

Photovoltaik

Wettlauf um den Wirkungsgrad

Von SASCHA RENTZING



Raumgreifende Energiequelle: Solarkraftwerk in Borna bei Leipzig. Foto: dpa

Ringen um Effizienz: Solarzellen sind in der Herstellung teuer. Neues Material verspricht mehr Leistung. Die Intersolar-Messe beginnt.

Solar-Glossar

CIS-Technologie: CIS steht für Dünnschichtzellen aus Kupfer und Indium in Kombination mit Gallium, Selen oder Schwefel. Weitere Dünnschichttechnologien sind Zellen aus Cadmiumtellurid und Dünnschichtsilizium. Durchschnittlicher CIS-Wirkungsgrad: zehn Prozent.

Monokristallines Silizium wird aus einer hochreinen Siliziumschmelze gewonnen. Aus ihr werden einkristalline Stäbe gezogen, die dann in dünne Scheiben, in Wafer, geschnitten werden. Durchschnittlicher Wirkungsgrad: 17 Prozent.

Multikristallines Silizium ist weniger hochwertig als monokristallines Silizium. Es wird in Blöcke gegossen und in Scheiben geschnitten. Bei Abkühlung bilden sich unterschiedlich große Kristallstrukturen, an deren Kanten Defekte auftreten, die niedrigere Effizienzen zur Folge haben. Durchschnittlicher Wirkungsgrad: rund 14 Prozent.

Rekombination bezeichnet den Vorgang in der Solarzelle, bei dem sich negative Elektronen wieder mit positiven Elektronenlöchern vereinen, aus denen sie zuvor vom Licht herausgeschlagen wurden. Diese Ladungsträger gehen dabei für die Solarstrom-Erzeugung verloren. Passivierende Schichten, die auf die Zellenoberfläche aufgetragen werden, verringern die Rekombination.

Wafer nennt man die aus Siliziumblöcken (Ingots) gesägten Siliziumscheiben. Sie werden zu Zellen weiterverarbeitet.

Beiläufig verkündete Ulrich Stiebel kürzlich ein unbescheidenes Vorhaben: Mit einer neuen Solarzelle will der Unternehmer (Stiebel Eltron) einen Wirkungsgrad von 20 Prozent erreichen; derzeit kommen Standardzellen auf 15 bis 17,5 Prozent.

Damit beteiligt sich der niedersächsische Mittelständler an einem Wettlauf, bei dem Weltkonzerne schon vorgelegt haben: Sanyo und die US-Firma SunPower produzieren bereits Zellen mit mehr als 20 Prozent Wirkungsgrad und kommen damit dem Labor-Weltrekord von 24,7 Prozent, gehalten von der University of New South Wales in Sydney, recht nah. Auch auf der Intersolar-Messe, die am heutigen Donnerstag in München beginnt, werden Wirkungsgrade und deren Verbesserung vieldiskutiertes Thema sein.

Lasern statt drucken

Da die Sonne kostenlos vom Himmel strahlt, könnte einem Solaranlagenbetreiber der Wirkungsgrad seiner Module egal sein. Doch der Wirkungsgrad beeinflusst die Wirtschaftlichkeit stärker als jeder andere Faktor bei der Herstellung: Jeder Prozentpunkt mehr Wirkungsgrad senkt die Kosten um fünf Prozent, so die Faustregel, da pro Watt weniger Material benötigt wird. Allerdings lässt sich nicht alles, was im Labor mit hohem Wirkungsgrad glänzt, in der Massenfertigung mit vertretbarem Aufwand realisieren. Auch hinter den Rise-Zellen (Rear Interdigitated Single Evaporation), die Stibel Eltron herstellen will, standen zunächst Fragzeichen.

Bei der vom Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) entwickelten Technologie befinden sich die Stromanschlüsse auf der Rückseite, so dass die Front nicht von Kontakten verschattet wird. Dadurch wird die Zelle effizienter, aber auch schwieriger produzierbar. Das ISFH hat jedoch nach eigenen Angaben einen industrietauglichen Herstellungsprozess gefunden: "Wir benutzen Laser zum berührungslosen Strukturieren der Rückseite. Beide Kontakte werden durch Aufdampfen in einem einzigen Metallisierungsschritt hergestellt", erklärt Jan Schmidt, Gruppenleiter Photovoltaik-Materialien am ISFH.

Dieses Verfahren bringt neben einer höheren Effizienz einen weiteren Vorteil: Dank Lasereinsatz kommen die Rise-Zellen mit dünneren und damit preiswerteren Silizium-Wafern aus.

Noch effizienter als Hochleistungszellen aus kristallinem Silizium sind lichtbündelnde Systeme. Dabei konzentrieren integrierte Spiegel oder Linsen Licht auf eine winzige Zelle. Die effizientesten unter ihnen erreichen Wirkungsgrade von bis zu 40 Prozent. "An guten Standorten können Konzentratorsysteme schon heute kostengünstiger Strom erzeugen als herkömmliche Flachmodule", sagt Andreas Bett, Leiter der Abteilung Solarzellen am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg. Allerdings müssen Konzentrator-Module exakt der Sonne nachgeführt werden, was die Kosten erhöht und bei Dachanlagen kaum möglich ist.

Auch am unteren Ende der Preisspanne, bei der Dünnschicht-Technologie, herrscht reger Wettbewerb. Das größte Wirkungsgradpotenzial wird so genannten CIS-Zellen zugesprochen. Das National Renewable Energy Laboratory der USA erreichte damit eine Effizienz von 19,8 Prozent. Allerdings sind industriell gefertigte Zellen hiervon noch weit entfernt, und bei den Produktionskosten haben sie sich noch nicht von der konventionellen Konkurrenz abgesetzt. "Für CIS existieren einfach noch zu kleine Produktionseinheiten. Erst wenn die Massenproduktion läuft, werden die Kosten sinken", sagt Hansjörg Gabler, bis vor kurzem Leiter Photovoltaik im Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung.

Langfristig sehen die Experten aber alle drei Dünnschichttechnologien - dazu zählen neben CIS- auch Cadmiumtellurid- und Dünnschichtsilizium-Zellen - bei Effizienzen weit jenseits der zehn Prozent und bei Kosten von unter 50 Cent pro Watt.

Organische Nanozellen könnten in Zukunft ebenfalls eine Option für die Photovoltaik sein. Dabei wandelt ein Gemisch aus Titandioxid-Nanopartikeln und Farbstoffmolekülen - winzige Bällchen einer Ruthenium-Verbindung - ähnlich wie bei der Photosynthese Licht in Strom um. Die hauchdünnen Lichtsammler versprechen Produktionskosten, die weit unter denen konventioneller Solarmodule liegen.

Ihre Schwäche ist jedoch, dass sie schnell an Leistung verlieren, weil der ladungsträgerleitende Flüssigkeitsfilm bei intensiver Sonnenbestrahlung eintrocknet. Um die Massenfertigung zu rechtfertigen, müssen länger haltbare Flüssigkeiten gefunden werden - Forscher weltweit suchen derzeit danach.

Strom aus Farbstofffolien

Trotz des großen Entwicklungspotenzials von Dünnschicht & Co. glaubt Stefan Glunz, Leiter der Abteilung Entwicklung von Siliziumsolarzellen am Fraunhofer ISE, an die Zukunft der Silizium-Wafer-Technologie, da ihre Langzeitstabilität außer Frage stehe und sich ihre Effizienz bereits mit geringem Aufwand verbessern lasse. Wirkungsgradsteigerungen von einem Prozent seien etwa zu erreichen, indem Antireflexionsschichten mehr Strahlung nutzbar machen und Passivierschichten Ladungsträgerverlusten durch die sogenannte Rekombination entgegenwirken.

Auch neue Methoden zur Herstellung von Zellenkontakten helfen weiter. Heute werden Frontkontakte meist durch Siebdruck von Metallpasten produziert. Die so hergestellten breiten Kontaktfinger behindern den Lichteinfall und haben hohe Widerstände. Zudem treten beim Druck große Kräfte auf, dem nur dickere Zellen trotzen können.

Das Fraunhofer ISE entwickelt deshalb Metallisierungsprozesse, die ohne Siebdruck auskommen. "Wir setzen dabei auf die chemische Abscheidung von Metallen oder das kontaktlose Drucken von Metallaerosolen", sagt Glunz.

Weitere Effizienzgewinne verspricht mit Bor angereichertes monokristallines Silizium. Es hat bessere elektrische Eigenschaften als alle anderen derzeit verwendeten Siliziumtypen. So überleben die Ladungsträger darin länger, was bei Rückkontaktzellen, in denen Elektronen und Elektronenlöcher weite Strecken zurücklegen müssen, unabdingbar ist. Fraunhofer ISE und ISFH suchen derzeit nach Wegen, um den schwer handhabbaren Wunderstoff in industrielle Prozesse einzubinden.

Eine Alternative dazu könnten sogenannte "Emitter Wrap Through"-Zellen (EWT) sein. Diese Rückkontaktzellen sind weniger effizient, aber günstiger herzustellen, denn sie bestehen aus unreinerem multikristallinem Silizium. Forscher sehen die wirtschaftlich erreichbare Effizienz von EWT-Zellen bei mehr als 17 Prozent - die bisherigen Low-Cost-Zellen dringen also in Regionen vor, die bisher monokristallinen Zellen vorbehalten waren.

Quelle: Frankfurter Rundschau

<http://www.fr-online.de/wissenschaft/photovoltaik-wettlauf-um-den-wirkungsgrad,1472788,3291282.html>