



1 Das weltweit erste großflächige Farbstoffsolarmodul (60 x 100 cm²) hergestellt am Fraunhofer ISE.

2 Farbstoffsolarmodule können sowohl opak als auch transparent gestaltet werden und stellen somit eine interessante Applikation für die gebäudeintegrierte Photovoltaik dar.

FARBSTOFFSOLARZELLEN UND -MODULE

Farbstoffsolarmodule sind eine noch junge Photovoltaik-Technologie, die sich aber in den letzten Jahren deutlich über den Labormaßstab hinaus entwickelt hat. Ihre Zielanwendung ist die Integration in die Gebäudehülle. Eine große Herausforderung bei der Entwicklung neuer Photovoltaik-Technologien stellt die Aufskalierung – also der Schritt von der Laborgröße in die industrielle Umsetzung – dar. Mit der weltweit ersten Herstellung 60 cm x 100 cm großer Farbstoffsolarmodule auf einem durchgehenden Substrat ist es Forschern des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE gelungen, eine wichtige Hürde erfolgreich zu nehmen.

Die FSZ-Technologie

Farbstoffsolarzellen sind elektrochemische Solarzellen und ähneln in ihrer Funktionsweise dem Primärprozess der Photosynthese. Anders als bei herkömmlichen Solarzellen wandelt hier ein organischer Farbstoff Licht in elektrische Energie um. Die Solarzellen lassen sich prinzipiell sehr einfach herstellen und sind ein

Paradebeispiel für die Erforschung und Realisierung von funktionalisierten Nanomaterialien. Die Farbstoffsolarzelle basiert auf einer nanokristallinen Trägerschicht aus Titandioxid, die mit Farbstoffmolekülen belegt wird. Eine kleine Menge eines gelierbaren Elektrolyten wird für den Transport der Ladungen eingesetzt.

Kostengünstige Herstellung

Die Module werden mit einfachem Siebdruck hergestellt und mit Glaslot in einem thermischen »Fusing« Schritt versiegelt. Diese Prozesse sind vergleichbar mit Produktionsprozessen wie sie z. B. aus der Glasindustrie bekannt sind. Die kürzlich realisierten, großflächigen, funktionsfähigen 6000 cm² Module bedeuten daher einen wichtigen Schritt in Richtung einer kostengünstigen Herstellung von FSZ-PV.

Variable Gestaltung

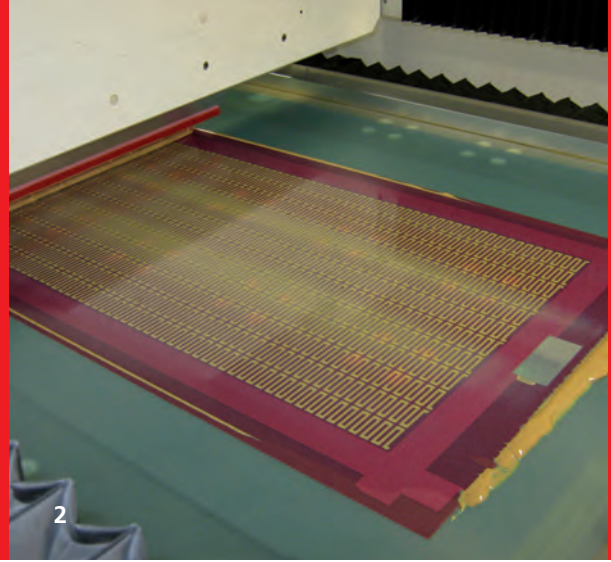
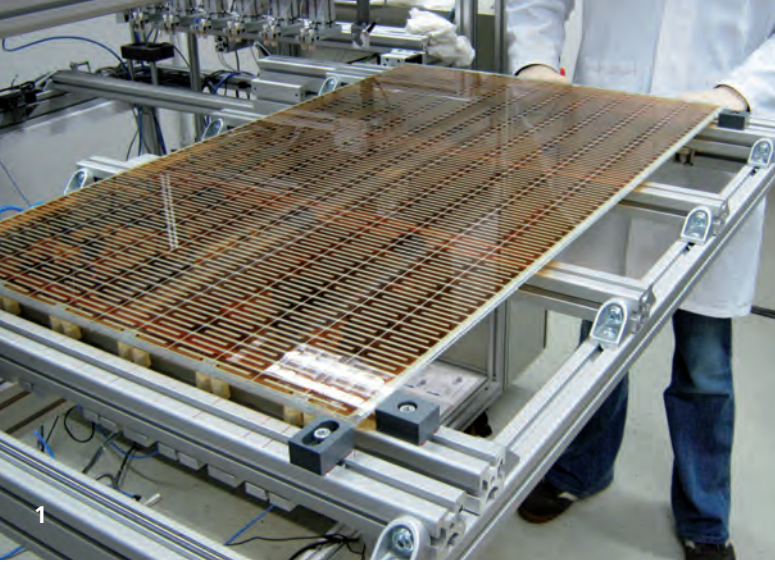
Farbstoffsolarzellen stellen eine interessante Anwendungsmöglichkeit für gebäudeintegrierte Photovoltaik dar. Die Herstellung der Farbstoffsolarzellen geschieht durch

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg
Telefon +49 761 4588-0
Fax +49 761 4588-9000
www.ise.fraunhofer.de

Dr. Andreas Hinsch
Farbstoffsolarzellen
Telefon +49 761 4588-5417
andreas.hinsch@ise.fraunhofer.de

Dr. Stefan Glunz
Bereichsleiter Solarzellen –
Entwicklung und Charakterisierung
Telefon +49 761 4588-5191
stefan.glunz@ise.fraunhofer.de



einfachen Siebdruck und bietet vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten für Fassaden und Werbezwecke. Die als Prototypen entwickelten Module sind zunächst bernsteinfarben transparent. Diese Farbe kann dann durch Filter variiert werden. Farbige Pasten heben das Muster der Versiegelungsstruktur hervor oder lassen die Oberfläche einheitlich erscheinen. Durch Bedrucken mit streuenden Schichten können innerhalb der Module beliebige Bilder und Schriftzüge ohne nennenswerten elektrischen Leistungsverlust gestaltet werden.

Stand der Technik

Auf 10 cm x 10 cm großen Farbstoffsolarmodulen erzielte das Fraunhofer ISE kürzlich einen solaren Wirkungsgrad von 7,1% auf der aktiven Fläche. Dabei wurden die gleichen Herstellungsverfahren wie bei den aufskalierten Modulen verwendet. Bei den 6000 cm² FSZ-Modulen sind jeweils zwölf Solarzellen intern in Serie geschaltet. Durch Verbesserung der Drucktechnik ist in den nächsten zwei Jahren ein solarer Wirkungsgrad von 5 % auf 60 x 100 cm² großen Flächen möglich. Der Weltrekord für kleinflächige Farbstoffsolarmodule liegt im Labor momentan bei 11 %. Beschleunigte Alterungstests von mehreren 1000 Stunden bei unterschiedlichen Bedingungen zeigten die gute Langzeitstabilität der Zellen. Umfangreiche Tests zur Zertifizierung gemäß der Standard-Testnorm für photovoltaische Module müssen in weiterführenden Projekten an Testanlagen durchgeführt werden.

Umsetzung und Verwirklichung

Die Arbeiten am Fraunhofer ISE zu Farbstoffsolarmodulen werden im Rahmen von Verbundprojekten durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), die Europäische Kommission und das Umweltministerium Baden-Württemberg gefördert. In einem gemeinsamen Projekt »FSZ-Industrie« werden marktfähige Produktkonzepte für die Nutzung in Gebäudefassaden sowie für die netzunabhängige Anwendung optimiert und in Prototypen demonstriert. Die breit gefächerte Wertschöpfungskette von Farbstoffsolarmodulen kann durch ein Konsortium aus der freien Wirtschaft abgedeckt werden.

Die Herstellung der 60 cm x 100 cm großen Module erfolgte mit industrierelevanten Verfahren und Maschinen. Für die Applikation von Farbstoff und Elektrolyt war eine Eigenentwicklung erforderlich. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IAO, Stuttgart, entwickelte das Fraunhofer ISE zu diesem Zweck eine Station für die automatisierte Befüllung und Endversiegelung der großflächigen Farbstoffsolarmodule. Die Herstellung weiterer Module in zukünftigen Demonstrationsprojekten ist damit sichergestellt – ein wichtiger Schritt in Richtung Pilotfertigung. Das Fraunhofer ISE befasst sich daher mit Plänen für eine Ausgründung, um erste Demonstrationsanwendungen realisieren zu können. Wir suchen Partner, die in erste Testanlagen und Demonstrationsprojekte investieren,

1 *Halbautomatische Einfärbe- und Befüllstation als Eigenentwicklung, hergestellt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IAO.*

2 *Hochpräzisionssieb für großflächigen, mikrometeregenen Siebdruck.*

außerdem gezielt weitere Unternehmen und Investoren, die Interesse an den Arbeiten zu einer Herstellungs- und Vermarktungskoooperation für Farbstoffsolarmodule haben. Denn es eröffnen sich neue Absatzmärkte für Nanopartikel, Siebdruckpasten und Feinchemikalien. Die Herstellung von Farbstoffsolarmodulen kann in bestehende Prozesse zur Veredelung von Flachglas integriert werden. Der hohe Neuigkeitswert von Farbstoffsolarmodulen bietet gute Chancen für die erfolgreiche Schöpfung und Umsetzung von ertragreichen Produktideen.