

**Zeitschrift:** Energieia : Newsletter des Bundesamtes für Energie  
**Herausgeber:** Bundesamt für Energie  
**Band:** - (2009)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Wasserstoff aus Sonnenenergie : erstrangige Schweizer Forschung  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-639880>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



## Wasserstoff aus Sonnenergie: Erstrangige Schweizer Forschung

### INTERNET

Energieforschung des Bundesamtes für Energie (BFE):

[www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)

PECHouse, Kompetenzzentrum der EPFL:

<http://pechouse.epfl.ch>

Energy Center, EPFL:

<http://energycenter.epfl.ch>

Laboratoire de Photonique et Interfaces, EPFL:

<http://lpi.epfl.ch>

NanoPEC, europäisches Projekt des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms:

<http://nanopec.epfl.ch>

Obwohl die Verwendung von Wasserstoff als Energieträger äusserst viel versprechend ist, muss noch viel Forschungsarbeit in dessen Herstellung gesteckt werden. Mit der Unterstützung des Bundesamtes für Energie wurde 2007 das Kompetenzzentrum PECHouse gegründet. Dessen Ziel ist die Entwicklung photoelektrochemischer Zellen, welche die Sonnenenergie direkt – ohne den Umweg über Strom – in Wasserstoff umwandeln können. Die ersten Ergebnisse lassen aufhorchen.

«Das kleine Pfefferkorn sieht für gering nicht an, versuch es nur und sieh, wie scharf es beißen kann!» Für den Wasserstoff gilt das gleiche wie für das Pfefferkorn in diesem arabischen Sprichwort: Obwohl es sich um das kleinste chemische Element im Universum handelt, gilt Wasserstoff als eine der zukunftsträchtigsten Energien und stösst in weiten Kreisen auf reges Interesse. In seiner dimerisierten Form, dem molekularen Wasserstoff  $H_2$ , enthält er in der Tat dreimal mehr Energie je Masseneinheit als die fossilen Brennstoffe. Vor allem aber ist er sehr weit verbreitet: Schätzungsweise 90 Prozent der Atome des Universums sind Wasserstoffatome.

Das Haupthindernis für eine breite Verwendung von Wasserstoff besteht darin, dass dieser in der Erdatmosphäre in Molekül- oder Gasform praktisch nicht vorhanden ist. Seine Konzentration beträgt weniger als ein Teil pro Million und ist im Wesentlichen auf die Dissoziation des Wassers durch die Ultraviolettstrahlung der Sonne zurückzuführen. Wasserstoff ist hauptsächlich in Verbindung mit Sauerstoff im Wasser vorhanden, oder in Verbindung mit Kohlenstoff in organischen Materialien wie Pflanzen, Naturgas, Erdöl oder Kohle. «Daher wird Wasserstoff als Energieträger, und nicht als Energiequelle bezeichnet», erklärt Stefan Oberholzer, Verantwortlicher der Forschungsstelle für Wasserstoff beim Bundesamt für Energie (BFE). «Zuerst muss Energie verbraucht werden, um Wasserstoff in Molekülform aus Wasser oder einer organischen

Materie herzustellen. Erst in einem zweiten Schritt kann diese Energie dann verwendet werden. In diesem Sinne ist Wasserstoff mit Elektrizität vergleichbar.»

### Keine vorherige Stromerzeugung erforderlich

«Es sind noch gewaltige Forschungsarbeiten erforderlich, sowohl bei der Produktion als auch bei der Speicherung», führt der Spezialist des BFE weiter aus. Die weltweite Jahresproduktion von Wasserstoff beläuft sich zurzeit auf rund 68 Millionen Tonnen, was etwa vier Prozent der jährlichen weltweiten Erdölproduktion entspricht. Drei Viertel dieser Produktion basiert auf Erdgas, der Rest beinahe ausschliesslich auf Erdöl, und nur ein Prozent stammt aus der Elektrolyse von Wasser, für die Elektrizität benötigt wird. Damit Wasserstoff jedoch wirklich eine Zukunft hat und man dessen Vorteile voll nutzen kann – bei seiner Verbrennung entsteht nur Wasser und es wird kein  $CO_2$  freigesetzt – müsste er aber auch sauber produziert werden können.

Zu diesem Zweck wurde im September 2007 mit Unterstützung des BFE das Kompetenzzentrum PECHouse gegründet, das vom Energy Center an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne (EPFL) koordiniert wird. Das Ziel dieses Zentrums besteht darin, auf internationaler Ebene Forschung im Bereich der halbleiterbasierten photoelektrochemischen Zellen (PEC) zu betreiben. Diese Zellen sind fähig, unter Verwendung

der Sonnenenergie, der am weitesten verbreiteten erneuerbaren Energie, Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufzuspalten. Während die klassische Variante der Herstellung von Wasserstoff aus Sonnenenergie aus zwei Etappen besteht – zuerst wird die für die Elektrolyse des Wassers benötigte Elektrizität produziert – kommen die PEC mit nur einer Etappe aus. «Der Vorteil der photoelektrochemischen Zellen besteht darin, dass sie eine Lösung präsentieren, welche diese beiden Schritte zusammenfasst. Die Zwischentappe, die in der Produktion von Elektrizität besteht, entfällt, und das System wird effizienter», erklärt Michael Grätzel, Professor und wissenschaftlicher Direktor des Kompetenzzentrums PECHouse und Direktor des Laboratory of Photonic and Interfaces an der EPFL.

«DER VORTEIL DER PHOTOELEKTROCHEMISCHEN ZELLEN BESTEHT DARIN, DASS SIE EINE LÖSUNG PRÄSENTIEREN, WELCHE DIESE BEIDEN SCHRITTE ZUSAMMENFASST. DIE ZWISCHENTAPPE, DIE IN DER PRODUKTION VON ELEKTRIZITÄT BESTEHT, ENTFÄLLT, UND DAS SYSTEM WIRD EFFIZIENTER.»

MICHAEL GRÄTZEL, EPFL-PROFESSOR UND WISSENSCHAFTLICHER DIREKTOR DES KOMPETENZZENTRUMS PECHOUSE.

### Steht sogar im Regen gut da

Das im Bereich Forschung und Entwicklung tätige PECHouse verfolgt ebenfalls sehr genau definierte Ziele in den Bereichen Technologietransfer, Management und Ausbildung. Längerfristig soll ein System entwickelt werden, dass den Marktrealitäten entspricht. «Daher konzentrieren wir uns auf kostengünstige Halbleiter wie Eisenoxid», fügt der Forscher der EPFL hinzu, dessen Arbeiten internationale Anerkennung geniessen. Gewöhnlicher Rost also, um diesen wertvollen Energieträger zu produzieren? «Nur wenigen Leuten ist bekannt, dass Eisenoxid ein Halbleiter ist, der überdies eine Energiebandlücke für die Spaltung von Wasser besitzt», bekräftigt der Forscher. «Die Herausforderungen sind hoch, und es müssen noch zahlreiche Forschungsarbeiten durchgeführt werden. Wir haben aber bereits sehr erfreuliche Fortschritte erzielt.»

Zurzeit beträgt der Ertrag der vom PECHouse entwickelten PEC-Zellen mit Eisenoxid rund vier Prozent. Gemäss dem gemeinsam mit dem BFE erstellten Pflichtenheft besteht das wissenschaftliche Ziel darin, bis Ende Jahr 4,5 Prozent und bis 2011 sieben Prozent zu erzielen, was dem Ertrag entspricht, der mit der aktuellen Technologie mit Silizium-Solarzellen erreicht wird. «Unser Hauptziel besteht darin, ein besseres Resultat zu erzielen, als zurzeit mit Silizium möglich ist. Gelingt uns dies, haben wir ein gutes Produkt mit dem enormen zusätzlichen Vorteil, dass keine Elektrolyse erforderlich ist und die Spannungsschwelle somit kein Problem darstellt. Unser System wird sogar an einem regenerativen Tag funktionieren.»

### Europäisches Projekt NanoPEC

Die Schweizer Solarzellenforschung kann bereits auf eine erfolgreiche Geschichte zurückblicken. Davon profitiert das PECHouse insofern, als sich seine Tätigkeit auf frühere Arbeiten abstützt, die 1994 zur Entwicklung einer speziellen PEC-Zelle, der so genannten «Tandemzelle», geführt haben. Diese Arbeiten führten die Professoren Grätzel, Calzaferri (Universität Bern, heute pensioniert) und Augustynski (damals Universität Genf, heute Universität Warschau) durch. «Mit der Tandemstruktur ist es möglich, in einer zweiten Zelle die Sonnenstrahlen einzufangen, welche das Eisenoxid nicht absorbiert. Dadurch ergibt sich ein besserer Ertrag, und das Eisenoxid wird bei der Freigabe von Wasserstoff unterstützt», präzisiert Grätzel.

Das PECHouse ist ein Schweizer Kompetenzzentrum. Abgesehen von den Arbeiten an der EPFL betreibt das PECHouse auch Forschung an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) und an der Universität Basel. Zudem wurden Verbindungen auf internationaler Ebene geknüpft. «Mit dem durch das BFE zur Verfügung gestellten Geld und der Lancierung des PECHouse konnten wir eine eigentliche Kernstruktur aufbauen. Dadurch ist es uns gelungen, ein ähnliches Projekt aus dem siebten Rahmenprogramm für Forschung und Entwicklung der EU, das Projekt NanoPEC, anzuziehen, das wir ebenfalls leiten. So verfügen wir heute über bedeutende Mittel, um leistungsfähige und tragbare Lösungen zur sauberen Erzeugung von Wasserstoff zu entwickeln.»

### Wettbewerb spornt an

Grätzel, der über die internationale Forschung in diesem Bereich bestens informiert ist, gibt sich enthusiastisch für die Zukunft. «Ich hatte das Privileg, an der Gordon-Konferenz teilzunehmen, die Ende Januar in Venutra bei Los Angeles stattfand. Dort präsentierte ich unseren Ansatz. Es entsteht eine starke Dynamik in diesem Bereich, was mich sehr freut. Die USA stellen gewaltige Mittel frei, und die Konkurrenz hat sich in letzter Zeit deutlich verschärft. Das ist sehr motivierend.»

Diese Dynamik bei der Wasserstoffherzeugung aus erneuerbaren Energien sollte in den kommenden Jahren zu bedeutenden Fortschritten führen, und damit das ganze Potenzial des Wasserstoffs offen legen.

(bum)

## Wasserstoffspeicherung

Das Thema Wasserstoffspeicherung ist ein wichtiger Schwerpunkt innerhalb des Forschungsprogramms Wasserstoff des Bundesamtes für Energie (BFE). Im Wesentlichen gibt es drei verschiedene Möglichkeiten, Wasserstoff zu speichern: in flüssiger Form bei sehr tiefen Temperaturen, als komprimiertes Gas oder eingelagert in Feststoffen (metallische und komplexe Hydride, Kohlenstoff-Strukturen).

Die vom BFE unterstützte Forschung konzentriert sich hauptsächlich auf diese dritte Alternative der Wasserstoffspeicherung. Die Vorteile gegenüber den zwei andern Möglichkeiten liegen in der inhärenten Sicherheit dieser Art der Speicherung, den geringeren Energieverlusten im Vergleich zur Komprimierung oder Abkühlung auf kryogene Temperaturen sowie in der hohen volumetrischen Dichte. In der Schweiz arbeiten die Forschungsgruppen um Professor Andreas Züttel von der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt (EMPA) und um Professor Klaus Yvon von der Universität Genf intensiv auf diesem Gebiet. Es geht darum, die richtigen Materialien ausfindig zu machen, welche Wasserstoff – ähnlich wie ein Schwamm – absorbieren und den Wasserstoff danach auch wieder abgeben können. Gegenstand aktueller Forschung sind die Kinetik sowie die energetische Effizienz der Absorptions- und Desorptions-Mechanismen, die Absorption an der Oberfläche sowie die Platzierung der Wasserstoffatome innerhalb des Materials oder die Reversibilität solcher Prozesse bei komplexen Hydriden.

### Weitere Informationen:

[www.bfe.admin.ch/forschung/wasserstoff](http://www.bfe.admin.ch/forschung/wasserstoff)