

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

16. Mai 2018 || Seite 1 | 3

Gedruckte »in-situ« Perovskitsolarzellen – ressourcenschonend und lokal produzierbar

Die Photovoltaik (PV) ist eine der Hauptsäulen einer nachhaltigen Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien. Neben der momentan dominierenden Silicium-basierten PV bieten auch alternative Materialien wie Perowskite ein großes Potenzial. Für solch neue Solarzellentypen prüfen Wissenschaftler gänzlich neue Konzepte auf ihre Machbarkeit. Ein sehr innovativer Ansatz, um Solarzellen noch ressourcenschonender herstellen zu können, besteht darin, die Anzahl an Produktionsschritten durch Umkehrung des Herstellungsablaufes drastisch zu reduzieren. Dafür entwickelte das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE das »in-situ«-Konzept für gedruckte Perovskitsolarzellen. Mit einem Rekord-Wirkungsgrad von 12,6 % haben die Forscher hiermit jetzt einen wichtigen Meilenstein für gedruckte Photovoltaik erreicht.

Solarzellen aus Silicium dominieren heute den Photovoltaik-Weltmarkt. Ihre Produktion besteht aus einer Vielzahl von Einzelprozessschritten, von der Synthese des photoaktiven Materials und der Herstellung der Solarzellen bis hin zur elektrischen Verschaltung und Versiegelung des fertigen Solarmoduls. Mit dem Material Perowskit und dem Ziel, Produktionsschritte einzusparen, haben sich am Fraunhofer ISE in Freiburg Forscher einer Arbeitsgruppe um Dr. Andreas Hinsch die Frage gestellt: Warum nicht die Herstellung einer Solarzelle so umkehren, dass zuerst das Solarmodul vorgefertigt wird und anschließend das eigentliche photovoltaische Material eingefüllt und direkt vor Ort – lateinisch »in-situ« – aktiviert wird? »Jetzt ist es uns zum ersten Mal gelungen, mit dem aktuell intensiv beforschten Photovoltaikmaterial Perowskit, einem photoaktiven Salz, gedruckte Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von 12,6 % in-situ herzustellen«, freut sich Andreas Hinsch und fügt hinzu: »Damit ist ein erster wichtiger Meilenstein erreicht, um die Aufskalierung und die Überführung dieser Technologie in die industrielle Produktion sinnvoll vorantreiben zu können.« Nebenbei stellt dieser zertifiziert gemessene Labor-Wirkungsgrad auch einen Rekordwert für gedruckte Solarzellen im Allgemeinen dar.

Gedruckte Elektroden verbinden sich mit Perowskiten

Die für gedruckte »in-situ«-Perovskitsolarzellen auf kleinen Flächen entwickelte Methode und die erzielten Resultate bilden die Grundlage für die Untersuchung der Aufskalierbarkeit. Ziel der aktuellen Projekte ist es, druckbare nanoporöse Elektrodenschichten zur inneren Abscheidung und Ankopplung der Perowskitkristalle zu entwickeln, die Homogenität des Abscheidungsprozesses zu optimieren und hohe solare Wirkungsgrade in den fertigen Zellen nachzuweisen. Dabei werden die

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE

Prozessschritte »Siebdruck der Elektrodenschichten« und »Aktivierung des Perowskits« optimiert. Die Dicke der späteren photovoltaisch aktiven Schicht liegt unter einem Mikrometer.

PRESEINFORMATION

16. Mai 2018 || Seite 2 | 3

Entscheidend für den solaren Wirkungsgrad ist die Kontrolle des Abscheideprozesses der Perowskitkristallite im Inneren der nano-porösen Elektroden, die aus Metalloxiden und mikronisiertem Graphit bestehen. Neu beim Ansatz der Forscher um Andreas Hinsch ist das Verfahren zur Befüllung der ansonsten fertigen Zelle mit dem Perowskit und dessen anschließender Kristallisation. Während bisher übliche Verfahren zu einem unkontrollierten Kristallwachstum führten, haben die Forscher des Fraunhofer ISE einen Weg gefunden, das Perowskit mittels eines polaren Gases in ein bei Raumtemperatur geschmolzenes Salz umzuwandeln und so die Poren der Elektroden zu füllen. Die anschließende Desorption des Gases erhöht den Schmelzpunkt stark und bewirkt die Kristallisation. Das Ergebnis ist ein homogener Wachstumsprozess. Solcherart hergestellte photoaktive Schichten weisen eine hohe Photospannung von 1 Volt auf und erzielen den für »in-situ« Laborzellen (0.1 cm²) mit Graphitelektrode zertifizierten stabilisierten solaren Wirkungsgrad von 12,6 %. Die Fraunhofer-Forscher erwarten eine weitere Steigerung des Wirkungsgrads ihrer gedruckten »in-situ« Perowskitsolarzellen, nicht zuletzt deshalb, weil das verwendete Perowskitmaterial, wie in der wissenschaftlichen Literatur für nicht-skalierbare Laborzellen berichtet, bereits solare Wirkungsgrade von 22% gezeigt hat.

Ressourcenschonend und lokal produzierbar

Neben den zu erwartenden günstigen Kosten für die am Fraunhofer ISE entwickelte neuartige Perowskitsolarzelle spielen auch Nachhaltigkeit und Komplexität des Herstellungsprozesses eine Rolle. In den letzten Jahren sind aufgrund des schnellen Ausbaus der Produktionskapazitäten für bestehende Technologien die Kosten der Photovoltaik stark gefallen. Neben der Fokussierung auf weitere Kostensenkung spielt heute vermehrt der Aspekt der Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle. Die insgesamt noch junge Technologie Photovoltaik hat noch Verbesserungspotenzial beim Energie- und Rohstoffverbrauch. Hierzu müssen Materialien und Konzepte entwickelt werden, die mittel- bis längerfristig Alternativen bieten können.

Ziel der weltweit einmaligen Forschungsarbeiten des Fraunhofer ISE an effizienten »in-situ« Solarzellen ist es, eine möglichst ressourcenschonende, lokal produzierbare Photovoltaik zu ermöglichen. Die Verarbeitungsschritte der jetzt mit 12,6 % Wirkungsgrad erfolgreichen gedruckten Perowskitsolarzelle ähneln jenen der Glasverarbeitung. Daher ist eine Herstellung über dezentrale Wege mit lokalen Produktionsstätten nicht nur in hochtechnisierten Standorten, sondern auch unter einfachen Infrastrukturbedingungen realisierbar. Durch die Verwendung von preiswertem Graphit und leicht synthetisierbarem Perowskit reduzieren sich die Materialkosten fast auf die Kosten der Glassubstrate. Für die spätere Vermarktung dieser Form von gedruckten »in-situ« Perowskitsolarzellen könnte also das Geschäftsmodell der glasproduzierenden und verarbeitenden Industrie übernommen

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE

werden. Dies bedeutet, dass aufgrund der niedrigen Materialkosten die Transportkosten anteilmäßig den Verkaufspreis so erhöhen, dass lokale Produktion und Vertrieb gegenüber einer zentralisierten Herstellung global gesehen konkurrenzfähiger werden.

Das Fraunhofer ISE koordiniert ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF gefördertes Verbundprojekt MesoPIN zur Materialentwicklung von gedruckten Perowskitsolarzellen. Projektpartner sind die Universitäten Konstanz, Bayreuth und Freiburg sowie die Firmen Opvius GmbH in Nürnberg und Kitzingen und Thieme in Teningen.

Über die wissenschaftlichen Hintergründe dieser Arbeiten berichteten die Forscher des Fraunhofer ISE in den renommierten Zeitschrift Nature Scientific Reports <https://www.nature.com/articles/s41598-017-13855-6> sowie in den ACS Energy Letters <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acseenergylett.8b00293> und im ScienceBlog des Instituts »[Innovation4E](#)«.

Das Fraunhofer ISE forscht neben dem Schwerpunkt Siliciumsolarzellen sowie III-V Halbleiterverbindungen auch an neuartigen Photovoltaik-Technologien wie Organische, Farbstoff- und Perowskitsolarzellen.



In-situ Befüllung einer gedruckten Perowskitsolarzelle am Fraunhofer ISE. Der reine Perowskit wird bei Raumtemperatur als geschmolzenes Salz eingebracht und anschließend in der Solarzelle auskristallisiert. Die abgebildete Menge der Schmelze ist ausreichend für die Herstellung von vier Quadratmetern Modulfläche.

©Fraunhofer ISE

PRESSEINFORMATION

16. Mai 2018 || Seite 3 | 3
