

# Wie Sand am Meer

**Die Siliziumhersteller schießen über das Ziel hinaus: Bis 2012 wollen sie ihre Produktion verdoppeln. Obwohl die Nachfrage nach dem Halbleiter zügig wächst, dürfte sie mit dem geplanten Ausbautempo kaum Schritt halten.**

Text: Sascha Rentzing

Der schon als neuer Star am Solarhimmel gefeierte kanadische Metallverarbeiter Timminco ist abgestürzt. Vor drei Jahren, als hochreines Polysilizium knapp und extrem teuer war, hatte Firmenchef Heinz Schimmelbusch versprochen: Sein Unternehmen werde die Solarindustrie bald mit reichlich erschwinglichem Nachschub versorgen. Timmincos Plan: Ein neues Herstellungsverfahren und der zügige Ausbau der Kapazitäten auf fast 20 000 Jahrestonnen bis Mitte 2009 sollte das Oligopol einer Handvoll Anbieter um Hemlock und Wacker brechen. Während diese hochreines Silizium klassisch per Destillation in Siemens-Reaktoren gewinnen, reinigt Timminco Rohsilizium nur gerade so weit, dass es als Halbleiter taugt (siehe Kasten Seite 59). Das senke, so warben die Kanadier, deutlich die Kosten, schmälere aber kaum die Güte des Halbleiters.

Die Solarindustrie ließ sich in ihrer Not nicht lange bitten und orderte: Allein der ostdeutsche Zellenhersteller Q-Cells bestellte bei Timminco für den Zeitraum 2008 bis 2013 insgesamt mehr als 20 000 Tonnen des so genannten direkt gereinigten metallurgischen Siliziums (UMG-Si) – genug für mindestens zwei Gigawatt (GW) Zellen (neue energie 5/2008). Inzwischen hat die Solarindustrie keine Verwendung mehr für den einstigen Wunderstoff: Q-Cells und andere Kunden haben ihre Bestellungen zurückgezogen, Timminco die Produktion deshalb komplett gestoppt. „Wir starten erst wieder bei ausreichender Nachfrage“, sagt Schimmelbusch. Analysten und Anleger glauben daran vorerst nicht und schickten die Timminco-Aktie auf Talfahrt: Nach dem 34,50-Dollar-Hoch im Jahr 2008 dümpelte ihr Kurs im März nur noch bei einem Dollar.



**Graues Gold:** Mitarbeiter des chinesischen Photovoltaik-Herstellers Trina Solar sortieren die Siliziumbrocken aus Fehlgüssen nach ihrer Größe, um das kostbare Rohmaterial anschließend zu recyceln.



### Preis um 90 Prozent gefallen

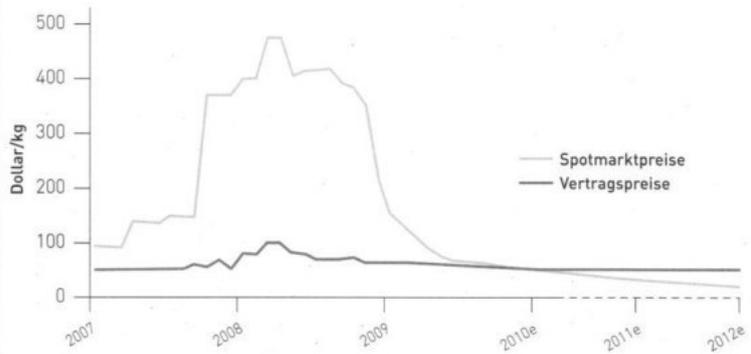
Das Problem der Kanadier: Der Preisvorteil des UMG-Si gegenüber dem klassischen Material ist während der Weltfinanz- und -wirtschaftskrise weggeschmolzen. Vor zwei Jahren kostete Silizium auf dem Spotmarkt noch horrende 500 Dollar pro Kilogramm, UMG-Si dagegen nur 50 bis 70 Dollar. Mittlerweile ist das hochwertigere „solar grade“ für 50 Dollar zu haben, und die Preise sinken weiter (siehe Grafik). Damit ist das „schmutzige“ Silizium für die Solarindustrie uninteressant geworden. Der plötzliche Preisverfall des Polysiliziums, kurz Poly, lässt sich leicht erklären: Es gibt – so paradox dies nach drei Jahren ausgeprägter Knappheit klingt – momentan zu viel davon. „Der Markt kippte 2009 in eine Überangebotsituation“, erklärt Stefan de Haan vom Marktforscher iSuppli. Eine aktuelle Analyse der Berater zeigt: Hielten sich Angebot und Nachfrage 2008 noch die Waage, übertraf die Produktionskapazität den globalen Siliziumbedarf nur ein Jahr später bereits um 44 442 Tonnen (siehe Grafik). Während die Siliziumindustrie ihre Kapazitäten 2009 um rund zwei Drittel auf 116 675 Tonnen steigerte, wuchs die Nachfrage nicht mal um zehn Prozent auf 72 233 Tonnen. Die Flaute traf die Rohstoffhersteller völlig überraschend. Die Photovoltaik(PV)-Industrie, die heute bereits 80 Prozent des Siliziums abnimmt, war in den Jahren 2007 und 2008 kaum zu sättigen, und alles deutete auf einen anhaltenden Boom hin: Deutschland wuchs verlässlich, Spanien entwickelte sich in Riesenschritten zum stärksten Markt der Welt. Doch dann kappte Madrid kurzerhand die Einspeisever-

gütung und würgte so den Zubau auf der iberischen Halbinsel ab: Nur 69 Megawatt (MW) PV-Leistung wurden dort 2009 installiert – im Rekordjahr 2008 waren es mehr als 2,5 GW. Zudem wirkten die negativen Kräfte der Rezession: Kredite fehlten, sodass viele Solaranlagen nicht gebaut werden konnten. Deshalb gingen 2009 statt der erwarteten zehn weltweit nur sieben GW PV-Leistung ans Netz. Dass es überhaupt so viel waren, ist Deutschland zu verdanken: 3,8 GW wurden hier im letzten Jahr installiert. Der Preissturz bei den Modulen und die Sorge vor einer massiven Kürzung der Einspeisevergütung hatte Investoren hierzulande scharenweise dazu gebracht, Anlagen auf Dächer und ins Freiland stellen (neue energie 11/2009). Trotzdem bleiben nun neue Siliziumkapazitäten, die extra für die PV geschaffen wurden, ungenutzt.

Die Lage der Rohstofflieferanten könnte sich weiter verschärfen, denn etliche Fabriken befinden sich in der Bau- oder Anlaufphase. Gab es früher nicht mal ein Dutzend Anbieter, konkurrieren heute etwa 200 Firmen auf dem Si-

### Der Siliziumflaschenhals

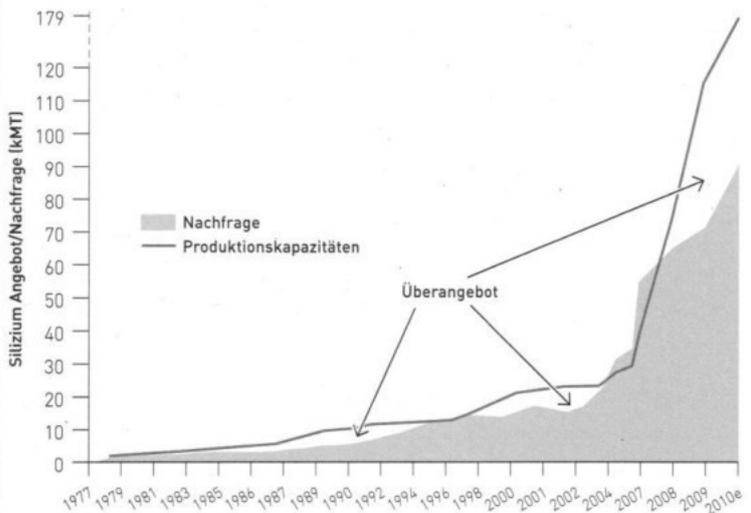
Ein Engpass und seine Preiswirkung



Quelle: iSuppli, Photon Consulting, REC data, eigene Recherchen

### Die Schere weitet sich

Entwicklung von Produktionskapazitäten und Gesamtnachfrage nach Silizium



Quelle: iSuppli, eigene Recherche

liziummarkt. Viele von ihnen haben ihre Aus- beziehungsweise Neubauteilsentscheidung in den Engpass-Jahren 2007 und 2008 getroffen. Da die Anlaufphase beim Silizium bis zu drei Jahren dauert, kommen diese Investitionen erst jetzt auf den Markt. Theoretisch ließen sich die Projekte stoppen, doch wäre dies mit immensen Verlusten verbunden. Ein Siliziumwerk mit 5000 Jahrestonnen Kapazität kostet, so Hubert Aulich vom Silizium- und Waferhersteller PV Crystalox, eine halbe Milliarde Dollar, also deutlich mehr als ein Modul- oder Zellenwerk. „Jeder wird deshalb versuchen, sein Projekt durchzuziehen und schnellstmöglich zu produzieren“, sagt Aulich.

#### Geringe Chancen für neue Verfahren

iSuppli glaubt daher, dass die weltweite Kapazität von 116 000 Tonnen im vorigen Jahr auf fast 180 000 Tonnen 2010 und mehr als

200 000 Tonnen 2011 emporschnellen wird. Und das ist nicht mal hochgegriffen: Die Beratungsgesellschaft Photon Consulting hat für 2011 Ankündigungen der Firmen für 564 000 Tonnen Gesamtkapazität gezählt. Zwar erwarten die Experten dank vieler neuer Märkte und den großen Wachstumsambitionen der USA besonders für 2011 wieder eine stark anziehende Nachfrage, doch dürfte diese mit dem rasanten Ausbautempo kaum Schritt halten. iSuppli rechnet für 2011 mit 140 000 Tonnen Bedarf – 60 000 Tonnen zu wenig, um die Siliziumanbieter voll auszulasten. „Nur Firmen mit einer sehr guten Kostenstruktur werden sich in dieser Marktlage behaupten können“, schlussfolgert de Haan.

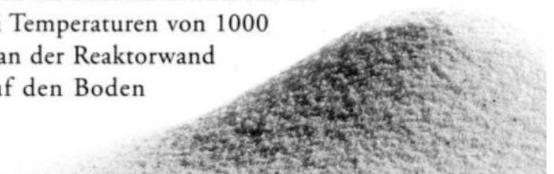
Für Neueinsteiger wird es nach übereinstimmender Meinung der Experten schwer. Während die etablierten Größen von Skaleneffekten durch größere Produktionsmengen profitieren, tragen Newcomer die Last hoher Anfangskosten. Außerdem laufen neue Pro-

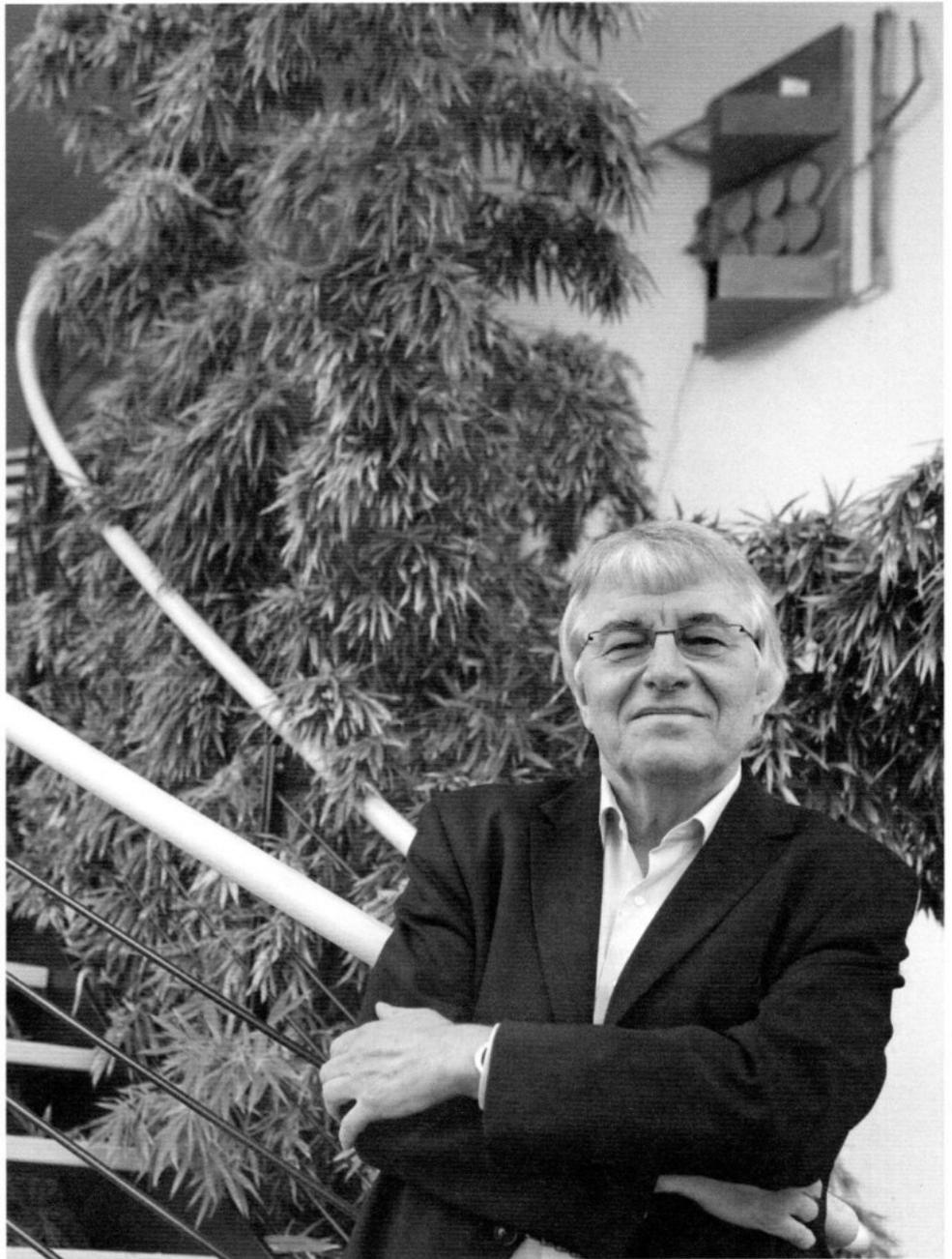
duktionen anfangs selten reibungslos. „Die Siliziumherstellung ist keine leichte Übung“, sagt Aulich. Quarzsand muss – vereinfacht gesagt – so lange aufbereitet werden, bis Silizium mit fast 100-prozentiger Reinheit entsteht. Timminco erreichte mit seiner direkten Reinigung nicht die Güte wie die mit dem Siemens-Prozess arbeitende Konkurrenz, stellte sein UMG-Si aber auch nicht wesentlich günstiger her.

Der Analyst und Fachautor Johannes Bernreuter hat die Kanadier genau unter die Lupe genommen und berichtet in seinem aktuellen Marktforschungsreport „The Who's Who of Solar Silicon Production“: Obwohl Timminco für 2008 bereits Herstellkosten von etwa zehn Dollar pro Kilogramm avisierte, fertigte die Firma Ende

2008 noch für 21 Dollar. Zum Vergleich: Die Platzhirsche Hemlock und Wacker produzieren ihr hochreines Poly mittlerweile für 25 bis 30 Dollar, liegen also nur knapp darüber.

Auch andere neue Erzeugungsprozesse wie das Wirbelschichtverfahren oder die so genannte Vapour-to-Liquid-Deposition (VLD) stehen auf der Kippe. Der japanische Chemiekonzern Tokuyama erprobt die VLD-Methode als Alternative zu seinem Siemens-Standardprozess seit Jahren. Im Gegensatz zur klassischen Stababscheidung lagert sich das Silizium hierbei aus Trichlorsilan bei Temperaturen von 1000 Grad flüssig an der Reaktorwand ab, tropft auf den Boden





Hubert Aulich, Geschäftsführer des Waferproduzenten PV Crystalox: „Die Siliziumherstellung ist keine leichte Übung.“

und erstarrt dort zu nutzbarem Granulat. Der Prozess verspreche, so Tokuyama, einen zehn Mal höheren Durchsatz als das Siemens-Verfahren. Doch dafür müssen die Japaner, die immer noch in zwei 200-Tonnen-Anlagen im Pilotmaßstab fertigen, erst mal eine Großproduktion aufbauen.

Das dürfte sich als schwierig erweisen, denn offensichtlich haben sie den Prozess nicht richtig im Griff. Bernreuter vermutet, dass ein zu hoher Kohlenstoffgehalt des Materials Tokuyama große Probleme bereitet. Abgesehen davon würde ein neues Werk Milliarden verschlingen, also die Kosten in die Höhe treiben und somit die Konkurrenzfähigkeit des neuen Sonnenstoffs weiter verschlechtern. Tokuyama beteuert dennoch, am VLD-Prozess festhalten zu wollen:

„Wir erwägen die industrielle Herstellung weiterhin“, sagt Sprecher Yoshifumi Matsumoto.

#### 80 000 Tonnen aus China?

Während Timminco und Tokuyama nur Einzelfälle sind, könnte die Konsolidierung in China gleich Dutzende Firmen treffen. Bernreuter hat ermittelt, dass chinesische Hersteller ohne Marktkorrektur 2012 bis zu 80 000 Tonnen Silizium produzieren könnten. Das wäre nach seinem Szenario etwa ein Drittel der weltweiten Menge von 250 000 Tonnen. Doch statt der angekündigten Siliziumflut könnte aus China auch nur ein Rinnsal kommen, denn etliche Aspiranten sind bereits mächtig ins Straucheln geraten. Sie haben Auf-



### Die zehn größten Siliziumhersteller der Welt

Firma	Verfahren	2008	2009	2010e
Hemlock, USA	Siemens	14 000	20 290	27 400
Wacker, D	Siemens, FBR <sup>1</sup>	11 900	18 000	23 500
OCI (DC Chemical), KR	Siemens	2 500	8 450	14 300
GCL, VRC	Siemens	1 850	7 270	12 600
Rec, N	Siemens, FBR	6 241	7 000	12 300
MEMC, USA	Siemens, FBR	6 230	6 510	8 000
Tokuyama, J	Siemens, VLD <sup>2</sup>	5 000	6 160	7 200
Mitsubishi Materials, J	Siemens	2 970	3 000	3 700
M.Setek, J	Siemens	150	2 000	3 900
Daqo, VRC	Siemens	1 000	1 500	2 100
<b>Summe</b>		<b>51 841</b>	<b>80 180</b>	<b>115 000</b>
Bedarf		67 328	72 233	90 700
Differenz		-15 487	-7 947	+24 300

Quelle: iSuppli, eigene Recherche

e = erwartet,

<sup>1</sup>Fluidized Bed Reactor (Fließbettreaktor),

<sup>2</sup>Vapour to Liquid Deposition (Flüssig-Dampf-Ablagerung)

Die Tabelle zeigt die aktuelle und geplante Siliziumproduktion der zehn größten Hersteller in Tonnen. Mussten in den Vorjahren noch andere Hersteller zusätzliche Rohstoffmengen beisteuern, um den Bedarf der Solarindustrie komplett zu decken, übertreffen die Planungen der Top-Erzeuger für dieses Jahr die voraussichtliche Nachfrage deutlich. Die Firmen haben ihre Produktion binnen zwei Jahren verdoppelt.

wand und Kosten der Produktion unterschätzt. Der weltgrößte Waferhersteller LDK zum Beispiel baute, um bei der Produktion unabhängiger zu sein, während der Silizium-Hochpreisphase in Xinyu City ein Poly-Werk mit 15 000 Tonnen Kapazität. Aber der Produktionsanlauf hakt, gerade mal 180 statt der avisierten 3600 Tonnen wurden 2009 erzeugt. Inzwischen hat LDK einen Teil der Siliziumproduktion an einen staatseigenen Fonds verkauft und überlegt, wie man den Rest der Fertigung ausgliedern kann. „Mit ihren Produktionskosten liegt die Firma wahrscheinlich höher als der aktuelle Marktpreis“, wertet de Haan die Aktien.

Unter den Neueinsteigern gäbe es aber auch „ernst zu nehmende Kandidaten“, findet de Haan. Großes Wachstumspotenzial sprechen Marktbeobachter etwa dem chinesischen Silizium- und Wa-

ferhersteller GCL zu, der im Gegensatz zu vielen Mitstreitern einen Bilderbuchstart hinlegte: Erst 2007 mit der Poly-Gewinnung gestartet, produzierte GCL 2008 bereits 1850 Tonnen, 2009 rund 7000 Tonnen und will mit mehr als 10 000 Tonnen Output in diesem Jahr sogar in die Top Five der größten Anbieter vordringen. Das beeindruckt die Experten: „Die rasante Expansion macht GCL zu einem der spannendsten Newcomer“, so de Haan.

Früh zu konkurrenzfähigen Kosten produzieren – das schaffen offenbar auch kleinere Akteure. PV Crystalox zum Beispiel hat 2009 eine Poly-Fabrik mit 1800 Tonnen Kapazität in Betrieb genommen, um seine Waferfertigung stets mit bezahlbarem Material füttern zu können. Bisher geht die Rechnung auf: „In Kontrakten müssten wir derzeit 35 bis 40 Euro zahlen. Da kommen wir mit“, sagt Vorstand ▶



Kehraus beim Solarkonzern Rec: Mit dem Staubsauger werden die Werksräume einer Fabrik für Polysilizium in Montana von Resten des Halbleitermaterials gereinigt.

Aulich. Schlüssel zu einer kosteneffizienten Produktion seien eine gute Logistik – Chlorsilan-Lieferant Evonik produziert in Bitterfeld gleich nebenan – und ein abgespeckter Siemens-Prozess. „Wir benötigen nicht so hohe Reinheiten, können metallische Verunreinigungen noch im anschließenden Kristallisationsprozess beseitigen“, erklärt Aulich. Durch kontrollierte Kristallisation der heißen Siliziumschmelze entstehen die Blöcke, aus denen PV Crystalox später die Wafer sägt. Trotz des geglückten Starts der Siliziumproduktion bleibt der Solarmanager realistisch: „Wenn der Siliziumpreis weiter fällt, werden auch wir weniger produzieren und zukaufen.“

#### Wacker wieder am Drücker

Bei wem sich PV Crystalox mit billigem Material eindecken könnte, ist unschwer zu erraten: bei bekannten Größen wie Hemlock, Wacker oder OCI. Diese Firmen haben früh den Kapazitätsausbau gestartet und stellen Poly schon lange zu wettbewerbsfähigen Kosten her. Das Paradoxe: Damit sind die PV-Hersteller wieder stärker von den alten Größen abhängig, deren Dominanz sie durch den Aufbau eigener Siliziumfabriken eigentlich überwinden wollten. Zwar können Hemlock & Co. im gegenwärtigen Nachfragemarkt nicht mehr so hohe Gewinne einfahren wie zu Engpass-Zeiten, als sie Preise von mehreren hundert Dollar pro Kilogramm erzielen und

in Langfristverträgen bis zu 70 Dollar verlangen konnten. Doch da die Konzerne dank ihrer Erfahrung und der Größenvorteile nicht für 80 Dollar produzieren müssen wie viele Neueinsteiger, arbeiten sie trotz gesunkener Preise weiterhin sehr profitabel. So steigerte Wacker Polysilicon, der für die Siliziumproduktion zuständige Geschäftsbereich des Chemieriesen, Umsatz und Ergebnis (Ebitda) im vorigen Jahr um 35 beziehungsweise 25 Prozent.

Ihren Wettbewerbsvorteil nutzen die Top-Spieler gnadenlos aus: Sie sichern sich finanziell über Langfristverträge ab, um zügig Kapazitäten aufbauen zu können. Wer bei Hemlock oder Wacker Silizium ordert, muss dafür teilweise immer noch im Voraus zahlen. Die Nachfrage ist offensichtlich bei beiden groß, denn sie expandieren kräftig: Hemlock plant für dieses Jahr, die Kapazität seines Werks in Michigan um 8500 Tonnen auf 36000 Tonnen zu erweitern. Wacker hat Ende April die Ausbaustufe 8 im bayerischen Burghausen auf die vorgesehene Kapazität von 10000 Tonnen hochgefahren, verfügt damit nun über eine Gesamtkapazität von etwa 25000 Tonnen. Diese wird es laut Thorsten Heyen, Vizepräsident Vertrieb, Marketing und Finanzen, voll auslasten können: „Als weltweiter Qualitäts- und Kostenführer sehen wir gute Chancen, auch bei sinkenden Poly-Preisen profitabel zu wachsen.“

Dauerhaft reserviert ist der Platz an der Sonne für die „Big Play-

er“ nicht. Um Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen, muss die PV ihre Kosten weiter deutlich senken. Dieser Druck lastet vor allem auf den Siliziumherstellern, denn der Halbleiter macht immer noch den größten Kostenanteil an den Solarzellen aus. Das Poly, das Hemlock und Wacker aufwändig in Siemens-Reaktoren gewinnen, kann aber wegen des hohen Energieverbrauchs bei der Destillation nicht beliebig billig werden. Deshalb dürfen Firmen mit kosteneffizienteren Herstellprozessen und neuen Siliziumsorten, die das gegenwärtige Tief überstehen, mittel- bis langfristig auf eine neue Chance hoffen. „Beim klassischen Poly sind keine großen Kostensenkungen mehr zu erwarten, direkt gereinigtes metallurgisches Silizium lässt sich dagegen schätzungsweise für zehn Dollar herstellen“, erklärt Kristian Peter vom International Solar Energy Research Center in Konstanz.

Auch das Wirbelschichtverfahren, das vor allem der norwegische Solarkonzern Rec vorantreibt, haben die Experten noch nicht abgeschrieben. Hierbei wird das Silizium schneller und in kleinen Kügelchen statt in großen Brocken hergestellt. Das soll, so Photon-Consultant Martin Meyers, gegenüber Siemens 20- bis 30-prozentige Kostenersparnisse bringen. Zwar hat-

te Rec mit dem Anfahren der Produktion bisher Probleme (neue energie 5/2009), doch so langsam kommt die Firma in die Gänge: Etwa 1000 Tonnen des neuen Materials stellte sie nach eigenen Angaben im vierten Quartal 2009 her – doppelt so viel wie im Quartal zuvor. Flexible Spieler, die ihre Werke in Ländern aufbauen, wo Energie billiger ist, können den großen Akteuren künftig ebenfalls Marktanteile streitig machen. PV-Zulieferer und Fabrikbauer Centrotherm etwa sieht Wettbewerbsvorteile für seine in Asien investierenden Kunden. „Hier sind die standortabhängigen Kosten um zehn Prozent niedriger als in Deutschland“, sagt Technologievorstand Peter Fath.

Vielleicht erhalten neue Anbieter ihre Chance schneller als gedacht. iSuppli hält es für möglich, dass Angebot und Nachfrage schon 2012 wieder ins Lot kommen. Dann könnte, gemäß der marktwirtschaftlichen Logik, auch der Rohstoffpreis wieder steigen. Dass der Siliziummarkt starken Schwankungen unterliegt, hat die Vergangenheit gezeigt: Bis 2004 gab es Silizium en masse, es kostete zu diesem Zeitpunkt nicht mehr als 20 Dollar pro Kilogramm.

Dann explodierte die Nachfrage – und mithin der Preis. Für Firmen wie Timminco könnte es sich demnach lohnen, auszuhalten und die kommenden zwei Jahre für Innovationen zu nutzen. ◀

