



Kreislaufwirtschaft in der Solarbranche stärken

Alte Photovoltaik-Module für den Klima- und Ressourcenschutz nutzen

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Ziele.....	3
Stufe 0: Design von Photovoltaik-Modulen	4
» Ökodesign	4
» Verringerung und Vermeidung des Einsatzes von Schadstoffen	4
Stufe 1: Inverkehrbringung	5
» Stärkung des Vollzugs und konsequente Marktüberwachung	5
» Online-Marktplätze in die Pflicht nehmen	5
Stufe 2: Sammlung.....	6
» Information relevanter Stakeholder und der Öffentlichkeit	6
» Verbesserung der öffentlich-rechtlichen Sammelsysteme	7
» Verbesserung der Herstellerrücknahme für nach dem 24.10.2015 verkaufte B2B-Module	8
» Anreize zur Rücknahme für vor dem 24.10.2015 verkaufte B2B-Module.....	8
Stufe 3: Reparatur und Wiederverwendung.....	9
» Vorbereitung zur Wiederverwendung.....	9
» Illegale Exporte stoppen und Kreislaufwirtschaft auf internationaler Ebene stärken	10
Stufe 4: Recycling.....	11
» Recyclinganforderungen weiterentwickeln.....	11
Fazit.....	12
Hintergründe zur Erstellung des Weißbuchs und den beteiligten Partnern	13

Einleitung

Jedes Jahr werden große Mengen an Photovoltaik-Modulen installiert und damit die Energiewende weiter vorangebracht. Doch um die Klimakrise zu lösen und möglichst alle Umweltentlastungspotentiale zu heben, ist es wichtig, alle Faktoren entlang des Produktlebens zu berücksichtigen. Deshalb beleuchtet dieses Weißbuch die Herausforderungen, die im Zusammenhang mit Photovoltaik-Modulen und deren Entsorgung auftreten bzw. zu erwarten sind.

Bereits in den 90er Jahren wuchs die Zahl der installierten Photovoltaik-Module stetig und stieg Anfang der 2000er Jahre mit Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) in Deutschland sprunghaft an. Nach 20 bis 30 Jahren erreichen viele Photovoltaik-Module ihr Lebensende - zumindest unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Allein in Deutschland sollen laut Hochrechnungen im Jahr 2020 bis zu 51.600 Tonnen Altmodule von ihren ehemaligen Eigentümern entsorgt worden sein¹. In einigen anderen Prognosen wird bis zum Jahr 2030 gar von 1.000.000 Tonnen Altmodulen jährlich ausgegangen². Abhängig von der weiteren Ausgestaltung des EEGs könnten noch größere Mengen anfallen, etwa wenn Anlagen keine weitere finanzielle Förderung erhalten.

Derzeit bestehende Sammel- und Entsorgungssysteme für gebrauchte PV-Module sind noch nicht in der Lage, mit den zu erwartenden Mengen maximal klimaschonend und ressourceneffizient umzugehen. Eine angemessene Behandlung aller gebrauchten Module kann momentan nicht sichergestellt werden. Beispielsweise werden noch zu oft funktionierende Photovoltaik-Module bei der Demontage oder Sammlung beschädigt oder zerstört. Insgesamt sind die offiziell gemeldeten Mengen gesammelter Photovoltaik-Module gering und entsprechen nicht bisherigen Erwartungen. Nach Aussagen von Marktakteuren ist die Zahl (zum Teil illegal) exportierter Photovoltaik-Module hoch - verlässliche Statistiken fehlen jedoch. Um die vermeidbare Beschädigung oder Zerstörung funktionstauglicher Module, negative Auswirkungen auf die Umwelt und den Verlust wertvoller Ressourcen zu verhindern, ist es wichtig, dass jetzt gehandelt und Verbesserungen umgesetzt werden.

Ziele

Um der Klimakrise erfolgreich zu begegnen, muss der Weg in eine echte Kreislaufwirtschaft beschritten werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Umsetzung der Abfallhierarchie, wie sie in § 6 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) festgelegt ist, notwendig. Übertragen auf gebrauchte Photovoltaik-Module ergibt sich der folgende Ansatz:

- **Abfallvermeidung:** Photovoltaik-Module sind besonders langlebig und werden regelmäßig gewartet und mit Sorgfalt behandelt, um eine lange Produktlebensdauer zu gewährleisten. Solange die Module noch funktionieren, sind diese auch im Einsatz.
- **Vorbereitung zur Wiederverwendung:** Ausrangierte Photovoltaik-Module werden auf ihre Wiederverwendbarkeit geprüft und erhalten - sofern noch funktionsfähig oder reparierbar - ein "zweites Leben".
- **Recycling:** Wenn Module nicht mehr funktionieren und eine Reparatur mit vertretbarem Aufwand nicht möglich ist, werden mithilfe modernster Recyclingverfahren wertvolle Ressourcen zurückgewonnen und Schadstoffe ausgeschleust.

¹ UBA (2020): „Empfehlungen des UBA für die Weiterentwicklung der Behandlungsanforderungen nach ElektroG“ Kap.: 4.3 „AG 3 – Photovoltaikmodule“, S.115-116.

² Wagenhäuser, M. (2020): PV-Projekte nach Ende der Förderdauer in Deutschland und Frankreich – Weiterbetrieb, Rückbau und Recycling. Hintergrundpapier DFBEW S. 12.

Um die Ziele einer Kreislaufwirtschaft für die Solarbranche besser veranschaulichen und darstellen zu können, werden die Phasen des Lebenszyklus eines Photovoltaik-Moduls nachgezeichnet. Nach einer kurzen Beschreibung der Herausforderungen werden wirksame Lösungsansätze entlang der Stufen des Produktlebens vorgeschlagen.

Stufe 0: Design von Photovoltaik-Modulen

Herausforderungen

Um besonders langlebig zu sein, sind die Materialien von Photovoltaik-Modulen fest miteinander verbunden, was jedoch deren Recyclingfähigkeit erschwert. Photovoltaik-Module enthalten wertvolle Ressourcen, die jedoch nicht ohne weiteres zurückgewonnen werden können. Sie können auch schädliche Stoffe beinhalten, die in späteren Lebensphasen ein Umweltrisiko darstellen.

Chancen

» Ökodesign

Ebenso wie bei anderen Elektrogeräten sollten Photovoltaik-Module so designt sein, dass sie besonders gut repariert und recycelt werden können. Dabei ist es besonders hilfreich Recycler in den Designprozess mit einzubinden. Designanpassungen sollten sich jedoch nicht negativ auf die Haltbarkeit der Module auswirken. Da die Materialien in den Modulen fest verbunden sind und so verhindert wird, dass diese bereits nach kurzer Zeit zu Abfall werden, ist ein sehr ausgewogener Ansatz notwendig, der Haltbarkeit, Reparierbarkeit und Recyclingfähigkeit gleichermaßen berücksichtigt. Die Europäische Kommission ist dabei, einen Regelungsvorschlag für Photovoltaikmodule, Wechselrichter und Photovoltaik-Anlagen zu entwickeln, der Vorgaben zum Ökodesign und dem Energielabel umfassen wird. Ein Teil der Ökodesign-Anforderungen wird sich auf Haltbarkeit, Reparierbarkeit, Recyclingfähigkeit, Schadstoffe und die Verwendung recycelter Materialien in neuen Produkten beziehen. Eine weithin akzeptierte Ökodesign-Kennzeichnung, die all diese Punkte berücksichtigt, kann im Rahmen einer grünen öffentlichen Beschaffung, aber auch für den privaten Sektor eine wichtige Orientierung sein und Anreize für eine umweltfreundliche Kaufentscheidung schaffen.

» Verringerung und Vermeidung des Einsatzes von Schadstoffen

In der Vergangenheit gab es bereits Bestrebungen, bei der Produktion von Photovoltaik-Modulen auf Blei zu verzichten, da es durch unbedenkliche Materialien ersetzt werden kann. Diese Substitution wird durch die REACH-Priorisierung von Blei (Pb) und Bleioxid (PbO) beschleunigt werden, die letztendlich zu Restriktionen beim Stoffeinsatz führen wird. Da für bleihaltige Lote und Kontaktpasten technisch machbare und bewährte Alternativen zur Verfügung stehen, sollte zukünftig eine Substitution erfolgen. Auch sollte die Forschung zur Reduzierung des Einsatzes weiterer Schadstoffe in Photovoltaik-Modulen durch die Hersteller finanziert und vorangetrieben werden.

Stufe 1: Inverkehrbringung

Herausforderungen

Werden Photovoltaik-Module in Verkehr gebracht, muss eine verpflichtende Anmeldung der Hersteller bei der stiftung elektro-altgeräte register (stiftung ear) erfolgen. So wird eine sachgerechte und gegenfinanzierte Erfassung, Abholkoordination und Entsorgung gesammelter Altmodule sichergestellt. Im Rahmen der Erstellung dieses Weißbuches wurde von befragten Marktakteuren mehrfach darauf hingewiesen, dass Photovoltaik-Module ohne eine ordnungsgemäße Anmeldung bei der ear in Deutschland in Verkehr gebracht werden. Als besonders problematisch bei der illegalen Inverkehrbringung wurde die Rolle von Online-Marktplätzen eingeschätzt. Werden Module ohne eine ear-Registrierung in Verkehr gebracht, ist dies nicht nur aus Umweltsicht bedenklich, sondern benachteiligt darüber hinaus die Akteure, die sich an gesetzliche Vorschriften halten.

Chancen

» **Stärkung des Vollzugs und konsequente Marktüberwachung**

Um die illegale Inverkehrbringung und Importe einzudämmen ist eine Stärkung des Vollzugs und der Marktüberwachung nötig. Hinweise von anderen Marktteilnehmern zur Aufdeckung illegaler Modul-Importe durch nicht registrierte Hersteller sind zwar hilfreich, können jedoch keinesfalls eine aktive und konsequente Marktüberwachung ersetzen. Das Umweltbundesamt, Zoll- und Hafenbehörden müssen finanziell und personell so ausgestattet werden, dass sie ihren Aufgaben konsequent nachkommen können. Um die Marktüberwachung zu vereinfachen, könnte es zudem hilfreich sein, bei der Registrierung neuer Photovoltaik-Anlagen im Marktstammdatenregister (MaStR) der Bundesnetzagentur (BNetzA) die Angabe der über die stiftung ear erhaltenen Registrierungsnummer vorzuschreiben. Beim Verkauf von Photovoltaik-Anlagen sollte die Angabe der ear-Registrierungsnummer gegenüber dem Käufer verpflichtend sein.

» **Online-Marktplätze in die Pflicht nehmen**

Es reicht nicht aus, Online-Marktplätze zur Prüfung zu verpflichten, ob Hersteller ordnungsgemäß für die Entsorgung der verkauften Module registriert sind. Ermöglichen sie dennoch den Vertrieb nicht korrekt angemeldeter Elektrogeräte und Verpackungen, zahlt weiterhin niemand die Entsorgungsentgelte. Zudem sind die Pflichten der Vertreiber nicht von den Online-Marktplätzen überprüft werden, sodass auf den Plattformen agierende Händler weiterhin Rücknahme- und Informationspflichten ignorieren können. Kommen Hersteller, Importeure oder Vertreiber ihren gesetzlichen Pflichten nicht nach, sollten daher Online-Marktplätze die volle Verantwortung und entsprechende Verpflichtungen für die bei ihnen angebotenen Produkte übernehmen.

Stufe 2: Sammlung

Herausforderungen

Die Sammlung alter Photovoltaik-Module stellt die größte Herausforderung dar. Bislang sind die Sammelprozesse für gebrauchte und ausgediente Photovoltaik-Module verbesserungsbedürftig. Kritiker bezeichnen sie als intransparent, kompliziert und zu teuer. Auch ist der sachgerechte Umgang mit den Modulen nicht immer gewährleistet, wodurch deren (Vorbereitung zur) Wiederverwendung und Reparatur verhindert werden kann. Eine unsachgemäße Sammlung und illegale Entsorgung kann durch Ressourcenverluste und die mögliche Freisetzung von Schadstoffen negative Umweltauswirkungen nach sich ziehen.

Die Gesamtheit der derzeitigen Erfassungsprozesse führt zu unerwünschten Entsorgungsergebnissen und sollte daher verbessert werden. Einige Lösungsansätze sind allgemeiner Natur, während andere auf Haushalts- bzw. Business-to-Consumer-Beziehungen sowie auf Business-to-Business-Beziehungen abzielen.

Chancen

» Information relevanter Stakeholder und der Öffentlichkeit

Es wurde bei nahezu allen relevanten Akteuren ein Informationsdefizit hinsichtlich der Abläufe, Zuständigkeiten und Möglichkeiten der Sammlung, Wiederverwendung und Entsorgung gebrauchter Photovoltaik-Module festgestellt. Das Bundesumweltministerium, die Stiftung ear und die Kommunen sollten in der Breite deutlich mehr Informationen zur Verfügung stellen und gezielte Informationskampagnen zum Thema PV-Modul-Entsorgung starten. Dabei sollten insbesondere einschlägige Akteursverbände, wie der Verband kommunaler Unternehmen (VKU), Industrie- und Handelskammern, die Solarindustrie und kommunale Spitzenverbände einbezogen werden.

Herausforderungen – bei Modulen aus privaten Haushalten (B2C)

Wenn Menge und Art "typisch für einen Privathaushalt" (B2C) sind, können gebrauchte Module auf den Wertstoffhöfen der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (öRE) abgegeben werden, unabhängig davon, zu welchem Zeitpunkt sie in den Verkehr gebracht wurden. Diese Rücknahme und Entsorgung von B2C-Modulen wird teils über die Kommunen und teils über die Modulhersteller finanziert (geteilte Produktverantwortung). Die Qualität der Rücknahme von Altmodulen in den Kommunen ist sehr unterschiedlich. Einige Kommunen bieten sinnvolle und verbrauchergerechte Rücknahmemöglichkeiten an. Bei anderen wiederum ist die Rücknahme nicht verbraucherfreundlich ausgestaltet und es fehlt den Mitarbeiter*innen an Wissen über die richtige Handhabung und die Pflichten bei der Rücknahme von Modulen. Experteninterviews im Rahmen der Erstellung dieses Weißbuchs ergaben, dass die Rücknahme von Photovoltaik-Modulen bei einigen kommunalen Sammelstellen nur eingeschränkt oder überhaupt nicht umgesetzt wird.

In der LAGA-Mitteilung M31A haben sich die Bundesländer auf eine haushaltstypische Rückgabemenge von 20-50 Altmodulen geeinigt. Dies wird jedoch nicht in jeder Kommune umgesetzt. Außerdem entspricht sie nicht immer den realen Gegebenheiten, da auch bei privaten Anwendern durchaus größere Stückzahlen alter Photovoltaik-Module anfallen können. Solange es keine andere Rücknahmemöglichkeit gibt, wie z.B. eine freiwillige Abholung durch die Hersteller oder einen 1:1-Austausch durch Repowering mit neuen Modulen, führt die bisherige Sammelpraxis bei den Kommunen tendenziell dazu, dass private Besitzer größerer Photovoltaik-Anlagen nach alternativen und nicht immer umweltfreundlichen Entsorgungswegen suchen werden.

Chancen – bei Modulen aus privaten Haushalten (B2C)

» **Verbesserung der öffentlich-rechtlichen Sammelsysteme**

Die Sammelprozesse sollten in allen Kommunen einheitlich und verbraucherfreundlich ausgestaltet werden. Dazu gehört u.a. die Erhöhung der Anzahl der Sammelstellen, die Schulung der Mitarbeiter*innen vor Ort sowie die Bereitstellung von Informationen zu Rückgabemöglichkeiten on- wie offline. Über LAGA-Mitteilungen sollte ein bundesweit einheitlicher Standard festgelegt und anschließend auf Landesebene für alle Kommunen verbindlich gemacht werden. Um die Zerstörung noch funktionsfähiger Photovoltaik-Module zu verhindern, sind Mitarbeiterschulungen und Schutzerfordernungen (z.B. wiederverwendbare Befestigungsgurte und Netze bei Transport und Lagerung) sowie eine Anpassung der den Kommunen zur Verfügung stehenden Sammelbehälter erforderlich. Die Richtlinien über die als typisch für einen Privathaushalt anzusehenden Mengen müssen überarbeitet und eine Mindestrücknahme von 30 Modulen pro Person und Tag sollte im Elektroaltgerätegesetz verankert werden. Eigentümer*innen, die eine Entsorgungsmöglichkeit über die kommunalen Rücknahmemöglichkeiten hinaus nachfragen, müssen auf andere verfügbare Möglichkeiten hingewiesen werden.

Herausforderungen – bei Modulen aus nicht-privaten Haushalten (B2B)

Für nach dem 24.10.2015 in Verkehr gebrachte Photovoltaik-Module müssen Hersteller aufgrund der durch § 19 ElektroG festgelegten erweiterten Herstellerverantwortung zumutbare Möglichkeiten zur Rückgabe von Modulen aus nicht-privaten Haushalten und in größeren Mengen anbieten. Bisher ist aufgrund der Langlebigkeit von Solarmodulen die Menge, die über diesen Weg zur Entsorgung erfasst wurde, eher gering. Ebenso wie bei anderen Produktkategorien im Geltungsbereich des ElektroG, schneiden nicht alle Hersteller bei der Bereitstellung von Rückgabemöglichkeiten gut ab. Da die Rücknahme und das Recycling von Photovoltaik-Modulen unter den derzeitigen Bedingungen kostenintensiv sind, werden Erfassungs- und Entsorgungspflichten nicht immer so umgesetzt, wie dies im Sinne des Klima- und Umweltschutzes notwendig wäre. Vorbildliche Unternehmen, die gesetzliche Regelungen umsetzen, werden so gegenüber Akteuren benachteiligt, die tricksen und sich nicht an Recht und Ordnung halten.

Bei Modulen, die vor dem 24.10.2015 auf den Markt gebracht wurden, gibt es keine Vorgaben zur Rücknahme durch die Hersteller. Sofern nicht freiwillige Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung für die Rücknahme und das Recycling von Altmodulen bestehen, wie z.B. bei den in Deutschland und der EU verkauften CdTe-Dünnschicht-PV-Modulen, ergeben sich oft Schwierigkeiten, da alle Pflichten für eine ordnungsgemäße Entsorgung beim derzeitigen Besitzer liegen. Bei der Kalkulation und

dem Bau von Photovoltaik-Anlagen werden die Kosten für deren Entsorgung meist nicht im Preis berücksichtigt. Es besteht eher die Erwartungshaltung einer kostenlosen Entsorgung, die weder durch die öffentliche Sammlung für Privathaushalte, noch durch eine kostenpflichtige gewerbliche Sammlung erfüllt wird. Nicht wenige Modulbesitzer versuchen deshalb, die Solarpaneele möglichst kostengünstig loszuwerden, indem sie kreative Entsorgungswege wählen (z.B. die dauerhafte Lagerung in Scheunen, auf Dachböden oder einfach unter Solartischen; kleinere Installateure scheinen hier besonders problematisch zu sein) oder die Module ins Ausland verkaufen, wo diese ein Umweltrisiko darstellen können und der Letztbesitzer nicht mehr haftbar gemacht werden kann. Die Entsorgung der vor dem 24.10.2015 in Verkehr gebrachten Photovoltaik-Module stellt die größte Herausforderung im Hinblick auf die unmittelbare Zukunft dar, da es sich um die bald anfallenden größeren Masseströme handelt.

Chancen – bei Modulen aus nicht-privaten Haushalten (B2B)

» **Verbesserung der Herstellerrücknahme für nach dem 24.10.2015 verkaufte B2B-Module**

Die Schaffung zumutbarer Rückgabemöglichkeiten durch Modulhersteller sollte durch die zuständigen Behörden eingefordert und überprüft werden. Hersteller sollten dazu verpflichtet werden sich einem Rücknahmesystem anzuschließen oder ähnlich gute Rückgabemöglichkeiten mit ausreichend Sammelstellen zu schaffen. Für gewerbliche Anwender sollten Sammelpunkte mindestens in jedem zweistelligen Postleitzahlengebiet vorhanden sein. Um Rücknahmestrukturen für große kommerziell betriebene Photovoltaik-Anlagen auch im Falle eines Hersteller-Konkurses zu gewährleisten, müssen vom deutschen Gesetzgeber Verpflichtungen zur Hinterlegung finanzieller Garantien geschaffen werden. Die Rücknahmepflicht und die damit verbundenen Informationspflichten beim Repowering von Solaranlagen müssen durch die zuständigen Behörden durchgesetzt werden.

» **Anreize zur Rücknahme für vor dem 24.10.2015 verkaufte B2B-Module**

Die Behörden müssen mehr Kontrollen durchführen, um die Besitzer der sogenannten "historischen" Panels zur Rechenschaft zu ziehen. Anders als bei anderen Elektrogeräten kennt die Bundesnetzagentur den Standort und das Inbetriebnahmedatum fast jeder Photovoltaik-Anlage in Deutschland. Sogar die Stilllegung einer Anlage muss im Markstammdatenregister erfasst werden. Um einen weiteren Anreiz für die ordnungsgemäße Entsorgung durch den derzeitigen Besitzer zu schaffen, sollte zum Ende des Bezugs der Einspeisevergütung über das EEG und bei der Stilllegung der Anlage eine Information des Letztbesitzers erfolgen (per Brief oder Mail), in dem auf die Pflichten zur ordnungsgemäßen Weiterbehandlung und die möglichen Konsequenzen einer unsachgemäßen Entsorgung hingewiesen wird. Zum Zeitpunkt der Abmeldung sollte der Letztbesitzer verpflichtet werden, innerhalb der elektronischen Schnittstelle des MaStR den weiteren Verbleib der PV-Anlage, z.B. Verkauf oder Entsorgung, mitzuteilen und durch einen geeigneten Nachweis belegen. Neben der Durchsetzung der Pflichten der Eigentümer historischer Module zielt diese Maßnahmen darauf ab, eine bessere Datenbasis und Rückverfolgbarkeit des Verbleibs von Altmodulen zu schaffen.

Stufe 3: Reparatur und Wiederverwendung

Herausforderungen

Deutschland meldete in seinem WEEE-Reporting für das Jahr 2018 eine Sammlung von insgesamt 7.865 Tonnen Altmodulen³. Diese Menge liegt am unteren Ende früherer Prognosen. Dies kann mehrere Gründe haben: so können Photovoltaik-Module ihre erwartete Lebensdauer übertreffen, Sammelprozesse funktionieren nicht zuverlässig oder eine erhebliche Anzahl von Altmodulen wird exportiert und taucht deshalb in den gemeldeten Daten nicht mehr auf.

Da neuere Photovoltaik-Module deutlich bessere Wirkungsgrade aufweisen, kann der Austausch alter, noch funktionsfähiger Module wirtschaftlich sinnvoll sein, insbesondere wenn die EEG-Förderung ausläuft oder im Garantiefall eine ganze Anlage ausgetauscht wird. Daher besteht - theoretisch - ein hohes Wiederverwendungs- und Reparaturpotenzial bei gebrauchten Photovoltaik-Modulen. Dies spiegelt sich jedoch nicht in den Berichten des Statistischen Bundesamtes für 2018 wieder, wo mit nur 900 Tonnen gerade einmal 11,4 Prozent der gesammelten Module zur Vorbereitung zur Wiederverwendung⁴ registriert wurden. Dies kann allerdings auch damit zusammenhängen, dass Module, die als Gebrauchtmodule weiterverkauft werden, nicht den offiziellen Abfallstatus erreichen und daher nicht in der Berichterstattung auftauchen.

Abgesehen von Marktnischen, wie dem Austausch einzelner defekter Module in einer Großanlage, lohnt sich der Verkauf oder die Reparatur von gebrauchten Modulen für den deutschen Markt meist (noch) nicht. Marktteilnehmer verweisen auf einen hohen prozentualen Anteil exportierter Module und äußerten zudem den Verdacht des illegalen Exports. Erste Berichte⁵, wie beispielsweise von Interpol, sollten als Warnzeichen gewertet und ernst genommen werden. Zu den von Marktakteuren häufig genannten Zielregionen gehören Syrien, Libanon, Nordafrika, Pakistan oder Afghanistan. Dies sind Länder mit einer als unterentwickelt einzuschätzenden Entsorgungsinfrastruktur und -industrie. Während eine verlängerte Lebensdauer von Photovoltaik-Modulen für die Umwelt von Vorteil ist, gilt dies nicht für deren unsachgemäße Entsorgung. Diese birgt erhöhte Risiken durch die in Photovoltaik-Modulen enthaltenen Schadstoffe.

Chancen

» Vorbereitung zur Wiederverwendung

Gebrauchte Module weisen insgesamt eine besonders gute CO₂-Bilanz auf. Deshalb sollten Möglichkeiten zur Wiederverwendung gezielt gefördert werden. Um eine sachgerechte Demontage von Altmodulen zu gewährleisten, sollte ein Schulungs- und Zertifizierungsprozess für Handwerker entwickelt werden. Außerdem muss eine Sortierung der Module nach Typ und Funktionalität gewährleistet werden, z.B. in spezialisierten Reparaturbetrieben oder Erstbe-

³ BMU 2020: Daten zu Elektro- und Elektronikgeräten in Deutschland [2018] https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/elektrogeraete_daten_2018_bf.pdf

⁴ Eigene Berechnung nach Destatis 2020: Zur Erstbehandlung angenommene Elektro- und Elektronikaltgeräte 2018, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Tabellen/liste-erstbehandlung.html>

⁵ INTERPOL 2020: STRATEGIC ANALYSIS REPORT: Emerging criminal trends in the global plastic waste market since January 2018, S.34

handlungs- und Recyclinganlagen. Gebrauchte Photovoltaik-Modul sollten standardmäßig einer Funktionskontrolle unterzogen werden, damit keine funktionstauglichen Module zerstört werden, ganz egal ob sie für die Wiederverwendung in Deutschland oder für den Export bestimmt sind. Kommunen, Sammelsysteme, Hersteller und Vertreiber sollten verpflichtet werden mit Wiederverwendungsinitiativen zu kooperieren. Eine Möglichkeit der Wiederverwendung innerhalb Deutschlands könnte die Bereitstellung preiswerter gebrauchter Module für Universitäten, Schulen oder gemeinnützige Organisationen sein, die sich sonst keine Anschaffung leisten könnten. Um sicherzustellen, dass alle Daten für das deutsche WEEE-Reporting gesammelt werden, sollten die an die verantwortlichen Stellen gemeldeten Daten überprüft und verifiziert werden.

» **Illegale Exporte stoppen und Kreislaufwirtschaft auf internationaler Ebene stärken**

Grundsätzlich ist eine Ausfuhr von Elektroschrott ohne eine Notifizierung verboten, während die Ausfuhr noch funktionsfähiger Gebrauchtgeräte erlaubt ist. Allerdings führen die zuständigen Zoll- und Hafenbehörden zu wenige (unangemeldete) Kontrollen zur Überprüfung der Funktionstauglichkeit für den Export bestimmter Altgeräte durch.

Die Beweislast für den Nachweis der Funktionsfähigkeit der Geräte liegt beim Exporteur. Geeignete Unterlagen über die Funktionsfähigkeit der Geräte müssen vorgelegt und vom Zoll geprüft werden. Die technische Prüfung der Funktionsfähigkeit von Photovoltaik-Modulen ist vergleichsweise einfach zu bewerkstelligen. Um zu gewährleisten, dass exportierte Module noch sicher funktionieren, müssen standardisierte Prüfverfahren entwickelt und vorgeschrieben werden. Exporteure sollten einen Nachweis über eine solche erfolgreiche Prüfung erbringen müssen. Weiterhin muss die (statistische) Rückverfolgbarkeit von gebrauchten Modulen mit Hilfe geeigneter Identifikationsnummern und –kategorien in Abfall- oder Exportstatistiken ermöglicht werden.

Um negative Auswirkungen auf die Umwelt durch exportierte Altmodule zu vermeiden, muss der Aufbau von Sammel- und Recyclingstrukturen im Ausland unterstützt werden, z.B. im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit. Auch sollte Deutschland eine Vorreiterrolle bei globalen Abkommen zur Abfallverbringung übernehmen.

Stufe 4: Recycling

Herausforderungen

Für die als Abfall gesammelten Photovoltaik-Module werden die im Rahmen der WEEE-Richtlinie festgelegten Mindestzielvorgaben für die Verwertung (>85 Prozent Verwertung und >80 Prozent Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling) erfüllt. In den meisten Recyclinganlagen werden lediglich Glas und Metall (Aluminium, Kupfer) zurückgewonnen. Glas wird typischerweise downgecycelt. Die Verfahren zur verbesserten Rückgewinnung weiterer Materialien existieren (zumindest in der Forschung oder als Prototypen). Ohne ambitionierte gesetzliche Vorgaben und die Sicherheit eines verlässlichen Rückflusses zu entsorgender Altmodule sind notwendige Investitionen für einen neuen Technologieeinsatz in großem Maßstab schwierig umsetzbar. Nur wenn Recycler mit einem planbaren Mengenstrom nicht mehr funktionierender Module rechnen und ausreichend hohe Erlöse für die recycelten Materialien erzielt werden können, werden sich Investitionen in innovative Recyclingmethoden rechnen.

Chancen

» Recyclinganforderungen weiterentwickeln

Um das Recycling auf ein qualitativ hohes Niveau zu heben sowie Wettbewerbsbedingungen zwischen Recyclern anzugleichen, sollten technische Möglichkeiten und deren Umsetzung gesetzlich verpflichtend gemacht werden. Dies betrifft einerseits die möglichst vollständige Schadstoffentfrachtung, als auch die Rückgewinnung von Wertstoffen, wie z.B. Silizium, für die realistische und ambitionierte Recyclingquoten festgelegt werden sollten.

Im Rahmen der nächsten Novellierung der Behandlungsverordnung für Elektro- und Elektronik-Altgeräte (EAG-BehandV) sollten daher weitere Recyclinganforderungen hinsichtlich wertvoller und/oder kritischer Rohstoffe, wie Metalle und Silizium, festgelegt werden. Die Regelungen der Normenreihe EN 50625 (CENELEC-Normen) sollten bei der Entwicklung zukünftiger Recyclingstandards als Bezugspunkt dienen.

Die Rückgewinnung von Glas mit einem hohen Reinheitsgrad sollte mit dem Ziel eines möglichst hochwertigen Wiedereinsatzes angestrebt werden. Ein wichtiger Anreiz für den Einsatz zurückgewonnener Materialien in neuen Modulen kann durch die Festlegung von Kriterien im Rahmen einer umweltfreundlichen Beschaffung erzeugt werden. Vergleichbare am Markt befindliche Produkte mit Rezyklatgehalt sollten beim Einkauf durch öffentliche Institutionen bevorzugt werden. Langfristiges Ziel muss es sein, möglichst geschlossene Kreisläufe zu schaffen, so dass recyceltes Material wieder in neuen Modulen eingesetzt werden kann.

Fazit

Es besteht gerade jetzt die Chance, Photovoltaik-Module zu einem echten Bestandteil der Kreislaufwirtschaft zu machen und Deutschland zu einem Vorreiter bei der hochwertigen Sammlung, Reparatur, Wiederverwendung und dem Recycling von Solaranlagen zu machen. Dies würde die Energiewende weiter stärken, im Kampf gegen den Klimawandel helfen und Möglichkeiten für Innovationen, Investitionen und die Schaffung von Arbeitsplätzen bieten. Wenn die Chance verpasst wird, jetzt zu handeln, besteht eine große Wahrscheinlichkeit, dass Solarmodule zu einem problembehafteten Abfallstrom werden. Das wäre nicht nur kontraproduktiv, sondern auch unnötig.

Um dies zu verhindern, muss der Lebenszyklus von Photovoltaik-Modulen mitgedacht werden. Will man das Recycling von Photovoltaik-Modulen verbessern, brauchen Recycler einen Anreiz, um Mittel für Investitionen und ein hochwertiges Recycling bereitzustellen, z.B. durch Recyclingvorgaben und einen planbaren und gesicherten Materialstrom. Daher muss die Sammlung von End-of-Life-Modulen verbessert und sichergestellt werden. Will man die Reparatur und Wiederverwendung von Modulen fördern, muss ein sachgerechtes Handling und eine Funktionsprüfung selbstverständlich sein. Wenn rechtschaffene Hersteller nicht benachteiligt werden sollen, müssen "schwarze Schafe", die sich nicht an die Regeln halten, z.B. bei der Inverkehrbringung, aus dem Verkehr gezogen werden. **Alle Akteure müssen ihren Teil beitragen: Hersteller, Besitzer, Recycler und öffentliche Stellen.** Durch umfangreiche Literaturrecherche, Experteninterviews mit Stakeholdern und Umfragen unter betroffenen Akteursgruppen hat die DUH die dringendsten Herausforderungen und Chancen für die Stärkung der Kreislaufwirtschaft in der deutschen Solarbranche ermittelt:

Herausforderung 1: Kosten und Aufwand der Sammelprozesse sind für Besitzer gebrauchter Photovoltaik-Module oftmals nicht attraktiv, sodass alternative Entsorgungswege gesucht werden, wie beispielsweise der illegale Export, was zu negativen Umweltauswirkungen in den Zielländern führen kann

- öRE als Rücknahmestellen von Altmodulen aus privaten Haushalten zu einheitlichen Standards und der Rücknahme von mindestens 30 Modulen pro Kopf und Tag verpflichten
- Hersteller verpflichten, sich einem Rücknahmesystem anzuschließen oder ähnlich gute Rückgabemöglichkeiten mit ausreichend Sammelstellen zu schaffen
- Intensivierung der Marktüberwachung und Sanktionierung von Herstellern, die Photovoltaik-Module illegal und ohne Anmeldung der Stiftung ear in Verkehr bringen
- Eigentümer, die ihre Photovoltaik-Anlagen bei der Bundesnetzagentur als stillgelegt melden, werden auf ihre Entsorgungspflichten hingewiesen
- Illegale Exporte nicht funktionsfähiger Module müssen durch standardisierte Prüfungen, intensivierte Kontrollen und geeignete Identifikationsnummern verhindert werden

Herausforderung 2: Gebrauchte Module sind oft noch funktionsfähig, werden jedoch durch unsachgemäße Behandlung beschädigt und können nicht wiederverwendet werden

- Verpflichtende Mitarbeiterschulung, Einsatz geeigneter Sammelbehälter und Sicherungsmaßnahmen beim Transport (betrifft private als auch öffentliche Sammelstrukturen)
- Entwicklung eines speziellen Schulungs- und Zertifizierungsprozesses für Handwerker, die mit gebrauchten Modulen arbeiten
- Standardmäßige Funktionskontrollen und Sortierung nach Modultypen
- Akteure entlang des Sammelprozesses, wie Kommunen, Sammelsysteme, Hersteller und Vertrieber, sollten zur Kooperation mit Wiederverwendungsunternehmen und -initiativen verpflichtet werden

Herausforderung 3: Module sind schwierig zu recyceln, wertvolle Materialien gehen verloren oder werden downgecycelt, obwohl bessere technische Möglichkeiten vorhanden sind

- Öko-Designvorgaben sollten zur einer besseren Recyclingfähigkeit von Altmodulen führen
- Eine nutzerfreundliche und flächendeckende Sammlung führt zu höheren Rücklaufmengen und erhöht die Planungssicherheit für Investitionen durch Recycler
- Spezifische Recycling-Anforderungen, z. B. für Silizium und Glas, schaffen Anreize für den Einsatz der bestmöglichen Technologie

Hintergründe zur Erstellung des Weißbuchs und den beteiligten Partnern

Die Deutsche Umwelthilfe und Unternehmen der Solar- und Entsorgungsbranche verfolgen gemeinsam das Ziel für Photovoltaik-Module eine echte Kreislaufwirtschaft zu entwickeln. Die Akteure sind der Überzeugung, dass die weitere Nutzung und der Ausbau der Solarenergie der richtige Weg ist, erkennen aber auch die Notwendigkeit für Neuerungen, insbesondere weil das Ende des (ersten) Lebenszyklus vieler Photovoltaik-Module naht.

Aus diesem Grund haben sich die Studienersteller mit allen relevanten Akteuren ausgetauscht, um die wichtigsten Probleme und Lösungen in diesem Bereich zu identifizieren. Zur Eruierung von Ergebnissen wurde ein kombinierter Ansatz aus qualitativen und quantitativen Methoden angewandt. Es wurden Expert*innen und Fachleute befragt sowie Umfragen unter verschiedenen Stakeholder-Gruppen durchgeführt.

Experteninterviews

Neben einer allgemeinen Situationsbeurteilung wurden Expert*innen nach ihren Erkenntnissen und Meinungen zu allen Lebensphasen von Photovoltaik-Modulen befragt. Dazu gehörten u.a. Fragen zur Relevanz verschiedener Akteure, zum informellen Sektor, Wiederverwendungspotenzialen und zu den größten Herausforderungen. Unter anderem haben wir mit Vertreter*innen folgender Organisationen gesprochen:

- Bundesverband Solarwirtschaft – BSW
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit – BMU
- Verband kommunaler Unternehmen – VKU
- Umweltbundesamt – UBA
- stiftung elektro-altgeräte register (stiftung ear)

Umfragen unter verschiedenen Stakeholdern

Um einen umfassenden Überblick über die gesamte Solarbranche zu erhalten, haben wir Umfragen unter denjenigen Akteuren durchgeführt, die mit gebrauchten oder End-of-Life-Modulen zu tun haben. Mit einigen der Umfrageteilnehmer*innen wurden im Anschluss vertiefende Interviews geführt. Zu den befragten Gruppen gehören u.a.:

- Aufkäufer gebrauchter Module
- Sammelsysteme für Photovoltaik-Module
- Recycler
- Installateure und Reparaturdienstleister
- Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (öRE) in Regionen mit besonders hoher Dichte installierter Photovoltaik-Anlagen

Die Partner

 **Deutsche Umwelthilfe** Seit über 40 Jahren setzt sich die Deutsche Umwelthilfe für den Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen ein. Wie keine andere Organisation in Deutschland verbindet sie dabei den Schutz von Umwelt und Verbrauchern. Die Deutsche Umwelthilfe e.V. wurde 1975 gegründet. Sie ist politisch unabhängig, als gemeinnützig anerkannt, klageberechtigt und engagiert sich vor allem auf nationaler und europäischer Ebene. Die DUH engagiert sich seit vielen Jahren insbesondere im Bereich der Kreislaufwirtschaft.

 **First Solar** First Solar ist ein weltweit führender Hersteller von hocheffizienten Dünnschicht Photovoltaikmodulen. Seit 1999 setzen wir uns für eine nachhaltige Energiezukunft ein, die unsere Umwelt schützt und gleichzeitig Ressourcen schont. Unsere innovativen Herstellungsverfahren, sowie unser Lebenszyklusmanagement resultieren in der besten CO2-Bilanz, dem niedrigsten Wasserverbrauch sowie der schnellsten energetischen Amortisationszeit aller Photovoltaiktechnologien.

 **ROSI** ROSI Solar bietet innovative Lösungen für das Recycling und die Wiederaufwertung von Rohstoffen in der PV-Industrie an. Die Technologien ermöglichen die Rückgewinnung von hochreinem Silizium und anderen Metallen, die derzeit bei der Produktion von Photovoltaikzellen und am Ende der Lebensdauer von Solarmodulen verloren gehen.

 **take-e-way** Die take-e-way GmbH ist ein international agierender Compliance-Dienstleister und bietet vollumfängliche Lösungen zu allen Produktverantwortungsthemen der Hersteller und Vertreiber von Elektro- und Elektronikgeräten – auch PV-Modulen. Näheres unter: www.take-e-way.de.

 **VEOLIA** Die Veolia Gruppe ist der weltweite Maßstab für optimiertes Ressourcenmanagement. Mit fast 179 000 Beschäftigten auf allen fünf Kontinenten plant und implementiert die Veolia-Gruppe Lösungen für die Bereiche Wasser-, Abfall- und Energiemanagement im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung der Kommunen und der Wirtschaft. Mit ihren drei sich ergänzenden Tätigkeitsfeldern sorgt sie für einen verbesserten Zugang zu Ressourcen, deren Schutz und Erneuerung. www.veolia.de

Stand: 10.03.2021
Bildnachweis: mrganso auf Pixabay



Deutsche Umwelthilfe e.V.

Bundesgeschäftsstelle Radolfzell
Fritz-Reichle-Ring 4
78315 Radolfzell
Tel.: 077 32 9995-0

Bundesgeschäftsstelle Berlin
Hackescher Markt 4
Eingang: Neue Promenade 3
10178 Berlin
Tel.: 030 2400867-0

Ansprechpartner

Thomas Fischer
Leiter Kreislaufwirtschaft
Tel.: 030 2400867-43
E-Mail: fischer@duh.de

Laura Geßner
Projektmanagerin
Kreislaufwirtschaft
Tel.: 030 2400867-469
E-Mail: gessner@duh.de

 www.duh.de  info@duh.de  [umwelthilfe](https://twitter.com/umwelthilfe)  [umwelthilfe](https://facebook.com/umwelthilfe)

 Wir halten Sie auf dem Laufenden: www.duh.de/newsletter-abo

 Die Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH) ist als gemeinnützige Umwelt- und Verbraucherschutzorganisation anerkannt. Sie ist mit dem DZI-Spendensiegel ausgezeichnet. Testamentarische Zuwendungen sind von der Erbschafts- und Schenkungssteuer befreit.

Wir machen uns seit über 40 Jahren stark für den Klimaschutz und kämpfen für den Erhalt von Natur und Artenvielfalt. Bitte unterstützen Sie unsere Arbeit mit Ihrer Spende – damit Natur und Mensch eine Zukunft haben. Herzlichen Dank! www.duh.de/spenden