



Foto: First Solar Module Recycling Facility

Solarzellenrecycling

Neues Leben für alte Module

Solarpaneele sind als Abfall alles andere als grün. Die Branche will sie daher freiwillig recyceln. Technisch gibt es bereits praxistaugliche Verfahren. Wir stellen die interessantesten vor.

Wohin mit ausgedienten Modulen? Früher oder später müssen sich die Betreiber von Solaranlagen über deren Entsorgung Gedanken machen. So viel steht fest: Harmloser Hausmüll sind die schillernden Öko-Strom-Erzeuger nicht, denn sie setzen sich aus vielen giftigen Komponenten zusammen. Sie dienen Atomstromanhängern dazu, unter

der Überschrift „Gift auf dem Dach“ Stimmung gegen den Sonnenstrom zu machen. Eine Siliciumkachel besteht zu 60 Prozent aus Glas, 30 Prozent machen Kunststoffe für Lamine, Folien, Kabel und die Anschlussbox sowie das Aluminium für den Rahmen aus. Die Zellen sind mit Kontakten aus Silber versehen und werden mit anderen Zellen mittels Blei verlötet.

Nur zehn Prozent entfallen auf den eigentlichen Halbleiter Silicium.

Dünnschichtmodule sind nicht unbedenklicher: Einige bestehen aus Cadmium-Tellurid (CdTe), einer Verbindung aus zwei Elementen, die umwelt- und gesundheitsschädlich sind, wenn sie freigesetzt werden. Andere basieren auf Kupfer. Ihnen wird – je nach

Prozess – Indium, Gallium, Selen oder Schwefel beigelegt sowie hochgiftiges Cadmiumsulfid, das die Absorberschicht schützt. Demnach ähneln Module in ihrer Zusammensetzung anderen Elektrogeräten, wie zum Beispiel Flachbildschirmen. Während die EU schon jetzt die Hersteller von Fernsehern, Handys und Laptops mit der Elektronikschrott-

Richtlinie verpflichtet, ihre Altgeräte fachgerecht zu entsorgen, also zumindest zum Teil zu recyceln, gibt es für Solarschrott bisher keine gesetzliche Rücknahmepflicht. Bei kleinen Mengen ist meist nur eine Abgabe auf den kommunalen Wertstoffhöfen möglich, auch Entsorgungsbetriebe nehmen Altmodule oft ab.

Die Situation könnte sich aber bald ändern: Umweltschützer sowie die mächtige Interessengruppe Non-Toxic Solar Alliance (NTSA), der namhafte Wissenschaftler angehören, fordern eine Ausweitung des Cadmiumverbots auf Solarzellen. „Ich halte es für höchst fragwürdig und nicht nachvollziehbar, warum ausgerechnet die Photovoltaik als grüne Technologie von einer Umweltrichtlinie ausgenommen werden soll“, sagt NTSA-Mitglied Jürgen Werner, Leiter des Instituts für Physikalische Elektronik der Universität Stuttgart. EU-Politiker lässt die Kritik nicht unbeeindruckt: „Es wird erwogen, Solarmodule in den Anwendungsbereich der Elektronikschrott-Richtlinie aufzunehmen“, sagt Constanze Beckerhoff, Sprecherin des EU-Parlaments. Der Rat habe sich bereits dafür ausgesprochen.

Um für diesen Fall vorbereitet zu sein, arbeiten die Photovoltaik-(PV)-Hersteller und -Importeure in Europa an einem freiwilligen Rücknahme- und Recyclingsystem. „Die Branche hat sich die Selbstverpflichtung auferlegt, doppelt grün zu handeln: Zum einen durch die Bereitstellung von sauberer Sonnenenergie, zum anderen indem sie gewährleistet, dass aus den heute gegen den Klimawandel eingesetzten Lösungen keine Entsorgungsprobleme für kommende Generationen

erwachsen“, erklärt Karsten Wambach. Er ist Geschäftsführer der Solarworld-Tochter Sunicon, die in Freiberg seit 2004 eine Pilotanlage zur Aufbereitung von Siliciummodulen betreibt, und Präsident des Verbands PV-Cycle, der das Recycling in Europa organisieren soll.

Erste Altmodulwelle rollt an

Die Zeit drängt: Ab 2015 laufe die erste große Welle ausgedienter Module auf, schätzt Wambach. Ab 2020 könnten bereits 35.000 Tonnen jährlich anfallen. Das entspricht einem Rücklauf von 350 Megawatt (MW) PV-Leistung oder fast zwei Millionen Modulen. Dafür muss die nötige Infrastruktur aufgebaut werden. Zwar ist das Solarrecycling bereits voriges Jahr angegangen. Wer alte Solarplatten entsorgen will, muss sie also nicht mehr wie Sonderabfall behandeln, sondern kann sie zu einer der 95 Sammelstellen in Europa bringen. Doch gibt es in Europa bisher nur zwei Recycler, die Altmodule in ihre Einzelteile zerlegen und die Rohstoffe in den Kreislauf zurückführen: Die sächsische Sunicon und die US-Firma First Solar, die in Frankfurt an der Oder Dünnschichtmodule produziert und recycelt.

Um ein Recycling im großen Stil zu ermöglichen, suchen Hersteller wie unabhängige Recyclingspezialisten eifrig nach weiteren Standorten. Besonders die ostdeutsche Oder-Region ist wegen ihrer Nähe zu vielen großen PV-Produzenten ins Visier der Firmen gerückt. „Wir sind im Gespräch mit Unternehmen aus dem Bereich Solarrecycling“, bestätigt Christopher Nüßlein vom Investor Center Ostbrandenburg in Frankfurt an



Wir geben Solarzellen ein Zuhause

- **Sie sind** Elektriker oder Monteur?
- **Sie erwarten** mehr als die reine Komponentenlieferung?

Wir bieten Ihnen das perfekte Preis-/Leistungsverhältnis bei zusätzlichen Serviceleistungen

Großanlagen deutschlandweit

Nähere Informationen finden Sie unter:

www.orange-solar.de/haendler

Orange Solar GmbH

Zeppelinstr. 4
74357 Bönnigheim
Tel. 07143 969089-0
www.orange-solar.de

Partner of



orangesolar
Ihr Partner mit Plan und Power

Kompakt

Wie die Rückgabe funktioniert

Nach dem derzeitigen Konzept von PV Cycle übernehmen die Firmen die Paneel-Rücknahme erst von den Sammelstellen an. Besitzer müssen die Demontage und den Transport ihrer alten Module zur Sammelstelle selber bezahlen. Das kann wegen der Handwerkerleistung und den Anfahrtsstrecken ins Geld gehen. Wer zum Beispiel in Dortmund eine Solaranlage verschrotten will, findet die nächste PV Cycle-Sammelstelle im 50 Kilometer entfernten Heiden im Münsterland. Sind Module mehr als 50 Kilometer von der nächsten Sammelstelle entfernt, will PV Cycle die Abholung ab 25 Stück kostenlos veranlassen. Bei größeren Bau-, Sanierungs- und Abrissarbeiten können auch Container gestellt werden. „Sinnig wäre es, wenn Module wie Elektroaltgeräte flächendeckend an kommunalen Sammelstellen abgegeben werden könnten“, sagt Petra Hörstmann-Jungemann vom Solarenergie-Förderverein in Aachen.

Was bei der Demontage zu beachten ist

Die Demontage der Module sollte nach Vorstellung der Recycler durch fachkundige Installateure erfolgen, denn unnötige Schäden erschweren das Recycling. Deshalb dürfen Module nicht vom Dach in den Container geworfen und Lamine, auch mit gebrochenen Frontglasscheiben, nicht weiter knicken oder zerschlagen werden. Damit die eingebetteten Zellen nicht brechen, sind die Module plan zu stapeln, Dosen und Rahmen sollten nicht entfernt werden.



Foto: www.sunicon.de

Kontakt

Die nächste Sammelstelle findet man unter www.pvcycle.org

Zur Anmeldung oder bei Fragen:
E-Mail info@pvcycle.org.
Tel.: 00322/4001049.

der Oder. Allerdings könnte sich eine neue Recycling-Fabrik auch als große Bürde erweisen. Noch ist völlig unklar, ob sich das Sammeln, Transportieren und Zerlegen alter Solarplatten überhaupt wirtschaftlich lohnt. Eine Recyclinganlage arbeite bei heutigem Stand der Technik erst ab 20.000 Tonnen im Jahr rentabel, erklärt Wambach. Und diese Rechnung geht nur bei den gegenwärtigen Energie- und Rohstoffpreisen auf. Werden Glas und Metalle billiger oder die für die Stofftrennung benötigte Energie teurer, müssten noch größere Mengen recycelt werden, damit sich die Anlagen rechnen.

Die Recycler in spe erwarten auch organisatorische und technische Probleme: Wie viele Altanlagenbetreiber werden beim Recycling überhaupt mitmachen? Immerhin erwarten auch sie Unannehmlichkeiten und Kosten. Nach wie vielen Arbeitsjahren haben Module ausgedient? Wann entschließt sich ein Betreiber, seine Paneele zu entsorgen – nach 20 oder erst nach 30 Jahren? In welchem Zustand werden die Paneele angeliefert?

Trotz der vielen Fragezeichen glaubt die Solarbranche fest an einen Erfolg ihres freiwilligen Rücknahmesystems. PV Cycle wächst stetig – inzwischen gehören dem Verband mehr als 100 Mitgliedsfirmen an, die etwa 90 Prozent des Weltmarkts abbilden. Gleichzeitig habe sich die Qualität der Rücknahme- und Recyclinginitiativen enorm verbessert, sagt PV-Cycle-Direktor Jan Clyncke. „Daher rechnen wir in nächster Zeit mit noch mehr Weiterentwicklungen, die höchste Effizienz und Tempo bringen.“

Technische Fortschritte erzielen nicht nur europä-



Foto: First Solar Module Recycling Facility

Dünnschichthersteller First Solar hat in seiner Recyclinganlage bisher 28.000 Tonnen Module wiederaufbereitet.

ische Firmen. Der japanische Konzern Showa Shell Sekiyu zum Beispiel will in den kommenden fünf Jahren serientaugliche Recyclingprozesse für Dünnschichtmodule aus Kupfer, Indium und Selen entwickeln. So kann er zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen: nachhaltig wirtschaften und seine Rohstoffversorgung sicherstellen.

Seltene Metalle im Visier

Konzerntochter Solar Frontier hat im Februar dieses Jahres ein Werk mit 900 MW Kapazität in Betrieb genommen und will seine Produktionskapazitäten stetig ausbauen. Ohne Recycling drohen dem Unternehmen massive Probleme bei der Beschaffung der knappen Absorber, vor allem des Indiums. Der Weltvorrat an seltenen Metallen wie Indium oder Tellur gehen langsam zur Neige, da neben der Solarindustrie auch die Halbleiter- sowie die Elektrobranche wachsende Mengen benötigen. Experten rechnen daher mit weiter steigenden Preisen

für die begehrten Rohstoffe. Gerade für die Dünnschichthersteller kann das Recycling daher wirtschaftlich attraktiv sein.

Für Dünnschichtproduzenten, die kein eigenes Recyclingverfahren entwickeln wollen, hält der kanadische Metellanbieter 5N Plus Lösungen für die Wiedergewinnung bereit. Nach dem Zerkleinern der ausgedienten Module löst 5N Plus den Halbleiter vom zerkleinerten Glas. Dabei entsteht ein Filterkuchen mit einem Halbleiteranteil von 95 Prozent. Dieser Kuchen wird schließlich raffiniert, sodass am Ende des Prozesses wieder Substanzen mit fast 100-prozentiger Reinheit zur Verfügung stehen. Derzeit errichtet 5N Plus im US-Bundesstaat Wisconsin eine Recyclingfabrik.

Der Recycler mit der meisten Erfahrung neben Sunicon ist First Solar – bis dato haben die Amerikaner 28.000 Tonnen Module und Produktionsabfälle wiederaufbereitet. Dennoch sieht die Firma noch Luft für Innovationen. Höhere Durchsätze zum Beispiel, also größere Produktionsmengen ▶

Solarfabriken sollen grüner werden

Triple Green, dreimal grün, heißt der neue Leitbegriff der Solarindustrie: Module erzeugen Öko-Strom, werden später recycelt und obendrein umweltfreundlich hergestellt. Bisher ist die Modulproduktion alles andere als ökologisch – viel Energie wird verbraucht und es kommen giftige Stoffe zum Einsatz: Zum Reinigen der Siliciumwafer, den Zellrohlingen, nutzen Hersteller Säuren und Laugen. Zur elektrischen Ausrichtung der Zelle werden Phosphor und Bor eingebracht und bei der elektrischen Verschaltung kommt schließlich Blei ins Spiel. Auch bei der Dünnschichtproduktion benötigen Produzenten viel Energie und Chemie. Module werden bei hohen Temperaturen in langen Prozessen aus Kupfer, Indium, Selen, Cadmium und Schwefelwasserstoff oder Cadmium-Tellurid gefertigt.

Die Branche will daher ökologischere Produktionsverfahren etablieren. „Weiterentwicklungen und Standards sind nötig“, sagt Gerhard Rauter, Vorstand des Bitterfelder Zellen- und Modulherstellers Q-Cells. So müssten Silicium gespart, Prozesse effizienter und Abfälle vermieden werden. Einige Lösungen für



grünere Solarwerke gibt es bereits: Der Berliner Fabrikplaner ib vogt hat eine „Greenfab“ entwickelt, die ökologisch gebaut und betrieben wird. Die Energie zur Produktion von Zellen und Modulen erzeugen Solar- und Erdwärmeanlagen vor Ort. Abwärme dient zum Heizen und Kühlen. Weniger Schmutzwasser gelangt in die Kanalisation, da ein Großteil wiedergewonnen wird. Und schließlich verkürzen integrierte Logistik- und Transportkonzepte Wege. Auch mit der Innovation des italienischen Maschinenbauers Saita lassen sich Solarwerke ökologischer fahren. Er offeriert Zellfabrikanten ein System, das 97 Prozent des Prozesswassers aufbereitet und es im Kreislauf zirkulieren lässt. Dadurch wird der Frischwasserbedarf laut Saita auf ein Fünfundzwanzigstel gesenkt.

Nachteil ist, dass derartige Lösungen hohe Anfangsinvestitionen erfordern. So ist die Greenfab laut ib vogt 20 bis 30 Prozent teurer als eine normale Solarfabrik. Doch wenn die Branche ihr Öko-Image bewahren und nachhaltig wirtschaften will, muss sie in den grünen Apfel beißen.

Foto: www.sunicon.de

pro Zeiteinheit, ließen sich etwa durch Beschleunigung des Lösungsprozesses erreichen, erklärt Andreas Wade, Direktor für Nachhaltige Entwicklung.

„Unser Team arbeitet kontinuierlich an Verbesserungen.“ Bei der Suche nach dem optimalen Prozess bleibe First Solar aber auch weiterhin „offen für Neuentwicklungen unabhängiger Anbieter“, so Wade. Ein potenzieller Zulieferer ist die sächsische Firma Loser Chemie, die ein nach eige-

nen Angaben einmaliges Verfahren zum Recycling von Produktionsabfällen und kompletten Altmodulen gefunden hat. In einem unscheinbaren Nebengebäude des Unternehmens in Hainichen bei Chemnitz wird Glasschrott aus alten PV-Anlagen angeliefert, um seine Bestandteile in einer Pilotlinie mit rund 1,5 Tonnen Tageskapazität zu recyceln. „Uns geht es vor allem um die effiziente Verwertung der Hauptabfallmenge Glas. Denn nur wenn das Glas

durch den Prozess richtig sauber wird, kann es maximal vergütet werden und das Recycling lohnt sich“, erklärt Losers chemisch-technischer Leiter Wolfram Palitzsch.

In einer speziellen chemischen Lösung löst die Firma die Halbleiter sauber ab, sodass am Ende reines Weißglas zur Verfügung steht. Die Halbleitersubstanzen verbleiben in der Lösung und reichern sich dort immer mehr an, bis eine bestimmte Konzentration an Gallium, Indium und anderen Substanzen erreicht ist. Anschließend können aus der Lösung einzelne reine Metallverbindungen ausgefällt werden, wie zum Beispiel Indiumhydroxid. Inzwischen bekommt die Firma Unterstützung aus der Politik und hat einen industriellen Partner gefunden. Mit der Reiling Unternehmensgruppe will sie das Recycling im großen Stil aufbauen.

Während im Dünnschichtbereich inzwischen etliche Anbieter serietaugliche

Recyclinglösungen präsentieren, ist beim Silicium Sunicon allein auf weiter Flur. Eine Erklärung: Das Aufbereiten kristalliner Siliciummodule ist schlicht aufwendiger. Sunicon benötigt zwei Prozessschritte: Zuerst werden Kunststoffe thermisch entfernt, Glas und Rahmen demontiert und sortenrein recycelt. In der zweiten Stufe gewinnt die Firma die Wafer zurück, indem sie die Beschichtungen abätzt. Da besonders die thermische Trennung der Kunststoffe viel Energie benötigt und die Modulbestandteile noch manuell separiert werden, arbeitet die Pilotanlage nicht wirtschaftlich.

Der nächste Schritt soll eine energieoptimierte, automatisierte Anlage sein, die Module wirtschaftlich recycelt, erklärt Sunicon. Das Unternehmen arbeitet seit sieben Jahren an seinem Verfahren. Startpunkt und Ort einer kommerziellen Wiederaufbereitung stehen nicht fest.

Sascha Rentzing □

Modulschredder. Nach der Trennung der Modulbestandteile zerkleinert First Solar das Glas.



Foto: First Solar Module Recycling Facility