



Zellbruch: In verschiedensten Blauschattierungen glänzen die noch beschichteten Solarzellenstückchen. Nach der Reinigung müssen sie zu Siliziumsäulen und -blöcken eingeschmolzen werden.



Recycelte Solarmodule sind kaum von neuwertigen zu unterscheiden. Das wird auch an der Fassade des neuen Produktionsgebäudes der Solar Material deutlich. Fotos (7): Solarpraxis AG



Rund 40 % ihres eigenen Rohstoffbedarfs sichert sich die Mutter Solar World durch Recycling von ausgedienten Modulen, denen man nicht immer ansieht, dass sie defekt sind.



Vieles ist Handarbeit in Freiberg – bei den verschiedenen Stufen des Recyclings wie auch hier kurz vor einem Reinigungsvorgang. Bei der Mutter Solar World arbeiten in Freiberg beinahe 600 Mitarbeiter, die die gesamte Fertigungskette der Solartechnik abbilden.

Photovoltaik: Im sächsischen Freiberg recycelt eine Tochter der Solar World AG tonnenweise kristalline Photovoltaik-Module

Solarmodule: Aus Alt mach Neu

VDI nachrichten, Freiberg, 11. 1. 08, rb – In der traditionsreichen sächsischen Bergbaustadt Freiberg läuft die einzige spezialisierte Recyclinganlage für kristalline Photovoltaikmodule in Europa. Solarmodule mit einer Gesamtleistung von 1 MW werden bei der Solar Material, einem Tochterunternehmen der Solar World, jährlich aufgearbeitet.

Sylke Schlenker zeigt auf die Gitterkörbe vor den Containern: „Am liebsten sind uns die hier“, sagt die Ingenieurin. Den Solarmodulen, die dort senkrecht gestapelt sind, ist erst auf den zweiten Blick anzusehen, dass sie ausgedient haben. Sie haben einen elektrischen Serienfehler bei den Anschlüssen, die Isolation ist beschädigt. „Nachts müssen wir die einlagern, sonst sind sie weg“, erzählt Schlenker. So wurden vor einiger Zeit ganze Körbe mit Modulen geklaut, die sich jedoch am nächsten Tag im nahe gelegenen Wald wiederfanden. Die Diebe merkten anscheinend erst nach einigen Stunden, dass sie defekt waren.

Bei vielen der anderen Module, die auf dem Werksgelände der Solar Material lagern, ist dies offensichtlich: zerborstenes Laminat, verbogene Rahmen, gebrochenes Glas, Brandflecken.

Sie wurden beim Transport und der Installation oder durch Witterungseinflüsse wie Blitz- und Hagelschlag, Stürme und Schneebruch beschädigt. Oftmals halfen auch noch die früheren Besitzer oder Lieferanten nach, indem sie die Module vom Dach in die Container warfen oder die Zellen zusätzlich mit Hammerschlägen traktierten.

Das bereitet Sylke Schlenker eher Sorgen. „Unser Interesse ist es, ausgediente Module in einem möglichst intakten Zustand ohne zusätzliche Beschädigungen zu erhalten, weil dann die Ausbeute besser ist.“ Finanziert sich doch das Modulrecycling durch den Wiederverkauf von Wafern, Silizium, Metall, Glas und zu einem geringeren Teil auch über andere Wertstoffe wie Silber oder Kupfer. Angenommen werden die defekten Module in der Freiburger Alfred-Lange-Straße 18 bei Anlieferung derzeit kostenfrei.

Kabel und Anschlussdosen werden auf alle Fälle entfernt. Dann geht es ab in die Brennkammer. Per Gabelstapler



Karsten Wambach, Chef der Solar Material, ist stolz. 1200 t Silizium werden pro Jahr in Freiberg aufgearbeitet.

werden die „blanken“ Module auf mehrlagigen Gestellen in den gasbetriebenen Ofen gehievt und dort über mehrere Stunden auf circa 500 °C erhitzt. „Die Verbundkunststoffe werden verbrannt. Zurück bleiben das Glas, die Rahmen, die metallischen Verbinder, Solarzellen und Füllstoffe“, erklärt Schlenker.

Besonders begehrt sind die noch weitgehend intakten Zellen, die behutsam entnommen werden. Sie sind in Dutzenden Styroporboxen abgelegt, sortiert nach unterschiedlicher Qualität und Färbung. Nach mehreren Reinigungsschritten können sie direkt wieder als Wafer verwendet werden, aus denen dann neue Solarzellen und Module gefertigt werden.

Größtenteils fällt allerdings Zellbruch an, der nach einer entsprechenden Reinigung erst zu Siliziumsäulen oder -blöcken – so genannten Ingots – geschmolzen werden muss. Zwei Männer mit Schutzbrille und Staubmaske sortieren mit viel Fingerspitzengefühl haufenweise Zellbruch aus einem spiralförmigen Wust von Metallstreifen aus.

In verschiedensten Blauschattierungen glänzen die noch beschichteten Solarzellenstückchen in Kästen im fahlen Licht der Fabrikhalle. Mit einem großen Metallbecher füllt ein junger, strohblonder Mitarbeiter mit grauem Overall den Zellbruch in eine Transportschnecke. In einem kaskadenähnlichen Ätzbecken wird dort die rückseitige Beschichtung entfernt.

„Siliziumvorreinigung“ ist auf einem Umwälzbehälter der Anlage zu lesen. Nach dem ersten chemischen Reinigungsdurchlauf wird der Zellbruch getrocknet. Auch hier ist Handarbeit angesagt: In mehreren Lagen werden halb befüllte Metallkörbe in den Trockenofen geschichtet.

Daneben befindet sich hinter Glas das chemische Labor der Anlage. Vorsichtig hält Umweltingenieurin Anja Müller ein Siliziumbruchstück in einem Messbecher, der mit einer Ätzflüssigkeit gefüllt ist. „Die Anpassung des Ätzprozesses an die Zelltechnologie und die unterschiedlichen beschichteten Zellen ist enorm wichtig“, betont sie. Denn entscheidend für eine hochwertige Wiederverwertung des Siliziums ist eine möglichst vollständige Reinigung der Zellen und Wafer.

„Die gesamte Beschichtung von einer Zelle muss wieder runter, bis das blankes Silizium da ist“, erklärt Müller. Siliziumverunreinigungen werden nur bis zu einer Grenze von 0,1 ppm toleriert. So müssen unter anderem die Antireflexionsschicht, die Zellmetallisierung und die Emitter komplett entfernt werden. Hierzu durchlaufen die Wafer und Zellen weitere Ätzschritte unter Verwendung verschiedener Mineralsäuren und alkalischer Lösungen.

„So weit wie möglich wird das anfallende Abwasser im Kreislauf gefahren“, betont die Umweltingenieurin. Bevor der Rest in die kommunale Kläranlage geht, wird es in der firmeneigenen Anlage im hinteren Teil der Halle gereinigt.

Ein Trupp von Arbeitern ist gerade an dem Rohrleitungsnetz am Schrauben und Montieren. Stapelbehälter für das Spülwasser und Sägewasser sowie Dünnschlammbehälter ragen in die Höhe.

Aus dem bunt zusammengewürfelten Zellbruch wird am Ende des chemischen Reinigungsprozesses feinkörniges matt glänzendes Silizium, das ein Mitarbeiter von Solar Material stolz in einem Sack präsentiert. Bevor es wieder eingeschmolzen wird, folgt noch ei-

Pellworm – Recycling im großen Stil

22 Jahre nach Inbetriebnahme im Jahr 1983 wurde Deutschlands erste Photovoltaik-Großanlage in Pellworm (Leistung 300 kW) demontiert. Im Herbst 2005 erfolgte die Übernahme der 17 568 Module zum Recycling durch Solar Material. Hersteller der multikristallinen Module mit je 20 Solarzellen war die Firma AEG in Wedel. Am Standort Pellworm wurde vom Betreiber E.on Hanse eine neue Anlage mit modernster Technik in Betrieb genommen. In einer thermischen Prozessstufe wurden die Komponenten der Photovoltaikmodule bei Solar Material in Freiberg voneinander getrennt und die Solarzellenstruktur bis zum Silizium-Wafer abgebaut. Auf diese Weise gewann man recycelte Wafer, vergleichbar mit neuwertigen. Die Recyclingquote betrug 90 %. Die Neuprozessierung der Solarzellen erfolgte bei Sunways in Konstanz. Die neuen Zellen haben durchschnittlich 50 % höhere Wirkungsgrade als die Solarzellen des alten Generators. Das Dresdner Unternehmen Solarwatt fertigte hieraus moderne Standardmodule mit je 72 Zellen und einer Leistung von 100 W als zertifiziertes OEM-Produkt der Solar World mit voller Garantielleistung. Ein Teil der recycelten Module wurde 2006 an der Fassade des neuen Produktionsgebäudes der Solar Material in Freiberg installiert – und liefert dort Sonnenstrom. hcn



Defekte Module aller Art kommen in der Freiburger Recycling-Fabrik an. An diesem Modul ist der Brandschaden deutlich zu erkennen. Andere wurden durch Hagelschlag, Stürme und Schneebruch oder bei Transport und Installation zerstört.



Umweltingenieurin Anja Müller hält ein Siliziumbruchstück in einem Messbecher, der mit einer Ätzflüssigkeit gefüllt ist. Die ständige Optimierung des Ätzprozesses ist entscheidend, um Zellen und Wafer möglichst vollständig zu reinigen.