

# Neuer Anlauf

**PV-Markt | Multikristalline Siliziummodule haben sich dank rascher Kostensenkungen zur marktdominierenden Photovoltaiktechnik entwickelt. Nun versuchen Dünnschichthersteller, den kristallinen Konkurrenten mit konkurrenzlos günstigen Produkten Marktanteile streitig zu machen. Ein realistischer Plan?**

Die deutsche Photovoltaikindustrie sendet ein kleines Lebenszeichen: Die Dünnschichtfirma und ehemalige Q-Cells-Tochter Calyxo hat im ostdeutschen Bitterfeld-Wolfen eine neue 60-Megawatt-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 0,5 US-Dollar pro Watt senken. Damit produzieren wir dann wohl weltweit zu den niedrigsten Kosten“, sagt Unternehmenschef Florian Holzappel. Solche starken Ansagen 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 0,5 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 umwandeln, erreichen industriell gefertigte Dünnschichtpaneele nur 13 bis 14 % Effizienz. Bei den Investoren blieb die Dünnschicht deshalb oft nur zweite Wahl: Ihr Anteil an den glo-

balen Installationen schrumpfte zwischen 2009 und 2013 von 18 auf zehn Prozent, während der Marktanteil der multikristallinen Module auf mehr als 60 % kletterte.

## Mehr Produktion, höher Wirkungsgrad

Mittlerweile rechnen sich die Dünnschichthersteller aber wieder bessere Chancen aus. Die Photovoltaik-Nachfrage 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 um bis zu 20 % teurer geworden. „Preisreduktionen bei den Siliziummodulen haben aufgehört, weil ihre Herstellung sonst unprofitabel werden würde“, sagt Holzappel. 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 % steigern und halten Produktionskosten von 0,35 \$/W 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 unmittelbar in die Höhe schnellen ließen. Bis 2018 will First Solar seine Produktionskapazität von aktuell 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 „erheblich 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, zwingen die amerikanischen Energieversorger, ihren Grünstromanteil teils deutlich 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 konventionelle Kohle- und Gaskraftwerke. Auch die Hersteller von Dünnschichtmodulen auf Basis von Kupfer, Indium, Gallium und Selen (CIGS) erwarten deutlich steigende Absatzzahlen. Solar Frontier, Tochter des japanischen Showa Shell-Konzerns, erklärt, es habe seine CIGS-Fabrik im südjapanischen Kunitomi mit 900 MW Produktionsleistung dank der starken Nachfrage im Land das ganze vorige Jahr über voll auslasten können. Nun plant Solar Frontier eine weitere 150 MW-Fabrik in Nordjapan. In Taiwan wiederum will die Taiwan Semiconductor Company (TSMC) ein Gigawatt CIGS-Produktionskapazität aufbauen. Die koreanische Samsung kündigte für 2014 ein neues 200 MW-Werk an, das 2015 ebenfalls auf ein Gigawatt erweitert werden soll. Der chinesische Energiekonzern Hanergy will sogar 5,25 GW neue CIGS-Kapazitäten errichten. Bernhard Dimmler, Dünnschichtexperte beim schwäbi-

schen Maschinenbauer Manz, sieht für die Expansionspläne der Unternehmen gute Gründe: „CIGS hat großes Potenzial.“ Dimmler verweist auf die „CIGS-fab“, eine schlüsselfertige 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 \$/W. Bis 2017 will Manz die CIGSfab so optimieren, dass sie Module mit bis zu 17 % Effizienz hervorbringt und die Fertigungskosten um mindestens weitere zehn Prozent senken. „Damit wären wir mehr als auf Augenhöhe mit den kristallinen Herstellern“, sagt Dimmler. Marktbeobachter glauben jedoch, dass die Aufholjagd der Dünnschicht schwieriger werden könnte als ihre Protagonisten annehmen. „Man muss ihre optimistische Einschätzung mit Vorsicht genießen. Das Rennen mit der Konkurrenz aus kristallinem Silizium ist noch lange nicht gelaufen“, sagt der Analyst Johannes Bernreuter von Bernreuter Research. Solarexperte Stefan de Haan von der Marktforschungsfirma IHS teilt diese Einschätzung: „Mittelfristig hat CIGS schon das Potenzial, zur kristallinen Technologie aufzuschließen,

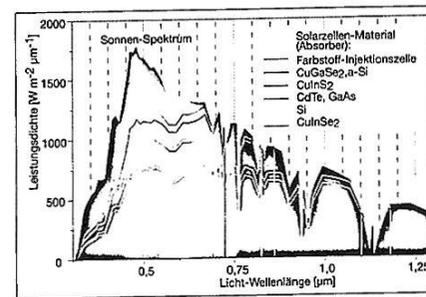
aber ob es letztlich gelingen wird, ist nicht klar. Das größte Problem sieht de Haan in der fehlenden „kritischen Masse“ der Dünnschichthersteller. Derzeit gebe es weltweit über 60 GW Produktionskapazität für kristalline Siliziummodule. Die großen Hersteller könnten auf schlüsselfertiges Fertigungsequipment zurückgreifen und einen Teil ihrer Kosten für Forschung und Entwicklung auf die Anlagenbauer abwälzen, so de Haan. Die Dünnschichthersteller seien dazu nur bedingt in der Lage. Sie müssten ihre jeweilige Technologie komplett hausintern weiterentwickeln, dabei in einem stark wachsenden Markt ihre Anteile behaupten und gleichzeitig einen Kostenrückstand in einen Vorsprung verwandeln. „Dünnschicht muss besser sein als kristallin, sonst wird sich der Mainstream durchsetzen“, so de Haan.

## „Wir stehen erst am Anfang“

Dass auch die kristallinen Hersteller 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 pro-

duziert zu haben. Auf Modulebene ermöglichen die neuen Zellen jeweils mehr als 16 % Effizienz. Im Sommer wollen beide Konzerne mit der 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 Emittier- und Barrierschichten dafür sorgen, dass einfallendes Licht noch effizienter ausgenutzt wird. Gleichzeitig rechnen die kristallinen Hersteller 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. Klaus Lips, Dünnschichtforscher am Helmholtz-Zentrum in Berlin, sieht die unbegrenzte Verfügbarkeit des Rohstoffs Silizium als weiteren Vorteil der kristallinen Hersteller an. Im Gegensatz dazu seien Indium und Tellur, wesentliche Bestandteile der Dünnschichtmodule, knapp. „Wenn die Dünnschicht einen hohen Marktanteil anstrebt, müssen diese Elemente durch besser verfügbare ersetzt werden“, sagt Lips. In Frage kämen etwa Kesterit, eine halbleitende Verbindung aus Kupfer, Zink, Zinn und Schwefel, oder Perowskit. Darunter verstehen die Forscher alle Materialien, die dieselbe Kristallstruktur aufweisen wie das Mineral Kalziumtitanat. Bis zur Marktreife von Zellen aus diesen Materialien sei aber noch viel Forschung nötig, sagt Lips. „Wir stehen hier erst am Anfang.“ An den Kräfteverhältnissen im Photovoltaikmarkt dürfte sich vorerst wenig ändern. (rz)

Sascha Rentzing



Das Diagramm zeigt das Sonnenspektrum (durchgezogene Linie) und die Absorptionseigenschaften verschiedener Solarzellenmaterialien (gestrichelte Linien). Die x-Achse stellt die Lichtwellenlänge in µm dar, die y-Achse die Leistungsdichte in W/m². Die Materialien sind von oben nach unten: CuGaSe<sub>2</sub>, n-Si, CuInSe<sub>2</sub>, CdTe, GaAs, Si und CuInSe<sub>2</sub>. Die Kurven zeigen, dass Si und CuInSe<sub>2</sub> im sichtbaren Bereich die höchste Absorption aufweisen, während CuGaSe<sub>2</sub> und CuInSe<sub>2</sub> im Infrarotbereich besser performen.