aussen fließen soll. Bei zu viel angesammeltem Wasser fließen die Gase langsamer und die Stromproduktion gerät ins Stocken. „Unsere neuartige Beschichtung sorgt dafür, dass flüssiges Wasser und Gase auf getrennten Wegen durch die porösen Materialien in den Brennstoffzellen fließen. Das verbessert die Leistung und die Stabilität im Betrieb der Brennstoffzellen“, sagt der Leiter der Studie Pierre Boillat vom Labor für Elektrochemie am PSI.

Brennstoffzellen wandeln die in den Gasen enthaltene Energie effizient in Elektrizität um. Der produzierte Strom kann zum Beispiel ein Elektroauto antreiben.

Als einziges chemisches Produkt der in Brennstoffzellen ablaufenden Reaktionen entsteht Wasser. Im „Abgas“ eines Brennstoffzellenautos ist also nur harmloser Wasserdampf enthalten.

Seit 2013 sind serienreife Brennstoffzellenautos erhältlich. Weltweit arbeiten Forschende aber weiterhin daran, die Effizienz von Brennstoffzellensystemen zu erhöhen bzw. deren Kosten zu senken.

**Wasser hemmt die Stromproduktion**

Ein wichtiges Thema dabei ist das Abführen flüssigen Wassers aus Teilen der Brennstoffzellen, in denen es unerwünscht ist, weil es den Durchfluss der Gase stört. Wasser sammelt sich beispielsweise in den Poren der sogenannten Gasdiffusionsschicht, einer in der Regel aus Kohlefasern bestehenden Schicht, die unter anderem die Zufuhr und Feinverteilung der Gase Wasserstoff und Sauerstoff an die Elektroden der Zelle sicherstellt. Das in der Gasdiffusionsschicht angesammelte Wasser behindert den Durchfluss der Gase und hemmt dadurch die Stromproduktion.

In kommerziell erhältlichen Brennstoffzellen sind die Kohlefasern der Gasdiffusionssicht in der Regel gleichmässig mit einem wasserabweisenden Kunststoff beschichtet, der den Abfluss des Wassers erleichtern soll. Das Wasser verteilt sich hier willkürlich im Material, und die für den Gasfluss frei bleibenden Poren bilden gewundene Pfade. Die Gase gelangen deshalb nur langsam an die Elektroden, was die Leistung der Brennstoffzellen reduziert.

**Verfahren eignet sich für Massenproduktion**

Die neue Lösung aus dem PSI behebt das Problem, indem es getrennte „Abflusskanäle“ schafft, in denen sich praktisch alles Wasser konzentriert. In den restlichen, trockenen Kanälen können die Gase dann schneller fließen.

Die PSI-Forschenden haben schon aus früheren Versuchen gewusst, dass es nicht nur auf die Menge, sondern auch auf die Verteilung des Wassers in der Diffusionsschicht ankommt. „Wir haben nun diese Idee zum ersten Mal in ein Verfahren umgesetzt, das sich für die Massenproduktion eignet“, erklärt PSI-Doktorand Antoni Forner-Cuenca, der die Versuche im Labor durchführte.

Das Konzept der PSI-Forscher besteht darin, die ursprüngliche, wasserabweisende Kunststoffbeschichtung entlang gerader Wege wasseranziehend zu machen. Das Wasser wird in diese Kanäle regelrecht eingesaugt, während die restlichen Bereiche der Gasdiffusionsschicht praktisch trocken bleiben. Das Verfahren haben die PSI-Wissenschaftler bereits zum Patent angemeldet.

#### Elektronenstrahl und wasseranziehende Moleküle

Um die Wasserkanäle herzustellen, haben die Forschenden in die Struktur des ursprünglichen Kunststoffs wasseranziehende Moleküle eingebracht. Zuvor mussten sie den Kunststoff mit einem Elektronenstrahl aufbereiten, sodass er die anhängenden Moleküle binden konnte.

Der Elektronenstrahl wird hierbei durch ein Metallgitter geführt, sodass zwei unterschiedliche Bereiche geschaffen werden: Dort, wo der Strahl durch das Gitter geht, kann die ursprüngliche Beschichtung später so verändert werden, dass wasseranziehende Kanäle entstehen. Dort wo der Strahl nicht das Gitter passiert, bleibt der ursprüngliche Kunststoff wasserabweisend.

Im vom Elektronenstrahl veränderten Bereich reagiert die Kunststoffbeschichtung dann chemisch mit speziellen Molekülen und wird dadurch wasseranziehend gemacht – es werden Kanäle geschaffen, die das in den Brennstoffzellen produzierte Wasser effizient hinaus transportieren.

Das am PSI entwickelte Verfahren des Anhängens funktioneller Moleküle mit Hilfe eines Elektronenstrahls bezeichnen die Forschenden als Strahlenpfropfen. Es ähnelt nämlich dem in der Gärtnerei üblichen Pfropfen wertvoller Pflanzen auf einen fremden, robusten Stamm. In diesem Fall geben die wasseranziehenden Moleküle dem Basiskunststoff die erwünschten, wasseranziehenden Eigenschaften.

Die Wissenschaftler konnten zeigen, dass die von ihnen geschaffenen Kanäle tatsächlich fast alles Wasser in sich saugen. Die anderen Bereiche bleiben hingegen praktisch trocken. Den Beweis lieferten Bilder der Gasdiffusionsschicht, die die Wissenschaftler mit Hilfe von Neutronen aus der Strahllinie ICON der Spallationsneutronenquelle SINQ des PSI erstellten.

\*Diese Arbeit wurde vom Schweizerischen Nationalfonds SNF finanziell unterstützt (Projektnummer: 143432).

Text: Paul Scherrer Institut/Leonid Leiva

#### Über das PSI

Das Paul Scherrer Institut PSI entwickelt, baut und betreibt grosse und komplexe Forschungsanlagen und stellt sie der nationalen und internationalen Forschungsgemeinde zur Verfügung. Eigene Forschungsschwerpunkte sind Materie und Material, Energie und Umwelt sowie Mensch und Gesundheit. Die Ausbildung von jungen Menschen ist ein zentrales Anliegen des PSI. Deshalb sind etwa ein Viertel unserer Mitarbeitenden Postdoktorierende, Doktorierende oder Lernende. Insgesamt beschäftigt das PSI 1900 Mitarbeitende, das damit das grösste Forschungsinstitut der Schweiz ist.

Das Jahresbudget beträgt rund CHF 380 Mio.

Ein Kurzvideo kann unter <http://psi.ch/F1cV> angeschaut werden

Kontakt/Ansprechpartner

Dr. Pierre Boillat [Französisch, Englisch, Deutsch]

Projektleiter Neutronenradiografie

Labor für Elektrochemie

Paul Scherrer Institut

Telefon: +41 56 310 2743

E-Mail: [pierre.boillat@psi.ch](mailto:pierre.boillat@psi.ch)

Originalveröffentlichung

Engineered Water Highways in Fuel Cells: Radiation Grafting of Gas Diffusion Layers

Antonio Forner-Cuenca, Johannes Biesdorf, Lorenz Gubler, Per Magnus Kristiansen, Thomas Justus Schmidt, Pierre Boillat

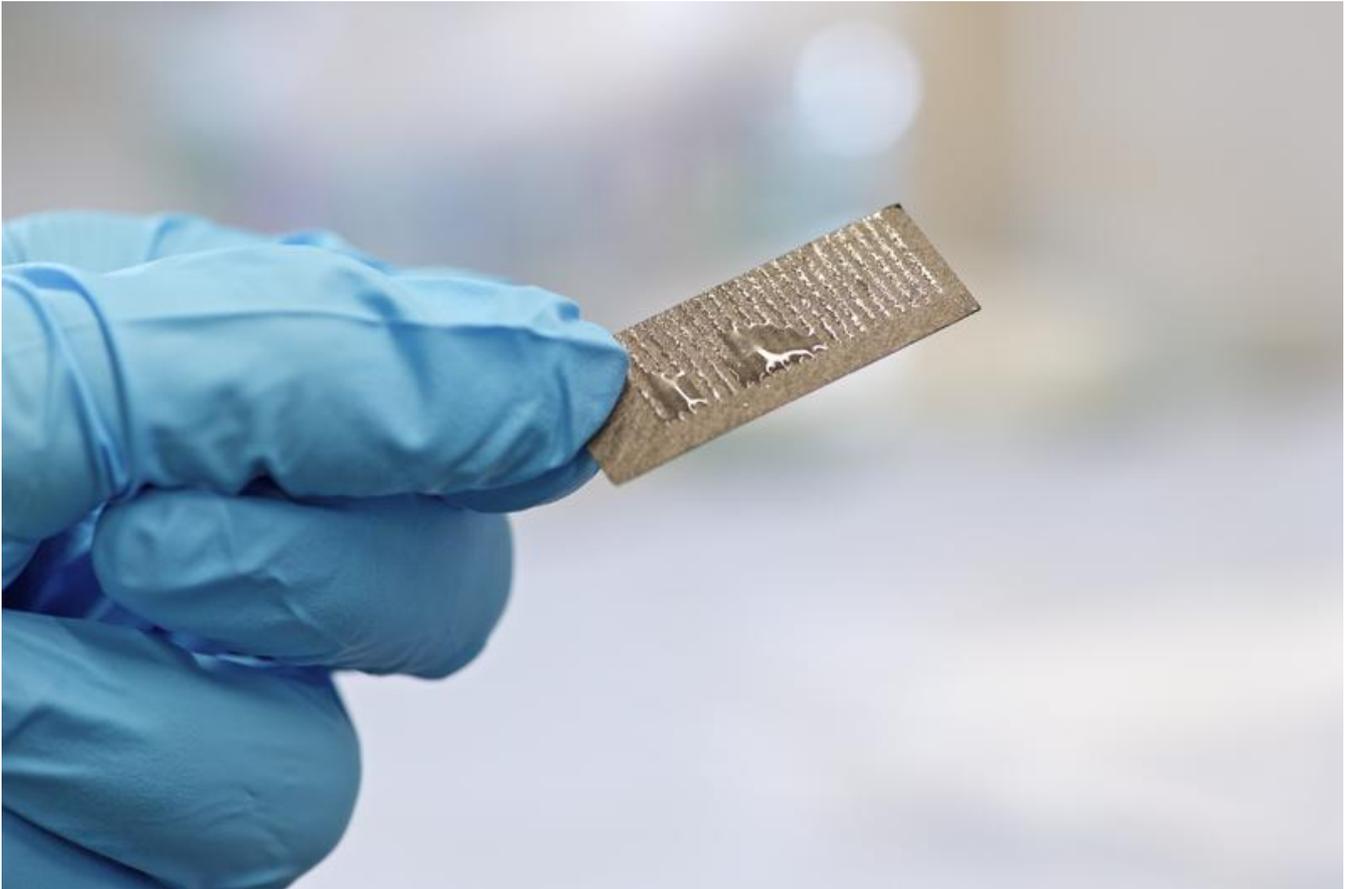
Advanced Materials, 23. September 2015

DOI: [10.1002/adma.201503557](https://doi.org/10.1002/adma.201503557)

URL for press release: <http://www.psi.ch/lec/electrochemical-energy-conversion>



Die PSI-Forscher Antoni Forner-Cuenca (links) und Pierre Boillat im Labor, in dem sie Teile des neuen Beschichtungsverfahrens untersuchten.  
Paul Scherrer Institut/Markus Fischer



Dieses sogenannte Kohlenstoffpapier wurde entlang bestimmter Kanäle (helle Linien) wasseranziehend gemacht. Dadurch liegt das Wasser nicht mehr den Gasen im Weg und diese fließen schneller durch.  
Paul Scherrer Institut/Markus Fischer