

Dünnschicht contra kristalline PV

Photovoltaik-Technologien: Effizientere Fertigung, höhere Wirkungsgrade



Abschließende Qualitätsprüfung:
Ein Mitarbeiter nimmt die Oberfläche
eines Moduls aus Dünnschichtsilizium in
Augenschein.

Quelle: inventux

Hersteller von Dünnschicht-Solarmodulen senken ihre Kosten und gewinnen Wettbewerbskraft. Leicht werden sich die klassischen kristallinen Siliziumtechniken aber nicht vom Markt verdrängen lassen. Denn auch sie haben noch großes Entwicklungspotenzial. Das Rennen um das erfolgreichste Solarkonzept ist in vollem Gange.

■ Sascha Rentzing



Sascha Rentzing

Im Auftrag der Messe Düsseldorf
pflueggeS@messe-duesseldorf.de

Zur Weltspitze schließt das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) auf. Es erreichte im Wettlauf um die effizienteste Dünnschichtsolarzelle in einer vorindustriellen Fertigungslinie auf Basis von Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIS) 19,6 Prozent Wirkungsgrad. Damit liegen die Stuttgarter Forscher nur noch knapp hinter dem amerikanischen National Renewable Energy Laboratory, das im gleichen Umfeld auf

19,9 Prozent kommt. „Als nächstes wollen wir die 20-Prozent-Hürde nehmen“, kündigt Michael Powalla, Leiter des Geschäftsbereichs Photovoltaik im ZSW, selbstbewusst an. Damit würde CIS in Effizienzbereiche der gängigen kristallinen Photovoltaik vordringen: Zellen aus multikristallinem Silizium, die heute den größten Marktanteil haben, erreichen Laborwirkungsgrade von 20,3 Prozent, arbeiten also kaum effizienter als ihre schlanken Konkurrenten.



Quelle: Oerlikon Solar

Vermummungsgebot: Schmutz schmälert den Wirkungsgrad. Dünnschichtproduktion findet deshalb in Reinräumen statt.



Quelle: First Solar

Dünnschicht für US-Dächer: Vor allem in Kalifornien entstehen derzeit überall Solarkraftwerke. Die Photovoltaik-Module auf diesem Dach in Fontana leisten 2 MW.

In der Praxis bleibt die CIS-Technik aber noch hinter ihren Möglichkeiten zurück: Industriell hergestellte Module aus diesem Halbleiter wandeln maximal zwölf Prozent des Sonnenlichts in Strom um, multikristalline Module dagegen 18,5 Prozent, monokristalline sogar bis zu 20 Prozent. Ihren Effizienz-Rückstand können CIS-Paneele bislang nicht durch günstigere Fertigungskosten ausgleichen: Pro Watt liegen sie in der Herstellung bei mehr als zwei Euro – auf dem gleichen Niveau wie Siliziummodule, für die viel mehr Halbleitermaterial nötig ist. Vom wichtigsten Ziel ist CIS somit noch weit entfernt: konkurrenzlos billig Strom zu produzieren.

Andere Dünnschichttechniken sind dazu bislang ebenso wenig imstande. Module aus Dünnschichtsilizium zum Beispiel können, so sagen Experten, mehr als 15 Prozent Wirkungsgrad erreichen und für weniger als 0,30 Euro pro Watt hergestellt werden. Damit würden sie jede aktuell verfügbare Solartechnik in den Schatten stellen. Noch kommen sie aber nur auf Effizienzen von rund neun Prozent und sind in der Herstellung drei Mal teurer.

Doppelter Marktanteil 2010

Doch CIS, Dünnschichtsilizium und Co stehen vor einem großen Entwicklungsschritt. „Fast 200 Firmen produzieren derzeit Dünnschichtmodule oder arbeiten daran“, sagt Arnulf Jäger-Waldau, Energieexperte der EU-Kommission. Der europäische Photovoltaikindustrie-Verband (EPIA) erwartet daher, dass sich die Fertigungskapazität für die Technik bis 2010 auf mehr als vier Gigawatt verdoppeln könnte – das entspräche einem Marktanteil von rund 20 Prozent. Gleichzeitig wird die Fertigung dank neuer

Herstellertechniken und Automatisierungslösungen immer effizienter. Massenfertigung und der technische Fortschritt senken die Kosten – und erhöhen die Marktchancen. Viele der produktionstechnischen Innovationen werden vom 28. September bis 1. Oktober 2010 zur Fachmesse für solare Produktionstechnik Solarpeq in Düsseldorf zu sehen sein.

Der Erfolg des US-Herstellers von Modulen aus Cadmiumtellurid (CdTe) First Solar nährt das Selbstbewusstsein der Dünnschichtfirmen. Die Amerikaner fertigen nach eigenen Angaben inzwischen für rund 0,93 Dollar, umgerechnet etwa 0,67 Euro pro Watt – kein anderes Unternehmen produziert so günstig. Nachteil der CdTe-Module ist allerdings, dass sie derzeit nur maximal 11,1 Prozent Wirkungsgrad erreichen. Daher benötigen sie mehr Fläche, um die gleiche Strommenge zu erzeugen wie marktgängige Siliziummodule. Die höheren Installationskosten zehren den Produktionskostenvorteil teilweise wieder auf.

First Solar gibt den Takt vor

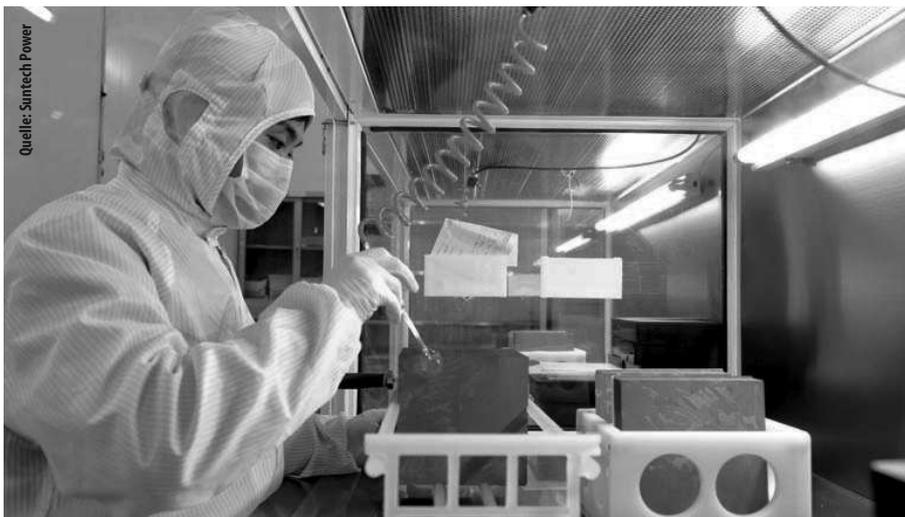
Bei den Kosten stellt First Solar die Messlatte dar. Dünnschichtfirmen, die nicht bald ebenso günstig fertigen oder mit höheren Wirkungsgraden die Systemkosten drücken, werden sich im Markt nicht durchsetzen. Zumal auch die Hersteller der marktgängigen kristallinen Technik durch steigende Massenproduktion und technische Verbesserungen kontinuierlich ihre Kosten senken. Entsprechend ehrgeizig ist die Dünnschicht-Konkurrenz: Abund Solar aus Fort Collins (Colorado) startete erst im April 2009 die Produktion von CdTe-Modulen und will das Watt in seiner neuen 35-MW-Linie noch in die-

sem Jahr für einen Dollar, also etwa 0,72 Euro produzieren. 2010 seien bei 200 MW Kapazität bereits Kosten von 0,90 Dollar (rund 0,65 Euro) pro Watt angepeilt, sagt Gründer und Vorstandschef Pascal Noronha.

Schnell unter einen Dollar zu kommen, ist auch das Ziel der Berliner Firma Inventux. Sie produziert seit Ende 2008 Module aus sogenanntem mikromorphem Silizium. Die Technik ist eine Weiterentwicklung marktgängiger Dünnschichtpaneele aus einfachem amorphem Silizium. Mit Hilfe eines zusätzlichen Absorbers aus mikrokristallinem Silizium, der auf die amorphe Schicht aufgedampft wird, hat Inventux die Stromausbeute auf mittlerweile neun Prozent verbessert.

Die avisierte Kostenersparnis sollen Skaleneffekte durch eine größere Produktionsmenge und weitere Effizienzverbesserungen bringen. „2010 wollen wir zehn Prozent Wirkungsgrad erreichen“, erklärt Sprecher Thorsten Ronge. Dafür arbeitet der Modulhersteller an Prozessoptimierungen, profitiert aber auch von Innovationen seines Ausrüsters Oerlikon Solar, dessen Beschichtungsanlagen Inventux bezieht. Oerlikon-Solar-Chefin Jeannine Sargent verspricht, dass Ende 2010 auf Anlagen ihres Unternehmens die neuartigen Tandemmodule zu halben Kosten gefertigt werden können: für 0,70 Dollar (circa 0,50 Euro).

Ähnliche Pläne hat US-Anlagenbauer Applied Materials. Er offeriert ebenfalls komplette schlüsselfertige Linien für die Produktion von Modulen aus Dünnschichtsilizium. „Wir sind optimistisch, dass wir schon kurzfristig Herstellkosten von weniger als einem Dollar ermöglichen können“, sagt Christopher Beitel, der Chef der Dünnschichtabteilung. Auf der Solarpeq 2010 beziehungsweise der parallel >



Quelle: Suntech Power

Halbleitercheck: Ein Mitarbeiter bereitet die Wafer zur Zellenprozessierung vor.

stattfindenden Glasstec, der Weltleitmesse der Glasbranche, zu der Unternehmen auch solare Anwendungen präsentieren, werden die Amerikaner ihr Produktportfolio vorstellen. Darunter auch ihre Dünnschichtlinie SunFab.

Noch ehrgeiziger sind die Pläne der US-Firma Nanosolar. Sie hat einen Herstellungsprozess entwickelt, bei dem winzige Nanopartikel aus Kupfer, Indium, Gallium, Selen und eventuell Schwefel im Rolle-zu-Rolle-Verfahren auf eine Folie gedruckt werden. Auf 0,30 bis 0,35 Dollar (0,22 bis 0,25 Euro) wollen die Amerikaner mit ihrer innovativen Drucktechnik die Kosten senken – auf rund ein Drittel der Fertigungskosten des Branchenprimus First Solar. „Wir können große Flächen in sehr kurzen Taktzeiten beschichten“, erklärt Nanosolar-Sprecher Erik Oldekop. Die Fabriken stehen bereits, der Start der Serienfertigung naht. In einem 430-MW-Werk in San José, Kalifornien, will Nanosolar die Zellen herstellen und diese dann in Luckenwalde bei Berlin zu Modulen verschalten.

Kristalline Photovoltaik glänzt mit hoher Effizienz

Im Dünnschichtsektor stehen die Zeichen also klar auf Wachstum. Wie viele Hersteller ihre ambitionierten Ausbau- und Produktionsziele im zeitlich vorgegeben Rahmen erreichen, ist aber offen. Verzögerungen sind keine Seltenheit: Bis eine Technik die Serienreife erreicht, vergehen oft viele Jahre: Industrietaugliche Herstellprozesse müssen entwickelt, viel Geld in Forschung und Tests investiert werden. First Solar zum Beispiel hat für die Kommerzialisierung seiner Module genau ein Jahrzehnt gebraucht. CIS-Hersteller Würth Solar optimier-

te seine Technik sieben Jahre in einer Pilotlinie, bevor er 2007 mit der Serienfertigung beginnen konnte.

Viel Zeit, um serienreife Produkte zu präsentieren, haben die Dünnschicht-Newcomer aber nicht. Denn die kristalline Konkurrenz treibt die Entwicklung neuer Techniken ebenfalls mit hohem Einsatz voran: Wirkungsgrade steigen, Kosten fallen. Wissenschaftler glauben deshalb, dass an der konventionellen Solartechnik auch künftig kein Weg vorbeiführen wird. „Kristalline Siliziumzellen werden weiterhin eine dominierende Rolle spielen“, sagt Stefan Glunz, Leiter der Abteilung Entwicklung und Charakterisierung von Siliziumsolarzellen am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg.

So herrscht auf der oberen Wirkungsgradskala ein reger Wettstreit um die besten Konzepte: Forscher der University of New South Wales in Sydney, Australien, erreichten mit einer monokristallinen Zelle im Labor 24,7 Prozent Effizienz – diesem Weltrekord kommt die Industrie immer näher. Das chinesische Solarunternehmen Suntech Power etwa bietet seit diesem Sommer ein Modul an, das sieben Prozent mehr Strom erzeugt als sein bislang leistungsstärkstes Panel. Herzstück der Technik sind neuartige sogenannte Pluto-Zellen, die dank einer speziell behandelten Oberfläche und dünneren elektrischen Kontakten auf der Vorderseite mehr Licht absorbieren. Dadurch steigt der Wirkungsgrad von 15,2 auf bis zu 17,5 Prozent bei multikristallinen Zellen und von 17,2 auf bis zu 19 Prozent bei monokristallinen. Das Herstellverfahren basiert auf Know-how aus Deutschland: 2008 hat Suntech den Schwarzwälder Anlagenbauer KSL Kuttler übernommen, der Ausrüstung und Automation für die Pluto-Fertigung liefert.

Großes Potenzial sprechen Experten auch so genannten Rückkontaktzellen zu. Stromsammelschienen und Kontakte befinden sich hier nicht auf der Vorder-, sondern komplett auf der Rückseite der Zelle, so dass sich die solaraktive Fläche des Moduls vergrößert. Der führende Hersteller von Rückseitensammlern, die US-Firma Sunpower, fertigt bereits Zellen mit mehr als 20 Prozent Wirkungsgrad. Damit produzierte Module erreichen 19,6 Prozent Effizienz und erzeugen 315 Watt Strom – kein Modul hat mehr Power.

Siliziumpreise fallen

Jetzt, da die Solarbranche wegen der Krise nicht mehr so rasant wächst, wird Silizium deutlich billiger: Nur noch 75 Dollar (circa 53 Euro) mussten dafür laut Marktforscher iSuppli im Juni 2009 gezahlt werden, Tendenz weiter fallend. Die Dünnschichtfirmen werden also hart um Marktanteile kämpfen müssen. Vorerst dürfte es ihre Technik wegen der relativ niedrigen Effizienz vor allem dort schwer haben, wo viel Leistung auf wenig Fläche gefragt ist.

Kurzfristige Chancen bieten sich den schlanken Lichtsammlern dagegen auf großen Industrie- und Gewerbedächern oder im Freiland, wo reichlich Platz vorhanden ist und nicht auf begrenzter Fläche maximale Leistung generiert werden muss. Auch können Dünnschichtmodule wegen ihrer Flexibilität und des geringen Gewichts besser als stromerzeugende Fenster oder Fassaden in die Gebäudehülle integriert werden, wo sie auch indirekte Einstrahlung nutzen. So verbessern sie nicht nur die Energiebilanz eines Gebäudes, sondern erweitern auch den gestalterischen Freiraum der Architekten und Planer.

Dünnschicht liegt noch 1:7 zurück

Mehr als Nischenprodukte werden CIS, CdTe & Co, wenn die Hersteller ihre Ankündigungen wahr machen und ihre Fertigungskosten binnen kurzer Zeit drastisch reduzieren. Schließen die schlanken Stromgeneratoren dann auch noch bei der Effizienz zu ihren kristallinen Konkurrenten auf, könnten sie sogar zur dominierenden Solarstromtechnik avancieren.

Theoretisch kann die Dünnschicht also viel bewegen. Doch nun müssen die Firmen ihre Ideen erst mal in Kapazitäten umsetzen. Nur 800 MW spuckten ihre Fabriken 2008 aus (davon stammten allein 500 MW aus First-Solar-Linien) – die konventionelle Photovoltaik lieferte laut EPIA im vergangenen Jahr allerdings sieben Mal mehr. ■

Weiterführende Infos auf energy20.net:**more @ click E2099001**