

PRESSEMITTEILUNG

Durchbruch bei Solarer Wasserstoffproduktion

Mit einer einfachen Solarzelle und einer Photo-Anode aus Metalloxid konnten Forscher aus dem HZB und der TU Delft fast fünf Prozent der Solarenergie chemisch in Form von Wasserstoff speichern. Dies ist ein Durchbruch, weil die verwendete Solarzelle deutlich einfacher aufgebaut ist, als die sonst eingesetzten Hochleistungs-Zellen, die aus „triple junctions“ von dünnen, amorphen Siliziumschichten oder teuren III-V-Halbleitern bestehen. Die Photo-Anode aus dem Metalloxid Wismut-Vanadat (BiVO_4) wurde – versetzt mit zusätzlichen Wolfram-Atomen – einfach aufgesprüht und mit einem preisgünstigen Kobalt-Phosphat Katalysator beschichtet. „Wir haben hier das Beste aus zwei Welten kombiniert“, sagt Prof. Dr. Roel van de Krol, Leiter des HZB-Instituts für Solare Brennstoffe: „Wir nutzen die chemische Stabilität und den niedrigen Preis von Metalloxiden, bringen dies mit einer sehr guten, aber recht einfachen Silizium-Dünnschicht-Solarzelle zusammen und erhalten so eine günstige, sehr stabile und leistungsstarke Zelle.“

Damit haben die Experten ein einfaches System entwickelt, das mit Sonnenlicht Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufspalten kann. Dieser Prozess ist unter dem Stichwort „Künstliche Photosynthese“ bekannt und ermöglicht es, die Energie der Sonne in Form von Wasserstoff chemisch zu speichern. Denn Wasserstoff kann entweder direkt oder in Form von Methan als Brennstoff genutzt werden oder in Brennstoffzellen Strom erzeugen. Eine Übersichtsrechnung zeigt, welches Potenzial diese Technologie besitzt: Bei einer Sonnenleistung von rund 600 Watt pro Quadratmeter in Deutschland könnten 100 Quadratmeter eines solchen Systems in einer einzigen sonnigen Stunde schon 3 Kilowattstunden Energie in Form von Wasserstoff abspeichern. Diese Energie würde dann nachts oder an bewölkten Tagen zur Verfügung stehen.

Photo-Anode aus Metalloxid schützt die Zelle vor Korrosion

Die Experten um van de Krol haben nun eine verhältnismäßig einfache Silizium-Dünnschichtzelle mit einer Schicht aus Metalloxid kombiniert. Nur diese Schicht kommt in Kontakt mit dem Wasser und fungiert so als Photo-Anode für die Bildung von Sauerstoff. Gleichzeitig schützt sie die empfindliche Siliziumzelle vor Korrosion. Sie untersuchten systematisch in unterschiedlichen Metalloxiden, wie die Prozesse vom Lichteinfall über die Ladungstrennung bis zur Wasserspaltung ablaufen, um diese weiter zu optimieren. Mit einer Photo-Anode aus Wismut-Vanadat müssten theoretisch sogar Wirkungsgrade bis zu neun Prozent für die elektrochemische Zelle erreichbar sein, erklärt van de Krol. Ein Problem konnten sie schon lösen: Mit Hilfe eines preiswerten Kobalt-Phosphat-Katalysators schafften sie es, die Bildung von Sauerstoff an der Photo-Anode deutlich zu beschleunigen.

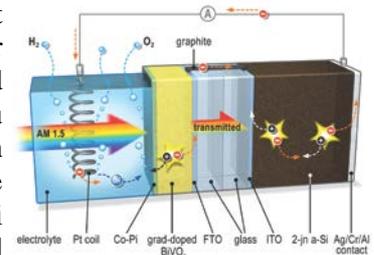
Berlin, 29. Juli 2013

Weitere Informationen:

Prof. Dr. Roel van de Krol
Institut Solare Brennstoffe
Tel.: +49 (0)30-8062-43033
roel.vandekrol@helmholtz-berlin.de

Pressestelle

Dr. Antonia Rötger
Tel.: +49 (0)30-8062-43733
Fax: +49 (0)30-8062-42998
antonia.roetger@helmholtz-berlin.de



Die Illustration zeigt den Aufbau der elektrochemischen Zelle: Fällt Licht auf das System, entsteht in der Struktur aus Metalloxid-Schicht (gelb) und Solarzelle (braun) eine elektrische Spannung. Die Metalloxid-Schicht fungiert als Photo-Anode, dort bildet sich Sauerstoff. Sie ist durch eine leitfähige Brücke aus Graphit (schwarz) mit der Solarzelle verbunden. Da nur die Metalloxid-Schicht mit dem Elektrolyten in Kontakt kommt, bleibt die restliche Solarzelle vor Korrosion geschützt. Eine Platin-Spirale dient als Kathode, hier bildet sich Wasserstoff.

Foto: TU Delft

Neuer Rekord bei der Ladungstrennung im Metalloxid erreicht

Die größte Herausforderung war es jedoch, in der Wismut-Vanadat-Schicht die Ladungen effizient zu trennen. Denn Metalloxide sind zwar stabil und billig, aber die Ladungsträger neigen dazu, rasch wieder zusammenzufinden, also zu rekombinieren. Damit gehen sie für die Wasserspaltung verloren. Van de Krol und seine Mitarbeiter fanden nun heraus, dass hier der Einbau zusätzlicher Wolfram-Atome in der Wismut-Vanadat-Schicht hilfreich ist. „Es kommt darauf an, diese Wolfram-Atome optimal zu verteilen, dann erzeugen sie ein internes elektrisches Feld, das die Rekombination verhindert“, erklärt van de Krol. Um dies zu erreichen, sprühten sie eine Lösung von Wismut, Vanadium und Wolfram auf ein heißes Glassubstrat auf, wobei das Lösungsmittel verdampft. Durch mehrfaches Wiederholen des Sprühvorgangs mit jeweils unterschiedlichen Wolfram-Konzentrationen, entsteht eine höchst-effiziente Photo-aktive Metalloxid-Schicht von etwa 300 Nanometern Dicke. „Wir verstehen noch nicht sehr gut, warum gerade Wismut-Vanadat so besonders gut funktioniert. Wir haben aber festgestellt, dass mehr als 80 Prozent der eingefangenen Photonen auch genutzt werden, das ist wirklich ein Rekord für ein Metalloxid und war auch physikalisch unerwartet“, sagt van de Krol. Eine der nächsten Herausforderungen wird sein, solche Systeme auf Quadratmetergröße hoch zu skalieren, damit sie relevante Mengen an Wasserstoff erzeugen können.

Die Arbeit ist heute in Nature Communications erschienen DOI 10.1038/ncomms3195.

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.