

„Wir brauchen schmutziges Silizium“

Eike Weber, Leiter des Fraunhofer-Instituts für solare Energiesysteme, sieht in metallurgischem Silizium den Schlüssel zur Überwindung des Rohstoffengpasses und zur Kostensenkung.

Interview: Sascha Rentzing

neue energie: Die Solarindustrie will ihre Produktionskapazitäten bis 2010 auf 16 bis 20 Gigawatt (GW) erhöhen. Wird genug Silizium da sein, um die Fabriken auszulasten?

Eike Weber: Ich vermute, die tatsächliche Produktion im Jahr 2010 wird zwischen acht und zwölf GW liegen. Auch dafür wird das Material nur reichen, wenn man zusätzlich zum herkömmlichen hochreinen Halbleitersilizium ein-faches chemisch oder physikalisch gereinigtes metallurgisches Silizium anbietet.

ne: Aber es wird doch kräftig in neue Siemens-Reaktoren investiert.

Weber: Für zwölf GW Zellen wären 120.000 Tonnen Silizium vonnöten, heute werden jährlich 40.000 bis 50.000 Tonnen produziert, etwa die Hälfte davon für die Halbleiterindustrie. Die zusätzlichen 80.000 bis 90.000 Tonnen sehe ich nicht allein im klassischen Siemens-Prozess, denn der Ausbau ist teuer: Für Tausend Tonnen Kapazität ist ein Investment von 100 Millionen US-Dollar nötig. Metallurgisches Silizium steht dagegen fast unbegrenzt zur Verfügung: Die Weltjahresproduktion beträgt weit über eine Million Tonnen. Je schneller wir dieses Silizium mitverwenden, desto eher wird eine Zahl jenseits der acht Gigawatt pro Jahr realistisch.

ne: Wie kann der Siliziumengpass noch überwunden werden?

Weber: Die Hersteller versuchen, Solarzellen dünner zu machen und Verluste beim Schneiden der Wafer zu verringern. Auch Dünnschichtsolarmodule, die kein oder wenig Silizium benötigen, helfen, die Knappheit zu überwinden. Aber ich sage: Die wahre Revolution wird mit der Einführung des direkt gereinigten metallurgischen Siliziums kommen.

ne: Warum sind Sie von dem neuen Stoff so überzeugt?

Weber: Er lässt sich einfacher und schneller in großen Mengen herstellen und ist daher viel billiger. Um ‚schmutziges‘ Silizium für die Solarenergie nutzbar zu machen, muss es gerade so gereinigt werden, dass es halbleitend wird. Das lässt sich vergleichsweise leicht und mit geringem Energieaufwand erreichen. Die Herstellung von hochreinem Halbleitersilizium ist viel aufwändiger: Silizium wird in die Gasphase überführt zu Siliziumtetra- und -trichlorid. So kann es so rein werden, wie es die Halbleiterindustrie braucht. Die Photovoltaik benötigt diese hohen Reinheitsgrade nicht.

ne: Wie groß ist der Kostenvorteil gegenüber Halbleitersilizium?

Weber: Der Preis für Silizium hat sich fast entwickelt wie der Ölpreis. Vor zehn Jahren kostete das Kilogramm zwischen 30 und 50 Dollar, inzwischen müssen am Spotmarkt bis zu 400 Dollar auf den Tisch gelegt werden. Metallurgisches Silizium liegt dagegen nur bei einem Dollar. Selbst wenn man in den Upgrade-Prozess des metallurgischen Siliziums viel investieren muss, kann man es für fünf bis zehn Dollar herstellen. Es gibt Aussagen, dass „upgraded“ metallurgisches Silizium für circa 50 Dollar angeboten werden soll. Selbst bei einem Preis von 15 bis 20 Dollar sollten Firmen noch gute Gewinne machen können. Solche Preise sind für die PV-Industrie natürlich enorm interessant.

ne: Taugt das Material denn auch für Top-Zellen?

Weber: Elkem-Material kann zum Beispiel schon gute Effizienzen zwischen 14 und 16 Pro-

zent ergeben. Damit liegt man weit über den Werten von Dünnschichtmodulen und auf Augenhöhe mit multikristallinen Siliziummodulen, die Wirkungsgrade von 14 und 16 Prozent erreichen.

ne: Auch einige asiatische Firmen wollen metallurgisches Silizium anbieten. Hatten Sie bereits Proben in den Händen?

Weber: Ja, von chinesischen Herstellern. Sie hatten sehr unterschiedliche Qualität. Aber die Firmen sind durchaus in der Lage, gutes Material zu liefern.

ne: Q-Cells hat bei Elkem und beim kanadischen Anbieter Bécancour große Mengen des neuen Siliziums geordert, will den Stoff dem hochreinen Siemens-Silizium aber zunächst nur beimischen. Ist das Material also doch nicht so gut?

Weber: Q-Cells hat wie viele andere Zellenhersteller langfristige Lieferverträge mit klassischen Siliziumherstellern. Die Firma kann es sich also leisten, das metallurgische Silizium den anderen Lieferungen zuzumischen. Sie braucht im Augenblick nicht dafür zu arbeiten, 100 Prozent zu nutzen. Aber der Zug geht in diese Richtung. Nötig ist ein intelligentes Defect-Engineering. Das heißt: Bei der Zellenherstellung müssen die im aufbereiteten metallurgischen Silizium enthaltenen Verunreinigungen durch geeignete Behandlung so verwahrt werden, dass sie nicht schädlich sind.

ne: Solches Prozess-Know-how kostet Geld. Werden die Kostenvorteile des neuen Materials dadurch nicht aufgehoben?

Weber: Nein, denn der Herstellungsprozess von Zellen ist nicht viel anders als beim Halb-



Eike Weber

leitet das Freiburger Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. Zuvor lehrte der Physikprofessor 23 Jahre lang Materialwissenschaften an der University of California in Berkeley. Der 58-Jährige hat sich weltweit einen Namen als Materialforscher für Defekte in Silizium gemacht.

leitersilizium. Man muss keine komplizierten zusätzlichen Schritte einführen, sondern nur vermeiden, dass die höhere Verunreinigungskonzentration die Effizienz der Solarzellen zerstört. Nur wenn man dumm herangeht und dieses schmutzige Silizium in die normale Waferlinie gibt, bekommt man wahrscheinlich Effizienzen von weniger als acht Prozent. Meine Voraussage ist, dass wir in den nächsten zwei Jahren Solarzellen am Markt sehen werden, die zu 100 Prozent aus direkt gereinigtem metallurgischen Silizium bestehen. Für 2015 erwarte ich, dass das Material bereits ein wesentliches Marktsegment abdeckt.

ne: Was heißt das in konkreten Zahlen?

Weber: Im Jahr 2020 könnte der Marktanteil hocheffizienter Zellen mit Siemens-Material ungefähr genauso groß sein wie der des direkt gereinigten metallurgischen Materials; beide sehe ich bei etwa 40 Prozent. Der Dünnschicht traue ich zwischen zehn und 20 Prozent zu, Konzentrator- wie Nanotechnologie werden Nischen besetzen. Im Jahr 2050 würde ich mich nicht wundern, wenn das neue Material eine noch größere Rolle spielt. Dann haben wir gelernt, daraus Zellen mit 16, 17 Prozent Effizienz zu machen und Riesenmengen herzustellen.

ne: Heißt das, Hemlock, Wacker und Co. werden Marktanteile verlieren?

Weber: Die klassischen Hersteller von Siemens-Silizium haben natürlich nicht das geringste Interesse, „upgraded metallurgical silicon“ herzustellen. Damit würden sie ihr eigenes Geschäft verderben. Aus meiner Sicht ist das ein großer strategischer Fehler. Gewinnen werden die Unternehmen, die metallurgisches Silizium bisher für einen Dollar an Wacker & Co. verkauft haben und das Material nun selbst zu Solarsilizium aufbereiten. Aber wie gesagt: Wir werden so schnell nicht erleben, dass das Siemens-Verfahren nicht mehr gebraucht wird. Siemens-Silizium wird bald in Mengen von bis zu 100.000 Jahrestonnen vorhanden sein und natürlich wird es dann einen Markt geben für sehr gute Effizienzen, die in Richtung 22 Prozent gehen.

ne: Wenn das neue Silizium tatsächlich in den Mengen und zu den Preisen kommt, wie Sie voraussagen, muss damit nicht noch sparsamer umgegangen werden?

Weber: Bestimmt. Nach den alten Roadmaps der deutschen Photovoltaik müssten wir heute schon Zellen mit Standardgrößen von 210 mal 210 Millimeter haben. Stattdessen werden als Standardformate Zellen mit deutlich geringerer Kantenlänge prozessiert. Denn größere Zellen müssen dickere Zellen sein, da sie sonst schnell brechen, und hierfür fehlt das Material. Mit metallurgischem Silizium könnte man die alten Pläne aus der Schublade holen. 210-Millimeter-Zellen haben zwar dieselbe Effizienz wie kleinere Zellen, dafür erzielen sie aber mehr Leistung. Und auch produktionstechnisch ist es natürlich viel günstiger, Module aus großen als aus kleinen Zellen herzustellen.

ne: Durch billiges Silizium, Innovationen und Massenproduktion sinken die Kosten. Wann wird Solar- mit Steckdosenstrom konkurrieren können?

Weber: Im Moment zahlt der Endkunde für das installierte System etwa 5,50 Euro pro Watt, die Kosten der Solarzelle liegen irgendwo bei zwei bis drei Euro pro Watt. Bei Solarzellen wird sich der Preis ganz schnell in Richtung ein Euro bewegen. Hier erzeugt auch die Dünnschichttechnologie Druck. Der Preis für Komplettsysteme wird also bald bei zwei bis drei Euro pro Watt ankommen und die produzierte Kilowattstunde in Deutschland 20 Cent kosten. Dann ist die berühmte Netzparität erreicht. Im Moment rechnen wir 2015 damit. Aber wenn die Strompreise weiter steigen, kann das schon 2011 bis 2012 erreicht werden.