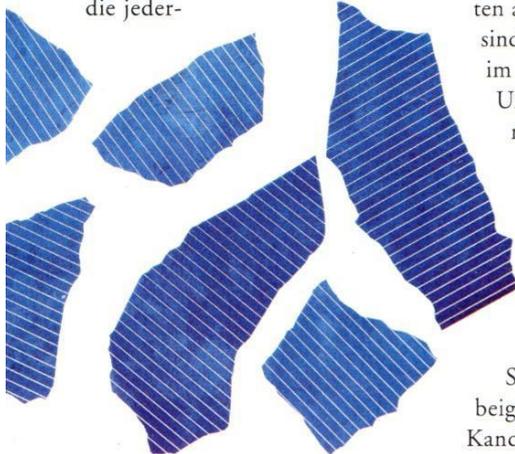


# Scherben bringen nicht nur Glück

Die Solarindustrie will dieses Jahr mit dem **Recycling ausgedienter Photovoltaikmodule** beginnen. Ihr freiwilliges Rücknahmesystem, PV-Cycle, feiert die Solarbranche schon als **großen Coup**. Doch eine Infrastruktur ist noch nicht vorhanden, die Umsetzung nicht geklärt.

Text: Jürgen Heup

Eines haben Photovoltaik und Atomkraft gemein. Beide erzeugen Strom. Doch das war's schon mit den Gemeinsamkeiten. Während Solarpaneele friedlich auf den Dächern schlummern und Sonnenstrahlen einfangen, stehen Kernkraftwerke bedrohlich in der Landschaft und produzieren hochgefährliche Strahlung und Müll in ihren Betonbäuchen. Diametral auseinander liegt auch das, was von den beiden Kraftwerksarten nach Außerdienststellung übrig bleibt. Auf der einen Seite radioaktive Meiler, deren Abbau und Entsorgung Heerscharen von Ingenieuren und Wissenschaftlern vor unlösbare Aufgaben stellt. Auf der anderen Seite Solarmodule, die jeder-



mann mit dem Schraubendreher einfach demontieren kann. Und dann ab in den Schrott.

Doch halt. Solarmodule, als Stromproduzent ökologisch, sind als Abfall nicht automatisch grün. Auch wenn die Siliziumfraktion unter den Solarherstellern nicht müde wird zu betonen, dass ihre Halbleiter ja im Grunde nichts anderes seien als Sand. Solarmodule setzen sich aus zahlrei-

chen weiteren Komponenten zusammen. Ein kristallines Standardmodul etwa besteht bezogen auf das Gewicht zu über 60 Prozent aus Glas. Die Kunststoffe für die Laminierschichten, die Rückseitenfolien, Kabel und Anschlussbox sowie das Aluminium für den Rahmen summieren sich auf über 30 Gewichtsprozent. Die eigentliche Siliziumzelle dagegen schlägt nur mit vier Prozent zu Buche.

Selbst die Zelle besteht nicht aus purem Silizium. Da wären die typisch silbrig schimmernden Kontakte, die sich wie ein hauchdünnes Gitter über die dunklen Solarzellen ziehen. Sie glänzen nicht nur so, sie sind tatsächlich aus Silber. Und enthalten außerdem Blei. Die Zellen wiederum sind untereinander verlötet. Auch hier ist im Standardmodul wieder Blei im Spiel. Und dann gibt es noch Strahlenfänger mit Halbleitern wie Cadmiumtellurid (CdTe). Eine kristalline Verbindung aus zwei Elementen, die umwelt- und gesundheitsschädlich sind, wenn sie freigesetzt werden. Oder Dünnschichtmodule auf Basis von Kupfer: Ihnen wird in verschiedenen chemischen Varianten Selen, Schwefel, Indium oder Gallium beigemischt. Darunter ebenfalls toxische Kandidaten. Und auch die so genannten CIGS-Module enthalten Priesen des giftigen Cadmiums.

## Solarmodule sind eine harte Nuss

Diese Schadstoffe gibt ein Solarmodul aber nicht so einfach preis: Die verschiedenen Elemente werden in der Produktion beim Abscheidungsprozess zu festen Schichten verbacken. Bei der Laminierung werden sie zudem verkapselt und mit den Trägermaterialien, seien es Glas, Metall oder Kunst-

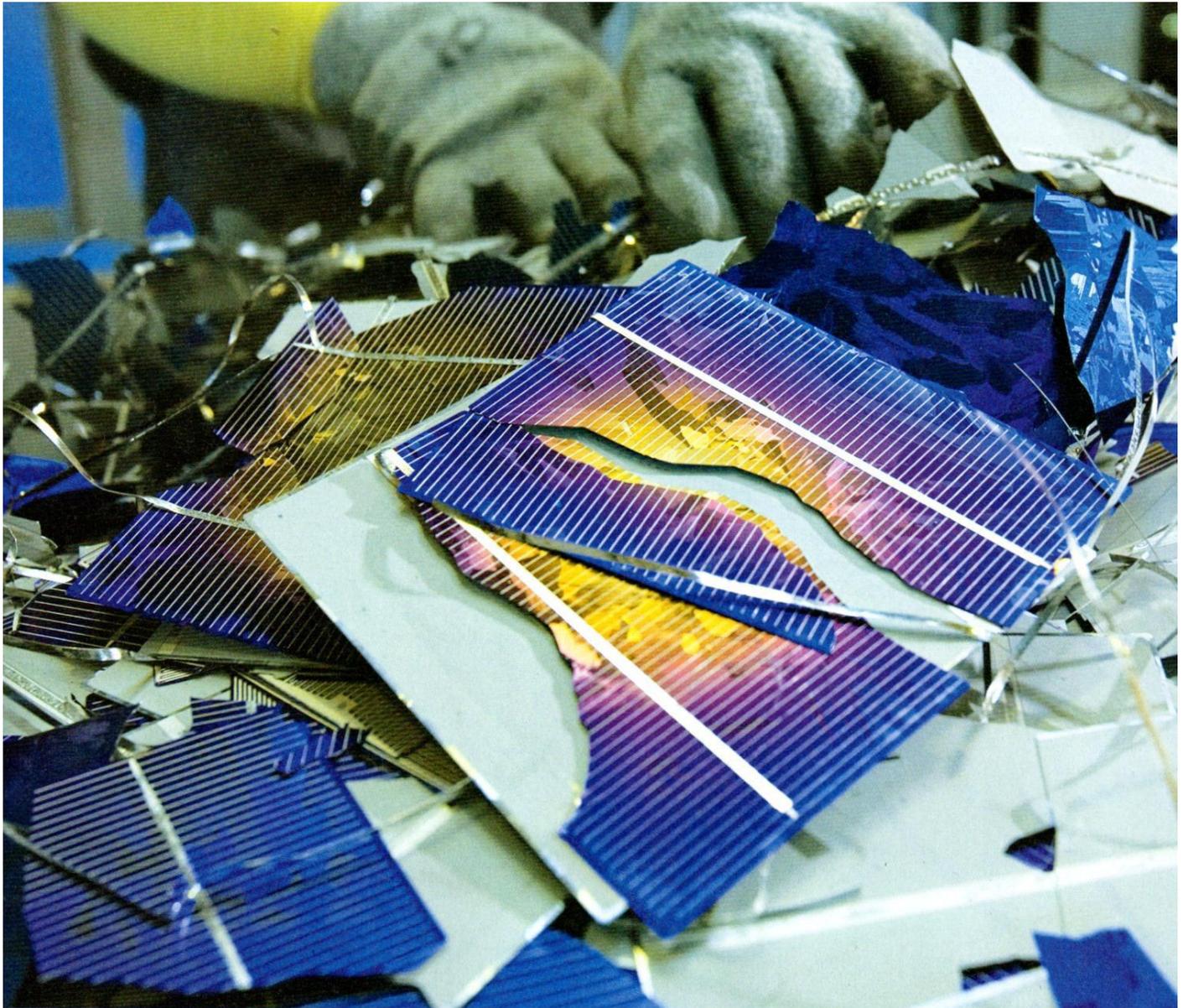
stoff, verbunden: Die Hülle sorgt für die Langlebigkeit der Solarmodule. Sie bewirkt aber auch, dass man die kleinen Solarkraftwerke nicht ohne weiteres in ihre Bestandteile zerlegen kann.

Solarmodule sind jedenfalls kein unbedenklicher Hausmüll. Vielmehr ähneln sie in ihrer komplexen Zusammensetzung Elektrogeräten wie etwa Flachbildschirmen. Die europäische Union hat bereits 2003 mit der WEEE-Richtlinie (Waste Electrical and Electronic Equipment, zu Deutsch: Entsorgen von Elektro- und Elektronik-Altgeräten). Die Elektronikindustrie dazu verdonnert, ihre Altgeräte nach Dienstzeitende zu sammeln und fachgerecht zu entsorgen. Fachgerecht heißt, die Elektroschrottberge zu einem bestimmten Teil zu recyceln.

Was das bedeutet, davon kann die Elektrogerätebranche ein Lied singen. So müssen Hersteller heutzutage eine Zulassung beantragen, wenn sie neue Waschmaschinen, Computer, Staubsauger, Handys oder Toaster auf dem Markt einführen wollen. Diese Zulassung erhalten sie nur, wenn sie sich entsprechend ihrer Warenmenge anteilig an der Entsorgung beteiligen und die Geräte keine bedenklichen Stoffe beinhalten. Ein Elektro-Altgeräte-Register, das die Hersteller im Auftrag des Gesetzgebers aufbauen mussten, koordiniert dieses Verfahren. Für so manchen Beteiligten ein bürokratisches Monstrum. Es regelt haarklein, welcher Container an welcher kommunalen Sammelstelle von welchem Hersteller zu entsorgen ist.

## It's a waste, to waste your waste

Die Solarbranche blieb bei der Erstellung der EU-Richtlinie 2003 noch außen vor. Zu gering waren ihre Produktionsmengen, zu verschieden ihre Technologien, als dass man die Photovoltaik (PV) pauschal der WEEE-Richtlinie zuordnen wollte. Und der Eu-



**Blaues Altglas:** Ein Mitarbeiter bei Solarworld im sächsischen Freiberg sortiert Zellbruch für die Rohstoffaufbereitung.

ropäische Photovoltaik Industrieverband Epia hatte zusammen mit dem Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) der EU rechtzeitig signalisiert, dass man ein freiwilliges Sammel- und Entsorgungssystem aufbauen werde. Zwei Fliegen mit einer Klappe will man so schlagen: Ein freiwilliges Recyclingssystem wäre ein Imagegewinn für eine ganze Industriebranche. Und unter vorgehaltener Hand fürchtet die Solarbranche sich vor den Kosten und der Bürokratie, die WEEE verursacht.

2007 gründeten Epia und BSW zusammen mit sechs Unternehmen PV Cycle. Ein Verein, der die freiwillige Rücknahme und das Recycling-Programm für Altmodule organisieren soll. Ein Verband, dem heute, drei Jahre später, schon 59 Firmen aus aller Welt beigetreten sind, Hersteller und Importeure von Photovoltaikmodulen in Europa. Der Verband vertritt derzeit 85 Prozent des europäischen Photovoltaikmarkts, verkündet Jan Clyncke, Geschäftsführer von PV-Cycle, auf der ersten internationalen Recycling-

Konferenz Ende Januar in Berlin: „Es freut mich sehr, einen Branchenverband führen zu dürfen, der sich mit derartiger Voraussicht und derartigem Engagement für das Ziel einsetzt, die Photovoltaikbranche doppelt grün zu machen.“

Auch technisch hat man die ersten Schritte unternommen, wie auf der PV-Cycle Konferenz einige Mitglieder aufzeigten: In Freiberg betreibt die Solarworld-Tochter Sunicon seit 2004 eine Pilotanlage zur Aufbereitung von Solarmodulen. „Das ▶

war die erste ihrer Art weltweit“, sagt Karsten Wambach, Chef von Sunicon. 200 Tonnen verarbeitet die Anlage im Jahr. Ein Modulberg, der einer Leistung von einem Megawatt entspricht. 2009 wurden in Freiberg die Altmodule aus dem belgischen Chevetogne recycelt. Ein Solarpark aus den frühen 80er Jahren, eines der ersten großen Solarstromkraftwerke, die deinstalliert wurden. Die Module wurden nicht geschreddert, sondern so zerlegt, dass die Wafer unversehrt blieben. „Wiederverwertete Wafer verkürzen die Energierücklaufzeit um bis zu 30 Prozent“, so das positive Resümee von Wambach, der zugleich Präsident von PV Cycle ist. Damit ist die Zeit gemeint, die eine Solaranlage benötigt, um so viel Energie zu erzeugen, wie für ihre Herstellung benötigt wurde. Je nach verwendeter Technologie und Standort variiert die Rücklaufzeit in Europa zwischen acht Monaten und bis zu fünf Jahren.

Auch First Solar, ebenfalls Mitglied bei PV Cycle, kann praktische Erfahrung vorweisen. Der amerikanische Hersteller hat auf eigene Kappe mit der Wiederverwertung begonnen, recycelt derzeit hauptsächlich Bruch- und Ausschussware. First Solar verbindet ein besonderes Interesse mit einem reibungslosen Entsorgungssystem. Als ein Hersteller von CdTe-Modulen fürchtet man eine Gängelung durch Elektroschrottrichtlinien wie WEEE besonders. Würden ihre Module unkontrolliert auf Deponien landen, bestünde die Gefahr, dass die EU gar mit einem Verbot für den Einsatz von Cadmiumtellurid reagieren könnte. Bei vielen Elektrogeräten ist dies bereits der Fall. Ein vorbildliches Recycling nimmt da viel Wind aus den Segeln.

Entsprechend perfekt wirkt das Konzept, das Lisa Krueger von First Solar vorstellt: Bilder vom Werk mit Schredder und Sortieranlagen, ausgerüstet mit speziellen Filtersystemen, um die Stäube aufzufangen. „Wir können 95 Prozent der Halbleiter wiedergewinnen und 90 Prozent des Glases verwenden. Die Recyclingkosten werden zu 100 Prozent durch den Verkauf abgedeckt, weil wir bereits einen Teil des Verkaufserlö-

ses in einen zweckgebundenen unabhängigen Fonds legen.“ Dadurch stelle man sicher, dass das Recycling von CdTe-Modulen selbst im Falle der Insolvenz von First Solar gewährleistet werde. Jedes Modul trage eine Adresse und Anschrift, erklärt Lisa Krueger. Per E-Mail oder Telefon brauche man sich nur zu melden, und schon werde jedes Modul abgeholt und recycelt. „Für den Kunden ist das kostenlos“, erklärt die Vize-Präsidentin der Abteilung „Nachhaltige Entwicklung“. Mit welchen Kosten First Solar rechnet, wie viel die Firma vom Verkaufserlös zurücklegt, das verrät Krueger nicht.

### Wann haben Module ausgedient?

Aber sowohl Sunicon wie auch First Solar verarbeiten derzeit noch homöopathische Mengen, verglichen mit dem, was in einigen Jahren einmal auf die Solarbranche zurollen wird. Jan Clyncke: „2010 rechnen wir in ganz Europa mit 5000 Tonnen.“ Ab 2015 werde die erste große Welle ausgedienter Module auflaufen. 2020, so schätzt Clyncke, könnten es dann bereits 35 000 Tonnen jährlich sein.

Mengen, die Fluch und Segen zugleich sind. Um die Recyclingkosten für 2010 zu decken, rechne man mit 24 Cent pro Kilogramm, also etwa fünf Euro pro Modul. Rentabel arbeite eine Recyclinganlage erst ab 20 000 Tonnen im Jahr, schließt Karsten Wambach aus den Erfahrungen mit der Pilotanlage. Das entspricht dem Rücklauf einer installierten PV-Leistung von 200 Megawatt oder mehr als einer Million Module.

Der PV-Recycler in spe kann sich aber schon mal auf ein Geschäft mit vielen Unbekannten einstellen. Denn wer weiß schon wirklich, wie lange die noch junge Photovoltaiktechnologie überhaupt Strom produzieren kann? 20 Jahre, oder doch 30, wie viele Hersteller prognostizieren? Oder toppen Solarstromanlagen am Ende gar die Laufzeit von Atomkraftwerken und halten 40 Jahre durch? Eine weitere Frage in diesem Kontext: Wann entschließt sich ein Betreiber, seine Paneele zu entsorgen? Das Beispiel Chevetogne verdeutlicht, dass Außerbetriebsetzung und Abbau zeitlich weit auseinander liegen können. „Dieser alte belgische Solarpark war bereits fünf Jahre vom Netz, als man sich entschloss, die Module zu recyceln“, sagt Wambach.



Und es lauern weitere Unbekannte. In welchem Zustand werden die Paneele geliefert? Unversehrt, so wie es sich die Recycler wünschen, damit sie die verschiedenen Technologien CIGS, CdTe und kristallin vorsortieren können. Oder als kunterbunter Scherbenhaufen. Dann müsse man sich schon mal darauf einrichten, dass das Recyceln doppelt schwierig werde und das Endprodukt geringere Qualität habe, so Wambachs Erfahrung mit der Pilotanlage in Freiberg.

Und was, wenn der Verbraucher seine Solarmodule fälschlich im Glascontainer entsorgt? Dann landen sie zum Beispiel im Schredder bei Reiling Glas Recycling. In deren Werk im sächsischen Torgau findet man heute zwischen Autoglas und Fensterscheiben schon die ein oder andere Solarpaneele: „Mengenmäßig sind wir bereits am Anschlag“, wertet Roland Pohl, Abteilungsleiter bei Reiling, den Anteil an Paneelen, der gerade noch akzeptiert werden könne. Die Chargen mit Solarmodulen würden aufgrund der Zusammensetzung chemische Probleme bereiten und zu geringerer Qualität führen. „Glas, das sich dann kaum noch vermarkten lässt“, warnt Pohl. Und dabei habe man es bisher bloß mit kristallinen Modulen zu tun: „Was, wenn auch die Cadmium- und Kupferbasierten bei uns im Brecher landen?“

Mündere Qualität der Recycling-Produkte könnte zu einem ziemlichen Hoffnungs-dämpfer für PV Cycle werden. Vom ökonomischen Nutzen durch Recycling hat schon so manch einer Luftschlösser gezeichnet. Etwa wenn es um die Möglichkeit geht, Rohstoffkosten zu sparen. Und was tun, wenn, wie beim Silizium geschehen, die Rohstoffpreise in den Keller rauschen? Oder wenn der Energieeinsatz zur Stofftrennung so hoch ist, dass gar die ökologische Bilanz in Schieflage gerät? Man müsse sich noch klar werden, bis zu welchem Grad sich Recycling überhaupt lohnt, räumt Karsten Wambach ein. Sonst werde man das zweite Grün am Ende zu teuer bezahlen. ◀