

HOFFNUNG AUF WUNDERMATERIAL PEROWSKIT

Sie liefern sich einen ständigen Wettbewerb der Effizienz: Forschende, die daran arbeiten, Perowskit für den Einsatz in der Solarenergiegewinnung tauglich zu machen. Während bei Silizium das Ende der Fahnenstange bei weniger als 30 Prozent erreicht sein wird, liegen die Erwartungen bei Perowskit-Solarzellen bei etwa 45 Prozent. Mit dabei im Wettkampf: das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB) – ein Besuch im Labor

TEXT: KLAUS MARTIN HÖFER

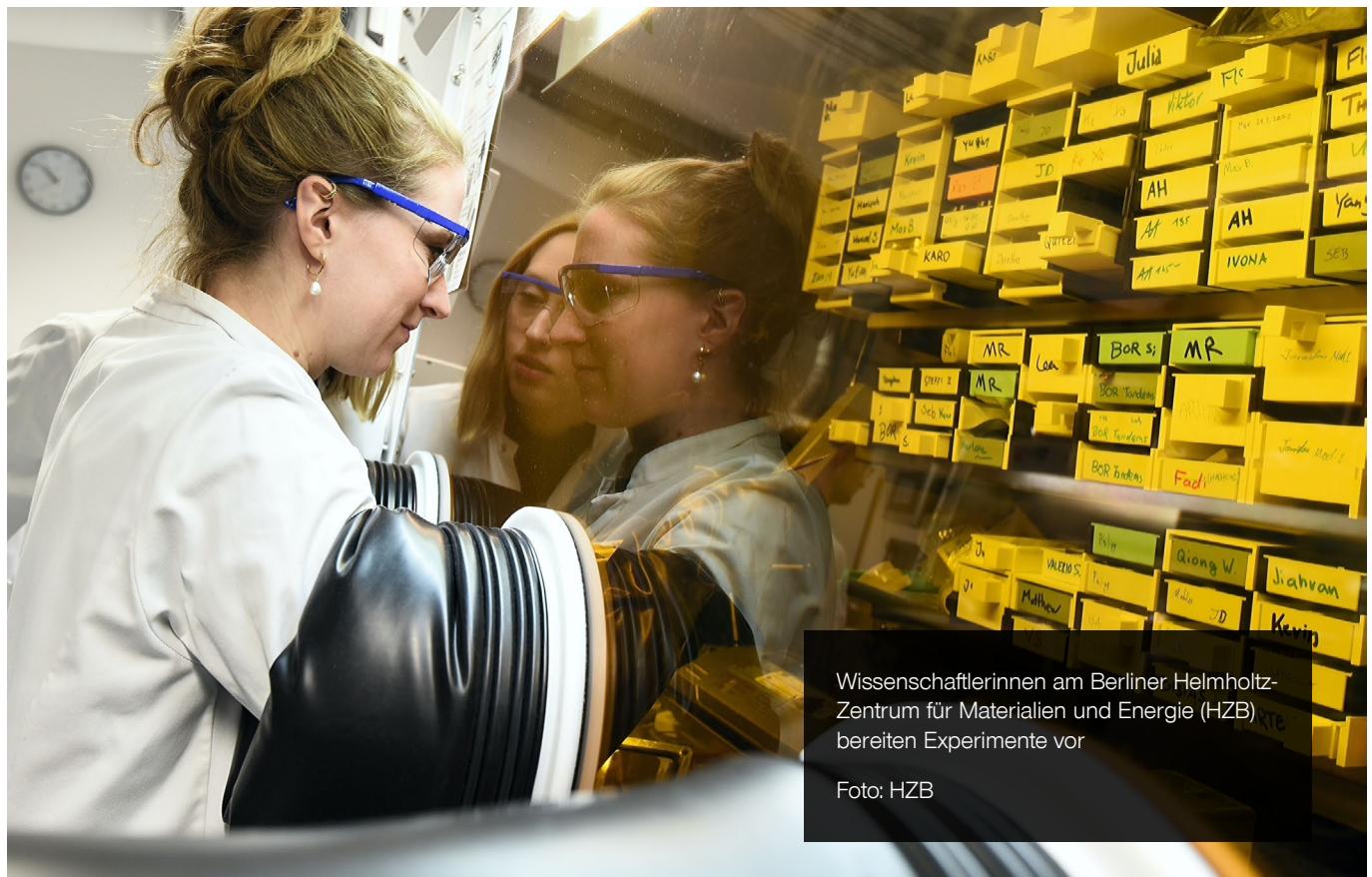
Wie zwei Rüssel ragen die beiden Armstulpen aus den Glaskästen heraus, in denen die neuen Solarzellen für eine weitere Testreihe vorbereitet werden. Angelika Harter steckt ihre Hände hinein, schiebt die Stulpen zurück ins Innere der stickstoffgefüllten Kästen, wo sie dann mit den geschützten Händen eine Pipette greift und eine gelbliche Flüssigkeit auf die Mitte eines Trägers tropftelt, etwa vier Milliliter einer zuvor eigens dafür hergestellten Perowskit-Lösung. Angelika Harter lässt die Probe nun in dem sauerstoff- und wasserfreien Umfeld sehr schnell im Kreis drehen, sodass sich die Flüssigkeit gleichmäßig verteilt. Dann tropft sie eine Flüssigkeit auf, die das Lösungsmittel aufreißt. Übrig bleibt Perowskit als eine schwarze Schicht, die nun von der Forscherin samt Träger auf eine kleine Heizplatte gestellt wird. Hohe Temperatur lässt das Material kristallisieren – fertig ist eine dünne Solarzellenschicht. Auf unterschiedliche Weise werden weitere Schichten auch aus anderen Materialien aufgetragen, zum Beispiel durch Aufdampfen: das Perowskit, um Licht zu absorbieren, eine Silberschicht, um Strom abzuleiten.

„Jede Schicht hat unterschiedliche Funktionen und Eigenschaften“, erläutert Lea Zimmermann, die ebenfalls zu Perowskit-Zellen forscht. Zwei bis drei Tage dauert es, bis eine neue Charge von Solarzellen fertig ist, die dann alle dieselbe Zusammensetzung haben – allerdings andere als beim letzten Mal, denn schließlich sollen neue Messungen gemacht werden.

Angelika Harter und ihre Kollegin Lea Zimmermann sind beide Nachwuchswissenschaftlerinnen in unterschiedlichen Arbeitsgruppen am Berliner Helmholtz-Institut; beide

forschen an Solarzellen, die aus Perowskit hergestellt werden. Das Material, das Mitte des 19. Jahrhunderts im Ural in einer Gesteinsprobe entdeckt wurde und nach einem russischen Politiker und Mineralogen benannt ist, kommt zwar vergleichsweise häufig vor. Im Zusammenhang mit Solar-Stromerzeugung wird allerdings erst seit 2009 an Perowskit geforscht und geschaudert, wie effizient Solarzellen aus diesem Material Licht absorbieren und in Strom umwandeln können. Seit ein paar Jahren purzeln dabei die Effizienz-Rekorde: Dezember 2020: das Unternehmen Oxford PV mit 29,52 Prozent; November 2021: Helmholtz-Zentrum Berlin, 29,80 Prozent; Juli 2022: Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne/Neuchâtel, 31,25 Prozent. Dann wieder die Berliner Helmholtz-Forscher, die dies um 1,25 Prozent toppen. Deren neuer Weltrekord hielt wiederum nur ein halbes Jahr, bis er von Forschenden der King Abdullah University of Science and Technology (KAUS) in Saudi-Arabien geknackt wurde: 33,7 Prozent Wirkungsgrad war im Mai 2023 die Höchstmarke. Und mittlerweile hat das chinesische Unternehmen Longi in seinem Forschungslabor mit 33,9 Prozent den Wert noch einmal überboten.

Auch wenn sich die Forschenden mit ihrer internationalen Konkurrenz immer wieder zu neuen Rekorden anstrengen, gibt es noch Herausforderungen. Da ist zunächst einmal die Größe: Tandemsolarzellen haben eine Kantenlänge von lediglich einem Zentimeter, Einzelzellen aus Perowskit sind noch kleiner. Solarzellen, die in einem der HZB-Labore bereits für den praktischen Einsatz hergestellt werden können, sind zwar größer, haben aber einen weitaus geringeren Wirkungsgrad als die Rekordhalter, die von der Serienreife noch weit entfernt sind.



NÄCHSTES ZIEL – DIE LEBENSDAUER VERLÄNGERN

Probleme gibt es unter anderem noch mit der Stabilität. Während Siliziumzellen auch nach 25 Jahren noch auf 80 Prozent Leistung kommen, sind es bei den kleinen Perowskit-Zellen „ein paar Tausend Stunden, wenn es gut läuft“, sagt Lea Zimmermann. Um dahinterzukommen, wie die Lebensdauer verlängert werden kann, simulieren die Forschenden im Helmholtz-Zentrum die Alterung der Zellen, im Labor und auf dem Dach eines der Gebäude. Die Zellen mögen keine hohen Temperaturschwankungen, reagieren auf Sauerstoff und Luftfeuchtigkeit. Wie lassen sich welche Teile der Zelle einkapseln, ohne dass die gewünschten Eigenschaften darunter stark leiden? Das ist eine der Fragen, der die Forschenden nachgehen. Oder die Frage nach der Dicke der Schichten: Die Schicht mit der Elektrik muss dick genug sein, um die dafür vorgesehenen kleinen Bauteile aufzunehmen, aber möglichst dünn, um viel Licht auf die absorbierende Perowskit-Schicht durchzulassen.

„Es ist immer ein Trade-off“, sagt Lea Zimmermann, eine Suche nach Kompromissen, allerdings eine Suche, die sich lohnt: Denn Solarzellen aus Perowskit – vor allem kombiniert mit Silizium – ermöglichen das Anzapfen der Sonnenenergie auf verschiedenen Wellenlängen, zudem kann die Bandlücke von Perowskit durch Einbringen von Kationen und Anionen variiert werden. Ein weiterer Vorteil ist die Fähigkeit von Perowskit, auch in dünnen Schichten zu funktionieren. „Wir arbeiten mit Dicken von 500 Nanometern“, erläutert Angelika Herter.

CHANCEN FÜR EUROPAS NEUE SOLARINDUSTRIE

Forschenden unter anderem des Freiburger Fraunhofer-Institutes für Solare Energiesysteme sehen mit den Perowskit-Solarzellen durchaus eine neue Chance für die deutsche Solarindustrie, schließlich seien auch in China noch keine konkurrierenden Produktionen aufgebaut – eine vielleicht ein wenig zu optimistische Einschätzung vor dem Hintergrund der Geschwindigkeit, mit der in China neue Industrieschwerpunkte gesetzt werden. Nach dem Markteintritt über die Tandemsolarzelle aus Perowskit-Silizium könnten Module folgen, bei denen Perowskit das Silizium ganz ersetzt. Sie wären preislich weitaus günstiger als die heutigen Nur-Silizium-Zellen. Die Abhängigkeiten von chinesischen Zulieferern könnten verringert werden, da Perowskit weitaus einfacher verfügbar ist. Für Hersteller wären die Investitionskosten geringer.

Die nach eigenen Angaben weltweit erste Serienfertigungsline für Perowskit-auf-Silizium-Tandemsolarzellen hat das britische Unternehmen Oxford PV unter anderem mit Unterstützung der Universität Oxford in der Stadt Brandenburg an der Havel errichtet. Die Rekordwerte aus dem Labor werden allerdings nicht erreicht: Oxford PV spricht von mit der Tandemzelle möglichen 35 Prozent. In der Schweiz hat sich als Ausgliederung der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA ein Start-up vorgenommen, jährlich eine Million Perowskit-Solarzellen zu bauen. Sie sollen unter anderem die Stromversorgung in Feuermeldern und Fitness-Trackern sicherstellen. //