

# Gedruckte Lichtsammler

*Nanostrukturierte Solarzellen aus Kupfer, Indium, Gallium und Selen versprechen niedrigere Kosten*

Noch kann die Photovoltaik nicht mit konventionellen Energieträgern konkurrieren. Solarzellen, bei denen auf Aluminiumfolie gedruckte Nanopartikel Strom generieren, sollen die Kosten deutlich senken. Die Technik kommt jetzt auf den Markt.

*Sascha Rentzing*

Um Sonnenstrom billiger zu machen, arbeiten Forscher eifrig an neuen Photovoltaik-Konzepten. Ihre neueste Erfindung ist eine Solarzelle, bei der anstelle des massiven Siliziums oder eines Dünnschichtabsorbers winzige Nanoteilchen aus Kupfer, Indium, Gallium und Selen (CIGS) Sonnenlicht in Strom umwandeln. Die nur 20 Nanometer grossen Partikel werden gelöst, per Rotationsdruck auf ein günstiges Aluminiumsubstrat aufgetragen und anschliessend durch schnelles Aufheizen in eine stabile ultradünne Halbleiterschicht verwandelt. Das Druckverfahren steigert den Durchsatz, also die produzierte Menge pro Zeiteinheit, spart Material und senkt somit die Herstellkosten. Dabei wird die Effizienz nicht geschmälert: Die Nanomodule erreichen 11 Prozent Wirkungsgrad – so viel wie gängige CIGS-Dünnschichtpaneele mit ihren rund hundertmal dickeren Halbleiterschichten.

## Kosten von unter einem Dollar

Entwickelt hat die Technik die amerikanische Firma Nanosolar. Derzeit startet sie in ihrem neuen Modulwerk bei Berlin die Produktion. Die Innovation könnte ein wichtiger Schritt zur Wettbewerbsfähigkeit der Photovoltaik sein. Nanosolar wolle das Watt elektrische Leistung billiger produzieren als Kostenführer First Solar, sagt Deutschlandchef Erik Oldekop. First Solar fertigt seine aus Cadmiumtellurid bestehenden Dünnschichtmodule für \$ 0.87 pro Watt. Die Konkurrenz bewegt sich dagegen noch deutlich über der Ein-Dollar-Grenze.

Der Schlüssel zu niedrigen Kosten ist Nanosolars neue Drucktechnik. Bis jetzt nutzen die Hersteller Hochvakuumverfahren zur Abscheidung der dünnen CIGS-Schicht auf Glas oder Edelstahl. Die Anlagen dafür sind teuer und erfordern eine präzise Prozesskontrolle, um das CIGS homogen aufzutragen. Zudem werden je nach Prozess nur 30 bis 80 Prozent des Materials genutzt. Der Rest landet an den Wänden der

Vakuummkammern oder im Recycling. Durch das Drucken würden 100 Prozent des Halbleiters verwertet, sagt Oldekop. Ausserdem könne so zehnmal schneller produziert werden: Pro Stunde liessen sich 1500 Meter Aluminiumfolie beschichten.

Die Riesenrolle besteht bereits aus zwei der drei wichtigsten Komponenten einer Solarzelle, dem Lichtabsorber und dem Rückkontakt. Die noch fehlende Top-Elektrode – diese sammelt die durch das Licht generierten Elektronen ein – erzeugt Nanosolar anschliessend durch Zerstäuben von Metalloxiden. Dazu wird ein Metalloxid-Festkörper mit Ionen beschossen, wobei sich einzelne Atome herauslösen und auf dem Halbleiter absetzen. Die Kosten für diesen Vakuumschritt reduziert der Spezialist, indem er die Metalloxidschicht nur 50 Nanometer dick aufträgt, also 20-mal dünner als bei CIGS-Modulen sonst üblich.

Normalerweise würden die generierten Elektronen in einer so dünnen Schicht durch den hohen Widerstand schnell verloren gehen. Deshalb bohrt Nanosolar viele kleine Löcher in die Zelle, die die Ladungsträger sofort auf den rückseitigen Kontakt leiten. Da der Weg zum nächsten Loch nicht weit sei, gebe es kaum Verluste, erklärt Oldekop.

Wissenschaftler sehen grosses Potenzial in der Technik, halten Nanosolars Kosten- und Produktionsziele jedoch für sehr ambitioniert. Der Prozess könne funktionieren, doch werde das Hochskalieren viel Zeit brauchen, sagt Michael Powalla, Leiter des Geschäftsbereichs Photovoltaik am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung in Stuttgart. Einen anderen Einwand bringt Ayodhya N. Tiwari vor, dessen Forschungsgruppe an der ETH Zürich im Jahr 2005 mit der gleichen Technik erstmals einen Wirkungsgrad von über 6 Prozent demonstrierte. Auch Nanosolar nutze für einige Prozessschritte die Vakuumtechnik. Zudem stellten die Vorbehandlung der Aluminiumoberfläche sowie die erforderliche Homogenität der grossflächigen Schichten eine Herausforderung für die Kostenreduktion dar. Oldekop entgegnet auf diese Einwände, Nanosolar werde bereits 2010 günstigere Systeme als der Wettbewerb anbieten.

## Die Konkurrenz ruht nicht

Allerdings muss sich die Firma gegen starke Konkurrenz behaupten. Dünnschicht-Marktführer First Solar will den Wirkungsgrad seiner Cadmiumtellurid-Module bis 2012 von 11 auf 13 Prozent steigern und zugleich die Herstellkosten

auf \$ 0.65 pro Watt senken. Auch bei der herkömmlichen CIGS-Dünnschicht entwickeln sich die Dinge rasch. So konnten amerikanische Forscher für CIGS-Zellen Wirkungsgrade von bis zu 20 Prozent nachweisen.

Die Industrie kommt diesem Wert bei sinkenden Kosten immer näher: Die Q-Cells-Tochter Solibro produziert seit kurzem CIGS-Dünnschichtmodule mit bis zu 12,3 Prozent Wirkungsgrad. Kein anderer serienmässig gefertigter CIGS-Lichtsammler erreicht derzeit mehr Effizienz. Nanosolar beeindruckt diese Errungenschaften wenig. Auch die eigene Technik habe noch immenses Entwicklungspotenzial, sagt Oldekop.