

## Pressemitteilung

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

Dr. Antonia Rötger

04.04.2022

<http://idw-online.de/de/news791375>

Forschungsergebnisse  
Chemie, Energie, Physik / Astronomie, Werkstoffwissenschaften  
überregional



## Solarer Wasserstoff: Bessere Photoelektroden durch Blitz-Erhitzung

Um mit Sonnenlicht Wasser elektrolytisch aufzuspalten, werden Photoelektroden gebraucht. Kostengünstige Metalloxid-Dünnschichten mit hoher elektronischer Qualität eignen sich sehr gut dafür, doch ihre Herstellung ist komplex. Insbesondere lässt sich die Qualität der Metalloxid-Dünnschichten nur durch eine thermische Behandlung bei sehr hohen Temperaturen verbessern. Dabei würde jedoch das darunter liegende leitfähige Glassubstrat schmelzen. Ein Team am HZB-Institut für Solare Brennstoffe hat dieses Dilemma nun gelöst: Ein hochintensiver Lichtpuls heizt die halbleitende Metalloxid-Dünnschicht blitzschnell direkt auf, ohne das Substrat zu beschädigen.

Photoelektroden bestehen aus halbleitenden Dünnschichten auf transparenten, leitfähigen Glassubstraten. Sonnenlicht kann an den Oberflächen von Photoelektroden elektrochemische Reaktionen direkt anregen und zum Beispiel Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff aufspalten. Dadurch lässt sich mit Sonnenlicht "grüner" Wasserstoff erzeugen, eine attraktive Option, um Sonnenenergie zu speichern. Metalloxid-Dünnschicht-Photoelektroden sind besonders interessant. Sie bestehen aus reichlich vorhandenen Elementen, die sich potenziell unbegrenzt variieren lassen, um die gewünschten Eigenschaften zu erreichen - und das zu vergleichsweise geringen Kosten.

Am HZB-Institut für Solare Brennstoffe beschäftigen sich mehrere Teams mit der Entwicklung solcher Photoelektroden. Die übliche Methode, um sie herzustellen, ist die gepulste Laserdeposition: Ein intensiver Laserpuls trifft auf ein Target, das das Material enthält, und trägt es als hochenergetisches Plasma auf einem Substrat ab.

Weitere Schritte sind jedoch erforderlich, um die Qualität der abgeschiedenen Dünnschicht zu verbessern. So verringert eine thermische Behandlung der Metalloxid-Dünnschicht Defekte und Unvollkommenheiten. Dies führt jedoch zu einem Dilemma: Denn um die Konzentration atomarer Defekte wirklich zu senken und die kristalline Ordnung der Metalloxid-Dünnschichten zu verbessern, müssten Temperaturen zwischen 850 und 1000 Grad Celsius erreicht werden - das Glassubstrat schmilzt jedoch bereits bei 550 Grad Celsius.

Dr. Ronen Gottesman vom HZB-Institut für Solare Brennstoffe hat dieses Problem nun gelöst: Nach der Abscheidung heizt er die Metalloxid-Dünnschicht mit Hochleistungslampen blitzartig auf. Dabei wird die Dünnschicht auf 850 Grad Celsius erhitzt, ohne das darunter liegende Glassubstrat zu schmelzen.

"Die Hitze reduziert effizient strukturelle Defekte, Fallenzustände, Korngrenzen und Phasenverunreinigungen", sagt Gottesman. "Wir haben dies nun an Photoelektroden aus Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub> und WO<sub>3</sub> demonstriert, die wir auf 850 °C erhitzt haben, ohne die Substrate zu beschädigen", sagt Gottesman.

Die neue Methode war auch bei einem Photoelektrodenmaterial erfolgreich, das als sehr guter Kandidat für die solare Wasserspaltung gilt:  $\alpha$ -SnWO<sub>4</sub>. Die herkömmliche thermische Behandlung im Ofen hinterlässt Phasenverunreinigungen. Das Erhitzen mit dem Rapid Thermal Processing (RTP) verbesserte die Kristallinität, die

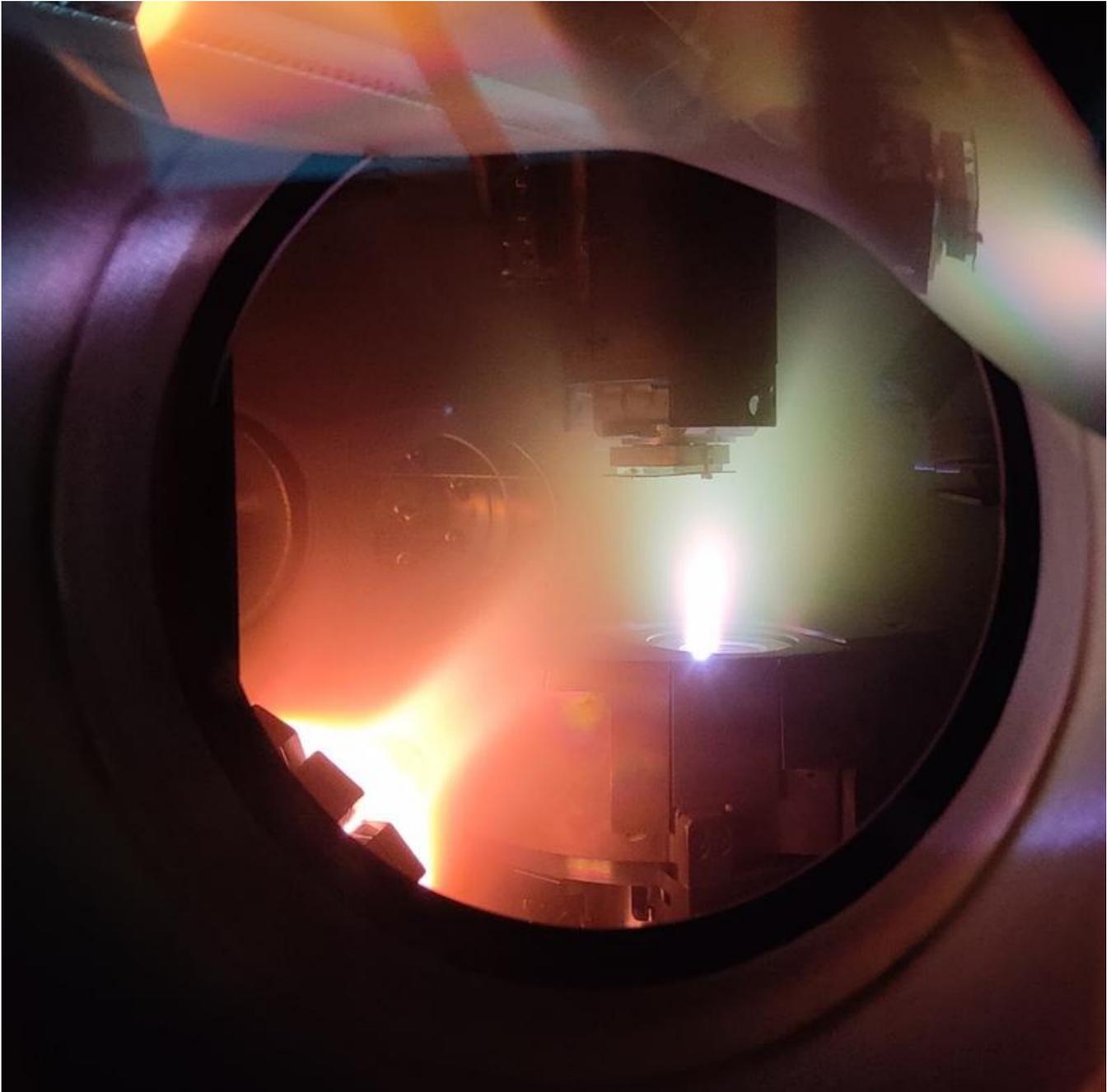
elektronischen Eigenschaften und führte zu einer neuen Rekordleistung von 1 mA/cm<sup>2</sup> für dieses Material – 25 % über dem bisherigen Rekord.

"Dies ist auch für die Herstellung von Quantenpunkten oder Halogenidperowskiten interessant, die ebenfalls temperaturempfindlich sind", erklärt Gottesman.

wissenschaftliche Ansprechpartner:  
ronen.gottesman@helmholtz-berlin.de

Originalpublikation:  
ACS Energy Letters (2022): Shining a Hot Light on Emerging Photoabsorber Materials: The Power of Rapid Radiative Heating in Developing Oxide Thin-Film Photoelectrodes

Ronen Gottesman, Isabella Peracchi, Jason L. Gerke, Rowshanak Irani, Fatwa F. Abdi, and Roel van de Krol  
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acseenergylett.1c02220>



Herstellung der Photoelektroden: Ein intensiver Laserpuls trifft auf ein Target mit dem Material, verwandelt es in Plasma und scheidet es als Dünnschicht auf einem Substrat ab.  
R. Gottesman/HZB