

# IN KREISLÄUFEN DENKEN UND GEWINNEN

## WERTSTOFF-RECYCLING BEI PV-MODULEN UND HEIZUNGSPUMPEN



Quelle: Enviroprotect Kühl- und Elektrogeräte-Recycling GmbH; Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Bild 1: Blick in einen Container: entsorgte Photovoltaikmodule als Wertstoff

Der globale Rohstoffkonsum übertrifft die natürliche Regenerationsfähigkeit der Erde und wächst weiter an. Auf Dauer wird dies zu weitreichenden ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Problemen führen. Bereits jetzt sind die Auswirkungen enorm: die Abbaugelände hinterlassen zerstörte Ökosysteme, die Arbeitsbedingungen vor Ort sind häufig problematisch und die nachfragegetriebene Rohstoffknappheit treibt die Handelspreise in neue Höhen. Daher sollten heutige und künftige Generationen bewusst Ressourcen schonen und nachhaltig nutzen – nur so erhalten wir unsere Lebensgrundlagen.

Ein Ansatz besteht darin, die bereits vorhandenen und verarbeiteten Wertstoffe lange zu nutzen und in Kreisläufen zu führen, sodass sie wiederverwendet werden können. Die Transformation von einer linearen – „take, make, waste“ – zu einer zirkulären Wirtschaft ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe und bietet große Chancen. Ökologische Ziele für den Klima- und Naturschutz können ebenso verfolgt werden wie ökonomische Ziele, beispielsweise eine Verringerung der

Rohstoffabhängigkeiten. Es entstehen neue Geschäftsmodelle, welche Unternehmen nutzen können, um die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

In einer umfassenden Kreislaufwirtschaft – auch „Circular Economy“ genannt – hat die Digitalisierung eine besondere Bedeutung, weil für die (Rück-)Verfolgbarkeit eines Produktes über dessen gesamten Lebenszyklus oftmals vernetzbare Tools benötigt werden. Wahrheitgemäße Angaben und Transparenz an dieser Stelle sind nicht nur von technischer Relevanz für Herstellungs- und Recyclingprozesse, sondern können auch zu einem Imagegewinn für Unternehmen führen – sowohl extern aus Sicht der Kund:innen als auch intern aus Sicht der Mitarbeitenden, die sich stärker mit dem Unternehmen identifizieren können.

Produkte und Wertstoffe können nur in dem Maße in Kreisläufen geführt werden, wie es das Produktdesign erlaubt. Ein modularer Aufbau und die Nutzung von recyclebaren Materialien erleichtern den Wiederaufbereitungsprozess. Zur Kreislaufschließung ist das Produktrückführungssystem – die Rückwärtslogistik

– essentiell. Hier können Verbraucher:innen unterstützen, indem sie das Produkt an dessen Lebensende entsprechend entsorgen oder es dort wieder abgeben können, wo sie es gekauft haben. Zuvor kann die Produktnutzungsdauer beispielsweise durch Reparatur, Verleih und Weiterverkauf verlängert werden.

Neben technischen Lösungen gibt es bei Kreislaufsystemen die sozioökonomische Herausforderung, dass für alle beteiligten Personen und Unternehmen Win-win-Situationen entstehen sollten. Diesbezüglich sind innovative Konzepte zu entwerfen und umzusetzen. Positive Erfolgsaussichten und niedrige Hemmschwellen erleichtern die Umstellung von bisherigen Systemen und Gewohnheiten.

Im Folgenden zeigen zwei Beispiele, wie Kreislaufwirtschaft in der Praxis gelingen kann. Die Projekte wurden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert.

### Erfolgversprechendes Recyclingkonzept für Photovoltaik-Module

Der Anteil der Erneuerbaren Energien im Energiemix hat sich in den letzten Jahren insbesondere durch die Photovoltaik (PV) erhöht – PV-Anlagen gehören inzwischen zum Landschafts- und Stadtbild. Dadurch ist die Anzahl der PV-Module stark angestiegen. Allein in Europa beträgt die Masse der installierten PV-Module derzeit etwa 8,1 Millionen Tonnen. Was passiert mit den zahlreichen PV-Modulen, wenn diese aufgrund von Alterung oder Defekten ausgedient haben? Wie kann dieses zukünftige Abfallaufkommen bewältigt werden? Genau: durch ein geeignetes, wirtschaftliches Recyclingverfahren.

Eine rein wirtschaftliche Lösung zum Recycling von PV-Modulen existiert in Deutschland und Europa zurzeit nicht. Standardrecyclingprozesse beschränken sich auf die gut erreichbaren Komponenten, also den Rahmen aus Aluminium, das Deckglas und Teile der Anschlussdose mitsamt Verkabelung. Es gibt bislang kein kommerzielles Aufbereitungsverfahren, mit welchem kristalline Siliziummodule



Quelle: Westfälische Hochschule Gelsenkirchen; Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Bild 2: Erprobung der zirkulären Wertschöpfungskette von Heizungspumpen

und Dünnschichtmodule gleichzeitig in einer Prozesslinie verwertet werden können. Dabei würde die Rückgewinnung von beispielsweise Silber und Kupfer die Umwelt beträchtlich entlasten, denn die energieintensive Gewinnung dieser Rohstoffe aus Erzen würde damit größtenteils vermieden.

Ziel des Projektes der Firma Enviproduct Kühl- und Elektrogeräterecycling und dem Institut für Energie- und Umwelttechnik war daher die Entwicklung eines industrietauglichen Verfahrens für die gemeinsame Aufarbeitung von gemischt anfallenden PV-Modulen. Dazu gehörte neben der sortenreinen stofflichen Aufteilung in die Bestandteile Aluminium, Glas, Kunststoff, Nichteisenmetalle und Silizium insbesondere die Erarbeitung eines chemischen Recyclingkonzepts, um auch Metalle wie Silber und Kupfer und Halbleiter wie Gallium und Indium als Konzentrate wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückzubringen. Schadstoffe wie Cadmium und Tellur waren dabei abzutrennen.

Innerhalb von knapp zwei Jahren wurde ein auf mechanischen Verfahren basierendes Konzept erstellt. Dieses hat sich als technisch machbar erwiesen und kann



Quelle: WILLO SE; Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Bild 3: Nach der Demontage einer alten Heizungspumpe

sehr profitabel sein – die Marktpreise für Aluminium und Silber sind bereits jetzt sehr hoch. Aktuell wird ein Vertragsabschluss mit einem Recyclinganlagenhersteller angestrebt.

### Erfolgreiches Pilotprojekt zum Recycling von Heizungspumpen

Heizungspumpen sind fast in jedem Haushalt zu finden. Rund eine Million werden jährlich in Deutschland installiert. Doch was geschieht mit den ausrangierten Pumpen?

Momentan werden sie nach dem Ausbau dem Stahl- bzw. Elektrorecycling zugeführt. Dadurch sind die Seltene-Erden-Magnete, welche zur Steigerung der Energieeffizienz in den Rotoren moderner Heizungspumpen enthalten sind, für immer verloren. Dabei könnten diese weiterverwendet werden, denn sie verlieren ihre magnetische Kraft nicht. Seltene Erden zählen momentan zu den begehrtesten Rohstoffen der Welt und werden mit hohen Belastungen für die Umwelt abgebaut.

Das über zwei Jahre geförderte Projekt „HeizKreis“ verfolgte das Ziel, Heizungspumpen einem geschlossenen Kreislaufwirtschaftssystem zuzuführen. Hierbei sollte der Kreislauf durch Rückholen und Wiederverwerten der Magnete und anderer Pumpenbauteile geschlossen werden. Koordiniert und wissenschaftlich begleitet wurde das Projekt vom Zentrum für Recyclingtechnik der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen. Projektpartner waren ein Pumpenhersteller, ein Großhändler und zwei Firmen aus der Branche der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (SHK) sowie eine Agentur für Unternehmenskommunikation. Eine wesentliche Herausforderung bestand darin, ein attraktives Businessmodell und

eine Kommunikationsstrategie zu entwickeln und zu erproben – eine erfolgreiche Umsetzung der Rückwärtslogistik hängt letztendlich von einem starken Eigeninteresse aller Beteiligten ab.

Die Rückführung von Pumpen wurde in einer sechsmonatigen Pilotphase mit 185 Betrieben getestet. Diese wurden von den Vertriebsteams der Projektpartner über das Vorhaben aufgeklärt. Es nahmen sowohl Betriebe aus der SHK-Branche als auch Industrieunternehmen und Metallgroßhändler teil. Insgesamt wurden 3.264 Pumpen mit einem Gesamtgewicht von knapp 16 Tonnen gesammelt. Rückwärtslogistik kann also sehr gut funktionieren, wenn das Geschäftsmodell für alle Beteiligten stimmig ist und das Engagement dafür vorhanden ist. Sehr wichtig ist hierbei die Aufklärungsarbeit bezüglich der richtigen Entsorgung von Altpumpen.

Von den Altpumpen waren 5 Prozent mit recyclefähigen Seltene-Erden-Magneten bestückt. Von diesen wiederum waren nach Qualitätskontrolle 41 Prozent für eine direkte Wiederverwendung geeignet – das würde für mehr als 50 Neupumpen ausreichen. Eine Kreislaufschließung an dieser Stelle ist also möglich. Das Projekt soll nun deutschlandweit etabliert werden.

#### ZUM AUTOR:

► Dr. Manuel Dalsass  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU),  
Zentrum für Umweltkommunikation  
m.dalsass@dbu.de  
www.dbu.de



#### Mögliche Förderung für Ihr Projekt

An dieser Stelle berichten wir in loser Reihenfolge über von der DBU geförderte Projekte. Von ihr werden innovative, modellhafte Verfahren zum Schutz der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung der mittelständischen Wirtschaft gefördert. Eine Antragstellung ist jederzeit hier möglich:

► [www.dbu.de/foerderung](http://www.dbu.de/foerderung)

Wir freuen uns über Ihre Projektskizze!