



# An die Medien

Stuttgart, 8. Oktober 2020

## Wirkungsgrad von hocheffizienten Dünnschichtsolarzellen weiter steigern

### Forscherteam zeigt Verbesserungspotenzial in CIGS-Solarzellen auf

Dünnschichtsolarzellen mit einem Halbleiter aus Kupfer, Indium, Gallium und Selen (CIGS) weisen mittlerweile einen Wirkungsgrad von mehr als 23 Prozent auf. Eine weitere Effizienzsteigerung wird nun wahrscheinlicher: Ein Forscherteam des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) und des Helmholtz-Zentrums Berlin (HZB) hat jüngst eine wichtige Stelle identifiziert, an der die Leistung von Dünnschichtsolarzellen verbessert werden kann, damit die Zelle mehr Sonneneinstrahlung in Solarstrom umwandelt. Die Ergebnisse wurden im August 2020 in der renommierten wissenschaftlichen Fachzeitschrift *Nature Communications* veröffentlicht. Sie geben Herstellern von CIGS-Dünnschichtsolarzellen Hinweise, wie sie noch höhere Wirkungsgrade erzielen können.

Link zum Artikel: [www.nature.com/articles/s41467-020-17507-8](https://www.nature.com/articles/s41467-020-17507-8)

Trotz erheblicher Fortschritte in den vergangenen Jahren ist bei CIGS-Dünnschichtsolarzellen immer noch ein nicht ausgereiztes Potential von etwa zehn Prozentpunkten vorhanden, um den maximalen theoretischen Wirkungsgrad von rund 33 Prozent zu erreichen. Die Diskrepanz kommt durch Verlustmechanismen in der CIGS-Solarzelle zustande, die in den funktionalen Schichten, aber auch an den unterschiedlichsten Grenzflächen auftreten können. Wo genau und warum diese Einbußen auftreten, wurde bislang nur vermutet und in der Fachwelt kontrovers diskutiert.

### Dichte der elektrisch aktiven Korngrenzen reduzieren

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des ZSW, der MLU und des HZB konnten nun den Ort des Geschehens ausfindig machen. „Ein Teil der Verluste erfolgt an den Grenzen zwischen den einzelnen CIGS-Kristallen der Solarzelle. An diesen sogenannten Korngrenzen, von denen ein bestimmter Anteil auch elektrisch aktiv ist, können sich positive und negative elektrische Ladungen gegenseitig neutralisieren“, sagt Projektleiter Dr. Wolfram Witte vom ZSW. „Das reduziert die Leistung der Zelle.“

Identifizieren konnten die Forscher solch einen Verlustmechanismus, indem sie experimentelle Messverfahren mit Computersimulationen kombinierten. Um möglichst realistische Werte in die an der Universität

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

Standort: Meitnerstr. 1,  
70563 Stuttgart

Halle entwickelte zweidimensionale Bauelementsimulation einzugeben, analysierte das HZB eine hocheffiziente CIGS-Solarzelle mit verschiedensten Elektronen-Mikroskopieverfahren und optoelektronischen Messmethoden wie der Photolumineszenz.

Hergestellt wurde die CIGS-Zelle am ZSW mit dem Verfahren der Koverdampfung, bei dem die Elemente Kupfer, Indium, Gallium und Selen zur selben Zeit im Vakuum aufgebracht werden. Der Zellwirkungsgrad betrug ohne zusätzliche Antireflexschicht 21 Prozent, die reale Mikrostruktur dieser Zelle wurde mit den experimentell erhaltenen Werten der verschiedenen Analyseverfahren als Eingabeparameter für die zweidimensionale Simulation genutzt.

Die Computersimulationen zeigten, dass eine verstärkte Rekombination an elektrisch aktiven Korngrenzen innerhalb der CIGS-Schicht einen signifikanten Verlustmechanismus darstellt, der vor allem die Leerlaufspannung und den Füllfaktor verschlechtert und somit den Wirkungsgrad der Solarzelle nach unten drückt. „Um den Wirkungsgrad von CIGS-Dünnschichtsolarzellen und -modulen in Zukunft weiter zu verbessern, sollte die Dichte der elektrisch aktiven Korngrenzen reduziert und CIGS-Schichten mit größeren Körnern hergestellt werden“, so Witte. Dies könnte technisch z.B. durch zusätzliche Additive in der CIGS-Schicht, eine Anpassung des Substratmaterials oder einen optimierten Temperaturhaushalt während der Beschichtung umgesetzt werden. Für die Photovoltaikindustrie wären dies vielversprechende Ansatzpunkte, um die Wirkungsgrade von CIGS-Modulen weiter zu erhöhen.

### **EFFCIS-Projekt**

Die in *Nature Communications* dargestellten Erkenntnisse sind eines von mehreren Teilergebnissen des vom BMWi geförderten Verbundprojektes „EFFCIS“, das im Jahr 2020 nach rund dreieinhalbjähriger Laufzeit endete. In dem Forschungsverbund, bestehend aus neun Partnern, arbeiteten unter der Federführung des ZSW Expertinnen und Experten aus Forschungseinrichtungen, Hochschulen und der Industrie zusammen. Der Fokus lag auf der Lokalisierung von dominierenden Verlustmechanismen in CIGS-Dünnschichtsolarzellen und -modulen und auf deren Verständnis, um sie durch innovative Maßnahmen zu verringern oder zu eliminieren. Die Partner nutzten hoch orts- und zeit aufgelöste Analyseverfahren zur Bestimmung der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Funktionsschichten und Grenzflächen in CIGS-Solarzellen.

*Nature Communications* 11 (2020) 4189: „Microscopic origins of performance losses in highly efficient Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> thin-film solar cells“, Maximilian Krause, Aleksandra Nikolaeva, Matthias Maiberg, Philip

Jackson, Dimitrios Hariskos, Wolfram Witte, José A. Márquez, Sergej Levcenko, Thomas Unold, Roland Scheer, Daniel Abou-Ras. DOI: 10.1038/s41467-020-17507-8

#### Über das ZSW

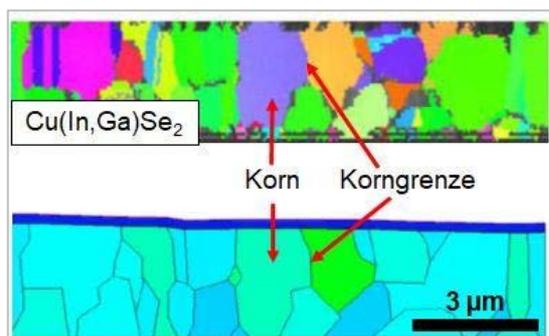
Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) gehört zu den führenden Instituten für angewandte Forschung auf den Gebieten Photovoltaik, regenerative Kraftstoffe, Batterietechnik und Brennstoffzellen sowie Energiesystemanalyse. An den drei ZSW-Standorten Stuttgart, Ulm und Widderstall sind derzeit rund 280 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker beschäftigt. Hinzu kommen 100 wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte.

Das ZSW ist Mitglied der Innovationsallianz Baden-Württemberg ([innBW](#)), einem Zusammenschluss von 13 außeruniversitären, wirtschaftsnahen Forschungsinstituten.

#### Ansprechpartner Pressearbeit

Claudia Brusdeylins, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Meitnerstr. 1, 70563 Stuttgart, Telefon +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)



Gemessene Kornstruktur der am ZSW hergestellten, hocheffizienten CIGS-Solarzelle (oben), deren Körner eine unterschiedliche Orientierung aufweisen (verschiedene Farben) und die daraus abgeleitete zweidimensionale Simulation (unten).

Grafik: ZSW auf Basis der Abbildungen im oben genannten Artikel in *Nature Communications*.



Anlage zur Abscheidung der CIGS-Schicht mit dem Verfahren der Koverdampfung.

Foto: ZSW

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

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

Standort: Meitnerstr. 1,  
70563 Stuttgart