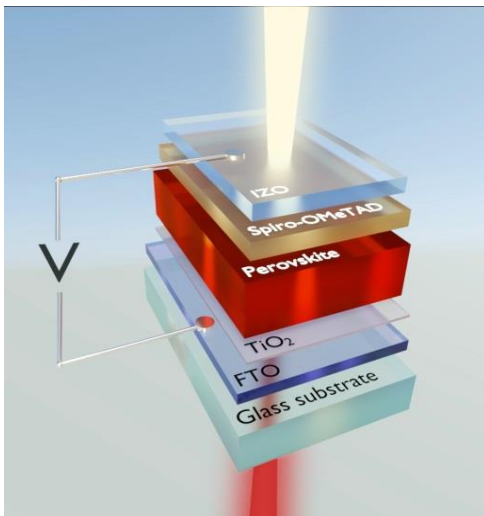


## Was Perowskit-Solarzellen so effizient macht

Forscher des KIT gewinnen neue Einblicke in opto-elektronische Eigenschaften –  
„Featured Article“ in *Applied Physics Letters*



Perowskit-Solarzellen wandeln einen hohen Anteil des einfallenden Lichts direkt in nutzbaren Strom um. (Abbildung: Fabian Ruf/Scilight)

**Solarzellen mit Wirkungsgraden über 20 Prozent bei kostengünstiger Herstellung – Perowskite machen es möglich. Nun haben Forscher am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) grundlegende Einblicke in die Funktion von Perowskit-Solarzellen gewonnen. Sie zeigten, dass bei der Absorption von Licht gebundene Elektron-Loch-Paare entstehen können. Diese lassen sich jedoch leicht genug trennen, sodass Strom fließen kann. Außerdem verstärken sie die Absorption. Über ihre Arbeit berichten die Wissenschaftler in der Zeitschrift *Applied Physics Letters*. (DOI: 10.1063/1.5017943)**

Perowskite gehören zu den vielversprechendsten Materialien für Solarzellen: Mit ihnen lassen sich hoher Wirkungsgrad und kostengünstige Herstellung vereinbaren. Das Interesse der Photovoltaik-Forschung fokussiert sich auf Halid-Perowskite, die sowohl organische als auch anorganische Verbindungen enthalten und daher als hybride Halbleiter gelten. „Diese Perowskite haben in weniger als einem Jahrzehnt eine bemerkenswerte Entwicklung durchlaufen. Inzwischen wandeln sie in Solarzellen über 20 Prozent des einfallenden Lichts direkt in nutzbaren Strom um“, berichtet der Photovoltaik-Experte Dr. Michael Hetterich vom KIT, der die gemeinsamen Aktivitäten des KIT



KIT-Zentrum Energie: Zukunft im Blick

**Monika Landgraf**  
Pressesprecherin,  
Leiterin Gesamtkommunikation

Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608-47414  
Fax: +49 721 608-43658  
E-Mail: [presse@kit.edu](mailto:presse@kit.edu)

### Weiterer Pressekontakt:

Margarete Lehné  
Stv. Pressesprecherin  
Tel.: 0721 608-21175  
[margarete.lehne@kit.edu](mailto:margarete.lehne@kit.edu)

### Weitere Materialien:

**Originalpublikation:**  
<https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5017943>

mit dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) koordiniert. Das enorme Potenzial der Perowskite zeigt sich auch in Tandem-Solarzellen, die eine semitransparente obere Perowskit-Zelle mit einer unteren Zelle aus Silizium oder Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) kombinieren. Dadurch lässt sich das Spektrum des Sonnenlichts optimal ausnutzen.

Die Forschung steht derzeit vor den Herausforderungen, die langfristige Stabilität der Perowskit-Solarzellen zu erhöhen sowie das in ihnen enthaltene Schwermetall Blei durch umweltverträglichere Elemente zu ersetzen. Dazu bedarf es tieferer Einblicke in die Struktur und Funktion der Perowskit-Schichten. Forscher am Institut für Angewandte Physik und am Lichttechnischen Institut des KIT sowie am ZSW und der Ludwig-Maximilians-Universität München untersuchen in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojekts CISOVSKIT (Entwicklung hocheffizienter Hybrid-Solarzellen aus CIGS- und Perowskitmaterialien) die Funktion von auf Perowskiten basierenden Dünnschicht-Tandem-Solarzellen. Dabei haben sie nun neue Erkenntnisse zur physikalischen Natur der optischen Übergänge gewonnen. Die Wissenschaftler berichten darüber in einem „Featured Article“ der Zeitschrift *Applied Physics Letters*.

Optische Übergänge sind Änderungen des Energiezustands von Elektronen in einem Material durch Emission (Abgabe) oder Absorption (Aufnahme) von Photonen, das heißt Lichtteilchen. Wie Fabian Ruf in seiner Doktorarbeit in der Arbeitsgruppe von Professor Heinz Kalt am KIT nun gezeigt hat, ist in Solarzellen mit dem Absorbermaterial Methylammonium-Bleijodid, dem klassischen Halid-Perowskit, der grundlegende optische Übergang exzitonischer Natur. Das bedeutet, dass in den Solarzellen nach der Absorption von Lichtteilchen Exzitonen entstehen können – das sind gebundene Elektron-Loch-Paare, welche die opto-elektronischen Eigenschaften wesentlich bestimmen. Dabei muss die Bindungsenergie der Exzitonen überwunden werden, um freie Ladungsträger zu erhalten und Strom fließen zu lassen.

Fabian Ruf untersuchte mittels temperaturabhängiger Elektroabsorptionsspektroskopie semitransparente Solarzellen mit Methylammonium-Bleijodid-Absorber, die von Moritz Schultes am ZSW mit einem nasschemischen Ansatz hergestellt wurden. Die Ergebnisse lassen auf exzitonische Übergänge über den gesamten untersuchten Temperaturbereich schließen – von zehn Kelvin (minus 263 Grad Celsius) bis zu Raumtemperatur. Je nach Kristallstruktur des Perowskits, die sich mit wechselnder Temperatur ändert, beträgt die Exzitonen-Bindungsenergie circa 26 beziehungsweise 19 Millielektronenvolt. „Die

Bindungsenergie ist damit klein genug, um bei Raumtemperatur eine ausreichende thermische Trennung der Ladungsträger zu ermöglichen“, erklärt Michael Hetterich. „Zusätzlich kommt es durch die exzitonischen Effekte zu einer verstärkten Absorption. Beides zusammen ermöglicht einen effizienten Betrieb der Perowskit-Solarzelle.“

Das American Institute of Physics (AIP) wählte die Arbeit zur Präsentation auf seiner Website „Scilight“ aus:

<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.5026230>

**Originalpublikation:**

*Fabian Ruf, Alice Magin, Moritz Schultes, Erik Ahlswede, Heinz Kalt, and Michael Hetterich: Excitonic nature of optical transitions in electroabsorption spectra of perovskite solar cells. Applied Physics Letters, 2018. DOI: 10.1063/1.5017943*

Details zum KIT-Zentrum Energie: <http://www.energie.kit.edu>

**Als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schafft und vermittelt das KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt. Ziel ist es, zu den globalen Herausforderungen maßgebliche Beiträge in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu leisten. Dazu arbeiten rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer breiten disziplinären Basis in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften zusammen. Seine 26 000 Studierenden bereitet das KIT durch ein forschungsorientiertes universitäres Studium auf verantwortungsvolle Aufgaben in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft vor. Die Innovationstätigkeit am KIT schlägt die Brücke zwischen Erkenntnis und Anwendung zum gesellschaftlichen Nutzen, wirtschaftlichen Wohlstand und Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen.**

*Das KIT ist seit 2010 als familiengerechte Hochschule zertifiziert.*

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter:  
[www.sek.kit.edu/presse.php](http://www.sek.kit.edu/presse.php)

Das Foto steht in der höchsten uns vorliegenden Qualität auf [www.kit.edu](http://www.kit.edu) zum Download bereit und kann angefordert werden unter: [presse@kit.edu](mailto:presse@kit.edu) oder +49 721 608-47414. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.