



**Heißes Geschäft:** Bis 2006 wurden im slowenischen Ruše Kalziumkarbid und Eisenlegierungen produziert. In einem solchen Lichtbogenofen (hier beim Anstich von 2200 Grad heißem Kalziumkarbid) soll demnächst Silizium geschmolzen werden

## PHOTOVOLTAIK

# Billiges Solarsilizium

**Ein neues Produktionsverfahren für Solarsilizium lässt die Photovoltaik-Branche auf ein baldiges Ende ihres Ressourcenproblems hoffen**

**I**n einer Fabrik im slowenischen Ruše unweit der österreichischen Grenze stoßen neue und alte Industrie aufeinander: Früher wurden hier Stahllegierungen hergestellt, künftig wird es Solarsilizium sein. Die Berliner Firma Solarvalue hat das Werk übernommen und umgerüstet. Ab 2009 will sie von hier aus die Photovoltaik-Branche mit dem begehrten Silizium beliefern – und zwar um bis zu 25 Prozent günstiger als bisher. Das Geheimnis dahinter: Das Silizium wird mit einem deutlich weniger Energie fressenden Prozess von Fremdstoffen befreit als bisher. Das Produkt ist dann zwar nicht mehr so rein wie konventionell hergestelltes Solarsilizium, sein Wirkungsgrad ist aber nur unwesentlich schlechter.

Damit reiht sich Solarvalue in die Gruppe der Unternehmen ein, die den traditionellen Siliziumherstellern mit preiswerterem Material Marktanteile streitig machen wollen. Bislang bestimmen wenige Weltkonzerne, darunter die Münchner Wacker Chemie, Angebot und Preis. Doch neue Anbieter drängen auf den Markt: Die US-Firma Dow Corning, die norwegische Elkem und der kanadische Industrie-

konzern Timminco haben die Produktion von „ureinem“ Silizium bereits aufgenommen, Solarvalue will bald folgen und seinen Ausstoß schrittweise auf 5000 Jahrestonnen erhöhen. Bei einer voraussichtlichen Weltjahresproduktion an Solarsilizium von 200 000 Tonnen stiege der Marktanteil damit von derzeit knapp einem auf 25 Prozent.

Das neue Zellenmaterial bringt Entlastung in die Solarindustrie. Wegen der großen Nachfrage hat sich der Spotmarktpreis für Silizium seit 2004 verzehnfacht. Daher blieben nennenswerte Kostensenkungen in der Zellenproduktion bislang aus. Das könnte sich bald ändern: Solarvalue will das Kilogramm für unter 30 Dollar herstellen, klassisch produziertes Silizium liegt gegenwärtig bei rund 40 Dollar. Experten glauben, dass Skaleneffekte und technischer Fortschritt weitere Kostensenkungen bringen: „Zusätzliche fünf bis zehn Dollar sind möglich“, schätzt Eicke Weber, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme in Freiburg.

Üblicherweise wird in Solarzellen hochreines Silizium für die Halbleiterindustrie verwendet. Dessen >>>



Erzeugung mit dem sogenannten Siemens-Prozess benötigt hohe Anfangsinvestitionen und viel Energie: Das Silizium wird zunächst mit Chlorwasserstoff zu Trichlorsilan ( $\text{HSiCl}_3$ ) umgesetzt. In einem tausend Grad heißen Reaktor lagert sich dann aus dem Trichlorsilan-Gas nach und nach Silizium an Stäben ab, die langsam zu dicken Säulen heranwachsen. Das Produkt ist mit einer Reinheit von mindestens 99,9999999 Prozent nahezu frei von Fremdatomen.

Das ist für Mikrochips unerlässlich; die Solarindustrie benötigt diese Reinheit allerdings nicht und kann auch aus schmutzigem Silizium ausreichend effiziente Zellen herstellen. Die sogenannte direkte metallurgische Reinigung, wie sie Solarvalve und andere Anbieter verwenden, zielt deshalb darauf ab, Fremdstoffe mit möglichst geringem Energieaufwand zu beseitigen. Dazu wird das Silizium geschmolzen und kontrolliert abgekühlt. Bei der Erstarrung sammelt sich der für den

### 2020 KÖNNTE DAS SCHMUTZIGE SILIZIUM DENSELBE MARKTANTEIL HABEN WIE HOCHREINES MATERIAL

Wirkungsgrad schädliche Phosphor zwischen Flüssig- und Festphase und wird aus dem erkaltenden Siliziumblock langsam nach oben herausgedrückt. Um sich des störenden Bors zu entledigen, erhitzen die Spezialisten das Silizium erneut und versetzen es mit Glas, in dem das unerwünschte Element gebunden wird. Der Energiebedarf für das Verfahren ist nur ein Siebtel so groß wie für den herkömmlichen Prozess.

Dem steht ein nur geringfügig schwächerer Wirkungsgrad gegenüber. „Wir erreichen damit jetzt schon 15 Prozent“, sagt Florian Holzapfel, Technikvorstand des weltgrößten Zellen-

herstellers Q-Cells. Marktübliche Zellen aus multikristallinem Silizium kommen durchschnittlich auf 15 bis 17 Prozent. Im Labor des „International Solar Energy Research Center“ Konstanz (ISC) erreichte Material von Elkem sogar einen Wirkungsgrad von 18 Prozent.

Angesichts solcher guter Werte hat die Solarindustrie ihre anfängliche Skepsis gegenüber dem schmutzigen Silizium abgelegt. Der indische Photovoltaikhersteller Moser Baer hat sich zu 40 Prozent an Solarvalve Fabrik in Ruße beteiligt, um sich dort künftig bedienen zu können. Q-Cells hat mit Elkem und Timminco Liefervereinbarungen bis 2019 getroffen.

Allerdings können die Hersteller den neuen Wunderstoff nicht ohne Weiteres in ihre Linien geben. „Die größere Verunreinigung ist für die Prozesstechnik eine Herausforderung“, erklärt Fraunhofer-ISE-Chef Weber. Der Schmutz müsse bei der Zellenproduktion so verwahrt werden, dass er unschädlich bleibe. Diese zusätzlichen Bearbeitungsschritte verursachen Kosten und bereiten den Firmen offensichtlich noch große Probleme. Von einigen Unternehmen ist bekannt, dass sie den neuen Stoff verwenden wollen, aber bislang keinen geeigneten Weg gefunden haben, ihn in die Produktion einzubinden.

Q-Cells zählt zu den wenigen Herstellern, die das Material bereits in der Serienfertigung einsetzen. Im kommenden Jahr will das Unternehmen über 30 Prozent seiner Produktion mit direkt gereinigtem metallurgischem Silizium bestreiten, 2010 schon über 50 Prozent. Weber glaubt, dass bald auch viele andere Firmen in der Lage sein werden, das schmutzige Silizium zu nutzen. „2020 könnte der Marktanteil des direkt gereinigten metallurgischen Materials ungefähr genauso groß sein wie der hocheffizienter Zellen mit Siemens-Material“, so die Prognose des Wissenschaftlers. *SASCHA RENTZING*