

# Frisch gedruckt: hoch effiziente Solarmodule in jeder Form, Farbe und Größe

## Gedruckte Perowskit-Solarmodule für die gebäudeintegrierte Photovoltaik

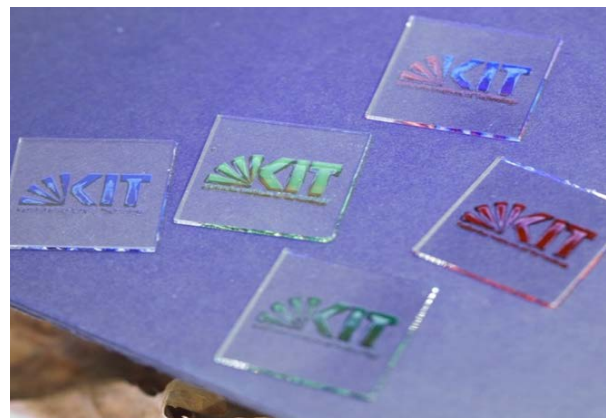
**Dünnschichtsolarmodulen auf Basis sogenannter Perowskit-Halbleiter gelten seit einigen Jahren als äußerst aussichtsreiche Kandidaten für Solarzellen der nächsten Generation. Im Labor konnten für diese Technologie bereits Wirkungsgrade von über 23 Prozent erreicht werden. Ziel des deutsch-griechischen Kooperationsprojektes PrintPero ist es, die technologische Machbarkeit von digital gedruckten, hocheffizienten und stabilen Perowskit-Solarmodulen für die gebäudeintegrierte Photovoltaik zu demonstrieren. So entstehen funktionsfähige Prototypen basierend auf industriell skalierbaren Druckprozessen bei niedrigen Temperaturen, die die vielschichtigen architektonischen Anforderungen, wie Lichtdurchlässigkeit, einheitliches Erscheinungsbild, Farbe und maßgeschneiderte Form, erfüllen.**

Solarzellen aus hybriden organisch-anorganischen Metall-Halogenid Perowskiten haben im vergangenen Jahrzehnt eine für die Photovoltaikforschung einmalige, rasante Effizienzsteigerung aufgezeigt. Diese neuartige Materialklasse gilt damit als Hoffnungsträger für Solarzellen der nächsten Generation, die die bewährten Photovoltaiktechnologien ersetzen oder komplementieren können. Perowskit-Solarzellen haben den Vorteil, dass sie sich durch Bedampfen oder Drucken als extrem dünne Schichten ohne großen Aufwand auf Oberflächen aufbringen lassen. Man benötigt deshalb im Vergleich zu herkömmlichen Solarzellen aus kristallinem Silizium nur sehr wenig Material. Perowskit-Solarzellen sind somit günstig, leicht herzustellen und äußerst effizient. Sie sind zudem leicht verfügbar und einfach zu verarbeiten. Die derzeit in der Forschung üblichen Herstellungsprozesse von Perowskit-Solarzellen sind jedoch auf kleine Flächen beschränkt und somit ungeeignet für die industrielle Produktion.

Im Rahmen des deutsch-griechischen Forschungsprojekts PRINTPERO arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in enger Kooperation mit Industriepartnern daran, Perowskit-Solarmodule zu entwickeln, die die vielschichtigen architektonischen Anforderungen, wie Lichtdurchlässigkeit, einheitliches Erscheinungsbild, Farbe und maßgeschneiderte Form, erfüllen. Das zentrale Ziel ist es, skalierbare digitale Druckverfahren zur Verfügung zu stellen, die die großflächige Herstellung von Perowskit-Photovoltaik in frei wählbarer Form, Lichtdurchlässigkeit und Farbe ermöglichen. Die in diesem Projekt zu entwickelnden Prototypen werden auf der

Ebene der Bauelemente die technologischen Anforderungen für die Integration der Perowskit-Photovoltaik in Gebäude erfüllen. Bereits heute können hervorragende ästhetische Erscheinungsbilder mit gebäudeintegrierter Photovoltaik (BIPV) erzielt werden. Allerdings bietet keine Technologie die Kombination aus hohem Wirkungsgrad und der gewünschten Flexibilität in Farbe, Lichtdurchlässigkeit und Form.

Die so entwickelte Plattformtechnologie soll von den Industriepartnern direkt eingesetzt werden, um innovative, maßgeschneiderte Produkte für den BIPV-Markt zu entwickeln.



In der Form des KIT-Logos gedruckte Perowskit-Schicht unterhalb einer formgleichen lumineszierenden Farbschicht

Auf dem Weg zur Realisation dieser ambitionierten Ziele müssen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler jedoch noch einige wichtige Fragen beantworten:

- Wie kann das Tintenstrahl-Druckverfahren genutzt werden, um Perowskit-Solarzellen verschiedener Formen zu herzustellen?
- Wie können anschließend Perowskit-Solarzellen mit partieller Lichtdurchlässigkeit mit einem neutralen Farbhintergrund hergestellt werden?
- Wie können darauf aufbauend druckbare lumineszierenden Schichten zur Herstellung farbiger Perowskit-Solarzellen mit zusätzlichem Schutz vor UV-Strahlung integriert werden?

Darüber hinaus müssen weitere Herausforderungen, wie die serielle Verschaltung mehrere Perowskit-Solarzellen zu großflächigen Solarmodulen, eine Verkapselung der Module zum Schutz gegen durch Feuchtigkeit hervorgerufene Zerfallsprozesse und nicht zuletzt die Hochskalierung aller Prozesse, überwunden werden. Gleichzeitig arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch daran, alternative, bleifreie und thermisch-stabile Materialien für die Absorber-Schicht der Solarzelle zu entwickeln und zu integrieren.

An dem Projekt beteiligt sind auf griechischer und deutscher Seite jeweils ein Forschungspartner und ein mittelständisches Unternehmen. Die Forschungspartner werden die Ergebnisse durch den Transfer in die Lehre und für die Beratung regionaler KMU nutzen. Den mittelständischen Unternehmen ermöglichen die Forschungsarbeiten den Transfer der entwickelten Lösungen in neue kommerzielle Angebote. Durch die Bündelung von Kompetenzen aus Forschung und Industrie über Ländergrenzen hinweg können die gesteckten Ziele erreicht werden und die für die Marktreife essenziellen Technologieentwicklungen der gebäudeintegrierten, gedruckten Perowskit-Photovoltaik auf den Weg gebracht werden. Die im Projekt entwickelten Lösungen und gewonnenen Erkenntnisse leisten so einen Beitrag zur effektiveren Gestaltung der Energiewende in Deutschland und in Griechenland.

**Fördermaßnahme**

Deutsch-Griechisches Forschungs- und Innovationsprogramm  
(Greek-German Bilateral Research and Innovation Cooperation)

**Projekttitle**

PRINTPERO – Printed Perovskite Modules for Building Integrated Photovoltaics

**Laufzeit**

01.03.2018 – 28.02.2021

**Förderkennzeichen**

03SF0557

**Fördervolumen des Verbundprojektes**

414.000 Euro

**Kontakt**

Karlsruher Institut für Technologie  
Institute of Microstructure Technology  
Dr. Ulrich W. Paetzold  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen  
Telefon: +49 721 608-26357  
E-Mail: ulrich.paetzold@kit.edu

**Projektpartner**

Karlsruher Institut für Technologie  
Sunovation Produktion GmbH

Technological-Educational Institute of Western Greece  
Brite Hellas SA

**Herausgeber**

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

**Redaktion und Gestaltung**

Projekträger Jülich (PtJ),  
Forschungszentrum Jülich GmbH

**Bildnachweis**

Stefan Schließke,  
Karlsruher Institut für Technologie

**Stand: September 2018**