

19.03.2026 - 09:39 Uhr

## Stabilere Perowskit-Solarzellen für extreme Temperaturschwankungen

München (ots) -

- **LMU-Forschende entwickeln molekulare "Stoßdämpfer" gegen thermische Materialermüdung.**
- **Dadurch bleiben Solarzellen auch unter extremen Temperaturschwankungen leistungsfähig - ein entscheidender Schritt für Anwendungen in der Raumfahrt oder an extremen Standorten.**
- **Die optimierten Solarzellen erreichen Wirkungsgrade von 26 Prozent und bleiben auch nach wiederholten extremen Temperaturwechseln zwischen -80 und +80 Grad Celsius leistungsstark.**

Das Team von Erkan Aydin an der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) hat eine neue Strategie vorgestellt, um Perowskit-Solarzellen widerstandsfähiger gegen extreme Temperaturschwankungen zu machen. Die Forschenden um [Dr. Erkan Aydin](#), Gruppenleiter am Department für Chemie und Pharmazie der LMU, kombinierten dafür zwei molekulare Ansätze. Ihr Ziel war, sowohl die Kornstruktur im Perowskit-Material als auch die Grenzflächen der Solarzelle zu stabilisieren mit besonderem Schwerpunkt auf der Verbesserung der Wechselwirkung zwischen der Perowskit-Schicht und dem darunterliegenden Substrat. Dadurch können die Solarzellen auch unter den für die erdnahe Umlaufbahn typischen extremen Temperaturwechseln sowie unter anderen widrigen Umgebungsbedingungen eine stabile Leistung aufrechterhalten. Ihre Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift *Nature Communications* veröffentlicht.

### Eine vielversprechende, aber empfindliche Technologie

Zum Hintergrund: Perowskit-Solarzellen gelten als eine der vielversprechendsten Photovoltaik-Technologien der nächsten Generation. Sie lassen sich vergleichsweise kostengünstig herstellen und erreichen hohe Wirkungsgrade.

Problematisch ist jedoch ihre mechanische Stabilität. Gerade bei starken Temperaturschwankungen im Orbit, etwa im Bereich zwischen -80 und +80 Grad Celsius, können sich Materialien im Inneren der Solarzelle unterschiedlich stark ausdehnen und zusammenziehen. Dadurch entstehen mechanische Spannungen, die zu Rissen, Ablösung oder Leistungsabfall führen.

Solche Bedingungen treten nicht nur im Labor bei beschleunigten Alterungstests auf, sondern auch in bestimmten Einsatzumgebungen, etwa im niedrigen Erdorbit, wo Solarzellen auf Satelliten innerhalb kurzer Zeiträume wiederholt direkter Sonneneinstrahlung oder Kälte ausgesetzt sind. Infolgedessen können diese Temperaturextreme je nach Bauart des Raumfahrzeugs und der Umlaufbahn variieren, weshalb das Team hierfür einen repräsentativen Temperaturbereich auswählte.

### Molekulare "Stoßdämpfer" für Solarzellen

Aydins Team entwickelte deshalb eine zweistufige molekulare Verstärkungsstrategie, um besonders anfällige Bereiche der Solarzelle gezielt zu stabilisieren.

Zum einen integrierten die Forschenden Alpha-Liponsäure in die Perowskit-Schicht. Beim Herstellungsprozess polymerisieren diese Moleküle teilweise und bilden eine Art Netzwerk an den Korngrenzen des Materials. Dadurch werden Defekte reduziert; die mechanische Stabilität erhöht sich.

Zum anderen verstärkten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Grenzfläche zwischen Elektrodenmaterial und Perowskit-Schicht mit speziell entwickelten Molekülen. Besonders erfolgreich war ein Molekül mit Sulfonium-Gruppe, das eine besonders starke chemische Bindung an der Grenzfläche ausbildet. Es handelt sich um DMSLA (Dimethylsulfonium-Lipoic Acid, Dimethylsulfonium-Liponsäure).

"Man kann sich diese Moleküle wie ein flexibles, verankertes Netz vorstellen", erklärt Aydin. "Sie sorgen dafür, dass die lichtabsorbierende Perowskit-Schicht fest mit dem Substrat verbunden bleibt, sodass sie sich an Temperaturänderungen anpassen kann, ohne dass es zu einer Ablösung kommt."

### Wirkungsgrade über 25 Prozent

Die optimierten Solarzellen erreichen Wirkungsgrade von 26 Prozent, etwa 3 Prozent mehr als bei dem in der

Studie verwendeten Referenzmodell. In Experimenten blieb die Leistung auch nach wiederholten extremen Temperaturzyklen weitgehend erhalten. Nach 16 Zyklen zwischen -80 und +80 Grad Celsius behielten die modifizierten Solarzellen 84 Prozent ihrer ursprünglichen Effizienz, während Referenzzellen deutlich stärker an Leistung verloren.

Die Experimente zeigen zudem, dass nicht nur die Anzahl der Temperaturwechsel entscheidend ist, sondern vor allem die gesamte Dauer der thermischen Belastung. Ein Großteil der Materialdegradation tritt schon während der ersten Zyklen auf.

### **Perspektiven für Raumfahrt und flexible Photovoltaik**

Nach Ansicht der Forschenden liefern die Ergebnisse wichtige Hinweise für die Weiterentwicklung langlebiger Perowskit-Solarzellen. "Unsere Arbeit zeigt, dass man die mechanische Stabilität von Perowskit-Solarzellen gezielt verbessern kann, wenn man die kritischen Grenzflächen und Korngrenzen im Material adressiert. Damit kommen wir der praktischen Nutzung dieser Technologie einen Schritt näher", sagt Aydin und fügt hinzu: "Als Forschungsgruppe mit Sitz in München entwickeln wir Strategien zur Vorbereitung von Perowskit-Solarzellen für Weltraumanwendungen. Es werden weitere Arbeiten folgen, um ein tieferes Verständnis dafür zu gewinnen, wie sich unsere Zellen unter solch extremen Bedingungen verhalten."

Besonders interessant sei die Technologie für Anwendungen mit extremen Temperaturbedingungen, etwa in der Raumfahrt, bei flugfähigen Plattformen in der Stratosphäre oder in zukünftigen leichten Solarmodulen.

### **Publikation:**

Yilmaz, C., Buyruk, A., Shi, Y., Levashov, S., Li, X., Hooijer, R., Huang, J., Zhu, H., Fischer, O., Schubert, M. C., Deger, C., Yavuz, I., Ugur, E., Lubineau, G., Eichhorn, J., Zhang, F., & Aydin, E. (2026). Perovskite solar cells with enhanced thermal fatigue resistance under extreme temperature cycling. Nature Communications.

<https://doi.org/10.1038/s41467-026-70293-7>

### **Kontakt:**

Dr. Erkan Aydin

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Ludwig-Maximilians-Universität München

E-Mail: [erkan.aydin@cup.uni-muenchen.de](mailto:erkan.aydin@cup.uni-muenchen.de)

Tel.: +49 89 2180-77805

### **Pressekontakt:**

Claudia Russo

Ludwig-Maximilians-Universität München

Leopoldstr. 3

80802 München

Phone: +49 (0) 89 2180-2706

E-Mail: [Claudia.Russo@lmu.de](mailto:Claudia.Russo@lmu.de)

Diese Meldung kann unter <https://www.presseportal.ch/de/pm/100057148/100939056> abgerufen werden.