

Solar



Die deutsche Photovoltaikindustrie sendet ein kleines Lebenszeichen: Die Dünnschichtfirma und ehemalige Q-Cells-Tochter Calyxo hat im ostdeutschen Bitterfeld-Wolfen eine neue 60-MW-Linie für Module aus Cadmium-Tellurid (CdTe) in Betrieb genommen. 54 Mio. € hat das Unternehmen investiert, um die Produktionskapazität am Standort auf insgesamt 85 MW auszubauen.

Im Vergleich zu den asiatischen Gigawattfabriken erscheint das Calyxo-Werk zwar unbedeutend, dennoch könnte die Investition eine Zäsur markieren. Die deutschen Zellen- und Modulhersteller sorgten in den vergangenen Monaten fast nur für negative Schlagzeilen. Viele mussten im Preiskampf mit China aufgeben: Seit Anfang 2012 fielen in der Photovoltaikproduktion in Deutschland mehr als die Hälfte von 10 200 Stellen weg.

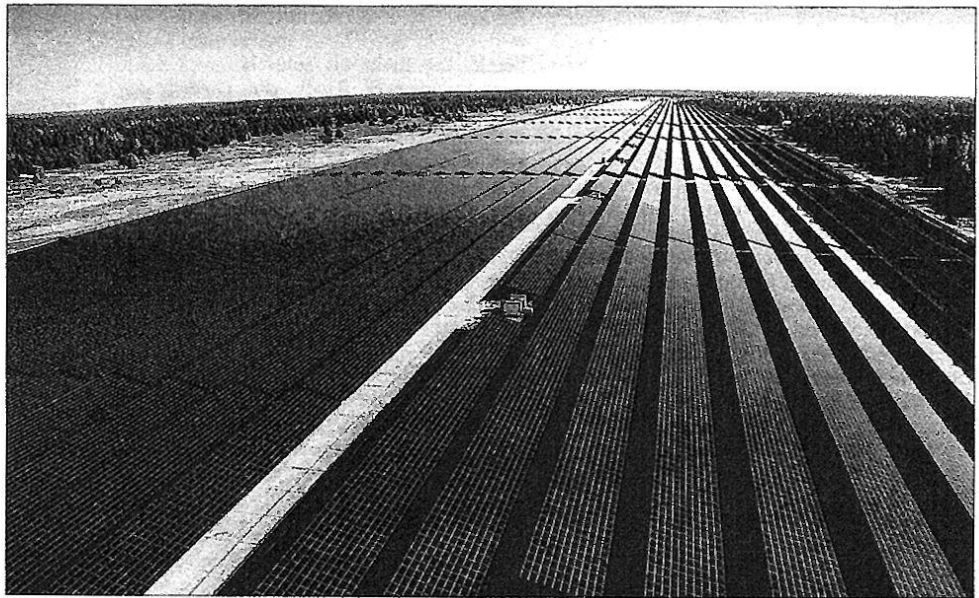
Calyxo steht aber auch für ein neues Selbstbewusstsein der Dünnschichthersteller. „Wir werden mittelfristig die Produktionskosten auf weniger als 0,50 US-Dollar pro Watt senken. Damit produzieren wir dann wohl weltweit zu den niedrigsten Kosten“, sagt Firmenchef Florian Holzapfel. Solche starken Aussagen hörte man aus dem Lager der Dünnschichtproduzenten in letzter Zeit selten. Denn mit dem Preisverfall bei den Siliziummodulen ist ihr Ziel, die vergleichsweise massige kristalline Konkurrenz mit dünn und günstig beschichteten Modulen aus dem Markt zu drängen, außer Sichtweite geraten.

Ausgelöst durch enorme Überkapazitäten am Weltmarkt und stark fallende Siliziumpreise sanken die Herstellungskosten kristalliner Chinamodule laut der US-Marktforschungsfirma GTM Research von 2009 bis 2013 um fast zwei Drittel auf 0,50 Dollar pro Watt. Selbst der US-amerikanische Dünnschichtprimus First Solar, über Jahre hinweg günstigster Photovoltaikproduzent, konnte diese starken Kostensenkungen nicht mitgehen. Er fertigte seine CdTe-Module im vorigen Jahr nach eigenen Angaben noch für 0,63 Dollar pro Watt.

Auch bei den Wirkungsgraden reicht die Dünnschicht trotz stetiger Verbesserungen bisher nicht an die Siliziummodule heran. Während selbst die einfachen multikristallinen Module derzeit im Durchschnitt 15,4 % des Sonnenlichts in Strom um-

Die Dünnschicht kehrt zurück

Siliziummodule haben sich dank rascher Kostensenkungen zur marktdominierenden Technik entwickelt. Nun starten die Dünnschichthersteller einen **neuen Anlauf**, um den Produzenten kristalliner Module Marktanteile streitig zu machen.



Solarprojektor Belectric hat 2012 mit Cadmium-Tellurid-Modulen von First Solar bei Templin das europaweit größte Photovoltaik-Kraftwerk gebaut (128 MW).

FOTOS: WERKBILDER

wandeln, erreichen industriell gefertigte Dünnschichtpaneele nur 13 bis 14 % Effizienz. Bei den Investoren blieb die Dünnschicht deshalb oft nur zweite Wahl: Ihr Anteil an den globalen Installationen schrumpfte zwischen 2009 und 2013 von 18 auf 10 %, während der Marktanteil der multikristallinen Module kletterte.

Mittlerweile rechnen sich die Dünnschichthersteller wieder bessere Chancen aus. Die Pho-

tovoltaiknachfrage zieht an, Überkapazitäten verschwinden, einige chinesische Hersteller haben ihre Preise zuletzt sogar wieder erhöht. GTM Research berichtet, seit Ende 2013 sei in die USA ausgelieferte Chinaware bis 20 % teurer geworden. „Preissenkungen bei den Siliziummodulen haben aufgehört, weil ihre Herstellung sonst unprofitabel werden würde“, erklärt Holzapfel. Bei den CdTe-Modulen gebe es hingegen noch

viel Luft für Innovationen. „Wir wollen den Wirkungsgrad bis 2017 von derzeit 12,2 auf 16 bis 17 Prozent steigern und halten Produktionskosten von 0,35 Dollar pro Watt für realistisch“, kündigt der Calyxo-Chef an.

Der Optimismus der Ostdeutschen gründet sich vor allem auf die ehrgeizigen Ankündigungen des CdTe-Vorreiters First Solar. Die Amerikaner stellten im März neue Ausbau- und Innovationspläne vor, die ihren Aktienkurs in die Höhe schnellen ließen. Bis 2018 will First Solar seine Produktionskapazität von 1,9 auf 3,5 GW fast verdoppeln. Skaleneffekte durch die größeren Produktionsmengen sowie die Erhöhung des Wirkungsgrads von 13,2 auf 17,2 % bis 2017 sollen die Produktionskosten der CdTe-Module senken, heißt es bei First Solar.

Seinen größten Absatzmarkt sieht das Unternehmen quasi vor der eigenen Haustür. Festgeschriebene Zielvorgaben der US-Bundesstaaten für erneuerbare Energien, die sogenannten Renewable Portfolio Standards,

Der Reiz der dünnen Zellen

Seit den 1970er Jahren entwickeln Forscher Dünnschichtsolarzellen, die mit nur wenigen Atomlagen Absorbermaterial saubere Elektrizität erzeugen können. Zwei Halbleiter haben sich bisher als marktfähig herausgestellt: Cadmium-Tellurid und Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid. Beide werden hauchdünn auf Glas oder Folie aufgetragen. Neben der thermischen Verdampfung ist die Sputterdeposition die verbreitetste Beschichtungsmethode. Hierbei wird das Ausgangsmaterial durch eine elektrische Heizung so lange erhitzt, bis ein Materialdampf entsteht, der auf dem Substrat zu einer Schicht kondensiert. Die Verdampfung läuft wie das Sputtern in geschützter Atmosphäre im Vakuum ab, um den Halbleiter nicht mit schädlichen Fremdkörpern zu verunreinigen. Ergebnis sind photoaktive Schichten, die dünner als ein menschliches Haar sind. Die Hersteller erhoffen sich davon niedrigste Produktionskosten.



Solarenergie

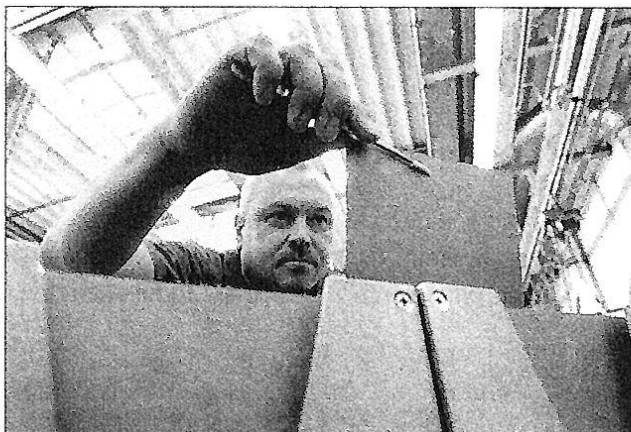
zwingen die amerikanischen Energieversorger, ihren Grünstromanteil zu steigern. Dafür bieten sich im sonnenreichen Südwesten der USA vor allem große Solarkraftwerke an. Sie können die Kilowattstunde bereits für weniger als acht Cent produzieren – günstiger als Kohle- und Gaskraftwerke.

Auch die Hersteller von Dünnschichtmodulen auf Basis von Kupfer, Indium, Gallium und Selen (CIGS) erwarten steigende Absatzzahlen. Die Tochter des japanischen Showa Shell-Konzerns, Solar Frontier, erklärt, sie habe ihre CIGS-Fabrik im süd-japanischen Kunitomi mit 900 MW Produktionsleistung dank der starken Nachfrage im Land das vorige Jahr über voll auslasten können. Nun plant Solar Frontier eine 150-MW-Fabrik in Nordjapan. In Taiwan wiederum will die Taiwan Semiconductor Company (TSMC) ein Gigawatt CIGS-Produktionskapazität aufbauen. Die koreanische Firma Samsung kündigte für 2014 ein 200-MW-Werk an, das 2015 auf ein Gigawatt erweitert werden soll. Der chinesische Energiekonzern Hanergy will sogar 5,25 GW neue CIGS-Kapazitäten errichten.

Der Wirkungsgrad soll steigen

Bernhard Dimmler, Dünnschichtexperte beim schwäbischen Maschinenbauer Manz, sieht für die Expansionspläne der Unternehmen gute Gründe: „CIGS hat großes Potenzial.“ Dimmler verweist auf die „CIGS-fab“, eine schlüsselfertige Turnkey-Produktionslinie, die Manz seit 2010 anbietet. Die 150-MW-Standardfabrik ermögliche inzwischen Module mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 14 % und Produktionskosten von 0,41 €, also aktuell 0,57 Dollar pro Watt. Bis 2017 will Manz die CIGSfab so optimieren, dass sie Module mit 17 % Effizienz hervorbringt und die Fertigungskosten um mindestens weitere zehn Prozent sinken. „Damit wären wir mehr als auf Augenhöhe mit den Herstellern kristalliner Module“, sagt Dimmler.

Marktbeobachter glauben jedoch, dass die Aufholjagd der Dünnschicht schwieriger werden könnte, als ihre Protagonisten annehmen. „Das Rennen mit der Konkurrenz aus kristallinem Silizium ist noch lange nicht gelaufen“, sagt der Analyst Johannes Bernreuter von Bern-



Kristalline Siliziumzellen werden stetig günstiger. Ein Grund ist, dass sich die Eigenschaften der Zellenrohlinge (Wafer) verbessert haben.

reuter Research. Solarexperte Stefan de Haan von der Marktforschungsfirma IHS teilt diese Einschätzung: „Mittelfristig hat CIGS schon das Potenzial, zur kristallinen Technologie aufzuschließen, aber ob es gelingen wird, ist nicht klar.“

Das größte Problem sieht de Haan in der fehlenden „kritischen Masse“ der Dünnschichthersteller. Derzeit gibt es weltweit über 60 GW Produktionskapazität für kristalline Siliziummodule. Die großen Hersteller können auf schlüsselfertiges Equipment zurückgreifen und einen Teil ihrer Kosten für Forschung und Entwicklung auf die Anlagenbauer abwälzen. Die Dünnschichthersteller seien dazu nur bedingt in der Lage. Sie müssen ihre Technologie komplett hausintern weiterentwickeln, dabei in einem stark wachsenden Markt ihre Anteile behaupten und gleichzeitig einen Kostenrückstand in einen Vorsprung verwandeln.

Dass auch die Hersteller kristalliner Module auf schnelle technische Fortschritte erpicht sind, macht die Sache für die Dünnschicht nicht leichter. So meldeten Kyocera aus Japan und Ja Solar aus China im Februar, multikristalline Rekordzellen mit 18,6 und 19 % Wirkungsgrad produziert zu haben. Auf Modulebene ermöglichen die neuen Zellen jeweils mehr als 16 % Effizienz. Im Sommer wollen beide Konzerne mit ihrer kommerziellen Fertigung beginnen. In der im März vorgestellten Neuauflage der International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV) skizzieren die Produzenten kristalliner Zellen und Module Ansätze für weitere Wirkungsgradsteigerungen. Demnach könnten etwa höhere Kristallqualitäten, optimierte

Elektrodenprozesse sowie bessere ladungsträgerleitende Emitter- und Barrierschichten dafür sorgen, dass einfallendes Licht noch effizienter ausgenutzt wird.

Gleichzeitig rechnen die Hersteller kristalliner Module mit weiter sinkenden Produktionskosten. Sie ergeben sich einerseits aus Materialersparnissen, die aus den steigenden Effizienzen resultieren. Andererseits wird die Produktion günstiger, weil dank neuer Verfahren beispielsweise Schnittverluste bei der

Herstellung der Siliziumscheiben (Wafer) reduziert werden oder sensiblere Prozesse die Verarbeitung immer dünnerer Wafer und Kontaktfinger erlauben.

Einige Rohstoffe sind knapp

Klaus Lips, Dünnschichtforscher am Helmholtz-Zentrum Berlin, sieht die unbegrenzte Verfügbarkeit des Rohstoffs Silizium als weiteren Vorteil der Hersteller kristalliner Module an. Im Gegensatz dazu seien Indium und Tellur, Bestandteile der Dünnschichtmodule, knapp. „Wenn die Dünnschicht einen hohen Marktanteil anstrebt, müssen diese Elemente ersetzt werden“, sagt Lips. In Betracht kämen etwa Kesterit, eine halbleitende Verbindung aus Kupfer, Zink, Zinn und Schwefel, oder Perowskit. Darunter verstehen die Forscher alle Materialien, die die gleiche Kristallstruktur aufweisen wie das Mineral Kalziumtitanat. Bis zur Marktreife von Zellen aus diesen Materialien sei aber noch Forschung nötig, sagt Lips. „Wir stehen hier erst am Anfang.“ An den Kräfteverhältnissen im Photovoltaikmarkt dürfte sich also vorerst wenig ändern.

SASCHA RENTZING