

Wasserstoff statt Strom - eine Alternative? - Neuer Wirkungsgrad-Rekord für die Wasserstoff-Herstellung mit Solarzellen aus Silicium

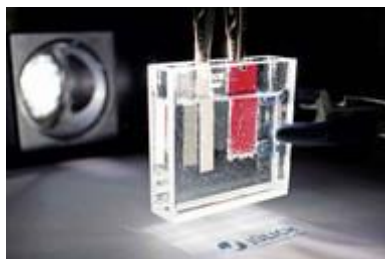
23.02.2016

Wasserstoff könnte in Zukunft Erdöl und Erdgas ersetzen. Eine der Schlüsselfragen ist jedoch, woher dieser umweltfreundliche Energieträger einmal kommen soll. Jülicher Forscher haben dafür nun eine Mehrfachsilicium-Solarzelle entwickelt, die sich vergleichsweise kostengünstig produzieren lässt und Wasserstoff nach dem Prinzip der „künstlichen Photosynthese“ direkt mit Sonnenlicht erzeugt. Mit einem Gesamtwirkungsgrad von 9,5% konnten die Jülicher Wissenschaftler die Effizienz entsprechender Module auf Silicium-Basis deutlich steigern, der bisherige Rekordwert lag bei 7,8%. Die Ergebnisse wurden kürzlich in „Energy & Environmental Science“ veröffentlicht.

Félix Urbain vor Cluster-Depositionsanlage zur Herstellung von Silicium-Dünnschichtsilicium-Solarzellen.



Wasserstoffentwicklung an der Photokathode mit Silicium-Dünnschichtsilicium-Solarzelle (rechts), an der Metallelektrode (links) bildet sich Sauerstoff.



Die Energie des Sonnenlichts ist enorm. Die auf der Erdoberfläche eintreffende Strahlung reicht aus, um den weltweiten Energiebedarf gleich um ein Vielfaches zu decken. Doch das Sonnenlicht ist nicht zu jeder Zeit verfügbar. Solarmodule, die Wasserstoff statt Strom erzeugen, sind daher eine interessante Alternative. Denn der Wasserstoff lässt sich deutlich besser als elektrischer Strom speichern. Entsprechende Solarmodule funktionieren ähnlich wie ein künstliches Blatt: Sie wandeln Sonnenenergie in chemische Energie um, indem sie Wasser in Sauerstoff

und Wasserstoff aufspalten. Bei der späteren Energiebereitstellung mit Wasserstoff fällt nur Wasser und kein klimaschädliches Kohlendioxid an. Für den wirtschaftlichen Betrieb müssen die Kosten und der Wirkungsgrad der solaren Wasserstoffherzeugung jedoch noch weiter verbessert werden.

Sonnenlicht effizient einfangen

Die Jülicher Silicium-Mehrfachstapel-Solarzelle ist speziell auf diese photoelektrochemische Wasserspaltung zugeschnitten. „Die besondere Schwierigkeit besteht darin, eine ausreichend hohe Photospannung zu erzeugen. In der Praxis sind etwa 1,6 V notwendig, um die Wasserspaltungsreaktion voranzutreiben. Mit gängigen kristallinen Silicium-Solarzellen, deren Photospannung deutlich unter einem Volt liegt, ist das nicht zu schaffen“, erklärt Dr. Jan-Philipp Becker vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-5).

Die Solarmodule bestehen dagegen aus drei oder vier übereinander gestapelten Zellen, die ihrerseits aus mehreren Schichten aufgebaut sind. „Durch den mehrlagigen Aufbau lässt sich das Sonnenlicht-Spektrum, das über verschiedene Wellenlängen reicht, effizienter einfangen“, erläutert Félix Urbain. „Gleichzeitig erhöht sich die Spannung auf bis zu 2,8 V und bietet damit sogar noch ausreichend Spielraum, um statt teurer Platinkatalysatoren auch weniger edle Metalle wie Nickel als Katalysator einzusetzen“, so der Jülicher Doktorand, der die Module im Rahmen eines von der TU Darmstadt koordinierten DFG-Schwerpunktprogramms SolarH2 entworfen und hergestellt hat.

Silicium-Dünnschichtsilicium-Solarzellen werden nicht wie kristalline Zellen aus einem Silicium-Wafer gefertigt. Die Schichten werden vielmehr im Vakuum mittels verschiedener Techniken auf ein Glas- oder Kunststoffsubstrat abgeschieden. „Die Dünnschichttechnologie bietet den Vorteil, dass sie mit deutlich weniger Material auskommt als die klassische Wafertechnologie, und sich die Halbleitermaterialien vergleichsweise kostengünstig großflächig aufbringen lassen“, erklärt Dr. Friedhelm Finger, Leiter der Abteilung „Materialien und Solarzellen“ am IEK-5. „Bei der Wasserstoffgewinnung zahlt sich dabei die höhere Spannung der Dünnschichtsilicium-Solarzelle aus.“

Doch bislang erreichten Silicium–Dünnschichtsolarzellen, die ohne spezielle Hochleistungs–Halbleitermaterialien auskommen, welche sich wiederum nur vergleichsweise kostenaufwendig prozessieren lassen, bei der Wasserstoffgewinnung nur einen Wirkungsgrad von 7,8% – ein Wert, den der neue Rekord von 9,5% nun deutlich übersteigt. „Unsere Tests zeigen, dass sich Silicium–Dünnschichtsolarmodule effizient zur Erzeugung von Wasserstoff einsetzen lassen. Gesamtwirkungsgrade von über 10% erscheinen durchaus machbar“, schätzt Prof. Uwe Rau, Leiter des Instituts für Energie– und Klimaforschung (IEK–5). Der nächste Schritt sei nun die Skalierung der Solarzellen auf größere Flächen.

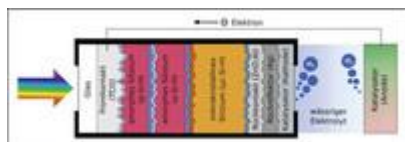
Bilder: Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen:

- Institut für Energie– und Klimaforschung, Photovoltaik (IEK–5) (<http://www.fz-juelich.de>)
- Solargetriebene Wasserspaltung (<http://www.fz-juelich.de>)
- DFG–Schwerpunktprogramm SolarH2 (SPP 1613) (<http://www.solarh2.tu-darmstadt.de>)
- BMBF Drittmittelprojekt MatResource (<http://www.matresource.de>)

Originalpublikation:

Multijunction Si photocathodes with tunable photovoltages from 2.0 V to 2.8 V for light induced water splitting. Félix Urbain, Vladimir Smirnov, Jan–Philipp Becker, Andreas Lambertz, Florent Yang, Jürgen Ziegler, Bernhard Kaiser, Wolfram Jaegermann, Uwe Rau, Friedhelm Finger Energy Environ. Sci., 2015 (first published online 05 Oct 2015), DOI: 10.1039/C5EE02393A



Stapelsolarzelle zur Wasserspaltung: An der Grenzfläche zwischen der mit einem Katalysator beschichteten Photokathode und einem wässrigen Elektrolyten wird durch Umwandlung des Sonnenlichts Wasserstoff erzeugt.