

Ihre Fabriken fressen Strom und produzieren tonnenweise giftige Abfälle. Nun will die Solarindustrie ökologischer werden. Bisher ist die Idee aber nicht viel mehr als eine Vision

VON SASCHA RENTZING

Dieses Mal stammt die Innovation nicht aus China, sondern aus Osterweddingen bei Magdeburg: Die Firma Malibu, die dort Dünnschichtmodule fertigt, reinigt ihre Prozesskammern neuerdings mit Fluor und verzichtet auf das gefährliche Treibhausgas Stickstofftrifluorid (NF₃). Das klingt unspektakulär, ist aber umweltfreundlich: „Wir vermeiden so jegliches Emissionsrisiko“, sagt Malibu-Fertigungsleiterin Antje Bönsch. NF₃ sei – wenn es entweicht – 17 200-mal gefährlicher als CO₂. Fluor habe dagegen gar kein Treibhauspotenzial. Auch aus Kostensicht ist der Ökoschwenk für Malibu attraktiv. „Wir sparen pro Jahr eine sechsstellige Summe“, sagt Bönsch.

Der Schlüssel zu effizienter Fertigung ist ein sogenannter Fluor-On-Site-Generator der Firma Linde. Malibus Module entstehen, indem Silizium in Vakuumkammern auf Glas aufgedampft wird. Dabei bleibt viel Material an den Wänden der Kammern kleben, die regelmäßig gereinigt werden müssen. Der Generator leitet dafür das Fluor ein, das mit dem Silizium zu gasförmigem Siliziumtetrafluorid reagiert, welches abgepumpt, abgefangen und chemisch unschädlich gemacht wird. Die neue Methode verringert die Gefahr fürs Klima und ist schnell: Fluor halbiert die Reinigungszeit dank seiner hohen Reaktionsfreudigkeit, erklärt Linde-Manager Andreas Weisheit.

Malibu zählt damit zu den Vorreitern einer Branche, die nicht nur schnell, sondern auch sauber wachsen will. Bei ihren Bemühungen um Kostensenkungen dürften die Hersteller nicht in Versuchung geraten, günstigere Lösungen anzuwenden, ohne deren Einflüsse auf die langfristige Nachhaltigkeit zu berücksichtigen, betonte der frühere Q-Cells-Chef Anton Milner schon auf dem Photovoltaics Fab Managers Forum 2007 in Leipzig.

Unter dem Begriff Triple Green wird inzwischen Milners Ansatz zusammengefasst. Das heißt: Module sollen nicht nur grünen Strom erzeugen, sondern auch recycelt und ressourcenschonend produziert werden. Idealerweise geschieht das in Werken, die aus Öko-Materialien gebaut und mit regenerativen Ener-



Die Herstellung von Solarzellen ist nicht so ökologisch wie ihr Einsatz. So erfordert die Fertigung von **Siliziumwafern** viele **Giftstoffe**, vor denen gelbe Schilder warnen

Umweltlast durch Umweltschutz

giequellen versorgt werden. So fallen bei der Produktion der Module und Zellen kaum noch CO₂ und giftige Abfälle an, sind Energie-, Gas-, Säure- und Wasserverbrauch auf ein Minimum reduziert.

Grund für den grünen Ehrgeiz der Solarindustrie: Weil sie rasant wächst – und damit ihre Emissionen –, steht ihr sauberes Image auf dem Spiel. Die Siliziumproduktion ist, wie Eric Maier vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) erklärt, die „eigentliche Sauerei“: Der Halbleiter wird in vielen stromfressenden Prozessen aus Sand gewonnen. Meist stammt der Strom aus Atom- und fossilen Kraftwerken, weil

er billiger und leichter verfügbar ist als regenerativ erzeugter.

Nicht viel ressourcenschonender werden danach die Wafer und Zellen gefertigt: Siliziumscheiben werden mit Säuren und Laugen gereinigt. Zur elektrischen Ausrichtung der Zelle wird Phosphorsäure und Bor eingebracht, und bei der elektrischen Verschaltung kommt Blei ins Spiel. Alle Chemikalien landen in den Abwässern der Solarfabriken. Sie werden zwar behandelt, dennoch gelangen Schwermetalle und Nitrate auch ins Kanalsystem.

Bei der Dünnschichtproduktion kracht und zischt es ebenfalls: CIS- oder CdTe-Module werden bei hohen Temperaturen in langen Prozessen aus Kupfer, Indium, toxischem Selen, Cadmium und Schwefelwasserstoff oder Cadmiumtellurid gefertigt. Beim Dünnschichtsilizium reinigen die Hersteller ihre Kammern bislang mit NF₃, von dem immer ein Teil in die Atmosphäre entweicht.

Die Zulieferer bieten den Herstellern daher diverse Möglichkeiten, ihre Produktion umzustellen. Neben dem von Malibu eingesetzten Fluor-generator gibt es Systeme, die das Prozesswasser aufbereiten und dafür sorgen, dass kein Abwasser mehr in die Kanalisation gelangt. Der Berliner Fabrikplaner Ib Vogt hat sogar eine komplette Greenfab entwickelt, die ökologisch gebaut und betrieben wird. Die nötige Energie, erklärt Projektmanager Lino Garcia, erzeugen Solar- oder Erdwärmanlagen. Abwärme dient zum Heizen und Kühlen. Wasser wird wiedergewonnen.

Obwohl der Wille durchaus da ist und viele Möglichkeiten bestehen – vom Öko-Durchbruch kann in der Solarindustrie noch keine Rede sein. Obwohl bereits vor drei Jahren entwickelt, hat Ib Vogt laut Garcia noch

keine Greenfab verkauft. „Die Fotovoltaik ist im Gegensatz zur Chipindustrie noch nicht tief ins Green Manufacturing eingestiegen“, sagt Carlos Lee vom Halbleiterverband Semi.

Warum Triple Green bisher nicht stattfindet, dürfte vor allem an den hohen Investitionskosten liegen.

Eine Greenfab sei „sicherlich etwas teurer“ als eine normale Fabrik, sagt Garcia. Zudem bremst die Rezession. Viele Hersteller mussten Einbußen bei Umsatz und Gewinn hinnehmen, große Ausgaben sind daher tabu.

Deshalb bleibt Triple Green vorerst lediglich eine Vision. „Grün kommt in Dosen“, beruhigt Maier vom VDMA. Das sieht auch Lee von Semi so und verweist auf die Entwicklung der Halbleiterindustrie, die ihren Verbrauch erst über Jahre deutlich gesenkt hat. STMicroelectronics,

Giftiges Beiwerk

Trichlorsilan ist eine farblose Flüssigkeit, die an Stäben in Reaktoren langsam zu Solarsilizium heranwächst. Sie verströmt einen beißend stechenden Geruch und ist darüber hinaus hochentzündlich. Wird sie erhitzt, entstehen giftige und ätzende Gase. Bei Kontakt mit Wasser bildet sich Salzsäure.

Nasschemikalien schwimmen in den zahlreichen Ätz- und Reinigungsbadern, die Wafer und Zellen auf ihrem Produktionsweg durchwandern. Die Hersteller verwenden Fluss-, Salz- und Salpetersäure sowie Wasserstoffperoxid aus dem unteren pH-Wert-Spektrum, Natron- und Kalilauge aus der Basenfraktion. Alle Chemikalien sind gesundheits- und umweltschädlich.

Stickstofftrifluorid (NF₃) dient zur Reinigung von Vakuumkammern, in denen Dünnschichtmodule aus amorphem Silizium produziert werden. Es ist ein gefährliches Klimagas: Untersuchungen zufolge entweichen 17 Prozent des produzierten NF₃ während des Produktionszyklus. In der Atmosphäre wirkt es als Treibhausgas 17 200-mal stärker als CO₂.

Cadmium wird in Dünnschichtmodulen in der kristallinen Verbindung Cadmiumtellurid (CdTe) verwendet. Als Cadmiumsulfid (CdS) dient es als Puffer zwischen der Grenz- und der Halbleiterschicht in kupferbasierten Dünnschichtpaneelen. Cadmium ist überaus giftig und befindet sich in derselben Gefahrengruppe wie Quecksilber oder Uran. Als Verbindung soll es nach Angaben der Hersteller unbedenklich sein.

„Die Fotovoltaik ist noch nicht ins Green Manufacturing eingestiegen“

Carlos Lee, Semi

der größte europäische Halbleiterhersteller beispielsweise, benötigte von 1994 bis 2009 Jahre, um seinen CO₂-Ausstoß 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. Solargiant Solarworld etwa baut keine Greenfab, sondern macht in seinem Nachhaltigkeitsbericht alle relevanten Umweltdaten transparent. Damit ebnet das Unternehmen grünen Investitionen erst den Weg. Modulhersteller Solon hält es ähnlich: Er hat 200 000 € in ein neues Umweltmanagementsystem investiert, um herauszufinden, wo nachhaltige Lösungen überhaupt wirtschaftlich Sinn machen. Malibu schwenkt in einem ersten nachhaltigen Schritt von NF₃ auf Fluor. Den nächsten grünen Meilenstein werden die Firmen sicher erreichen – aber wohl erst nach der Krise.