

Bessere Perowskit-Solarzellen durch molekulare Anpassung der Grenzflächen

28.04.2026, 09:44 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*

Perowskit-Solarzellen sind eine sich rasant entwickelnde Photovoltaiktechnologie, die in den letzten Jahren einen deutlichen Anstieg der Umwandlungseffizienz verzeichnet hat. Ein wesentlicher Treiber dieses Fortschritts ist der Einsatz molekularer, ladungsselektiver Kontakte – ultradünner Zwischenschichten von nur wenigen Nanometern Dicke –, die herkömmliche voluminöse Transportmaterialien ersetzen. Diese molekularen Schichten spielen eine entscheidende Rolle bei der Extraktion und dem Transport elektrischer Ladungen an der Elektroden-Grenzfläche.

Trotz ihrer Bedeutung sind die strukturelle Organisation und die Oberflächenbedeckung dieser Moleküle auf transparent leitfähigen Oxidsubstraten noch nicht vollständig verstanden. Dies ist besonders kritisch, da die Grenzfläche zwischen der Elektrode und der molekularen Zwischenschicht die Effizienz des Ladungstransfers bestimmt und sowohl die Leistung als auch die Langzeitstabilität stark beeinflusst.

In Advanced Energy Materials stellen Forschende der LMU München jetzt eine neue Strategie vor, um diese Herausforderung zu überwinden. Mittels einer neu entwickelten Oberflächenbehandlung ist es ihnen gelungen, den molekularen Kontakt zu verbessern – mit spürbaren Effekten auf Effizienz, Reproduzierbarkeit und Stabilität der Bauelemente. Statt neue molekulare Materialien zu entwickeln, setzt dieser Ansatz auf die Behandlung der Elektrodenoberfläche.

Oberflächenchemie als Schlüssel zur Effizienz

Das Team um Dr. Erkan Aydin, Gruppenleiter am Department für Chemie und Pharmazie der LMU, entwickelte eine vergleichsweise einfache, lösungsbasierte Methode zur Behandlung der weit verbreiteten Indium-Zinn-Oxid-(ITO)-Elektroden. Ziel der Forschenden war es, die chemischen und elektronischen Eigenschaften der Oberfläche gezielt einzustellen, damit sich die selbstorganisierende Molekülschichten (SAMs), die die organische Zwischenschicht bilden, optimal anlagern können.

„Wir zeigen, dass nicht die maximale Hydroxylierung der Oberfläche entscheidend ist, wie bisher angenommen wurde“, erklärt Rik Hooijer, der Erstautor der Studie. „Vielmehr führt ein ausgewogenes Verhältnis verschiedener Sauerstoffspezies zu deutlich homogenen und elektronisch günstigeren Grenzflächen.“ Die Ergebnisse widersprechen damit einer gängigen Annahme in der Forschung und eröffnen neue Wege für die gezielte Gestaltung von Kontakten in optoelektronischen Bauteilen.

Mehr Leistung und bessere Reproduzierbarkeit

Die optimierten Grenzflächen zeigen in verschiedenen Solarzell-Architekturen klare Vorteile: Der Ladungstransport wird effizienter und die Solarzelle wandelt mehr eingestrahlte Sonnenenergie in elektrische Energie um. Hinzu kommt eine deutlich geringere Streuung der Leistungswerte. „Unsere Behandlung verbessert nicht nur die absolute Leistungsfähigkeit, sondern erhöht auch die Lebensdauer der mit molekularen Kontaktschichten beschichteten Substrate sowie die Zuverlässigkeit der Bauelemente“, fasst Aydin zusammen. „Das ist entscheidend, wenn man die Technologie aus dem Labor in die Anwendung bringen will.“

Die Forschenden konnten zudem nachweisen, dass ihre Methode mit unterschiedlichen Materialien, Herstellungsprozessen und Zelltypen kompatibel ist – von einfachen Einzelzellen bis hin zu Tandem-Solarzellen.

Ein weiterer Vorteil: Die behandelten Solarzellen erwiesen sich als robuster gegenüber Belastungen. In Tests mit starken

Temperaturschwankungen zwischen –80 und +80 Grad Celsius – Bedingungen, wie sie etwa im Weltraum auftreten – zeigten sie eine verbesserte Stabilität. „Die erhöhte Widerstandsfähigkeit unter extremen Bedingungen macht unsere Strategie besonders für Anwendungen jenseits klassischer Einsatzfelder interessant, etwa in der Raumfahrt“, sagt Aydin.

Neue Perspektiven für die Materialentwicklung

Die Studie macht deutlich, dass die Grenzfläche zwischen Elektrode und aktiver Schicht nicht länger als passiver Bestandteil betrachtet werden sollte. Stattdessen fungiert sie als entscheidender Parameter, der maßgeblich über die Leistungsfähigkeit moderner Solarzellen mitbestimmt.

Mit dem neuen Ansatz liefert das LMU-Team eine skalierbare und industriekompatible Lösung, die sich in bestehende Fertigungsprozesse integrieren lässt. Langfristig könnte dies dazu beitragen, Perowskit-Solarzellen effizienter, stabiler und marktreif zu machen.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Erkan Aydin

Ludwig-Maximilians-Universität München

Department Chemistry und Pharmazie

Tel.: +49 89 2180-77805

Originalpublikation:

Hooijer, R. et al.: Synthetic Surface Design of Transparent Electrodes for Enhanced Molecular Contact in Perovskite Solar Cells. *Advanced Energy Materials* (2026).

DOI: 10.1002/aenm.70962

Ludwig-Maximilians-Universität München

ThomasPinter (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

089 - 2180 3664

pinter@lmu.de

News-ID: 1310478 • Views: 100 (Stand: 14.10.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1310478/Bessere-Perowskit-Solarzellen-durch-molekulare-Anpassung-der-Grenzflaechen-idw.html>