



Raffinierte Technik: Solarworld produziert neuerdings Solarzellen mit verspiegelter Rückseite.

Nachschub aus dem Labor

Neue Fabriken haben die Solarhersteller zuletzt nicht gebaut, dafür wurde fleißig geforscht und entwickelt. In allen Technologiebereichen der Photovoltaik stehen Innovationsschübe an.

Von Sascha Rentzing

Für neues Produktionsequipment hatten die Solarhersteller zuletzt keine Verwendung. Bei den von drastischen Überkapazitäten geplagten Firmen blitzten die Maschinenbauer selbst mit innovativster Technik ab. Nun wagt sich die Schmid Group aus Freudenstadt mit einer neuen Produktionslinie für so genannte bifaziale Solarzellen auf den Markt. Diese Zellen können dank einer lichtdurchlässigen Rückseite beidseitig Sonnenlicht absorbieren – dadurch sollen sie bis zu einem Drittel mehr Strom liefern als herkömmliche Siliziumzellen.

Das Besondere an der Schmid-Lösung: Bisher wird ausschließlich hochwertiges monokristallines Silizium für die Herstellung von Bifazialzellen verwendet. Die Schmid-Maschinen verarbeiten erstmals günstigeres multikristallines Material. Das ist bei Bifazialzellen schwierig: Multikristallines Silizium ist hitzeempfindlicher als monokristallines und kann bei den für Bifazialzellen erforderlichen Prozessschritten leicht beschädigt werden.

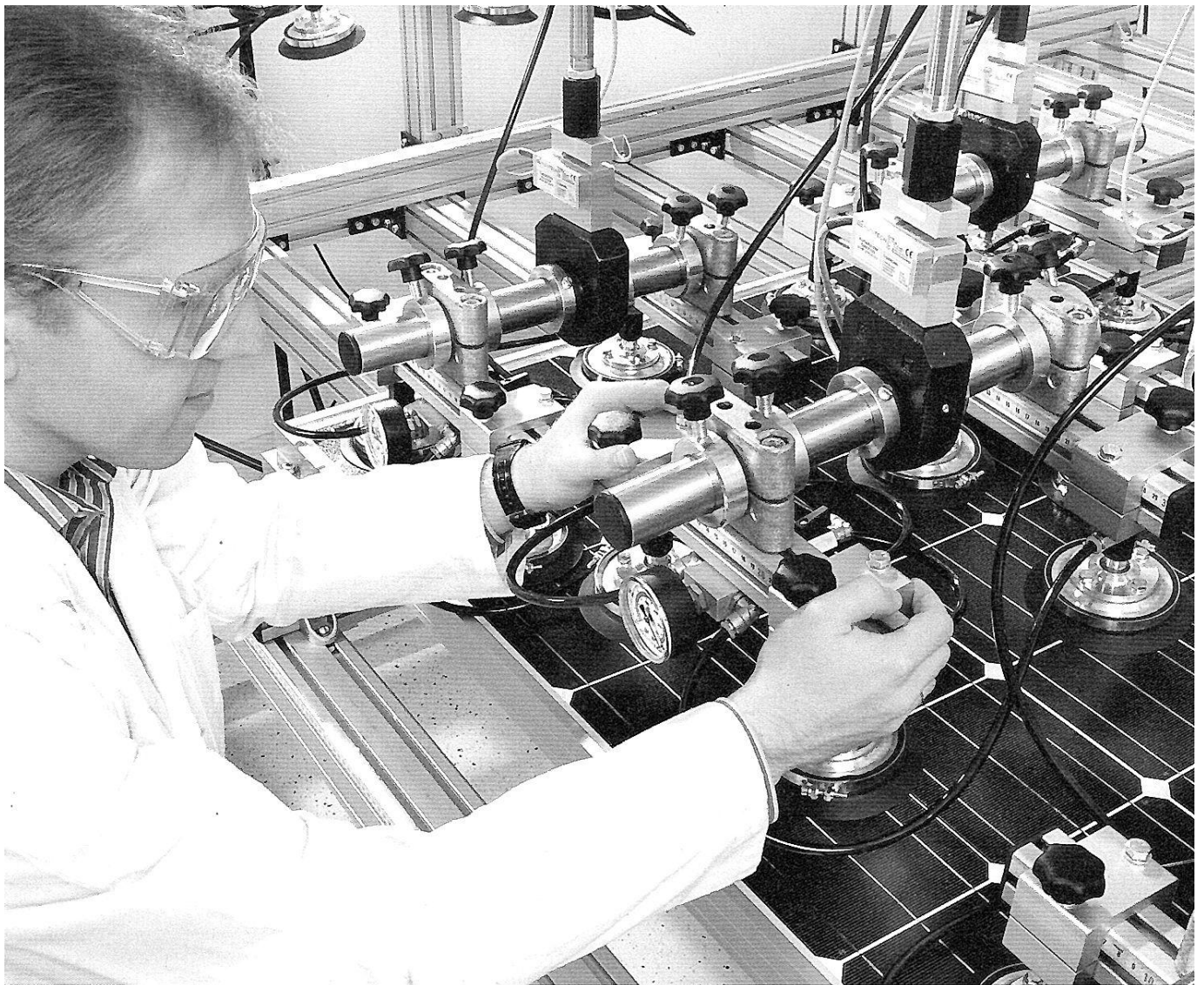
Gewinne beim Wirkungsgrad rechtfertigen aber den höheren Produktionsaufwand: Die Effizienz der Zellen beträgt nach Unternehmensangaben 17,5 Prozent auf der Vorder- und 16 Prozent auf der Rückseite. „Mit dieser neuen Technologie wird der Stromertrag von multikristallinen Zellen

auf vergleichbare Werte angehoben wie der von teureren monokristallinen Zellen“, erklärt Schmid-Manager Christian Buchner.

Die Markteinführung kommt zum richtigen Zeitpunkt. Der solare Weltmarkt wächst, Überkapazitäten verschwinden, einige Hersteller modernisieren bereits ihre Produktionsstätten (siehe Seite 24). Vor allem verbesserte Herstellungsprozesse für effizientere Zellen würden integriert, sagt der Analyst Finlay Colville vom US-Marktforschungsunternehmen NPD Solarbuzz. Er schätzt, dass durch die Modernisierungen die durchschnittliche Leistung multikristalliner Siliziummodule bis 2015 von derzeit 265 auf 275 Watt steigen wird.

Neben Bifazialzellen wird auch den so genannten Perc-Zellen (Passivated Emitter and Rear Contact) großes Potenzial zugesprochen. Ihre Rückseite ist mit einer Schicht aus Siliziumnitrid überzogen, die Lichtstrahlen reflektiert, die das Silizium durchdringen. „Das Licht wird so besser genutzt, der Wirkungsgrad steigt“, erklärt der Solarforscher Kristian Peter vom Konstanzer Solarforschungsinstitut ISC.

Perc-Zellen könnten zum neuen Industriestandard werden, denn immer mehr Hersteller investieren in die Technik. Solarworld etwa produziert monokristalline Perc-Zellen seit diesem



Zellenprobe: Die Entwicklung effizienterer Siliziumzellen läuft weltweit auf Hochtouren.

Jahr. Sie wandeln nach Unternehmensangaben mehr als 20 Prozent des Lichts in Strom um und ermöglichen so einen Leistungsanstieg bei den Solarworld-Modulen von bisher 250 auf 275 bis 280 Watt.

Freie Bahn für Licht

Noch höhere Modulleistungen von mehr als 300 Watt sind mit hocheffizienten Rückseitenzellen möglich. Dieser Zellentyp trägt sämtliche Kontaktfinger und Leiterbahnen auf der Rückseite. So bleibt die Front komplett frei und es kann mehr Licht eindringen. Die US-Firma Sunpower, Spezialist auf dem Gebiet der Rückseiten-sammler, produziert inzwischen Zellen mit 24,2 Prozent Effizienz.

Dank ihres hohen Wirkungsgrads lässt sich die Technik platzsparend installieren und eignet sich somit für Standorte, an denen viel Power auf engstem Raum gefragt ist. In Japan etwa, wo für

die Solarenergie oft nur kleine Dachflächen zur Verfügung stehen, sind Rückseiten-sammler sehr beliebt. Auch Energieversorger in den USA bestücken ihre Solarparks im Südwesten der USA bevorzugt mit Sunpower-Modulen, denn sie nutzen die dort vorherrschende Direktstrahlung besonders effizient aus.

Bisher profitiert Sunpower davon, der einzige Hersteller von Rückseiten-sammlern zu sein. Die Technik ist komplex, die Herstellung aufwändig. Einige Solarforschungsinstitute wie das ISFH in Hameln haben aber mittlerweile ebenfalls serientaugliche Verfahren für Rückseiten-sammler entwickelt. Solarmaschinenbauer könnten sie aufgreifen und das für diesen Zellentyp nötige Equipment entwickeln.

Eine Hocheffizienz-Alternative zu Rückseiten-sammlern sind so genannte Heterojunction-Zellen, bei denen monokristalline Wafer beidseitig mit amorphem Silizium beschichtet wer-

den. Weil durch die Schutzschichten weniger Ladungsträger an der Oberfläche des Siliziumkristalls verloren gehen, steigt der Wirkungsgrad. Panasonic erreichte mit einer 100 Quadratmeter großen Laborzelle im vorigen April 25,6 Prozent und hält damit nun den Effizienzrekord für Siliziumzellen.

Bisher besetzen Heterojunction-Zellen wegen ihres andersartigen Aufbaus nur eine Nische, doch könnte ihr Marktanteil bald steigen. Roth & Rau, die heutige Tochter des schweizerischen Unternehmens Meyer Burger, griff das bis 2010 patentrechtlich geschützte Konzept von Panasonic auf und entwickelte eine Linie für Heterojunction-Zellen, die mittlerweile verfügbar ist. Bei Meyer Burger heißt es, sie könne Zellen mit bis zu 24 Prozent hervorbringen. Das Unternehmen arbeitet bereits an weiteren Effizienzsteigerungen, wofür es unter anderem die Heterojunction-Technologie auf Bifazialzellen anwendet. In seiner Entwicklungslinie in Thun baut Meyer Burger daraus Module mit rekordverdächtigen 327 Watt Leistung.

Noch effizienter als Silizium-Hochleistungszellen sind Mehrfachzellen, die aus vier verschiedenen halbleitenden Verbindungen von Materialien der chemischen Hauptgruppen III und V wie Aluminium, Gallium und Indium bestehen. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Ise), der französische Halbleiterzulieferer Soitec und weitere Partner haben mit der Technik soeben einen neuen Wirkungsgradrekord von 46,5 Prozent aufgestellt.

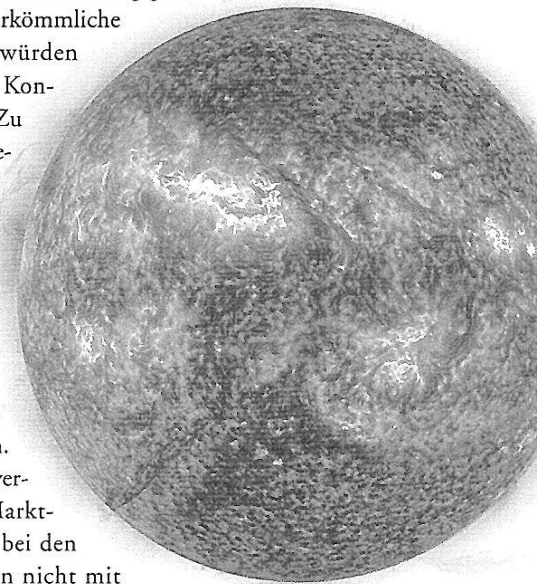
Mehrfachzellen sind das Herzstück konzentrierender Solarsysteme. Auf Nachführeinrichtungen, den Trackern, montierte Module folgen dem Verlauf der Sonne. In die Module integrierte Linsen sammeln das Licht und lenken es,

vielfach verstärkt, auf die winzigen Zellen. Die Kombination konzentrierender Optik und hocheffizienter Halbleiter sorgt dafür, dass das Licht besser genutzt wird.

Vom Ise entwickelte so genannte Flatcon-Module wandeln derzeit 35,7 Prozent des Lichts in Strom um. Dank der hohen Effizienz kann die Technik laut Ise-Forscher Andreas Bett an Standorten mit hoher Direkteinstrahlung günstiger Strom erzeugen als herkömmliche Siliziummodule. Deshalb würden weltweit auch immer mehr Konzentratorprojekte realisiert. Zu den größten zähle der 44-Megawatt-Solarpark Touwsrivier in Südafrika, den Soitec derzeit für den südafrikanischen Stromversorger Eskom baue, so Bett.

Auch Dünnschichttechnik könnte in Solarprojekten künftig wieder verstärkt zum Einsatz kommen. In den vergangenen Jahren verlor die Technik deutlich Marktanteile, weil die Hersteller bei den Effizienzen und den Kosten nicht mit der kristallinen Konkurrenz mithalten konnten. Doch der Abstand schmilzt: First Solar, US-Hersteller von Dünnschichtmodulen aus Cadmium-Tellurid (CdTe), erzeugt mittlerweile Spitzenpaneele mit 17 Prozent Wirkungsgrad und dringt damit in Bereiche vor, die bisher multikristallinen Siliziummodulen vorbehalten waren. Zum Vergleich: Vor fünf Jahren dümpelten die Module der Amerikaner noch bei zwölf Prozent.

Zufrieden sind die First-Solar-Entwickler mit ihrer Technik aber noch nicht: Im August ►



erzielten sie einen neuen Effizienzrekord für Dünnschichtmodule von 21 Prozent. Diesem Wert wollen sie in der kommerziellen Produktion möglichst bald nahekommen und zugleich die Herstellungskosten von 0,63 Dollar 2013 auf 0,35 Dollar bis 2018 senken. Diese Entwicklung erscheint auch bei Dünnschichtmodulen auf Basis von Kupfer, Indium, Gallium und Selen (Cigs) realistisch. Große asiatische Unternehmen wie Samsung oder Solar Frontier bauen ihre Cigs-Kapazitäten kräftig aus. Skaleneffekte durch

die weltweit steigenden Produktionsmengen versprechen, die Kosten deutlich zu senken. In acht Jahren seien beim Cigs Modul-

effizienzen von 20 Prozent und Kosten von weniger als 0,30 Dollar pro Watt möglich, erklärt der Dünnschichtexperte Bernhard Dimmler vom Reutlinger Maschinenbauer Manz.

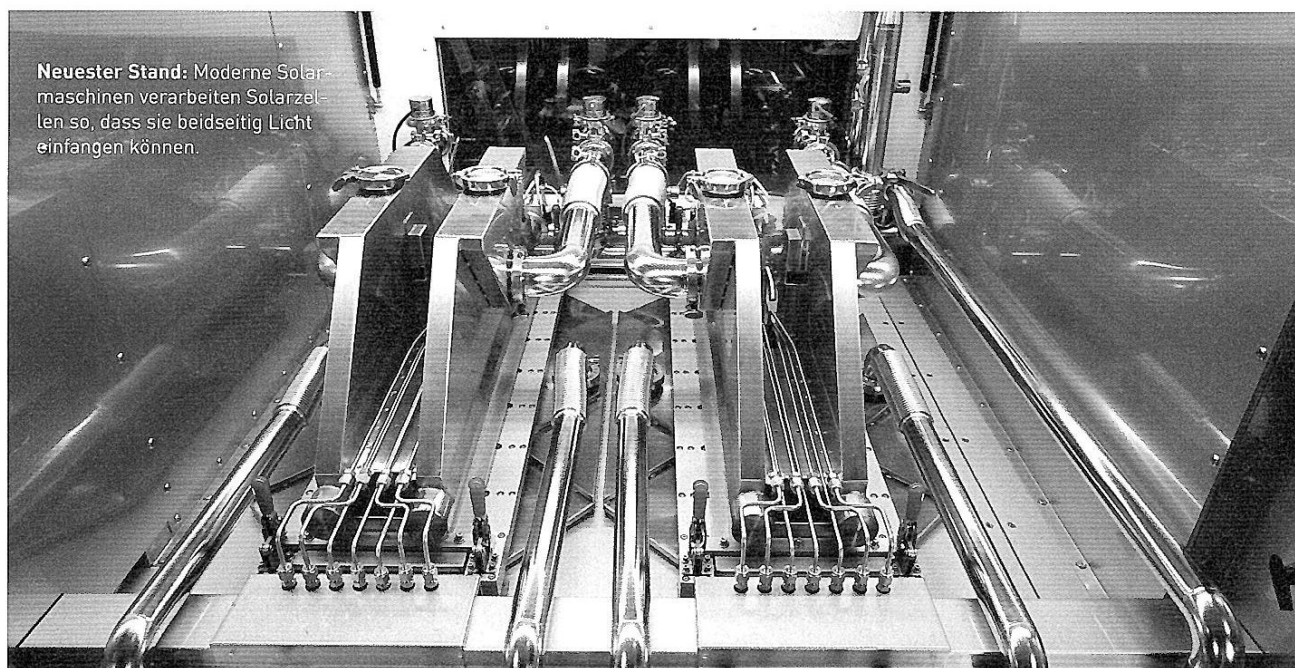
In der Photovoltaik werden neben Gewinnen beim Wirkungsgrad aber auch materialsparende Technologien immer wichtiger. Zwei Entwicklungen verstärken diesen Trend: Zum einen werden für neue Anwendungsbereiche wie die gebäudeintegrierte Photovoltaik flexible und leichte Module benötigt. Zum anderen entdecken

Forscher immer neue, viel versprechende Halbleitermaterialien, die leichter zu Zellen verarbeitet werden können als Silizium. Lichtaktive Farbstoffe, Kunststoffmoleküle oder metallorganische Verbindungen wie Perowskit können – in Flüssigkeit gelöst – kontinuierlich und schnell im Rolle-zu-Rolle-Verfahren auf Folien gedampft oder gedruckt werden (neue energie 09/2014). Firmen wie die Dresdner Heliatek oder der chinesische Hanergy-Konzern treiben die Entwicklung flexibler Photovoltaik deshalb mit hohem Einsatz voran.

In der Siliziumphotovoltaik geht es ebenfalls nicht mehr nur um Wirkungsgradsteigerungen, sondern auch um abgespeckte Zellenkonzepte. Die Wafer, die zu Zellen verarbeitet werden, sind heute immer noch durchschnittlich 170 Mikrometer dick und machen rund ein Drittel der Kosten am fertigen Modul aus. Forscher des ISFH etwa experimentieren daher mit dünneren Wafern. Sie trennen mithilfe von Ätzstrom nur etwa 20 Mikrometer dicke Schichten von einem monokristallinen Wafer. Den abgetrennten Absorber kleben die Wissenschaftler auf Glas, sodass er bruchsicher weiterverarbeitet werden kann. Zwar erreichen die ISFH-Forscher mit diesen Zellen derzeit nur rund 13 Prozent Wirkungsgrad, dafür sind sie wesentlich günstiger als herkömmliche Siliziumzellen. Laut ISFH ist der Prozess fast industriereif. An Nachschub aus den Laboren mangelt es der Solarindustrie in den kommenden Jahren nicht. ◀

”
Durch die Modernisierungen wird die durchschnittliche Leistung multikristalliner Siliziummodule bis 2015 von derzeit 265 auf 275 Watt steigen.“

Finlay Colville, NPD-Analyst



Neuester Stand: Moderne Solarmaschinen verarbeiten Solarzellen so, dass sie beidseitig Licht einfangen können.