



**Energie**

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

# Projekt

## Photokatalytische Wasserspaltung





## Kupfer und Sonnenenergie – ein Rezept für klimaneutralen Wasserstoff

Will die Schweiz aus der Kernenergie aussteigen, muss sie auf erneuerbare Energien wie die Solar- oder Windenergie umsteigen. Da diese jedoch nur sporadisch verfügbar sind, müssen geeignete Speicher her. Für diese Aufgabe ist Wasserstoff eine der vielversprechendsten Substanzen. Bis heute ist jedoch die Effizienz der Gewinnungsmethode das grösste Hindernis, um Wasserstoff mit herkömmlichen Energieträgern wie Erdöl oder Gas konkurrenzfähig zu machen.



Sonnenschein soll zusammen mit Kupfer der Schweiz helfen, das Speicherproblem der erneuerbaren Energien zu lösen. *Quelle:* iStock/NanoStockk





## Auf einen Blick

- Wasserstoff hat grosses Potenzial, wenn es um die Speicherung von saisonalen erneuerbaren Energien geht.
- Bisher wurde Wasserstoff mit Hilfe von Strom durch Elektrolyse gewonnen – neu soll der Wasserstoff direkt in einer Zelle durch Sonnenenergie gewonnen werden.
- Die Photoelektrochemische Wasserteilung, wie sich das Verfahren nennt, haben Forschende der EPFL nun weiter verbessert, sodass bald schon ein Prototyp hergestellt werden kann.

Den Schweizer Strombedarf mit erneuerbaren Energien wie der Solarenergie zu decken, ist ohne die Möglichkeit diesen zu speichern, nicht machbar. Herkömmliche Speicher, wie Batterien, sind jedoch nicht in ausreichender Reife entwickelt und enthalten zudem umweltbedenkliche und seltene Materialien oder wären zu platzraubend.

Jedoch lässt sich die Energie der Sonne auch in Form von flüssigem Wasserstoff speichern. Er speichert eine hohe Energiedichte, ist gut transportierbar und kann mit dem Preis von herkömmlichen Brennstoffen konkurrieren. So soll Wasserstoff für fünf Euro pro Kilogramm gehandelt werden und gleich viel Energie produzieren wie vier Liter Erdöl, welches 2013 für acht US-Dollar gehandelt wurde.

### Die Solar-to-Fuel-Methode

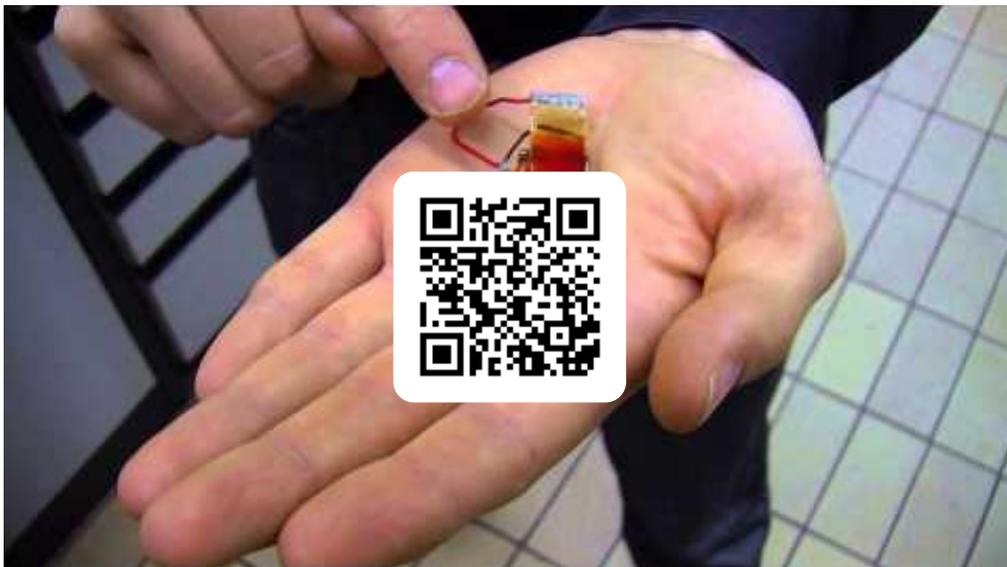
Die Idee dieser Methode ist es, die Sonnenenergie dazu zu nutzen, Wassermoleküle (H<sub>2</sub>O) in ihre Bestandteile Sauerstoff (O) und Wasserstoff (H<sub>2</sub>) zu teilen. Dabei wird dann der Wasserstoff zum Energieträger. Er enthält pro Kilogramm gleich viel Energie wie 2,8 Kilogramm Benzin. Der Wasserstoff kann zu einem beliebigen Zeitpunkt, unabhängig vom Sonnenschein, in einer Brennstoffzelle verbrannt werden.



## Das richtige Material

Wasserstoff kann auf verschiedene Arten gewonnen werden. Die bekannteste ist die sogenannte Elektrolyse, bei der mit Hilfe von Strom Wasser in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff getrennt wird. Anders Hagfeldt und sein Team an der EPF Lausanne haben nun jedoch eine neue Methode vorangetrieben. Photoelektrochemische Wasserspaltung, kurz PEC, nennt sich das Verfahren. PEC-Zellen sind eine Art von Solarzellen, die den Wasserstoff direkt in der Zelle erzeugen, indem sie die Sonne als Energiequelle für die Wasserspaltung nutzen. Die Zellen bestehen aus einer sogenannten Photokathode und einer Photoanode. Diese Elektroden können aus verschiedenen Materialien bestehen und je nachdem, wie sie zusammengestellt werden, kann die Effizienz der Technologie vergrößert werden. Das Forscherteam hat bei der Entwicklung ihrer Zellen auch darauf geachtet, nur Materialien zu verwenden, die gut verfügbar, kostengünstig und möglichst umweltfreundlich sind. So haben die Forschenden eine funktionierende PEC Zelle bauen können, die einen halben Quadratmeter Fläche hat und einen Wirkungsgrad von 8,8 Prozent aufweist. Das bedeutet Weltrekord für diesen Zelltyp.

Im Video wird eine PEC Zelle gezeigt, die an der EPFL von Kevin Sivula entwickelt wurde. Sie wurde mit Eisenoxid gebaut und weist einen Wirkungsgrad von 1,2 Prozent auf. Die Zelle von Anders Hagfeldts Team funktioniert zwar genau gleich, verwendet jedoch Kupferoxid als Photokathode.



Für ihre neue PEC-Zelle verwendeten die Forschenden eine Kathode aus Kupferoxid. Dieses befindet sich während der Aufspaltung des Wassers einem sauren Medium mit einem pH-Wert von 5. Damit die Oberfläche des Kupferoxids jedoch nicht von der sauren Lösung abgetragen wird und so die Effizienz der Apparatur beeinträchtigen würde, haben die Forschenden das Kupferoxid mit einer Schutzschicht aus Titanoxid ausgestattet. Diese ist korrosionsbeständig und dünn genug, dass sie dennoch eine Reaktion am Kupferoxid zulässt.



## Nächster Schritt: Prototyp

Um die technologische Reife einer Anwendung einschätzen zu können, hat das Bundesamt für Energie Levels definiert. Anders Hagfeldts PEC Zellen wurden zum Beginn ihrer Arbeiten als A eingestuft – es bestand also nur ein Konzept für die Methode. Im Rahmen ihrer Forschung brachten sie die Technologie jedoch auf ein Level B und somit ist das Team nun weit genug, einen Prototyp herzustellen, der auf die Anwendung in der Industrie angepasst ist. Die Forschenden betonen jedoch, dass es stark von politischen Entscheiden abhängt, ob die neuen Zellen in Zukunft kosteneffizient sein werden oder nicht. So müssen erneuerbare Energieträger weiterhin favorisiert werden, beispielsweise durch Steuern auf nicht erneuerbare Energien.



**Energie**

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

## Produkte aus diesem Projekt



**Energie**

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

## Team & Kontakt

Prof. Anders Hagfeldt  
Laboratoire de photonique et interfaces  
EPF Lausanne  
CH G1 523 (Bâtiment CH)  
Station 6  
1015 Lausanne

Tel: +41 (0)21 693 53 08  
[anders.hagfeldt@epfl.ch](mailto:anders.hagfeldt@epfl.ch)



Anders Hagfeldt



Jürgen Schumacher



Felix Büchi

Alle Aussagen diesen Seiten bilden den Stand des Wissens per  
10.05.2019 ab.