

Auf Dauer Mangelware

Der Rohstoff Silizium, Lebenselixier der Photovoltaik, wird bis 2008 knapp bleiben. Das könnte den weltweiten Ausbau der Branche mittelfristig bremsen und für Leerlauf in den Fabriken sorgen.

Text: Sascha Rentzing, Fotos: Paul Langrock

Bei der Q-Cells AG scheint die Euphorie derzeit keine Grenzen zu kennen. Vor wenigen Wochen wagte sich der Thalheimer Zellenhersteller an die Börse – und durfte erleben, wie sich die Anleger trotz angehobener Preisspanne förmlich um die Aktien rissen. „Unsere Papiere waren um das 40-fache überzeichnet“, resümierte Q-Cells-Vorstand Anton Milner das fulminante Börsendebüt am 4. Oktober.

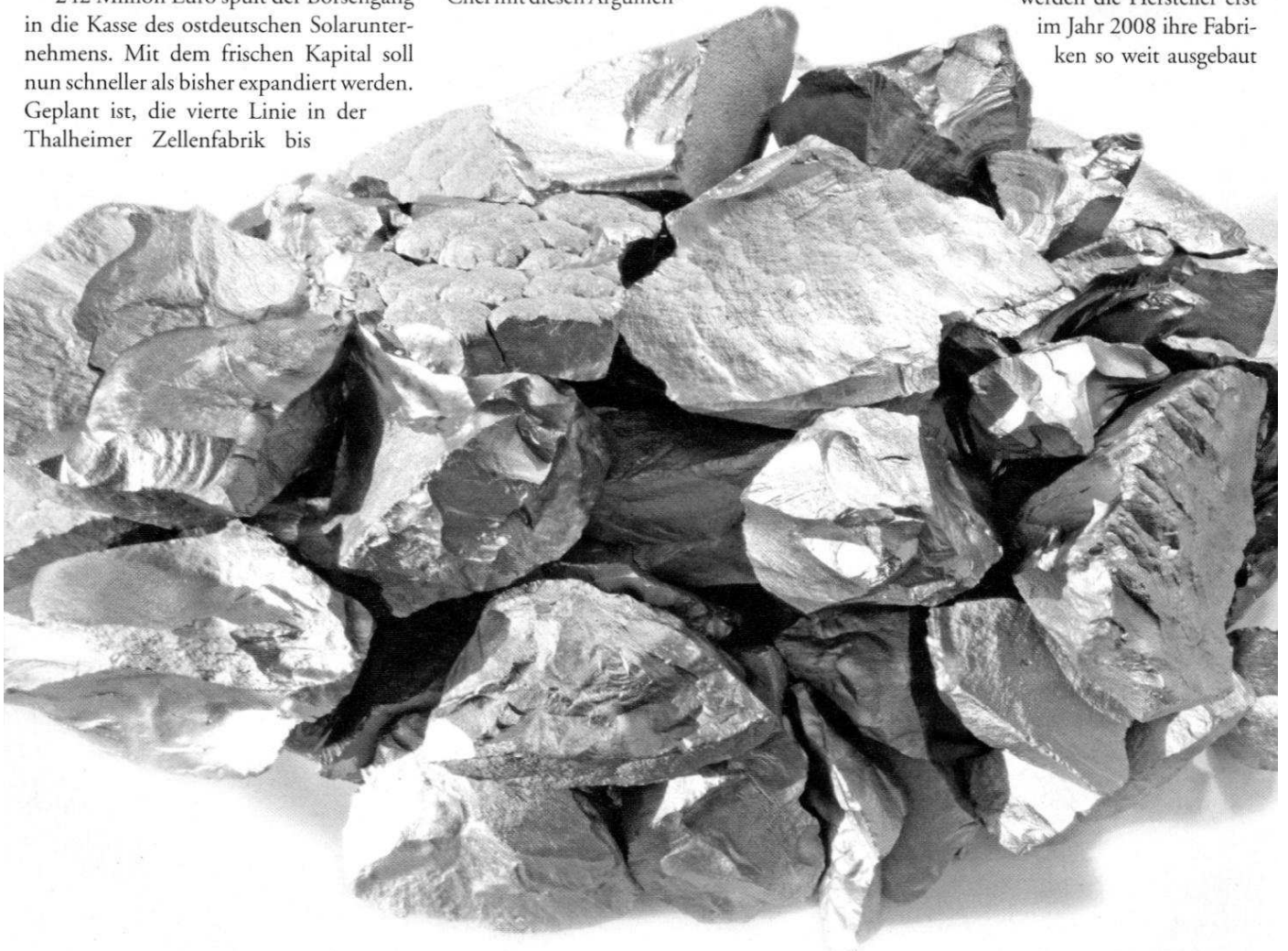
242 Million Euro spült der Börsengang in die Kasse des ostdeutschen Solarunternehmens. Mit dem frischen Kapital soll nun schneller als bisher expandiert werden. Geplant ist, die vierte Linie in der Thalheimer Zellenfabrik bis

zum Frühjahr 2006 komplett zu installieren; dann wird Q-Cells über eine jährliche Produktionskapazität von 318 Megawatt (MW) verfügen. Sein Unternehmen wolle „langfristig Wachstumsraten von Produktionsvolumen und Umsatz erzielen, die über dem Marktwachstum liegen“, erklärt Milner seine Strategie. Dafür sei die Erweiterung „ein weiterer wichtiger Schritt“.

Die Anleger scheint der Q-Cells-Chef mit diesen Argumen-

ten überzeugt zu haben. Aber ist die Wachstumsstory der Siliziumtechnologie, auf die Milner primär setzt, wirklich ohne Risiko? Wer den Börsenprospekt der Thalheimer studiert, wird schnell auf ein Thema stoßen, das im Hype auf dem Parkett weitgehend ausgeblendet scheint. Die Tatsache nämlich, dass Solarsilizium, der Stoff, aus dem die meisten Sonnenfänger gefertigt sind, auf absehbare Zeit knapp bleibt. Voraussichtlich

werden die Hersteller erst im Jahr 2008 ihre Fabriken so weit ausgebaut



BEGEHRTER STOFF: Das in Brocken gebrochene Rohsilizium ist der Stoff, aus dem weltweit die meisten Solarmodule gefertigt werden.

haben, dass die große Nachfrage nach dem Zellenstoff bedient werden kann.

Zellen-Linien nur zur Hälfte auslastbar

Nur um das anhaltende Rohstoffproblem zu verdeutlichen: Mit rund 12.000 Tonnen werden Siliziumhersteller wie die US-amerikanische Hemlock Semiconductor Corp., die Burghausener Wacker-Chemie GmbH oder die Tokuyama Corp. aus Japan der Solarbranche 2006 nicht wesentlich mehr Rohstoff zur Verfügung stellen als in diesem Jahr (11.000 Tonnen). Geht man davon aus, dass für die Fertigung von einem Megawatt Zellen ungefähr zehn Tonnen Silizium nötig sind, werden 2006 weltweit also maximal 1.200 MW hergestellt werden können. Die Zellen-Produktionskapazitäten werden jedoch ungleich höher sein. Nach Schätzungen von Peter Woditsch, Vorstandssprecher der Solarworld-Tochter Deutsche Solar AG, könnten 2006 theoretisch 2.500 MW gefertigt werden. Das bedeutet: Gerade mal die Hälfte der weltweit existierenden Linien bekommt Futter, der Rest muss stillstehen.

An dieser Mangelsituation dürfte sich 2007 wenig ändern: Zwar wollen die Siliziumhersteller fortan mehr für die Photovoltaik (PV) produzieren. Doch die zusätzlichen 3.000 Tonnen (insgesamt 15.000 Tonnen), die Hemlock und Co. durch das Beseitigen von Flaschenhälsen in der Produktion und erste Kapazitätserweiterungen dann voraussichtlich anbieten können, dürften erneut nicht ausreichen, um den riesigen Rohstoffhunger zu stillen.

Klar, dass aufstrebende Solarunternehmen wie Q-Cells oder die Erfurter Ersol AG derzeit alles dafür tun, um sich ein möglichst großes Stück vom kleinen Siliziumkuchen zu sichern. Beide Unternehmen haben sich deshalb auf umfangreiche und teilweise langfristige Abnahmeverpflichtungen mit Wafer-, aber auch direkt mit Siliziumherstellern eingelassen.

Siliziumhersteller bitten um Vorkasse

Q-Cells beispielsweise hat mit „namhaften Herstellern“ langfristige Verträge über die Lieferung von Silizium „in erheblichem Volumen“ bis zum Jahr 2015 abgeschlossen. Dafür musste die Gesellschaft „Vorauszah-

lungen auf den Kaufpreis in erheblichem Umfang“ leisten und sich dazu verpflichten, die Ware zu Fixpreisen abzunehmen. Sollte der Grundstoff in zwei, drei Jahren also wieder billiger werden, würde Q-Cells davon nicht profitieren, da Preisneuverhandlungen ausgeschlossen sind. Und noch eine Kröte müssen die Thalheimer schlucken: Falls die geplanten Kapazitätserweiterungen nicht oder nicht rechtzeitig stattfinden, können die Siliziumproduzenten das vereinbarte Liefervolumen reduzieren. Von wirklicher Versorgungssicherheit kann also trotz langfristiger Kontrakte keine Rede sein.

Dass die Siliziumindustrie den Kapazitätsausbau an so strenge Auflagen knüpft, geht auf schlechte Erfahrungen zurück, die sie Mitte der 90er-Jahre mit der Chipindustrie gemacht hat. Die Computerhersteller baten die Produzenten damals ebenfalls, neue Fabriken zu bauen. Sie taten es. Doch als die Dot-Com-Blase plötzlich platzte, blieben sie auf den Überkapazitäten sitzen. Dies soll nicht mehr passieren. „Wir haben aus unseren Fehlern gelernt und deshalb realisieren wir Erweiterungen nur dann, wenn die Solarindustrie kooperiert“, erklärt Hemlock-Verkaufsleiter Hitoshi Takahashi die Spielregeln. Die PV-Branche hat letztlich keine andere Wahl, als dies zu akzeptieren. Und weil das außer Q-Cells offenbar auch andere Firmen tun, kommt der Ausbau bei Hemlock wie bei den anderen Herstellern langsam in die Gänge.

Hat sich der weltgrößte Siliziumhersteller mit Erweiterungen bisher zurückgehalten, soll nun mit Hilfe der Vorauszahlungen der Solarfirmen die Produktionsstätte in Hemlock, Michigan, sukzessive vergrößert werden. Nach Takahashis Angaben wird das Chemieunternehmen in diesem Jahr 7.800 Tonnen Polysilizium herstellen. Davon gingen 60 Prozent als Electronic Grade-Ware an die Chipindustrie, den Rest, also 3.120 Tonnen, bekomme die Solarbranche. 2006 soll die Kapazität um 1.900 auf 9.500 und 2007 um weitere 500 auf 10.000 Tonnen erhöht werden. Der große Sprung ist für 2008 geplant: In diesem Jahr soll eine neue Fabrik in Betrieb gehen, in der jährlich zusätzlich 4.500 Tonnen Reinstsilizium hergestellt werden können. Die US-Amerikaner werden dann über eine Produktionskapazität von insgesamt 14.500 Ton-

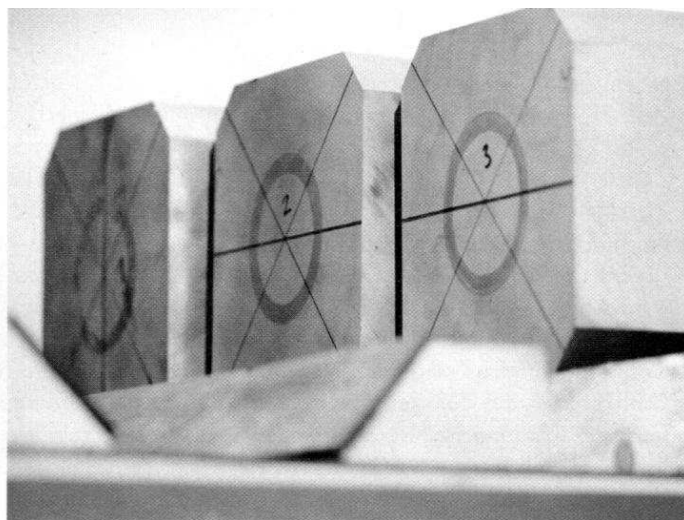
FEINSTES GRANULAT STATT FETTER BROCKEN

Noch beziehen Photovoltaik- und Chipindustrie ihren Rohstoff aus den gleichen Reaktoren. Da Solarsilizium allerdings nicht den gleichen Reinheitsgrad wie Chipsilizium benötigt und daher mit weniger Aufwand hergestellt werden kann, arbeiten die Hersteller an einfacheren und weniger kostenintensiven Fertigungsverfahren. Eine viel versprechende Variante ist das Wirbelschichtverfahren, das derzeit von Hemlock, Wacker und Solar Grade Silicon in Pilotreaktoren getestet wird.

Hierbei werden winzige Kügelchen mit 0,3 bis 0,7 Millimeter Durchmesser verwendet, an denen sich in einem Reaktor aus dem Gas Trichlorsilan Silizium abscheidet. Der wesentliche Unterschied zum herkömmlichen Verfahren: In den Reaktoren der Siemens AG lagert sich Silizium nach und nach an Stäben ab, die auf diese Weise zu dicken Säulen aus Polysilizium wachsen. Erst wenn die Öfen abgeschaltet sind, der Stab abgekühlt ist, kann das Material weiterverwendet werden. Bei der neuen Technologie können die Körnchen dagegen jederzeit „geerntet“ werden. Damit ist die neue Methode bedeutend weniger arbeits- und energieintensiv. Und die Siliziumkörnchen können von den Solarfirmen nach der Ernte viel besser weiterverarbeitet werden. Bislang müssen die Waferhersteller die faustgroßen Siliziumbrocken in Quarztiegeln einschmelzen, um daraus die Stäbe für ihre Scheiben zu gewinnen. Ein feines Granulat ließe sich viel leichter handhaben und würde langfristig auch noch weniger kosten.



AUFGEZOGEN: Nach der Schmelze im Ofen wird das Rohmaterial bei der Erfurter ASI Industries GmbH, einer Tochter der Ersol AG, zu zylinderartigen Blöcken gegossen.



FAST EIN WAFER: Aus den Siliziumzylindern werden rechteckige Blöcke geschnitten – daraus sägen die Erfurter anschließend ihre Wafer.

nen verfügen, wovon mindestens 40 Prozent für die Herstellung von Solar Grade-Silizium genutzt werden soll.

Marktführer Hemlock verdoppelt Produktion

Und damit nicht genug: Möglicherweise wird Hemlock zu diesem Zeitpunkt auch schon nennenswerte Volumina granularen Siliziums liefern können. Eine neue Siliziumsorte, die laut Takahashi schneller und billiger hergestellt werden kann und überdies für die PV-Industrie leichter handhabbar ist (siehe Info-Kasten). Ein Pilotreaktor wird derzeit gebaut. Über die Kapazität des Piloten und wann erste Mengen verfügbar sein werden, schweigt sich Takahashi jedoch aus.

Eine ähnliche Expansionsstrategie wie der Marktführer verfolgt auch Wacker, mit einer momentanen Produktionskapazität von 5.500 Jahrestonnen weltweit zweitgrößter Siliziumhersteller: Jetzt, da langfristige Lieferverträge mit Solarkunden unter Dach und Fach sind und das Unternehmen Investitionssicherheit hat, soll am Standort Burghausen zügig ausgebaut werden. Zunächst wird es nach Firmenangaben im nächsten Jahr auf 6.500 Tonnen rauf gehen, für 2007 sind dann Erweiterungen um 2.500 auf 9.000 Ton-

nen vorgesehen, die 2008 schließlich voll zur Verfügung stehen sollen.

Wacker liefert derzeit 40 Prozent seiner Produktion an die Solarindustrie und will diesen Anteil in den nächsten Jahren kräftig aufstocken. Denkbar, dass der Chemiekonzern wie Hemlock mittelfristig auch die Wirbelschichttechnologie in die serielle Fertigung überführt und nennenswerte zusätzliche Mengen granularen Siliziums liefern kann. Über den Stand der Pilotproduktion spricht das Unternehmen aber genauso ungern wie der Wettbewerber aus Michigan.

Solarworld versorgt sich selbst

Beliefern werden die Bayern künftig Kunden weltweit. Ein guter Teil des Sonnenstoffs aus Burghausen bleibt jedoch in Deutschland und geht unter anderem an die Solarworld AG. Ein entsprechender Vertrag sieht Lieferungen für den Zeitraum 2007 bis 2017 vor. Doch der Bonner Konzern will künftig auch sein eigenes Silizium herstellen – in einem so genannten Free-space-Reaktor, den die Joint Solar Silicon GmbH & Co KG (JSSI) im badischen Rheinfeldern betreibt. Das Joint Venture mit dem Chemiekonzern Degussa AG hat Solarworld bereits 2002 gegründet.

Der Prototyp mit einer Jahreskapazität von 100 Tonnen ist seit wenigen Wochen in Betrieb. Läuft der Prozess, bei dem polykristallines Silizium aus Monosilan abgeschieden wird, stabil, soll die Produktion Schritt für Schritt erhöht werden. „2007 könnte sich das Volumen auf 800 Jahrestonnen vergrößern und auch danach ist ein weiterer Ausbau nicht ausgeschlossen“, erklärt JSSI-Geschäftsführer Raymund Sonnenschein die Aussichten.

Klappt die Erweiterung wie geplant, braucht sich Solarworld-Vorstand Frank Asbeck um die künftige Siliziumversorgung seines Unternehmens weniger Sorgen zu machen. Denn der Rheinfeldener Rohstoff muss mit niemandem geteilt werden. Und die 800 Tonnen würden locker für 80 MW Zellen reichen. Nur zur Orientierung: Solarworld will die Kapazität seiner Freiburger Waferfabrik bis Ende 2006 auf 220 MW und die seiner Zellenfertigung auf 120 MW ausbauen. Mit dem selbst hergestellten Silizium könnte also ein nicht unwesentlicher Teil der Linien „gefüttert“ werden.

Weltweit verfügt sonst nur noch ein Solarunternehmen über eine integrierte Siliziumfertigung: die norwegische Renewable Energy Corp. (REC). Solar Grade Silicon LLC (SGS), so der Name des Joint Ventures, das REC mit dem US-

Verdopplung geplant: Ausbaupläne der vier großen Siliziumhersteller

Firma	Hemlock	Wacker	Tokuyama	SGS
Standort	Hemlock/USA	Burghausen/ Deutschland	Tokuyama/Japan	Moses Lake/USA
Kapazität 2005	7.600 t	5.500 t	5.200 t	2.300 t
Produktion	7.800 t	5.500 t	5.000 t	2.300 t
Anteil PV-Silizium	3.120 t	2.200 t	1.700 t	2.300 t
Technologie	Siemens	Siemens	Siemens	Siemens
Geplante Kapazität 2006	9.500 t (+ 1.900 t)	6.500 t (+ 1.000 t)	5.200 t	2.400 t
Geplante Kapazität 2007	10.000 t (+ 500 t)	9.000 t (+ 2.500 t)	k. A.	k. A.
Geplante Kapazität 2008	14.500 t (+ 4.500 t)	k. A.	k. A.	k. A.
Neue Technologien	Wirbelschicht	Wirbelschicht	Vapour to Liquid Deposition (VLD)	Wirbelschicht
Ausbaustadium	Pilotlinie im Aufbau	Pilotanlage läuft	Technologie in der Entwicklung	Pilotanlage läuft
Ausbauziel	k. A.	k. A.	Produktion ab 2008	1.000 t in 2007

amerikanischen Siliziumhersteller Advanced Silicon Materials (Asimi) betreibt, produziert am Standort Moses Lake, Washington, in diesem Jahr 2.300 Tonnen Silizium – ausschließlich für die Solarindustrie.

Ein Großteil bleibt im Unternehmen und geht an die Siliziumscheiben herstellende REC-Tochter Scanwafer AS, die wiederum vor allem europäische Zellenhersteller beliefert und unter anderem Wafer-Hauptlieferant von Q-Cells ist. Wer außer Scanwafer sonst noch Silizium bekommt, darüber gibt SGS keine Auskunft. Ebenso wenig darüber, wie es mit dem Ausbau weitergehen soll. Bekannt ist allerdings, dass das Joint Venture seine Kapazitäten fortan nicht mehr nur mit konventionellen Siemens-Reaktoren bestreiten wird, sondern wie Hemlock und Wacker auch auf das Wirbelschichtverfahren setzt: Von 2008 an sollen hier bis zu 1.000 Tonnen des Sonnenstoffs hergestellt werden.

Eine sukzessive Verlagerung von der alten zu einer neuen Produktionsmethode plant schließlich auch Tokuyama, der vierte für die Solarindustrie bedeutende Siliziumhersteller. Das Gros der Kontingente für die PV soll von 2008 an aus so genannten Vapour to Liquid Deposition (VLD)-Reaktoren kommen, die das japa-

nische Unternehmen momentan am Standort Tokuyama aufstellt. Dort soll Silizium wesentlich schneller „gezüchtet“ werden können als im bisherigen Verfahren. „Wir werden 2006 zunächst mit 200 Tonnen starten, wollen die Produktion dann aber schnell hochfahren“, verrät Hiroyuki Oda, Projektleiter in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung für Solarsilizium.

Bis größere Mengen in den neuen VLD-Reaktoren gewonnen werden, wird Tokuyama PV-Firmen mit Kontingenten aus seinen bestehenden Reaktoren versorgen. In diesem Jahr haben die Japaner die Kapazität auf 5.200 erweitert und produzieren etwa 5.000 Tonnen. Mit dem Ausbau soll es das laut Oda vorerst aber gewesen sein. Für die PV-Industrie bedeutet dies wahrscheinlich Folgendes: Im laufenden Jahr wird sie, wie 2006 und 2007, jeweils nicht mehr als ein Drittel, also etwa 1.700 Tonnen Solar Grade-Silizium von Tokuyama erhalten, 2008 könnten zu dieser Menge größere Volumina aus den neuen Reaktoren hinzukommen.

20.000 Tonnen in 2008

Vorausgesetzt Tokuyama und die drei anderen großen Produzenten setzen ihre Ankündigungen in die Tat um, dürften

2008 insgesamt rund 20.000 Tonnen Solarsilizium hergestellt werden. Das wäre fast doppelt so viel wie heute. Wahrscheinlich ist zudem, dass in absehbarer Zeit weitere Player ins Spiel kommen. Kandidaten wären etwa die US-amerikanische MEMC Electronic Materials, Inc. sowie die japanische Mitsubishi Materials Corporation. Bisher produzieren sie ausschließlich für die Halbleiterindustrie, denken aber darüber nach, künftig zweigleisig zu fahren. So gut wie sicher ist, dass der norwegische Industriegigant Elkem SA in die Solarsilizium-Herstellung einsteigt. Nach den Worten von Elkem Solar-Geschäftsführer Christian Dethloff entwickelt sein Unternehmen momentan „ein spezielles Produktionsverfahren“. Kommerzielle Volumen seien von 2007 an zu haben.

Das in drei Jahren zur Verfügung stehende Silizium sollte also ausreichen, damit die Solarbranche wieder richtig Fahrt aufnehmen kann. Oder wie Deutsche Solar-Chef Woditsch es ausdrückt: wieder ein Wachstum von 35 bis 40 Prozent möglich ist. Seinem Unternehmen, aber auch Börsenfrischlingen wie Q-Cells und Ersol, bleibt zu wünschen, dass sie den Engpass gut überstehen – und ihre ganz auf Solarboom eingestellten Aktionäre keine Enttäuschung erleben. ◀