



# An die Medien

Stuttgart, 17. November 2022

## **Dünnschicht-Photovoltaik im Doppelpack wird effizienter**

### **ZSW entwickelt Tandem-Solarmodul aus Perowskit und CIGS mit über 21 Prozent Wirkungsgrad**

**Hocheffiziente und kostengünstige Solarmodule ermöglichen einen schnelleren Ausbau der Photovoltaik. Eine viel versprechende Technologie für die nächste Generation sind Tandem-Solarmodule. Sie werden aus zwei übereinander liegenden Solarmodulen gebildet und liefern so mehr elektrische Energie als aktuelle Module. Mit einem solchen Modul auf Dünnschichtbasis hat das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) jetzt einen Wirkungsgrad von 21,1 Prozent erzielt. Diese Dünnschichtmodule sind hocheffizient und lassen sich leichtgewichtig und biegsam herstellen. Somit können sie auch außerhalb der klassischen Installation in Form von starren Modulen im Solarpark weitere Anwendungsfelder erschließen.**

Die heute fast ausschließlich verbauten Solarmodule auf Basis von Silizium kommen nach Jahrzehnten intensiver Forschung ihrer praktischen Wirkungsgradgrenze von rund 27 Prozent bereits sehr nahe. Eine weiter gehende Erhöhung auf weit über 30 Prozent versprechen aktuell nur Tandem-Solarmodule aus übereinander geschichteten Solarzellen verschiedener Materialien. Ihre unterschiedlichen Aktivschichten nutzen zusammen die Breite des Sonnenlichtspektrums besser aus als die jeweilige Einfachszelle und ermöglichen so eine bessere Effizienz.

Eine aussichtsreiche Materialgruppe für Tandem-Solarmodule sind die metallorganischen Perowskite. „Einige Verbindungen dieser Materialklasse zeigen hervorragende optische und elektronische Eigenschaften und sind reichlich und kostengünstig auf der Erde verfügbar“, erklärt Dr. Jan-Philipp Becker, der Leiter des ZSW-Fachgebiets Photovoltaik: Materialforschung. „Sie nutzen im oberen Solarmodul dank ihrer hohen optischen Energiebandlücke den hochenergetischen Anteil des Sonnenspektrums sehr effizient. Gleichzeitig lassen sie einen beachtlichen niederenergetischen Anteil des Spektrums in das zweite, darunter befindliche Solarmodul durch.“

#### **Optimale Anpassung an das Sonnenspektrum**

Für das untere Solarmodul liegt die Verwendung von konventioneller Silizium-Photovoltaik nahe. Noch interessanter ist aber die ausschließliche Nutzung von Dünnschichttechnologien: Das untere Modul kann ebenfalls Perowskit sein oder – wie im ZSW-Modul –

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Standort: Meitnerstr. 1,  
70563 Stuttgart



Zentrum für Sonnenenergie-  
und Wasserstoff-Forschung  
Baden-Württemberg (ZSW)

Standort: Meitnerstr. 1,  
70563 Stuttgart

CIGS. CIGS ist ein Materialmix aus Kupfer, Indium und Gallium, der in Selenatmosphäre auf ein starres oder flexibles Trägermaterial aufgedampft wird. Diese Technologie haben die Fachleute am Institut in der Vergangenheit zusammen mit Industriepartnern bis zur Serienproduktion entwickelt. Im Vergleich zu Silizium kann die spektrale Absorption, also die Lichtaufnahme, beim CIGS ideal auf den Tandemverbund angepasst werden.

Das Tandem-Solarmodul des ZSW hat eine Größe von 9 Quadratcentimetern und einen Wirkungsgrad von 21,1 Prozent. Dieser Prototyp zeichnet sich zudem durch eine industrietaugliche und skalierbare Bauelementarchitektur aus. Die aktuellen Bestwerte für Tandemsolarmodule aus Perowskit und CIGS liegen mit 22 Prozent nur wenig darüber. Bei kleineren Laborzellen erzielte das ZSW für diese Materialkombination bereits eine hervorragende Effizienz von 26,6 Prozent.

### **Mehrere Entwicklungsschritte führten zum Erfolg**

Um diese guten Werte zu erreichen, waren mehrere technische Entwicklungsschritte nötig: Zunächst haben die Forscherinnen und Forscher die jeweiligen Submodule optimiert, insbesondere das obere Perowskit-Halbmodul, das nicht nur sehr effizient, sondern auch noch teiltransparent sein muss, um genügend Licht für das untere Modul durchzulassen. Hierfür haben sie unter anderem verbesserte transparente Elektroden entwickelt und die Passivierung der Grenzflächen verbessert.

Bei allen präparierten Zellen und Modulen hat die jeweilige Tandemstruktur als Ganzes die Effizienz der Einzelzellen oder -module übertroffen. Damit konnte die Überlegenheit von Tandemsolarmodulen klar demonstriert werden. Das ZSW will die Tandem-Dünnschichttechnologie nun zusammen mit interessierten Industriekunden weiter hochskalieren und weiterentwickeln.

### **Tandemsolarmodule: Hocheffizient, leichtgewichtig, flexibel**

Tandemsolarmodule aus Perowskit und CIGS bieten neben der hohen Effizienz weitere Vorteile: Als Dünnschichttechnologie können die Module auch auf Kunststoff- oder Stahlfolien hergestellt werden und sind dann leichtgewichtig und flexibel. Dadurch eignen sie sich neben der klassischen Installation im Solarpark hervorragend für weitere Anwendungen wie die nahtlose Integration ins Fahrzeug oder die Installation auf Fabrikhallen, die keine großen Lasten tragen können.

Darüber hinaus fallen nach aktuellen Studien nicht nur die Stromgestehungskosten geringer aus, auch die Gesamt-Umweltbilanz

der Dünnschicht-Photovoltaik ist aufgrund des geringen Material- und Energieeinsatz während der Herstellung sehr gut.

Die Arbeiten des ZSW und seines Partners Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entstanden im Rahmen des vor kurzem abgeschlossenen Forschungsprojekts CAPITANO, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert wurde.

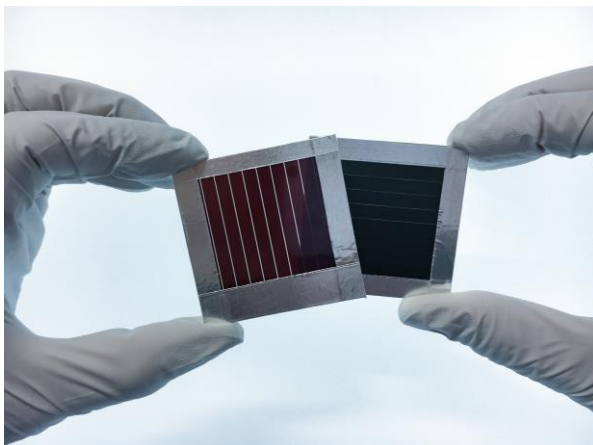
Über das ZSW

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) gehört zu den führenden Instituten für angewandte Forschung auf den Gebieten Photovoltaik, regenerative Kraftstoffe, Batterietechnik und Brennstoffzellen sowie Energiesystemanalyse. An den drei ZSW-Standorten Stuttgart, Ulm und Widderstall sind derzeit rund 330 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker beschäftigt. Hinzu kommen 100 wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte. Das ZSW ist Mitglied der Innovationsallianz Baden-Württemberg ([innBW](#)), einem Zusammenschluss von 12 außeruniversitären, wirtschaftsnahen Forschungsinstituten.

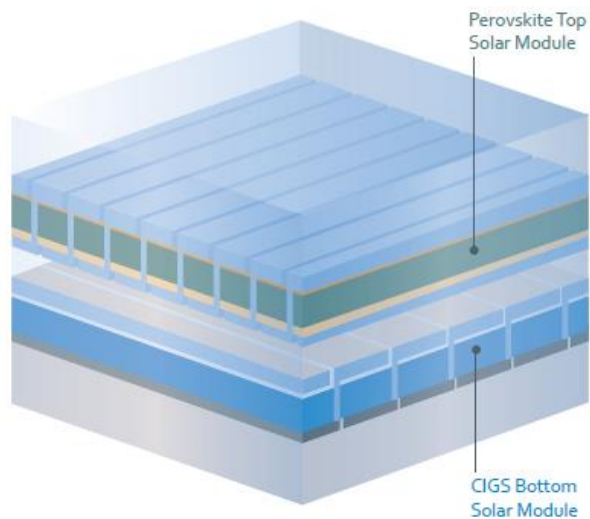
### **Ansprechpartner Pressearbeit**

Claudia Brusdeylins, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW),  
Meitnerstr. 1, 70563 Stuttgart, Tel.: +49 711 7870-278,  
[claudia.brusdeylins@zsw-bw.de](mailto:claudia.brusdeylins@zsw-bw.de), [www.zsw-bw.de](http://www.zsw-bw.de)

Axel Vartmann, PR-Agentur Solar Consulting GmbH,  
Emmy-Noether-Str. 2, 79110 Freiburg,  
Tel.: +49 761 380968-23, [vartmann@solar-consulting.de](mailto:vartmann@solar-consulting.de),  
[www.solar-consulting.de](http://www.solar-consulting.de)



Tandemsolarmodul aus teiltransparentem Perowskit (links) und CIGS (rechts). Foto: ZSW



Aufbau des Tandem-Moduls aus Perowskit (oben) und CIGS-Modul  
(unten). Grafik: ZSW

Das Bildmaterial erhalten Sie von Solar Consulting oder über  
<https://energie.themendesk.net/zsw/>