



Qualitätscheck?: Die rötliche Farbe ist typisch für Module aus Dünnschichtsilizium. Die Firma Inventux zählt zu den wenigen deutschen Firmen, die sie noch produziert.

Foto: Inventux

## Dünnschicht unter Druck

Die Dünnschicht-Photovoltaik fällt zurück. Während die Produzenten klassischer kristalliner Module ihre Kosten rasch senken, fallen Innovationen bei den schlanken Stromgeneratoren spärlich aus. Einige Hersteller von Silizium-Dünnschichtmodulen kämpfen bereits ums Überleben.

Sascha Rentzing, Dortmund

Applied Materials, weltgrößter Aus-rüster der Solarindustrie, hat sich neu orientiert. Bisher verkaufte der US-Konzern Produktionslinien für sogenannte Silizium-Dünnschichtmodule. Doch weil die „Sunfabs“, die stromproduzierende Halbleiterschichten hauchdünn auf eine Glasscheibe auftragen, kaum noch gefragt sind, bietet Applied Materials keine Maschinen mehr an.

„Wir werden uns stärker auf Anlagen zur Herstellung von kristallinen Silizi-

umsolarzellen konzentrieren“, sagt Firmenchef Mike Splinter. Das Marktsegment verspreche bessere Geschäfte: Klassische Siliziummodule seien derzeit beliebter. Daher investierten Photovoltaik-(PV-)Hersteller eher in Produktionen für diese Technik.

Überraschend kommt der Schwenk des Marktführers zur klassischen PV nicht. Applied Materials hat insgesamt 15 Linien an elf Kunden ausgeliefert. Davon mussten voriges Jahr bereits zwei, Sig-

net Solar und Sunfilm, wegen fehlender Aufträge Insolvenz anmelden. Experten glauben, dass weitere Dünnschicht-Produzenten ins Straucheln geraten werden. Kristalline Siliziummodule sind infolge des harten Wettbewerbs und dank rascher produktionstechnischer Verbesserungen binnen der letzten zwei Jahre um die Hälfte billiger geworden. Die meisten Dünnschichthersteller können da nicht mehr mithalten: Während sie die Produktionskosten kaum gesenkt ha-

ben, verharren die Wirkungsgrade ihrer Technik weiter auf niedrigem Niveau (siehe Kasten). „Die Dünnschichtbranche wird hart kämpfen müssen“, sagt Paula Mints vom US-Marktforscher Navigant Consulting.

Dabei begann für die junge Technik alles so vielversprechend. Die klassischen Siliziummodule waren wegen der hohen Siliziumkosten in den Jahren 2006 und 2007 noch sehr teuer. Neueinsteiger hatten vermeintlich leichtes Spiel. Sie mussten nur den massiven Halbleiter durch einen billigeren Absorber ersetzen. Die Hoffnungen ruhten vor allem auf Silizium-Dünnschichtmodulen. Diese benötigen hundertmal weniger Silizium als kristalline Paneele und lassen sich daher viel kosteneffizienter herstellen. Für waferbasierte Zellen werden Siliziumblöcke zunächst in Scheiben gesägt und diese dann aufwendig bei Temperaturen von mehr als 1000 Grad prozessiert, amorphes Silizium (a-Si) wird dagegen bei 200 Grad direkt auf Glas oder Plastikfolie aufgetragen.

Die Siliziumdünnschicht lockte darum viele Neueinsteiger. Maschinenbauer wie Applied Materials oder Oerlikon aus

## ■ MEDIEN ■■■

### Bauern unter Sonnen-Strom

Das KTBL-Heft 93 „Bauern unter Sonnen-Strom“ verschafft Interessenten einen Überblick über Technik, Planung, Wartung und Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen, um die Entscheidung für oder gegen den Einstieg in die Sonnenstromerzeugung und die Planungsphase zu erleichtern.

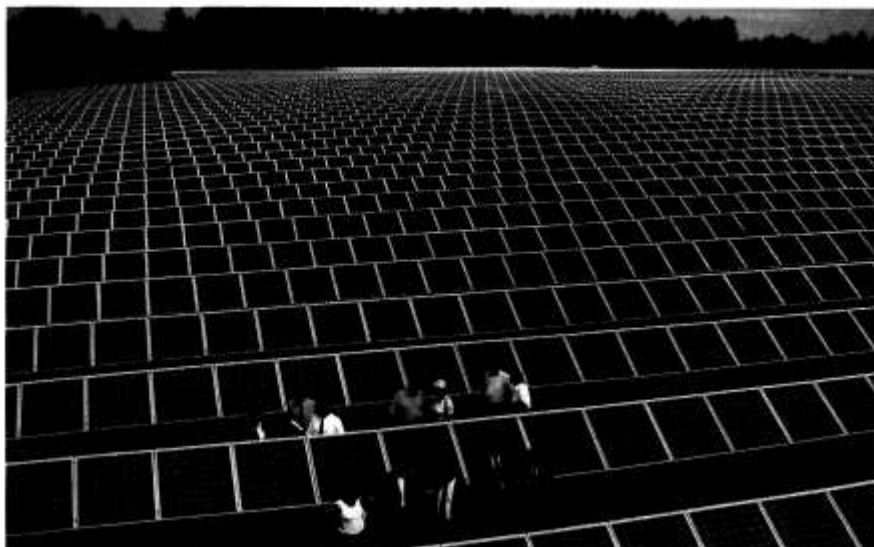
Der Anteil der Photovoltaik an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern ist zwar mit 6,6 % noch gering, jedoch führte die garantierte Einspeisevergütung zu einem dynamischen Wachstumsprozess bei der Installation von Photovoltaikanlagen. Die Landwirtschaft verfügt über gute Voraussetzungen für die Photovoltaik. Meist stehen sehr große Dachflächen zur Verfügung, die statisch für die Montage von Photovoltaikanlagen geeignet sind. Zudem lässt sich durch Sonnenstromerzeugung mit vergleichsweise geringem Arbeitsaufwand ein Beitrag zum Einkommen erzielen. Trotz der garantierten Vergütung ist die Erzeugung von Photovoltaikstrom, aufgrund der enormen Investitionskosten, nicht zwangsläufig an hohe Einnahmen gekoppelt. Investitionen müssen daher wohl überlegt und gut geplant sein.

Das Heft hat 60 Seiten und kostet 9 Euro (ISBN 978-3-941283-46-7, Best.-Nr. 40093).

Bestellservice: KTBL Darmstadt; Fax: 06151 7001-123; E-Mail: [vertrieb@ktbl.de](mailto:vertrieb@ktbl.de)

rige Fertigungskosten in Aussicht. Auf ihren Linien sollte, so das Versprechen, das Watt 2010 schon deutlich günstiger hergestellt werden als kristalline Module. Kreditgeber zeigten sich deshalb

laut dem Forschungsinstitut der Europäischen Kommission weltweit rund 150 Dünnschichtfirmen auf etwa 20 Prozent Marktanteil. Von den 7400 MW PV-Gesamtleistung, die 2009 global installiert



Überall Dünnschicht: In Deutschland prägen Cadmium-Tellurid-Module des US-Herstellers vielerorts das Bild. Das Solarkraftwerk im bayerischen Miegersbach hat eine Leistung von mehr als fünf Megawatt. *Foto: Phoenix Solar*

wurden, entfielen damit 1500 MW auf die schlanken Stromgeneratoren.

Doch die Dünnschicht ist eine große Familie, zu der neben Silizium-Dünnschichtmodulen auch Paneele aus Cadmium-Tellurid (CdTe) und CIS zählen. Diese Abkürzung steht für halbleitende Verbindungen aus Kupfer, Indium, Gallium und Selen oder Schwefel. Massenprodukte sind davon aber bisher nur CdTe-Paneele der US-Firma First Solar. „Die schnelle Marktpositionierung war das entscheidende Kriterium, doch nicht alle Unternehmen haben ihre Hausaufgaben gemacht“, sagt Markus Lohr vom Marktforscher EuPD Research.

Schwierig wird es für die Hersteller von Silizium-Dünnschichtmodulen auch wegen ihres relativ niedrigen Wirkungsgrads. Gerade auf Hausdächern, wo Platz knapp ist, spielt die Effizienz eine wichtige Rolle: Je höher sie ist, desto mehr Leistung bringt eine Solaranlage. Während monokristalline Siliziumzellen im Labor Wirkungsgrade von fast 25, CIS von 20 und CdTe von 17 Prozent erreichen, schaffen Silizium-Dünnschichtzellen nur maximal 14 Prozent. Die Laborwerte zeigen das Potenzial einer Technologie an. Als Faustformel gilt, dass der Modulwirkungsgrad bis zwei Prozentpunkte an den Spitzen-

wirkungsgrad reichen kann. Kristalline Module kommen ihren Effizienzerwartungen in Praxis zügig näher, gleichzeitig sinkt ihr Preis. Inzwischen sind sie schon für 1,50 Euro pro Watt zu haben, 2008 hatte ihr Preis noch bei drei Euro gelegen. Das größte Problem bei a-Si-Modulen ist, dass die meisten Hersteller selbst die geringen Effizienz-Erwartungen nicht erfüllen. Die Masse bewegt sich immer noch zwischen sechs und acht Prozent. Die Anlaufzeit der Produktionen dauerte bei vielen Firmen zu lange, und die technische Weiterentwicklung der a-Si-Module, etwa die Fertigung mikromorpher Module mit einer zusätzlich abgeschiedenen mikrokristallinen Schicht, gelang nicht wie geplant. Q-Cells zum Beispiel stieß seine Siliziumdünnschicht-Tochter Sontor deshalb ab. Diese fusionierte dann mit Sunfilm, die lange Geldgeber suchen musste, bis sie endlich vom Gebäudespezialist Schüco übernommen wurde. „In die Siliziumdünnschicht investiert derzeit kaum noch jemand“, sagt Jäger-Waldau.

Ausrüster und Hersteller wehren sich jedoch vehement gegen den Abgang auf ihre Technik. Die Berliner Firma Inventux sieht sich zum Beispiel gut aufgestellt. Ihr gelang bereits im November 2008 als erster europäischer Hersteller der Technologiesprung von einfachen amorphen zu zweischichtigen mikromorphen Modulen. Mittlerweile erzielen Inventux' Paneele auf Oerlikon-Maschinen einen Wirkungsgrad von zehn Prozent. Damit fertigt die Firma die effizientesten Silizium-Dünnschichtmodule. Ausrüster Oerlikon wirbt mit weiteren Innovationen. Seine Produktionslinie „Thinfab“ soll Module mit fast zwölf Prozent Effizienz herstellen – bei Fertigungskosten von nur noch 0,50 Euro pro Watt. Damit wäre das Unternehmen besser als Dünnschicht-Marktführer First Solar, der aktuell Paneele mit etwa elf Prozent Wirkungsgrad für rund 0,60 Euro pro Watt herstellt. Doch in der PV-Branche rechnet niemand damit, dass Oerlikon solche Werte so bald in der Massenproduktion erreicht. <<

Ausrüster und Hersteller wehren sich jedoch vehement gegen den Abgang auf ihre Technik. Die Berliner Firma Inventux sieht sich zum Beispiel gut aufgestellt. Ihr gelang bereits im November 2008 als erster europäischer Hersteller der Technologiesprung von einfachen amorphen zu zweischichtigen mikromorphen Modulen. Mittlerweile erzielen Inventux' Paneele auf Oerlikon-Maschinen einen Wirkungsgrad von zehn Prozent. Damit fertigt die Firma die effizientesten Silizium-Dünnschichtmodule. Ausrüster Oerlikon wirbt mit weiteren Innovationen. Seine Produktionslinie „Thinfab“ soll Module mit fast zwölf Prozent Effizienz herstellen – bei Fertigungskosten von nur noch 0,50 Euro pro Watt. Damit wäre das Unternehmen besser als Dünnschicht-Marktführer First Solar, der aktuell Paneele mit etwa elf Prozent Wirkungsgrad für rund 0,60 Euro pro Watt herstellt. Doch in der PV-Branche rechnet niemand damit, dass Oerlikon solche Werte so bald in der Massenproduktion erreicht. <<

Ausrüster und Hersteller wehren sich jedoch vehement gegen den Abgang auf ihre Technik. Die Berliner Firma Inventux sieht sich zum Beispiel gut aufgestellt. Ihr gelang bereits im November 2008 als erster europäischer Hersteller der Technologiesprung von einfachen amorphen zu zweischichtigen mikromorphen Modulen. Mittlerweile erzielen Inventux' Paneele auf Oerlikon-Maschinen einen Wirkungsgrad von zehn Prozent. Damit fertigt die Firma die effizientesten Silizium-Dünnschichtmodule. Ausrüster Oerlikon wirbt mit weiteren Innovationen. Seine Produktionslinie „Thinfab“ soll Module mit fast zwölf Prozent Effizienz herstellen – bei Fertigungskosten von nur noch 0,50 Euro pro Watt. Damit wäre das Unternehmen besser als Dünnschicht-Marktführer First Solar, der aktuell Paneele mit etwa elf Prozent Wirkungsgrad für rund 0,60 Euro pro Watt herstellt. Doch in der PV-Branche rechnet niemand damit, dass Oerlikon solche Werte so bald in der Massenproduktion erreicht. <<

#### Herstellungskosten der Solartechnologien

Technik	Produktionskosten in €/Wpeak	Effizienz (in %)
CdTe	0,6	11
mc-Si	1	15
TFSi	1	10
CIS	1,5	13

Quelle: eigene Recherche

mc-Si = multikristallines Silizium; CdTe = Cadmiumtellurid; TFSi = Dünnschichtsilizium; CIS = Kupfer-Indium-Selenid

Kristalline Siliziummodule haben einen großen Entwicklungsschub hinter sich: Die kosteneffizientesten chinesischen Hersteller fertigen Module bereits für 1 Euro pro Watt. Vor zwei Jahren lagen die durchschnittlichen Herstellungskosten dieser Technik noch bei knapp 2 Euro. Die als Billigmacher gehandelte Dünnschichttechnik tritt dagegen auf der Stelle. Nur CdTe erreicht die Kostenziele, TFSi und CIS sind in der Produktion dagegen immer noch mindestens genauso teuer wie klassische Siliziummodule und zudem weniger effizient.