

Licht für die Zelle

Innovationen | Es gibt verschiedene Faktoren, die den Wirkungsgrad von Solarzellen begrenzen. Einer davon ist der Schattenwurf durch metallische Kontakte auf der Frontseite. Jetzt kommen die ersten Solarzellen auf den Markt, bei denen sich alle Kontakte auf der Rückseite befinden.

Solarsysteme mit einer höheren Stromausbeute sind das Ziel weltweiter Forschung. Die neueste Entwicklung ist eine Zelle, bei der sich die Stromanschlüsse auf der Rückseite befinden, sodass die Frontseite nicht von Kontakten verschattet wird. Dadurch steigt der Wirkungsgrad und sinken die Kosten. Entwickelt haben sie das Institut für Solarenergieforschung in Hameln und die niedersächsische Firma Stiebel Eltron. Diese will den Rückseitensammler, der bis zu 22 Prozent des Sonnenlichts in Strom umwandeln soll, nun serienmäßig herstellen. Das Versprechen klingt nach einer kleinen Revolution: Derzeit erreichen marktübliche Solarzellen aus Silizium nur einen Wirkungsgrad von durchschnittlich 16,5 Prozent.

Abwägen von Vor- und Nachteilen

Um mit einer Solarzelle Strom zu erzeugen, müssen die Elektronen, die durch das einfallende Licht erzeugt werden, mit einer sogenannten Emitterschicht eingefangen und zu den negativen Kontakten geleitet werden. Normalerweise befindet sich diese Schicht samt den fingerartigen Metallkontakten auf der Frontseite der Solarzelle. Das hat den Vorteil, dass die Elektronen nicht weit wandern müssen. Umgekehrt begrenzt der Schattenwurf jedoch die Lichtausbeute. Bei der Rise-Solarzelle (Rear Interdigitated Single Evaporation) von Stiebel Eltron ist die Emitterschicht deshalb samt Kontakten auf die Rückseite der Solarzel-

le verbannt worden. Das bringt zwei Schwierigkeiten mit sich. Zum einen müssen die Elektronen nun durch das Halbleitermaterial hindurch zum rückseitigen Emitter diffundieren. Das funktioniert nur dann ohne nennenswerte Verluste, wenn die Solarzelle aus monokristallinem Silizium besteht, einem sehr reinen, aber auch teuren Material. Zum anderen befinden sich die negativen Kontakte nun in unmittelbarer Nachbarschaft zu den positiven, die ebenfalls auf der Rückseite liegen. Um Kurzschlüsse zu vermeiden, müssen die Kontakte deshalb durch feine Grenzschichten voneinander getrennt werden.

Eine Idee – mehrere Konzepte

Viele Hersteller von Solarzellen haben bereits die Erfahrung gemacht, dass nicht alles, was im Labor mit einem hohen Wirkungsgrad glänzt, in der Massenfertigung mit vertretbarem Aufwand realisiert werden kann. Das Institut in Hameln hat jedoch nach Angaben von Jan Schmidt, dem Gruppenleiter Photovoltaik-Materialien, einen wirtschaftlichen Herstellprozess gefunden. Man benutzt Laser zum berührungslosen Strukturieren der Rückseite. Beide Kontakte werden anschließend durch Aufdampfen in einem einzigen Metallisierungsschritt hergestellt. Dieses Verfahren bringt neben einer höheren Effizienz einen weiteren Vorteil: Da das Halbleitermaterial durch den Lasereinsatz weniger strapaziert wird als durch herkömmliche Druckverfahren, können dünnere und damit preiswertere

Siliziumscheiben (Wafer) verwendet werden. Stiebel Eltron muss allerdings mit starker Konkurrenz rechnen. Weltweit treiben Forscher und Ingenieure die Entwicklung leistungsstärkerer Techniken mit hohem Einsatz voran. Die amerikanische Firma Sunpower, der Weltkonzern Sharp oder der Zellenhersteller Q-Cells arbeiten ebenfalls an Rückseitensammlern mit über 20 Prozent Wirkungsgrad. Ihr Ziel ist es, dem Labor-Weltrekord von 24,7 Prozent möglichst schnell sehr nahe zu kommen.

Beim Wettlauf um die Wirtschaftlichkeit haben aber auch Solarzellen aus multikristallinem Silizium mit Rückkontakten Chancen. Sie erreichen zwar nicht so hohe Wirkungsgrade wie monokristalline Rückseitensammler, dafür ist der Halbleiter billiger. So forscht Q-Cells auch an industrietauglichen Fertigungsanlagen für eine vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg und von dem Institut in Hameln entwickelte multikristalline EWT-Zelle (Emitter-Wrap-Through) mit einem Wirkungsgrad von 18 Prozent. Dabei wird die Elektronen sammelnde Schicht durch Tausende von lasergebohrten Löchern von der Frontseite auf den Zellrücken geführt. So müssen die Elektronen nicht durch das relativ unreine Halbleitermaterial wandern, um zu den negativen Kontakten auf der Rückseite zu gelangen. Der zusätzliche Prozessschritt steigert zwar die Kosten, lohnt sich aber offensichtlich: Die höheren Produktionskosten würden durch den Effizienzge-

winn überkompensiert, sagt Q-Cells-Technikchef Florian Holzapfel. Zum Vergleich: Multikristalline Standardzellen der Firma kommen derzeit auf 14,1 Prozent Wirkungsgrad, liegen also gut 4 Prozentpunkte unter der EWT-Zelle.

Am leichtesten zu produzieren ist ein dritter Typ von Rückkontaktzelle, die sogenannte MWT-Zelle (Metal-Wrap-Through). Sie hat allerdings auch den geringsten Wirkungsgrad. Das deutsch-niederländische Unternehmen Solland Solar stellt die Technik seit kurzem im Pilotmaßstab her. Die Spezialisten verlegen nur die für die Verschaltung im Modul nötigen Stromsammelschienen auf die Rückseite und verbinden sie über 16 in den Wafer gebohrte Löcher mit den Metallkontakten auf der Frontseite. Durch diesen relativ einfachen Trick steigt der Wirkungsgrad der Zellen um 0,3 auf 16,1 Prozent.

Am Ende zählt die Wirtschaftlichkeit

Weitere technische Verbesserungen sind schon kurzfristig zu erwarten. Das Zentrum für Energieforschung der Niederlande, das die Metal-Wrap-Through-Zelle entwickelt hat, präsentierte jüngst das Konzept für deren Nachfolger: Er soll dank einer schonenderen Zellprozessierung nur noch 150 statt 180 Mikrometer dick sein und bis zu 17 Prozent Wirkungsgrad erreichen. Dafür soll eine spezielle auf die Zellrückseite aufgebraute Schicht sorgen, die Verluste durch die Rekombination von Ladungsträgern verringert. Wissenschaftler glauben, dass sich Rückkontaktzellen dank ihrem großen Kostensenkungspotenzial gegen andere Solartechniken durchsetzen werden. Bis jetzt sehen sie aber noch kein bestimmtes Rückseitenkonzept im Vorteil. Alle seien spannend. Das wirtschaftlichste werde sich am Ende durchsetzen, sagt Christian Ulzhöfer, ein Spezialist für Zellencharakterisierung am Institut für Solarenergieforschung in Hameln. *wö, Sascha Rentzing*