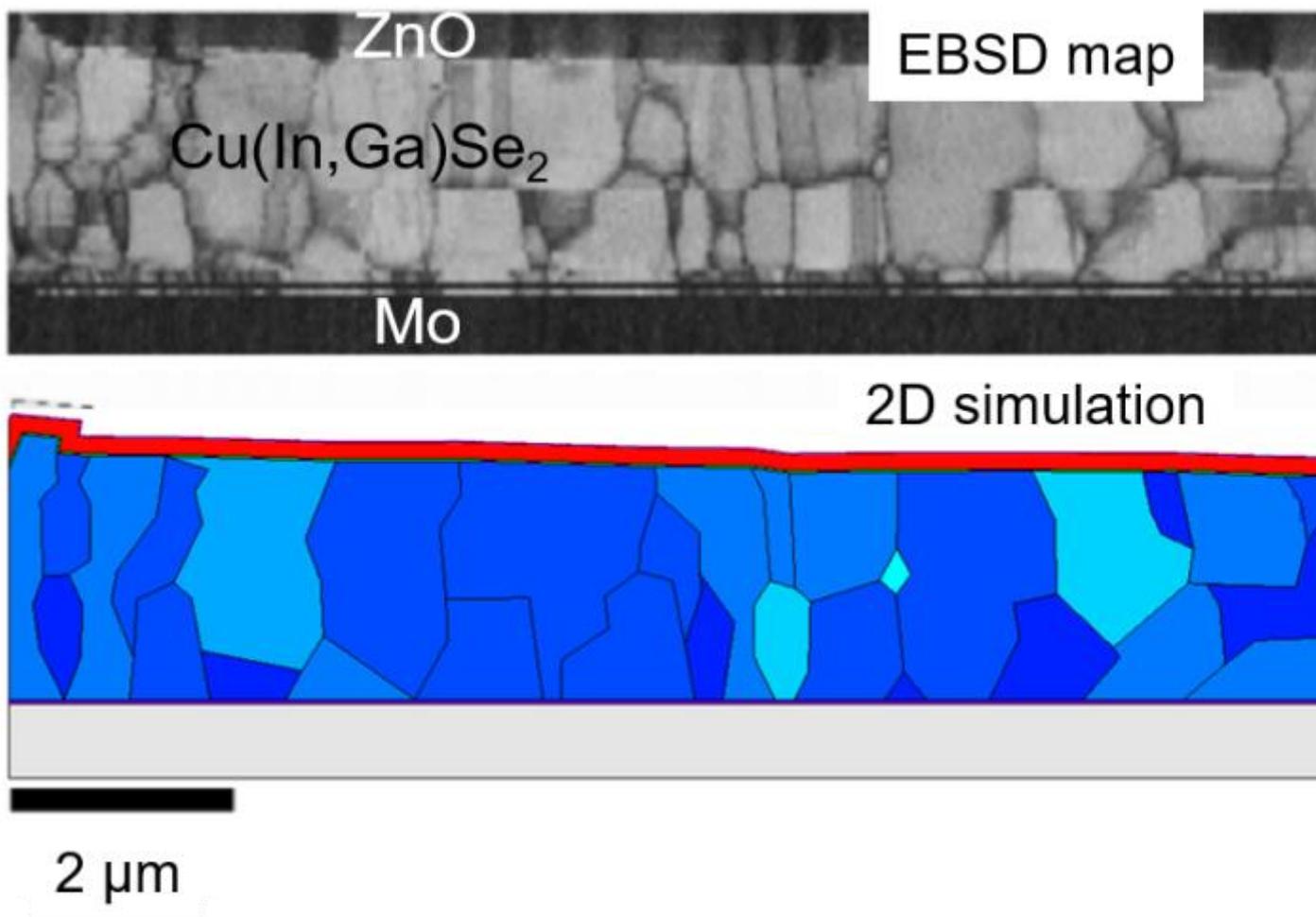


Nachricht  
21.08.2020

## Forscherteam liefert konkreten Ansatzpunkt, um die Leistung von CIGS- Solarzellen zu verbessern



Daniel Abou-Ras und sein Team ermitteln die mikroskopische Struktur einer sehr guten CIGS-Dünnschicht-Solarzelle (oben). Sie dient als Vorbild für eine Computersimulation (unten) © HZB/M. Krause

**Ein Forscherteam hat mithilfe von Elektronenmikroskopen und Computersimulationen ermittelt, warum es zu Verlusten in Dünnschicht-Solarzellen kommt. Die Forschenden von der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) und vom Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) geben konkrete Hinweise, wie sich der bereits hohe Wirkungsgrad von**

## **CIGS-Solarzellen verbessern lässt. Die Ergebnisse wurde in der Zeitschrift Nature Communication veröffentlicht.**

Dünnschichtsolarzellen aus Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid oder kurz CIGS glänzen schon längst mit Rekord-Wirkungsgraden von 23,4 Prozent und weiteren Vorteilen wie der Möglichkeit zur Produktion auf flexiblen Substraten, was mit herkömmlichen Solarzellen aus Silizium-Wafern nicht möglich ist. Dieser Wirkungsgrad lässt sich aber durchaus noch verbessern, weil beim Umwandeln von Sonnenlicht in elektrische Leistung einige Verluste auftreten. Nur müssten die Hersteller erst einmal wissen, wo diese Einbußen genau auftreten.

### **Korngrenzen sind entscheidend**

Eine Antwort auf diese Frage hat jetzt das Team um HZB-Forscher Dr. Daniel Abou-Ras geliefert und erhärtet damit einen schon länger bestehenden Verdacht: Ein erheblicher Teil der Verluste passiert an den Grenzen zwischen den CIGS-Kristallen einer Dünnschicht-Solarzelle, wenn sich an diesen „Korngrenzen“ positive und negative elektrische Ladungen gegenseitig neutralisieren.

Diese Ladungen entstehen, wenn das Sonnenlicht auf ein Halbleitermaterial wie Silizium oder CIGS trifft. Die energiereiche Strahlung schlägt aus den Atomen dieses Halbleiters elektrisch negativ geladene Elektronen heraus, zurück bleiben positiv geladene Elektronenfehlstellen, die in der Fachsprache als „Löcher“ bezeichnet werden. Diese beweglichen, elektrischen Ladungen werden an Kontakten gesammelt und liefern dort die elektrische Leistung. Die wiederum hängt von zwei Faktoren ab: Je mehr Elektronen die Sonnenstrahlung im Halbleiter anregt, umso besser ist auf der einen Seite der Stromfluss. Andererseits hängt die elektrische Leistung auch von der elektrischen Spannung ab, die sich verringert, wenn positive und negative Ladungen wieder zusammenkommen. Diese Rekombination von Löchern und Elektronen mindert also die elektrische Leistung einer Solarzelle.

### **Mit dem Elektronenmikroskop und Simulationen Verlusten auf der Spur**

„Zunächst haben wir mit dem Elektronenmikroskop die Struktur solcher CIGS-Dünnschicht-Solarzellen untersucht und an exakt der gleichen Stelle die Verteilung der vorhandenen Elemente analysiert“, erklärt Daniel Abou-Ras. Diese Verteilung gibt dem Forscher wichtige Hinweise zur Lage der einzelnen CIGS-Kristalle. Mit einer speziellen Kombination weiterer Methoden klärt das Team diese Mikrostrukturen sehr fein auf.

Die so ermittelte Struktur einer CIGS-Solarzelle mit sehr gutem Wirkungsgrad überträgt die Gruppe dann in ein Computermodell. Diese Simulation passen Daniel Abou-Ras und sein Team mit Hilfe ihrer experimentellen Ergebnisse so lange an, bis sie die Vorgänge in einer echten CIGS-Solarzelle möglichst exakt nachbildet.

„In diesem Computermodell können wir dann beobachten, wie verschiedene Veränderungen die elektrische Leistung einer Solarzelle beeinflussen“, erklärt Daniel Abou-Ras. So hat die absorbierende Schicht einer CIGS-Solarzelle durch eine sogenannte p-leitende Dotierung von vorneherein einen Überschuss an Löchern, die sich dort unregelmäßig verteilen. Variiert die Gruppe im Computermodell die Verteilung dieser Löcher, haben solche Inhomogenitäten keinen messbaren Einfluss auf die elektrische Leistung der Solarzelle. Die Verluste haben also eine andere Ursache. Auch unterschiedliche Lebensdauern der Paare aus Elektronen und Löchern verändern die Leistung der CIGS-Solarzellen nur unwesentlich.

## **Entscheidend ist, was an den Grenzbereichen der Kristalle passiert**

Sehr wohl aber beeinflussen die Grenzbereiche zwischen den einzelnen Kristallen die Leistung deutlich. „Die Atome in CIGS-Kristallen ordnen sich ja in bestimmten Strukturen an“, erklärt Daniel Abou-Ras. An den Stellen, an denen sich zwei solche hochgeordneten Kristalle berühren, passen diese Kristallgitter oft nicht so gut zusammen. Dort entstehen Defekte, die Elektronen oder Löcher gut einfangen können. Das Team ist mit der vorliegenden Arbeit nun in der Lage, recht gut zu bestimmen, wie stark die Ladungen rekombinieren und wie sehr entsprechend Spannung und Leistung der Solarzellen abfallen.

„Dieses Ergebnis gibt den Herstellern einen wichtigen Hinweis, wie sie CIGS-Solarzellen weiter verbessern können“, ist Daniel Abou-Ras überzeugt. Schaffen die Entwickler es, die Kristalle erheblich zu vergrößern, gibt es auch weniger Grenzflächen und der bisherige Rekord-Wirkungsgrad könnte wohl deutlich verbessert werden.

**DOI: 10.1038/s41467-020-17507-8**

Roland Knauer