

Solarproduktion wird grüner



„Triple Green“ heißt die neue Devise in der Photovoltaik: Module erzeugen sauberen Strom, werden recycelt und zudem ökologisch hergestellt. So kann die Solarindustrie ihr gutes Image wahren und ihre Kosten nachhaltig senken. Doch der perfekte Dreiklang ist schwierig umzusetzen. Denn die Ökofabrik erfordert hohe Anfangsinvestitionen.

Ökowerk: Den für die Modulproduktion benötigten Strom bezieht die Freiburger Firma Solar-Fabrik aus Zellen an der Fassade und auf dem Dach des eigenen Werks. (Bild: Solar-Fabrik)

Diesmal stammt die Innovation nicht aus China oder den USA, sondern aus Osterweddingen in Sachsen-Anhalt: Die Firma Malibu, die in dem Ort bei Magdeburg Module aus Dünnschichtsilizium fertigt, reinigt ihre Prozesskammern jetzt mit Fluor statt dem gefährlichen Treibhausgas Stickstofftrifluorid (NF₃). Das klingt unspektakulär, bringt jedoch großen ökologischen Nutzen: „Wir vermeiden so jegliches Emissionsrisiko“, sagt Malibu-Fertigungsleiterin Antje Bönisch. NF₃ sei – falls es unbeabsichtigt in die Atmosphäre entfleuche – für die globale Erwärmung 17.200-mal so gefährlich wie Kohlendioxid, Fluor habe dagegen kein Treibhauspotenzial. Wirklich attraktiv wird der Ökoschwenk für die Firma aber durch die sinkenden Betriebskosten. „Wir sparen pro Jahr eine sechsstellige Summe“, sagt Bönisch. Dadurch gewinne Malibu im umkämpften Dünnschichtsegment Wettbewerbskraft.

Der Schlüssel zu effizienterer Fertigung ist ein sogenannter Fluor-On-Site-Generator der Firma Linde, der an die Versorgungsleitungen des Werks angeschlossen ist. Malibus Module entstehen, indem Silizium in Vakuumkammern auf Glas aufgedampft wird. Da dabei viel Material an den Wänden der Kammern landet, müssen diese nach jedem Beschichtungsprozess gereinigt werden. Der Generator leitet dafür das Fluor ein, das mit dem Silizium zu gasförmigem Siliziumtetrafluorid reagiert, welches abgepumpt, abgefangen und abreagiert wird.

Die neue Methode verringert die Klimagefahr und ist schnell: Normalerweise betrage die Reinigungszeit mehr als zehn Prozent der gesamten Prozesszeit einer Vakuumkammer, Fluor reduziere sie dank seiner hohen Reaktionsfreudigkeit um die Hälfte, erklärt Linde-Manager Andreas Weisheit. Das verbessert den Durchsatz der Linien und senkt Kosten.

Viel Chemie und Energie

Malibu zählt damit zu den Vorreitern einer Branche, die nicht nur schnell, sondern auch sauber wachsen will. Triple Green heißt im Idealfall: In Werken, die aus Öko-Materialien gebaut und

regenerativen Energiequellen versorgt werden, fallen bei der Produktion von Silizium, Wafern, Zellen und Modulen kaum noch Kohlendioxid und Abfälle an, sind Energie-, Gas-, Säure- und Wasserverbrauch auf ein Minimum reduziert.

Für die große grüne Motivation der Solarindustrie gibt es vor allem eine Erklärung: Ihr sauberes Image steht auf dem Spiel, denn sie wächst rasant und mithin ihr Ressourcenverbrauch und ihre Emissionen. Die globale Modulproduktion hat sich innerhalb der letzten beiden Jahre auf acht Gigawatt (GW) verdoppelt. Und das Wachstum soll, so die Prognosen, im gleichen Tempo weitergehen. In die Siliziumgewinnung wird, wie Eric Maiser vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) erklärt, besonders viel Chemie und Energie gesteckt: Die Produzenten schmelzen Sand in metallurgisches Silizium auf und reduzieren es dann mit Salzsäure zu flüssigem Trichlorsilan. Dieses wird thermisch zersetzt und wächst dabei auf Stäben zu Solarsilizium. Die Prozesse laufen bei hohen Temperaturen ab und fressen viel Strom. Meist stammt dieser aus Atom- und fossilen Kraftwerken, denn herkömmlicher Strom ist für die Hersteller schlicht billiger und leichter verfügbar als regenerativ erzeugter.

Nicht viel ressourcenschonender werden anschließend die Wafer und Zellen gefertigt: Beim Sägen der Wafer aus den Siliziumblöcken geht fast die Hälfte des Siliziums verloren und muss – um wieder nutzbar zu werden – erneut in die Schmelze. Zum Reinigen der Wafer nutzen Hersteller oft Salzsäure, beim Ätzen der Oberflächen kommen giftige Fluss- und Salpetersäure sowie Kalilauge zum Einsatz. Die aufgebrachten Leiterbahnen bestehen in der Regel aus Silber und Aluminium. Zur elektrischen Ausrichtung des Kristalls verwenden die Firmen Phosphorsäure. All diese Chemikalien finden sich später in den Abwässern der Solarfabrik wieder. Diese werden zwar behandelt, dennoch gelangen Schadstoffe wie Schwermetalle und Nitrate ins Kanalsystem.

Auch bei der Dünnschichtproduktion benötigen Hersteller viel Energie und Chemie. CIS- oder CdTe-Module werden bei hohen Temperaturen in langen Prozessen aus Kupfer, Indium, toxischem Selen, Cadmium und Schwefelwasserstoff oder Cadmium-Tellurid gefertigt. Beim Dünnschichtsilizium reinigen die Hersteller ihre Kammern bislang mit NF₃. Doch so vorsichtig sie dabei auch agieren – ganz können sie das Treibhausgas nicht am Entfleuchen hindern. „17 Prozent gelangen während seines Produktlebenszyklus‘ in die Atmosphäre“, sagt Linde-Manager Weisheit. Die Nachfrage der PV nach Lindes Fluor-Generatoren steige deshalb.

Zulieferer mit sauberer Lösungen



Siliziumbäcker: Mitarbeiter des Silizium-



Gas für die PV: Die Solarindustrie zählt inzwischen zu den wichtigsten Auftraggebern des Gasspezialisten Linde. Bild: Linde)

und Waferherstellers PV Crystalox beladen Kristallisationsöfen mit Rohsilizium.
Bild: PV Crystalox

Die Solarhersteller können noch viel mehr tun, als ihren Gasanbieter zu wechseln: Die Zulieferer bieten ihnen diverse Möglichkeiten, ihre Fertigung auf eine grüne Basis zu stellen. Modernste Produktionsmaschinen steigern die Ausbeute bei sinkenden

Verbrauchswerten. So offerieren Anbieter von Equipment zur Dünnschichtproduktion wie Applied Materials oder Von Ardenne Maschinen, die das Absorbermaterial schneller auf größeren Flächen auftragen. Auf den kristallinen Bereich spezialisierte Maschinenbauer wie Schmid liefern Anlagen, die dünnere Siliziumwafer verarbeiten können. Auch immer mehr Recycling-Spezialisten bieten der PV ihre Dienste an. So offeriert die italienische Firma Saita Zellenfabrikanten neuerdings ein System, das 96 Prozent des Prozesswassers aufbereitet und es im Kreislauf zirkulieren lässt. Dadurch werde der Frischwasserbedarf der Zellenfertigung auf ein Fünfundzwanzigstel reduziert, erklärt Marketingmanager Carlo Enrico Martini. Außerdem gelange dank des Recyclings kein Abwasser in die Kanalisation.

Der Berliner Fabrikplaner ib vogt legt noch eine Schippe drauf: Er hat eine sogenannte „Greenfab“ entwickelt, die ökologisch gebaut und betrieben wird. Bis zu einem GW Solarleistung kann dort hergestellt werden. Die nötige Energie, erklärt Projektmanager Lino Garcia, erzeugen Solar- oder Erdwärmeanlagen vor Ort. Abwärme dient zum Heizen und Kühlen. Weniger Schmutzwasser gelangt in die Kanalisation, da ein Großteil wiedergewonnen wird. Integrierte Logistik- und Transportkonzepte verkürzen Wege und steigern zusätzlich die Energieeffizienz. So kann die Solarindustrie mit der Greenfab mehrere Fliegen mit einer Klappe schlagen: große Mengen PV-Technik effizient und sauber fertigen. Einige ihrer grünen Innovationen und Ansätze werden die Zulieferer vom 28. September bis 1. Oktober 2010 Fachmesse für solare Produktionstechnik, solarpeq, in Düsseldorf zeigen. Die parallel stattfindende glasstec präsentiert als Weltleitmesse der Glasindustrie entsprechende Lösungen im Bereich Solarglas.

Doch so groß die Vorteile einer grünen Produktion sind – der Öko-Durchbruch kommt allmählich, nicht plötzlich. Obwohl bereits vor drei Jahren entwickelt, hat ib vogt laut Garcia noch keine einzige komplette Greenfab verkauft, sondern immer nur einzelne, ökologisch besonders kritische Bestandteile der Fertigung, etwa Konzepte fürs Abwasserrecycling. „Die PV ist im Gegensatz zur Chipindustrie noch nicht tief ins Green Manufacturing eingestiegen“, sagt Carlos Lee vom Halbleiterverband SEMI.

Grün kommt in Dosen

Doch was hemmt den Durchbruch von Triple Green in der Solarbranche? Ein entscheidender Aspekt sind die hohen Investitionskosten für eine nachhaltige Produktion. So sei eine Greenfab

mit einer GW Kapazität „sicherlich etwas teurer“ als eine normale GW-Fabrik, erklärt Garcia. Durch Energie- und Rohstoffersparnisse mache sich eine Investition zwar bezahlt, wann genau, sei aber von Fall zu Fall unterschiedlich. Wichtig ist jedoch: Wer viele Millionen Euro investiert, muss den Zeitpunkt für den Return on Investment kennen. Nach zehn Jahren käme dieser wahrscheinlich zu spät, da bei dem hohen Innovationstempo der PV Fab-Design und -Interieur wohl längst veraltet wären. Das grüne Werk wäre also abrisstauglich, bevor es Gewinn abwirft.



Energieintensiv: Zur elektr. Ausrichtung des Wafers bringen die Hersteller in Diffusionsöfen bei hohen Temperaturen Phosphor in das Silizium ein. Bild: Q-Cells

Zudem bremst die Rezession grüne Investitionen. Viele Hersteller mussten Einbußen bei Umsatz und Gewinn hinnehmen. „In dieser Phase sind große Ausgaben tabu“, sagt Kevin Reddig vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart. So ist es mit der Einführung grüner Herstellertechniken und -prozesse derzeit ähnlich wie mit der Umsetzung neuer Zellenkonzepte: Die Kommerzialisierung komplexer, mit hohem finanziellen Aufwand umsetzbarer Ansätze wie etwa der Rückkontaktzelle wird zurückgestellt. Stattdessen besinnen sich die Hersteller auf die günstigere Optimierung der Standardzelle, begnügen sich mit moderaten Effizienzgewinnen.



Nichts für Menschenhand: Das Verlöten der einzelnen Solarzellen zu Strängen ist ein heißes Thema: Viele Lote enthalten giftiges Blei. Bild: Aleo Solar

Weil grün teuer, die Wirtschaftlichkeit unklar ist und die Branche sparen muss, wird es also eher einen sanften Übergang zu Triple Green geben. „Grün kommt in Dosen“, sagt Mäuser vom VDMA. Lee von SEMI verweist auf die Entwicklung der Halbleiterindustrie, die ihren Verbrauch erst über die Jahre deutlich gesenkt hat. STMicroelectronics, der größte europäische Halbleiterhersteller, benötigte nach eigenen Angaben von 1994 bis 2009, um seine CO₂-Emissionen um 65, seinen Energieverbrauch um 54, seinen Wasserbedarf um 70 und sein Abfallaufkommen um 71 Prozent zu senken.

Die Solarbranche steht heute da, wo die Chipindustrie vor 15 Jahren stand. Solarkonzern Solarworld baut keine Greenfab, sondern macht in seinem Nachhaltigkeitsbericht erst mal nur alle relevanten Umweltdaten von sich und seinen Vorlieferanten transparent, ebnet grünen Investitionen also erst den Weg. Modulhersteller Solon ebenso: Er hat 200.000 Euro in ein neues Umweltmanagementsystem investiert, um einen Überblick zu erhalten, wo nachhaltige Lösungen überhaupt wirtschaftlich Sinn machen. Den nächsten grünen Meilenstein werden die Firmen sicher erreichen – aber wohl erst nach der Krise.

Quelle: Glas + Rahmen