

Foto: PC CYC/F

Solarzellenrecycling

Neues Leben für alte Module

Solarpaneele sind als Abfall alles andere als grün, daher muss die Branche sie recyceln. Die Verfahren sind praxistauglich. Wir stellen die wichtigsten vor.

Wohin mit ausgedienten Modulen? Früher oder später müssen sich die Betreiber von Solaranlagen über die Entsorgung ausgedienter Paneele Gedanken machen. So viel steht fest: Harmloser Hausmüll sind die schillernenden Öko-Stromerzeuger nicht, denn sie setzen sich aus vielen giftigen Komponenten zusammen. Eine Siliziumkachel

besteht zu 60 Prozent aus Glas; 30 Prozent machen Kunststoffe für Laminare, 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 Silizium. Dünnschichtmodule sind

nicht unbedenklicher: Einige bestehen aus Cadmiumtellurid (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 beigemischt sowie hochgiftiges Cadmiumsulfid, das die Absorberschicht schützt.

Demnach ähneln Module in ihrer Zusammensetzung anderen Elektrogeräten, etwa Flachbildschirmen. Die Europäische Union hat deshalb gehandelt und die Solarhersteller verpflichtet, gebrauchte Module kostenfrei zurückzunehmen und zu recyceln. Die wesentlichen Regeln für das Recycling von Photovoltaikprodukten legt seit 2012 die europäische Elektronikschrottrichtlinie WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) fest. Damit die Rücknahme funktioniert, auch wenn Hersteller vom Markt verschwinden, müssen die Modulproduzenten entsprechend ihren verkauften Modulmengen bei der Stiftung Elektro-Altgeräte-Register (EAR) eine insolvenz sichere Garantie hinterlegen. Aufkommen müssen allerdings die Betreiber für die Kosten der Demontage und des Transports der Paneele zu den kommunalen Sammelhöfen.

Eine Alternative dazu bietet die Entsorgung über kollektive Rücknahmesysteme

Module: Vorsicht bei der Demontage

Um das Abholen und Recyceln ausgedienter Solarmodule müssen sich die Hersteller oder von ihnen beauftragte Firmen kümmern. Für die Demontage der Module sind jedoch die Besitzer zuständig. Der Abbau 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 weitergeknickt oder zerschlagen werden. Damit die eingebet-

teten Zellen nicht brechen, sind die Module plan zu stapeln, Dosen und Rahmen sollten nicht entfernt werden.

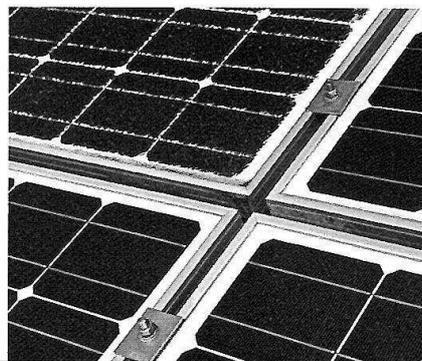


Foto: Jkeremar/Stock/Thinistock

wie PV Cycle. Das im Jahr 2007 von Solarfirmen gegründete Unternehmen hat nach eigenen Angaben europaweit mittlerweile mehr als 100 Sammelstellen für Module seiner Mitgliedsunternehmen aufgebaut und bietet an, die ausgedienten Lichtsammler direkt beim Kunden abzuholen. Wo sich die nächste PV-Cycle-

Sammelstelle befindet, lässt sich leicht über die Internetseite www.pvcycle.de herausfinden. Von den Sammelstellen werden die Altmodule zu speziellen Recyclingstationen transportiert. Dort werden sie zunächst vom Aluminiumrahmen, den Kabeln und der Elektronik getrennt, die unmittelbar recycelt wer- ▶



Foto: Loser Chemie GmbH

Solarschnipsel: Solarmodule werden beim Recycling zunächst geschreddert, ehe der Halbleiter mithilfe von Lösungen vom Restmaterial gelöst wird.

den können, und anschließend zerkleinert. Danach wird der Halbleiter von den anderen Materialien wie Glas getrennt. Bei Siliziumzellen werden hierfür thermische Verfahren verwendet. Bei mehreren Hundert Grad Celsius verbrennt der Kunststoff, gleichzeitig wird das Silizium vom Glas getrennt. Dieses kann nun weiterrecycelt werden, während der Halbleiter weiter chemisch „gereinigt“ wird, um in neuen Zellen verwendet werden zu können.

Derzeit liegt die durchschnittliche Recyclingquote für Siliziummodule, also der Anteil der bei der Entsorgung tatsächlich aus dem Abfall recycelten Werk- und Wertstoffe, nach Angaben von PV Cycle bei 90 Prozent. PV Cycle selbst hingegen erreiche dank eines optimierten Verfahrens bereits eine Quote von 96 Prozent, sagt die bei dem Unternehmen für Betrieb und Entsorgung zuständige Expertin Olmina Della Monica. Das neue Verfahren ermöglicht die Aufbereitung der Siliziumplättchen in einer wirtschaftlichen und umweltschonenden Weise und wird derzeit bereits von einem der Recyclingpartner eingesetzt.

Damit hat die Solarbranche wichtige technische Vorkehrungen getroffen, be-

vor die große Modulwelle kommt. Allmählich laufen die ersten großen Mengen ausgedienter Module auf, ab 2020 könnten nach Expertenschätzung bereits 35.000 Tonnen jährlich anfallen. Das entspricht einem Rücklauf von 350 Megawatt Photovoltaikleistung oder fast

zwei Millionen Modulen. Auch die nötige Recyclerinfrastruktur ist offensichtlich mittlerweile vorhanden. Inzwischen hat sich PV Cycle in Europa

ein ganzes Netzwerk an Spezialfirmen aufgebaut. Dazu zählen Flachglasrecycler, Batterieentsorger und Abfallwasserentsorger in Deutschland, Belgien, der Tschechischen Republik, Griechenland, Italien und Spanien.

Doch was auf den ersten Blick nach einem großen Erfolg des Solarrecycling-systems aussieht, hat auch einen Haken. Denn die Module werden in der Regel nicht an einem Standort bearbeitet, sondern von Spezialist zu Spezialist transportiert, ehe sie komplett recycelt und in ihre Bestandteile zerlegt sind. Das kann lange Transportwege und hohe Kosten nach sich ziehen und wirkt sich nicht gerade positiv auf die Öko-Bilanz des Produkts aus. Daher ist es ein Ansatz von Modulherstellern, das Recycling kom-

Experten erwarten eine regelrechte Schwemme an Altmodulen



plett selbst an einem Standort zu übernehmen. Das bekannteste Beispiel liefert die US-amerikanische Firma First Solar, die in Frankfurt an der Oder eine Recyclinganlage für Dünnschichtmodule auf der Basis von Cadmiumtellurid betreibt. Das Prozedere: Besitzer von First-Solar-Anlagen informieren das Unternehmen, wenn ihre Module nicht mehr funktionieren. First Solar kümmert sich daraufhin kostenlos um den Abtransport und das Recycling. Laut dem Unternehmen können bis zu 95 Prozent des schwermetallhaltigen Halbleitermaterials in einem geschlossenen Recyclingprozess zurückgewonnen und zu neuen Solarmodulen verarbeitet werden. Das Glas kann zu 90 Prozent wiederverwertet werden. Das Programm wird über einen Beitrag finanziert, der bereits im Verkaufspreis der Module enthalten ist und auf ein zweckspezifisches Anlagekonto fließt.

Vom Recycling seiner Module profitiert First Solar jedoch auch selbst, denn ohne Recycling drohen dem Unternehmen massive Probleme bei der Beschaffung der knappen Absorber, vor allem des Indiums. Der Weltvorrat an seltenen Metallen wie Indium und Tellur geht langsam zur Neige, da neben der Solarindustrie auch die Halbleiter- und die Elektrobranche wachsende Mengen benötigen.



Im Labor: Spezielle Chemikalien helfen bei der Wiedergewinnung des Halbleiters.

Foto: Loser Chemie GmbH

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 Metallanbieter 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.

Daneben arbeiten Spezialfirmen an der weiteren Verbesserung der Recyclingverfahren. Die Firma Loser Chemie etwa hat nach eigenen Angaben ein einmaliges Verfahren zum Recycling von Produktionsabfällen und

kompletten Altmodulen gefunden. Ihr optophysikalisches Verfahren erlaubt es, alle Arten von Dünnschichtmodulen vollständig in ihre Bestandteile zu zerlegen und komplett zu recyceln. Dabei transportiert ein Laserstrahl punktuell Energie in die Halbleiterschicht zwischen Front- und Rückglas des Moduls. Es entsteht eine Sollbruchstelle, an der sich mittels Vakuumsaugern das Front- und Rückglas zerstörungsfrei voneinander trennen lassen. Anschließend können die Metalle und Metallverbindungen durch die biologisch abbaubare Methylsulfonsäure vollständig von den Gläsern abgewaschen und so die Metalle Cadmium, Selen, Tellur, Gallium, Molybdän und Indium separiert werden.

Während im Dünnschichtbereich inzwischen etliche Anbieter serientaugliche Recyclinglösungen aus einer Hand und unter einem Dach präsentieren, ist das beim Silizium bisher nicht der Fall. Eine Erklärung: Das Aufbereiten kristalliner Siliziummodule ist schlicht komplexer und aufwendiger.

Firmen suchen nach optimalen Recyclinglösungen

Die einstige Solarworld-Tochter Sunicon hatte dies vor einigen Jahren noch vor,

doch ist das Vorhaben aufgrund der hohen Kosten im Pilotstadium eingestellt worden. Dennoch geht der Solarkonzern beim Recycling seiner Module einen eigenen Weg. Er beteiligt sich nicht an PV Cycle, sondern hat mit den für PV Cycle arbeitenden Recyclingunternehmen direkt Verträge abgeschlossen.

□