



# Materialentwicklung für eine alternative Solarzellentechnologie

## Materialforschung für die Energiewende des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

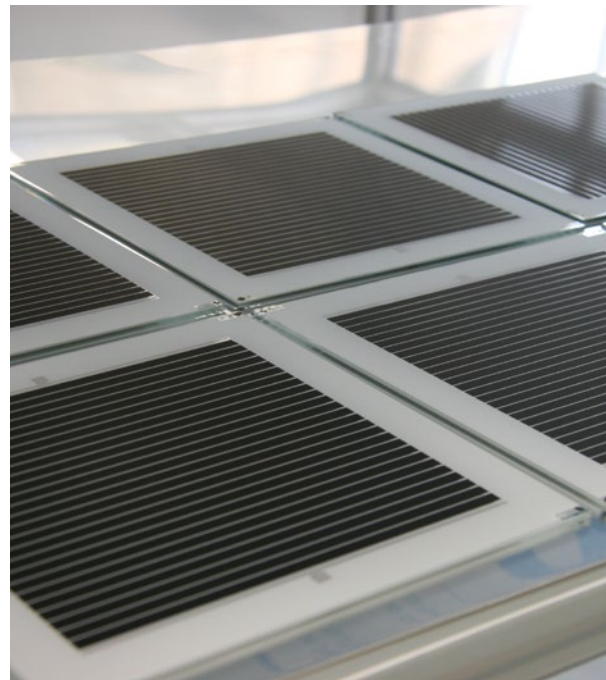
**Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist eine zentrale Säule der Energiewende. Photovoltaik kann dabei eine entscheidende Rolle spielen, denn Sonnenenergie lässt sich vielfältig und ohne Umwege nutzen. Solarzellen in Photovoltaikanlagen, solarthermischen Kraftwerken und Sonnenkollektoren verwenden die Sonnenstrahlung und wandeln sie in Strom oder Wärme um. Hierzu gilt es Materialien und Konzepte zu entwickeln, die eine ressourcenschonende Photovoltaik ermöglichen. Erst seit wenigen Jahren fertigen Forscherinnen und Forscher Solarzellen aus Perowskit-Kristallen an. Darunter fallen alle Materialien, die dieselbe Kristallstruktur aufweisen, wie das Mineral Kalziumtitanat. Das Forschungsprojekt MesoPIN unter Koordination des Fraunhofer ISE will das Konzept der Perowskit-Solarzelle weiterentwickeln. Neben den anderen Solarzellentechnologien könnte sie eine weitere Energiequelle für mobile und stationäre Anwendungen werden.**

Das Konzept der Perowskit-Solarzelle erfährt ein starkes weltweites Forschungsinteresse. Sie erreichte 2013 – zu Beginn des steigenden Interesses – bereits einen zertifizierten Laborwirkungsgrad von 14,3 Prozent. Der Wirkungsgrad liegt zurzeit bei mehr als 20 Prozent und ist damit vergleichbar mit dem von traditionellen Solarzellen. Mit dem zunehmendem Verständnis der grundlegenden photovoltaischen Prinzipien erwarten Solarforscherinnen und -forscher eine weitere Steigerung.

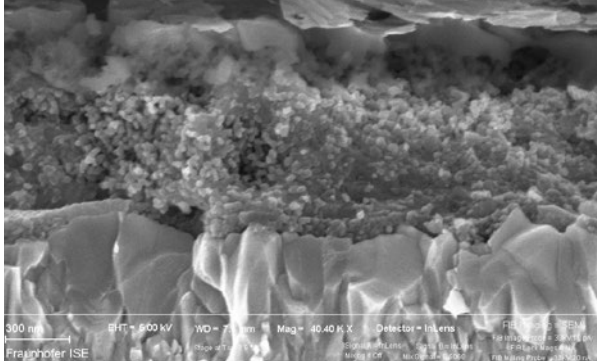
Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Forschungsprojekt MesoPIN greifen das aktuelle Thema der Perowskit-Solarzellen auf und entwickeln es weiter. Dazu erhöhen sie die Effizienz und erarbeiten ein skalierbares Zellkonzept, welches als Basis für die Weiterentwicklung zur Verfügung steht. Modulprototypen stellen sie ebenfalls her. Damit gehen sie den ersten Schritt in Richtung Zertifizierung und Festlegung von Herstellungsprozessen. Zunächst führen die Forscherinnen und Forscher das Know-how der Forschungspartner zusammen. Die langjährige Erfahrung mit geeigneten Materialien und verwandten Zellkonzepten ermöglicht es ihnen, neue Perowskit-Solarzellen mit hohem Wirkungsgrad im Labor herzustellen. Sie weisen die Übertragbarkeit der Produktionsverfahren auf die neue Technologie experimentell nach.

Als nächstes integriert ein Industriepartner die getesteten Strukturen im Labormaßstab in Zellen und charakterisiert sie hinsichtlich ihrer Effizienz und Stabilität. Systeme, die Potenzial für eine Kommerzialisierung zeigen, untersuchen Forscherinnen und Forscher auf ihre Übertragbarkeit auf

ein Rolle-zu-Rolle-Fertigungsverfahren. Kriterien sind hier vor allem die Integrierbarkeit in stabile Prozesse, Skalierbarkeit und potentiell günstige Kostenstrukturen. Im Anschluss stellen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erste Elektrodensubstrate auf Glas her, die mit dem Siebdruckverfahren in Flachbettanlagen produziert werden. Begleitend führen sie vor allem Strukturuntersuchungen durch. Spezifische physikalische Charakterisierungsmethoden für das Perowskit-Material werden etabliert.



Herstellung erster Elektrodensubstrate mittels Siebdruck für die Neuentwicklung von 20 cm x 20 cm Perowskitsolarmodulen



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Querschnittes einer Perowskit-Solarzelle auf Glas

Danach setzen die Forscherinnen und Forscher skalierbare Konzepte für standardisierte Testzellen sowohl auf Glas als auch auf Foliensubstraten um. Eine detaillierte theoretische und experimentelle Verlustanalyse der Testzellen in Analogie zur Vorgehensweise bei anderen Hocheffizienzzellen führen sie ebenfalls durch. Mit den optimierten Materialien und Zellparametern streben sie den Nachweis an, für die neu entwickelte kostengünstige Technologie eine Zelleffizienz von mehr als 17 Prozent zu erreichen.

Zum Schluss übertragen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Methoden auf ein realisierbares Herstellungsverfahren und führen es durch. Sie realisieren die Modulkonzepte in glaslotversiegeltem Architekturglas und auf transparenten Barrierefolien so wie es bereits bei bestehenden Methoden der Farbstoff Solarzellen und der polymeren Solarzellen üblich ist. Am Ende stellen die Forschenden Prototypen her und führen erstmalig Stabilitätstests unter realen Bedingungen durch.

#### **Fördermaßnahme**

Materialforschung für die Energiewende des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms

#### **Projekttitle**

Hocheffiziente gedruckte (>17%) Perowskit Solarzellen – topaktuelle Materialentwicklung für eine ressourcenschonende lokal produzierbare PV MesoPIN

#### **Laufzeit**

01.09.2014 – 31.08.2017

#### **Förderkennzeichen**

03SF0484

#### **Fördervolumen des Verbundes**

ca. 1,9 Millionen Euro

#### **Kontakt**

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Dr. Andreas Hinsch  
Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
Telefon: +49 (0)761 4588 5417  
Fax: +49 (0)761 4588 9000  
E-Mail: andreas.hinsch@ise.fraunhofer.de  
www.ise.fraunhofer.de

#### **Projektpartner**

Universität Konstanz, Fachbereich Physik  
Universität Bayreuth, Lehrstuhl für  
Makromolekulare Chemie I  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,  
Freiburger Materialforschungszentrum (FMF)  
Thieme GmbH & Co. KG  
BELECTRIC OPV GmbH

#### **Herausgeber**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Grundlagenforschung Energie, 53170 Bonn

#### **Redaktion und Gestaltung**

Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH

#### **Bildnachweis**

Fraunhofer ISE