



Abschlussbericht
zum Forschungsprojekt

RESOLAR

**Entwicklung eines europaweiten
Rücknahmesystems für Solarmodule**

Gefördert durch die Deutsche Bundestiftung Umwelt (DBU)
Förderkennzeichen 27137 – 24/7

November 2010

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsprojekt wurde mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) unter dem Förderkennzeichen 27137 – 24/7 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren



André Pohl
Malte Dukat



Dr. Beate Kummer
Monika Nolden

Kontakt

Malte Dukat
Hellmann Process Management GmbH & Co. KG
Adolf-Köhne-Str. 11
49090 Osnabrück
Tel.: +49 (0) 541 / 6 05 - 63 77
Email: malte.dukat@de.hellmann.net

Dr. Beate Kummer
Kummer:Umweltkommunikation GmbH
Mülheimer Straße 7
53604 Bad Honnef
Tel.: +49 (0) 2224 / 90 11 480
Email: buero@beate-kummer.de

Ergebnisse und Diskussion

1. Im Rahmen des Forschungsvorhabens war es möglich, erste Einblicke in die Rücknahme, Logistik und in die Verwertung ausgedienter PV-Module zu bekommen.
2. Es liegen nun erste Erfahrungen vor, welche Mengen derzeit etwa über kommunal vorhandene Anfallstellen, über Glasaufbereiter, Müllverbrennungsanlagen, Recyclinganlagen und Deponien angenommen werden. Es zeigte sich, dass die Mengen aus privaten Anfallstellen nach Ablauf der Lebensdauer noch verschwindend gering sind, jedoch bereits heute erhebliche Mengen als Produktionsabfall direkt über die Glasaufbereiter bzw. andere Recyclinganlagen zurück kommen.
3. Es können zudem erste Einschätzungen darüber gemacht werden, inwiefern beim Inverkehrbringen und Entsorgen abfallrechtliche, stoffrechtliche und andere Vorschriften einzuhalten sind. Nachdem derzeit die PV-Module bei der Entsorgung nicht unter den Anwendungsbereich der WEEE fallen, sind beispielsweise lediglich allgemeine abfallrechtliche Regelungen anzuwenden. Jedoch sind die Getrennthaltung gefährlicher von ungefährlichen Bestandteilen einzuhalten, das Verwertungsgebot zu beachten und eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung anzustreben. Die Einstufung gemäß Abfallverzeichnisverordnung sollte möglichst einheitlich erfolgen, derzeit werden je nach Anfallstelle und Modulart ganz unterschiedliche Abfallschlüssel genutzt.
4. Die Anwendung der REACH-Verpflichtungen auf das Inverkehrbringen, der Verwendung und das Recycling hat zur Folge, dass insbesondere das Vorkommen besorgniserregender Stoffe und anderer als gefährlich eingestufte Stoffe in den Blick genommen werden muss. So sind sowohl beim Inverkehrbringen als auch beim Recycling und des erneuten Inverkehrbringens der Sekundärrohstoffe die Stoffbeschränkungen und –verbote gemäß REACH Anhang XVII und der Kandidatenliste zu befolgen, dies kann im Einzelfall die Konsequenz haben, dass Cd-Konzentrationen in Dünnschichtzellen erniedrigt werden müssen.
5. Eine separate Erfassung in Kombination mit einer ordnungsgemäßen Lagerung ist grundsätzlich für PV-Module anzustreben. Wünschenswert wären auch kurze Transportwege zu geeigneten Recyclingbetrieben. Allerdings fehlen hierfür derzeit die Alternativen am Markt. Die Rücknahmeversuche in den Modellregionen ergaben, dass es gemeinsame Erfassung mit anderen Altgeräten oder Abfällen keinen Sinn macht. Gitterboxen oder geschlossene Sammelboxen haben sich als die geeignetsten Sammelbehältnisse erwiesen.
6. Aufgrund des uneinheitlichen und geringen Mengenanfalls von EOL-Modulen kann aktuell keine belastbare Kostenabschätzung zum Gesamtprozess vorgenommen werden. Es zeigt sich jedoch, dass der größere Teil an Kosten in den ersten Prozessschritten (Einsammlung, Lagerung und Transport) entsteht. Die Transportkosten werden dabei maßgeblich von der Anfallmenge an der Sammelstelle bestimmt. Die Erlöse der Outputfraktionen aus der Entsorgung beziehungsweise Aufbereitung der PV-Module decken derzeit nicht die Verfahrenskosten, unabhängig davon welche PV-Technologie recycelt wird. Inwieweit sich hieran etwas ändern wird, hängt stark von der weiteren Entwicklung der Recyclingverfahren, dem Mengenanfall und der stofflichen Zusammensetzung der Module ab. Allerdings sind die Hersteller aufgrund des scharfen Wettbewerbs gezwungen Ihre Produktionskosten zu senken, was in einer Substitution werthaltiger Inhaltsstoffe resultiert.
7. Im Verlauf des Projektes konnten erste Einschätzungen vorgenommen werden, in welchen Recyclinganlagen der höchste Anteil an Rohstoffen/Wertstoffen zurückgewonnen wird. Hier haben sich insbesondere die Glasaufbereitung und ein neues Verfahren der chemischen Rückgewinnung der Seltenen Erden aus den dünnen Schichten herauskristallisiert. Diese Wege sind weiter zu verfolgen und vertieft zu untersuchen, letztendlich ist derzeit entscheidend, welches Verfahren die wirtschaftlichste Variante darstellt.

8. Für eine ordnungsgemäße Rückgewinnung und Verwertung der verschiedenen Modultypen ist es jedoch unabdingbar, eine entsprechende Kennzeichnung vorzunehmen. Die privatrechtlichen Rücknahmestelle (z.B. Handwerksbetrieb), die kommunalen Sammelstelle (örE) oder einem Recyclingunternehmen kann keine Einstufung der Module mittels einer vorherigen Analyse zugemutet werden.
9. Erhebungen in anderen Mitgliedstaaten (z.B. Österreich, Schweiz, Frankreich, Italien) haben gezeigt, dass beispielsweise die Schweiz und Österreich andere Wege als Deutschland gehen. Hier werden Module (teilweise) unter dem Anwendungsbereich einer Elektronikschrott-Verordnung oder zumindest unter der Rubrik „Elektronikschrott“ erfasst. Dies hat zur Folge, dass Module über kommunale Sammelstellen den Weg in die Entsorgung finden.
10. Die Untersuchungen in Spanien haben ergeben, dass die Rücknahme und die fachgerechte Entsorgung von PV-Modulen bisher eine untergeordnete Rolle gespielt haben bzw. die Alt-Module über die bisherigen Strukturen entsorgt wurden. PV CYCLE gelang es im Verlauf dieses Jahres erste Sammelstellen für das Programm zu gewinnen. Inwieweit hierüber Anfallmengen erfasst und einer fachgerechten Verwertung zugeführt werden, hängt sehr stark von der weiteren Entwicklung des PV-Marktes insgesamt in Spanien ab.
11. Im Verlauf des Projekts wurde eine Internetplattform entwickelt, die nun Ende 2010 an den Start geht. Die Internetseite www.resolar-projekt.de bzw. www.resolar-projekt.eu soll zum Ziel haben, dass Endverbraucher aus dem gewerblichen und privaten Bereich zunächst einen Überblick über die Diskussionen der ordnungsgemäßen Rücknahme und der anzuwendenden Rechtsgrundlagen bekommen sowie Hinweise erhalten, wie und über welche Entsorgungswege die ausgedienten Module zurückgenommen und verwertet werden können.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Der Fortschritt im Projekt und das weitere Vorgehen wurde in 3 Sitzungen mit dem Beirat besprochen. Darüber hinaus wurden klein- und mittelständische Unternehmen gezielt über die Möglichkeit der kostenlosen Rückgabe in den Modellregionen informiert. Ergänzend wurden Artikel in der regionalen Presse veröffentlicht. Aktuell ist noch eine Abschlusspräsentation in Planung, die voraussichtlich im Januar 2011 stattfinden wird.

Fazit

Für die zukünftige Vorgehensweise einer funktionierenden europaweiten Rücknahme von Photovoltaikmodulen werden nun folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Aufnahme der PV-Module in den Anwendungsbereich der WEEE,
- Kennzeichnung der PV-Module hinsichtlich der Art der Module zur besseren Getrennthaltung während der Einsammlung und Recyclingprozessen,
- Kommunikationsplattform www.projekt-resolar.de bewerben, um zumindest in Deutschland auf Rückgabemöglichkeiten hinzuweisen,
- Kommunikation der von PV Cycle eingerichteten Sammelstellen,
- Kopplung der Rücknahme der PV-Module an die Rückführung der Elektro-Altgeräte über kommunale Sammelstrukturen,
- Prüfungen von Schwermetallgehalten der in Verkehr gebrachten PV-Module zwecks Überschreitung der nach REACH vorgesehenen Beschränkungen,
- Fortführung des Projektes RESOLAR zur vertieften Klärung noch offener Fragen.

Inhaltsverzeichnis:

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

1. Rechtsgrundlagen - Betroffenheit der Rücknahme von Photovoltaikmodulen durch einschlägige Vorschriften	9
1.1 EuP / Ökodesign-Richtlinie	9
1.2 Abfallrahmenrichtlinie/Kreislaufwirtschaftsgesetz.....	10
1.3 WEEE/RoHS –Richtlinie zur Entsorgung von Elektroaltgeräten	11
1.4 Abfallverzeichnisverordnung	12
1.5 Gewerbeabfallverordnung.....	13
1.6 Nachweisverfahren/Registerpflichten.....	13
1.7 Internationale Abfallverbringung.....	14
1.8 Stoffrecht.....	15
1.8.1 REACh-Verordnung	15
1.8.2 Stoffverbote (ChemikalienV und REACh Anhang XIV und XVII).....	17
2. Umfragen unter öRE – öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern - Ergebnisse und Auswertungen	18
2.1 Beispiel Erhebungsbogen	19
2.2 Auswertung	20
2.3 Ansprechpartner.....	21
2.3.1 öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (öRE).....	21
2.3.2 Deponie- und Verbrennungsanlagenbetreiber	23
2.3.3 Versatzbergwerke	25
3. Umfragen unter Herstellern von Photovoltaikmodulen - Ergebnisse und Auswertungen	26
3.1 Erhebungsbogen.....	27
3.2 Auswertung	29
3.3 Ansprechpartner Hersteller Photovoltaik-Module	30
4. Modellregionen – Auswahl, Aktivitäten, und Ergebnisse.....	33
4.1 Auswahl der Modellregionen in Deutschland	33
4.2 Auswahl der Modellregion in Spanien	34
4.3 Aktivitäten in den deutschen Modellregionen	36
4.4 Erhebungsbogen.....	37
4.5 Auswertungen	38
4.5.1 Solarstadt/Projekt SolarRegion Freiburg – ASF/Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH	38
4.5.2 GOA – Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH	39
4.5.3 AWIGO Abfallwirtschaftsgesellschaft Landkreis Osnabrück GmbH.....	40
4.6 Übergabeschein Photovoltaikmodul(e) zur Mengenerhebung (Beispiel Freiburg)	43
4.7 Ansprechpartner in der Modellregion Ostalbkreis	44
4.8 Aufbau und Struktur eines Rücknahmesystems für Photovoltaikmodule	46
4.9 Transportbehältnisse für PV-Module.....	48
4.10 Ergebnisse aus der Erfassung über Glasaufbereitungsanlagen	51
4.11 Stoffliche Verwertung mit neu entwickelter Recyclingtechnologie.....	54

5.	Stoffliche Zusammensetzung der Module - Ressourceneffizienz	55
5.1	Polykristalline Zellen	55
5.2	Dünnschichtzellen	56
6.	Beirat – Mitglieder und Tätigkeiten	59
6.1	Mitglieder	59
6.2	Tätigkeiten des Beirats	60
7.	Internetseite RESOLAR	71
7.1	Sitemap der Internetseite RESOLAR	71
7.2	Die Homepage RESOLAR im Einzelnen	72
8.	Internationale Aktivitäten	81
8.1	Auswertung	81
8.2	Ansprechpartner in den Umweltministerien der EU-Länder	84
9.	Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick	85
10.	Literatur- und Quellenverzeichnis	88

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1:	Die neue 5-stufige Abfallhierarchie	11
Abbildung 2:	Solarpark von Prosolar in Almanzora	35
Abbildungen 3-6:	Anlieferung und Lager von PV-Modulen bei Hellmann Process Management .	41
Abbildung 7:	Unterschiedliche Transportbehältnisse für PV-Module	48
Abbildung 8:	EOL-Module bei Hellmann Process Management	48
Abbildung 9:	Rahmenlose EOL-Module	49
Abbildung 10:	Glasbruch	49
Abbildung 11:	Sammelbox für EOL-Module bei Abasol in Burgos	50
Abbildung 12:	Angelieferte zerbrochene PV-Module nach Abladung	51
Abbildung 13:	Glasbruch als Input in der Anlage in Torgau	52
Abbildungen 14-15:	Aggregate (Shredder) zur Abtrennung von Störstoffen	52
Abbildung 16:	Händische Sortierung zur Abtrennung von Störstoffen	53
Abbildung 17:	Prinzip des Recycling von CdTe-Modulen bei Loser-Chemie, Hainichen (www.loserchemie.de)	54
Abbildung 18:	Verfahrensfließbild der neuen Recyclingtechnologie bei Loser-Chemie, Hainichen	56
Abbildung 19:	Grobschematischer Aufbau einer Dünnschichtzelle.....	56
Abbildung 20:	Zusammensetzung eines CdTe-Systems.....	57
Abbildung 21:	Zusammensetzung der dünnen Schicht aus einer CIS-Zelle	57
Tabelle 1:	Übersicht der Pflichten zur Nachweisführung und Registerpflichten	14
Tabelle 2:	Beispiel für die Zusammensetzung eines heutigen c-Si Standardmoduls (215 Wp).	55
Tabelle 3:	Zusammensetzung PV-Module im Vergleich	55
Tabelle 4:	Zusammensetzung CdTE-Module	56

1. Rechtsgrundlagen: Betroffenheit der Rücknahme von Photovoltaikmodulen durch einschlägige Rechtsvorschriften

Es sind jeweils europaweit geltende sowie spezielle deutsche Rechtsvorschriften in die Prüfung eingeflossen. Zudem wurden erste Sichtungen zukünftiger Neuregelungen vorgenommen. Derzeit gibt es keine verordnete Rücknahme bzw. andere Rücknahmevorschriften für die Verwertung/Beseitigung von PV-Modulen. Es gelten in der Abfallphase die allgemein gültigen Vorschriften für eine ordnungsgemäße und hochwertige Abfallentsorgung.

1.1 EuP/ Ökodesign-Richtlinie

Die im Juli 2005 erschienene EuP-Rahmenrichtlinie (2005/32/EC - Directive for energy using products) hat zum Ziel, eine Ressourcen schonende, insbesondere energieeffiziente, Produktgestaltung durch geeignete politische Instrumente zu unterstützen. Durch eine Harmonisierung der rechtlichen Rahmenbedingungen sollen Wettbewerbsverzerrungen innerhalb der EU vermieden und die Umweltwirkungen energiebetriebener Produkte reduziert werden. Die Richtlinie, die eine verbesserte Energieeffizienz und allgemeine Umweltverträglichkeit von Elektrogeräten zum Ziel hat, wurde am 6. Juli 2005 erlassen und musste bis zum 11. August 2007 von den Regierungen der EU in nationales Recht umgesetzt werden. Dies geschah in Österreich mit der Ökodesign-Verordnung 2007, und in Deutschland mit dem Energiebetriebene-Produkte-Gesetz. Die Gültigkeit der Richtlinie 2005/32/EG endete am 19. November 2009. Am 20. November 2009 wurde die Nachfolge-Richtlinie 2009/125/EG in Kraft gesetzt, welche bis zum 20. November 2010 umgesetzt werden muss. Die wichtigste Änderung der neuen gegenüber der ursprünglichen Richtlinie besteht darin, dass der Geltungsbereich von energiebetriebenen auf energieverbrauchsrelevante Produkte ausgeweitet wurde. Es können jetzt auch passive Produkte, die aber einen Einfluss auf die Energieeffizienz haben können, geregelt werden. Ein Beispiel hierfür sind Dämmstoffe.

Die Rahmenrichtlinie schuf dabei die Grundlage für noch festzulegende produktspezifische Durchführungsmaßnahmen. Sie legt fest, welche Produktgruppen von ihr betroffen sein werden und welche Maßnahmen, sowohl ökologisch, als auch technisch, für eine Umsetzung in Frage kommen. Die Richtlinie kann nicht direkt auf die Herstellung und Nutzung der PV-Module angewandt werden, sie ist jedoch auslegungsbedürftig und Diskussionen existieren, den bestehenden Anwendungsbereich weiter auszudehnen.

Energiebetriebene Produkte die folgende Kriterien erfüllen, können grundsätzlich von der Richtlinie betroffen sein:

- Jährliches Verkaufsvolumen in der EU von mindestens 200.000 Stück.
- Erhebliche Umweltauswirkungen des jeweiligen Produkts gemäß den im Beschluss Nr.1600/2002/EG festgelegten strategischen Prioritäten der Gemeinschaft.
- Erhebliches Potential für eine Verbesserung der Umweltverträglichkeit zu vertretbaren Kosten.

Die EU Kommission hat mittlerweile ein Konsortium, bestehend aus Energy-Environment-Local Development Ltd (EPTA), National Technical University of Athens und PE Europe GmbH, damit beauftragt, innerhalb der nächsten drei Jahre einen Arbeitsplan aufzustellen, welche weiteren 25 Produktgruppen priorisiert werden sollen, um Durchführungsmaßnahmen für diese zu definieren. Das Konsortium hat, basierend auf der PRODCOM-Liste, zunächst Anfang August 2007 eine Klassifizierung der möglicherweise betroffenen Produkte zur Verfügung gestellt. Diese Liste wurde von den Industrieverbänden als ungeeignet bezeichnet. EPTA hält weiterhin an dieser Liste fest und hat mittlerweile die Auswahl von über 600 Produkten auf 58 eingeschränkt und diese vorläufige Liste der EU Kommission vorgelegt (Stand November 2007). In der aktuellen Fassung sind u.a. elektronische Bauteile nicht mehr enthalten, was ein wesentlicher Kritikpunkt an der ersten Fassung war.

1.2 Abfallrahmenrichtlinie/Kreislaufwirtschaftsgesetz

Die Richtlinie 75/442/EWG des Europäischen Rates vom 15. Juli 1975 über Abfälle ist mehrfach und in wesentlichen Punkten geändert worden. Die Richtlinie 75/442/EWG wurde aufgehoben und durch die Richtlinie 2006/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 05. April 2006 ersetzt. Die novellierte Abfallrahmenrichtlinie steht im Mittelpunkt abfallpolitischer europäischer Initiativen, Schwerpunktthema ist die Ressourcenschonung sowie die Einhaltung der 5-stufigen Abfallhierarchie. Diese neue europarechtliche Vorschrift muss bis Ende 2010 in nationalstaatliches Recht umgesetzt werden, daraus ergibt sich eine Novellierungspflicht des deutschen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes. Diese schreibt vor, dass Abfälle in erster Linie zu vermeiden sind, in zweiter Linie zur Wiederverwendung vorbereitet werden müssen, in nächster Stufe stofflich zu verwerten und energetisch zu verwerten sind und in letzter Hinsicht zu beseitigen sind (vgl. Abbildung 1).

In diesem Zusammenhang ist es von großer Bedeutung, dass Metalle und andere endliche Ressourcen vor allem effizienter zu verwenden sind. Im vorliegenden Beispiel sind hier vor allem die Metalle in den Dünnschichten, seltene Erdenmetalle sowie das Aluminium im Rahmen zu betrachten!!

In der Abfallrahmenrichtlinie sowie in der nationalen Umsetzungsvorschrift findet man grundlegende Bedingungen für eine ordnungsgemäße Entsorgung:

- Allgemeine Grundpflichten (Definitionen wie „Abfall“, „Verwertung“, etc.)
- Abfallhierarchie (Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, energetische Verwertung, Beseitigung)
- Produktverantwortung (Produktgestaltung, Rücknahme, etc.)
- Abfallendekriterien

Darüber hinaus sind neben den grundlegenden Vorschriften der Abfallrahmenrichtlinie und des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) weitere abfallrechtliche Vorschriften anzuwenden. Zudem existiert eine EU-Rohstoffstrategie, die bei der Herstellung und Nutzung der PV-Module betrachtet werden muss. Daneben gelten weitere abfallrechtliche und stoffrechtliche Vorschriften, die im Folgenden näher ausgeführt werden.

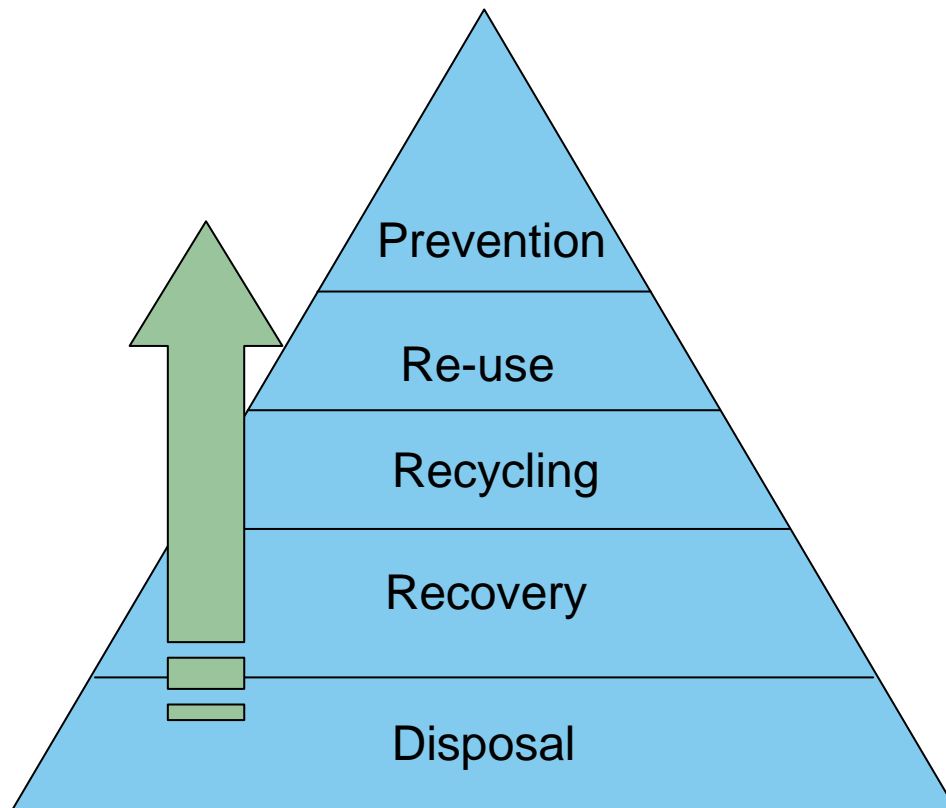


Abbildung 1: Die neue 5-stufige Abfallhierarchie.

1.3 WEEE/RoHS – Richtlinie zur Entsorgung von Elektroaltgeräten

In den letzten Jahren wurde immer wieder die Aufnahme von PV-Modulen in den Geltungsbereich der WEEE diskutiert. Die **WEEE**-Richtlinie (von engl.: *Waste Electrical and Electronic Equipment*) ist die EG-Richtlinie 2002/96/EG zur Reduktion der zunehmenden Menge an Elektronikschrott aus nicht mehr benutzten Elektro- und Elektronikgeräten. Ziel ist das Vermeiden, Verringern sowie umweltverträgliche Entsorgen der zunehmenden Mengen an Elektronikschrott durch eine erweiterte Herstellerverantwortung.

Die Anwendung der WEEE auf die Herstellung der PV-Module ist erneut im europäischen Diskussionsprozess. Falls die Hersteller zukünftig betroffen sind, muss eine Einsammlung über öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger privat anfallender Module erfolgen.

PV-Module unterliegen auch nicht der EU-Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe (RoHS – Restriction of the Use of Hazardous Substances), die die Verwendung von sechs gefährlichen Stoffen in bestimmten Produktkategorien einschränkt. Im Rahmen eines gesetzlich angeordneten Überarbeitungsverfahrens schlug die Europäische Kommission am 3. Dezember 2008 eine Revision sowohl der WEEE- als auch der RoHS-Verordnung vor. Die Revisionen enthielten keine Vorschläge zur Berücksichtigung von Solarmodulen durch die Verordnungen. Als Teil des üblichen EU-

Gesetzgebungsverfahren ("Mitentscheidungsverfahren") wurden die Vorschläge im Europäischen Parlament und dem Europäischen Rat, der die 27 EU-Mitgliedsstaaten (Länder) repräsentiert, beraten. Der Europäische Rat und das Europäische Parlament erwägen immer wieder, die RoHS- und WEEE-Richtlinien so zu formulieren, dass künftig alle Elektro- und Elektronikgeräte (Electrical and Electronic Equipment – EEE) unter diese Richtlinien fallen, sofern sie nicht spezifisch davon ausgeschlossen oder befreit werden. Am 2. Juni 2010 stimmte der Umweltausschuss des Europäischen Parlaments für den Ausschluss von erneuerbaren Energien von der RoHS Richtlinie und am 23. Juni 2010 für den Ausschluss von Photovoltaik-Modulen von der WEEE Richtlinie. Dieser Ausschluss unterliegt allerdings einem Prüfungsauftrag und kann in den nächsten Jahren revidiert werden, wenn die von PV Cycle abgegebene Selbstverpflichtung (siehe Einschub) zur Rücknahme und Entsorgung nicht wirken sollte.

Einschub zu PV Cycle:

In Bezug auf WEEE hat die Photovoltaikindustrie erkannt, dass PV-Abfall in Europa in ca. 10-15 Jahren, wenn größere Mengen von Modulen das Ende ihrer Lebensdauer erreichen, ein Problem darstellen wird. Aus diesem Grund hat die Photovoltaikindustrie ein industrieweites freiwilliges Rücknahme- und Recyclingsystem (PV CYCLE) entwickelt. Im Laufe des Jahres 2010 wird PV CYCLE in Deutschland mit der Rücknahme und dem Recycling beginnen und das Programm anschließend auf weitere Märkte ausdehnen, also bereits lange bevor nennenswerte Mengen an PV-Modulen das erwartete Ende ihrer Lebensdauer erreichen.

1.4 Abfallverzeichnisverordnung

Die Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV) ist beim Entsorgen der PV-Module anzuwenden. Am 1. Februar 2007 wurden mit dem Inkrafttreten des Gesetzes zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung vom 15. Juli 2006 Änderungen in der Abfallverzeichnis-Verordnung, im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und anderen Verordnungen wirksam. In der Diskussion stehen im Rahmen des Projektes folgende Abfallschlüsselnummern (je nach Herkunft und Anfallstelle):

- 160120 Glas
- 160122 Bauteile a.n.g.
- 160303* anorganische Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten
- 160304 anorganische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 160303 fallen
- 170202 Glas
- 170204* Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind
- 170407 gemischte Metalle
- 170904 gemischte Bau- und Abbruchabfälle
- 200135* gebrauchte elektrische und elektronische Geräte, die gefährliche Bestandteile enthalten, mit Ausnahme derjenigen, die unter 200121 und 200133 fallen.

In den nachfolgenden Kapiteln wird auf die Einstufung gemäß AVV noch näher eingegangen. Die Handhabung ist sehr unterschiedlich, jedoch sollte zukünftig möglichst bundesweit einheitlich eine Einstufung der Module erfolgen.

1.5 Gewerbeabfallverordnung

Die Gewerbeabfallverordnung vom 01.01.2003 (Verordnung über die Entsorgung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen) hat das Ziel, die Verwertung von bei Gewerbebetrieben anfallenden Abfällen zu fördern und eine Getrennthaltung herbeizuführen, es geht insbesondere um die Getrennthaltung hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle, die zur Beseitigung und Verwertung gehen können. Die Einführung der Gewerbeabfallverordnung war mit einer Konkretisierung des Anschluss- und Benutzungszwangs im Bereich der Abfälle zur Beseitigung aus Gewerbebetrieben verbunden. Diese ist bis heute im § 13 KrW/AbfG formuliert. So sind die Unternehmen zur Nutzung eines Restabfallbehälters verpflichtet, der einem öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger zu überlassen ist. Aus der Verordnung lässt sich ableiten, dass zumindest die gewerblich anfallenden Abfälle von den Abfällen zu Beseitigung getrennt zu halten sind. Prinzipiell sind folgende Grundpflichten anzuwenden:

- Anforderungen an die Getrennthaltung von Abfällen
- Anforderungen an Vorbehandlungsanlagen
- Festlegung einer Verwertungsquote (min. 85%)
- Anforderungen an die Kontrolle von Vorbehandlungsanlagen
- Pflicht zur Stellung eines kommunalen Restabfallbehälters,

Die Gewerbeabfallverordnung lässt sich auf die Entsorgung der PV-Module, die in den Unternehmen von Dachflächen oder Freiflächen entsorgt werden, nicht anwenden, weil die Module nicht unter den Begriff „hausmüllähnlicher Siedlungsabfall“ zu fassen sind.

1.6 Nachweisverfahren/Registerpflichten

Das Gesetz zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung vom 15. Juli 2006 (BGBl I, Seite 1619) und die Verordnung zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung vom 20. Oktober 2006 (BGBl I, Seite 2298) sind bei der Entsorgung (Transport/Einsammlung, Verwertung/Beseitigung) anzuwenden, wenn PV-Module (oder einzelne Bauteile) als gefährlicher Abfall eingestuft werden (siehe Ausführungen zu Kapitel 1.4). Registerpflichten betreffen in jedem Fall die Entsorger, im Falle der Einstufung als gefährlicher Abfall auch die Beförderer und Erzeuger der Abfall (nur bei gewerblichen Anfallstellen).

Das Nachweisverfahren für gefährliche Abfälle mit Entsorgungsnachweisen, Begleit- und Übernahmescheinen in Papierform wurde jüngst durch das papierlose elektronische Abfallnachweisverfahren eANV abgelöst. Die rechtlichen Grundlagen dafür wurden mit der Novelle der Nachweisverordnung geschaffen. Seit April 2010 ist das elektronische Verfahren für Entsorger, Erzeuger und Beförderer verbindlich vorgeschrieben. Das digitale Verfahren soll die Entsorgungsüberwachung schneller, kostengünstiger und sicherer machen. Unternehmen und Behörden werden gleichermaßen entlastet, Informations-, Kommunikations- und Transaktionsprozesse vereinfacht. Bisher sind nach deutschem Abfallrecht teilweise sechsfache Papierdurchschreibesätze erforderlich, die als Nachweise beim Abfalltransport mitgeführt und an alle Beteiligten verteilt werden. Im Folgenden sind die Pflichten zur Einhaltung der Nachweis- und Registerpflichten – aufgeteilt nach Erzeuger,

Beförderer und Entsorger – zusammenfassend unter Angabe der Rechtsgrundlage dargestellt (Tabelle 1).

Abfallkategorien/Adressaten	Registerpflicht		Rechtsgrundlage
	ja	nein	
1. Erzeuger/Besitzer			
a) gefährlich/nachweispflichtig	X		§ 42 Abs. 3 KrW-/AbfG § 24 Abs. 2 Nr. 1 NachwV
b) gefährlich/nicht nachweispflichtig	X		§ 42 Abs. 3 KrW-/AbfG § 24 Abs. 6 NachwV
c) nicht gefährlich		X	Folgerung aus § 42 Abs. 3 KrW-/AbfG
d) gefährlich/Kleinmengen (< 2 t/a)	X		§ 42 Abs. 3 KrW-/AbfG §§ 2 Abs. 2, 24 Abs. 3 NachwV
e) Abfälle aus privaten Haushaltungen		X	§ 42 Abs. 6 KrW-/AbfG
2. Beförderer/Einsammler			
a) gefährlich/nachweispflichtig	X		§ 42 Abs. 3 KrW-/AbfG § 24 Abs. 2 NachwV
b) gefährlich/nicht nachweispflichtig	X		§ 42 Abs. 3 KrW-/AbfG § 24 Abs. 7 NachwV
c) nicht gefährlich		X	Folgerung aus § 42 Abs. 3 KrW-/AbfG
3. Entsorger (Annahme + Abgabe)			
a) gefährlich	X		§ 42 Abs. 1 und 2 KrW-/AbfG § 24 Abs. 2 NachwV
b) nicht gefährlich	X ¹		§ 42 Abs. 1 und 2 KrW-/AbfG § 24 Abs. 4 bis 6 NachwV
c) gefährlich/Kleinmengen (< 2 t/a)	X		§ 42 KrW-/AbfG §§ 2 Abs. 2, 24 Abs. 3 NachwV
¹ Beachte aber § 24 Abs. 5 Satz 2 NachwV sowie unten II.9.3.2..			

Tabelle 1: : Übersicht der Pflichten zur Nachweisführung und Registerpflichten.

1.7 Internationale Abfallverbringung

Das AbfVerbrG - Abfallverbringungsgesetz (Gesetz zur Ablösung des Abfallverbringungsgesetzes und zur Änderung weiterer Rechtsvorschriften (in Kraft getreten am 28. Juli 2007) sowie die EU-Abfallverbringungsverordnung sind anzuwenden bei grenzüberschreitender Verbringung der PV-Module zur Entsorgung in ausländischen Verwertungs-/Beseitigungsanlagen. Das anzuwendende Verfahren (Notifizierung ja oder nein?) richtet sich nach der Einstufung als

- grün oder gelb gelisteter Abfall (das heißt, ob er als gefährlich oder ungefährlich eingestuft ist)
- sowie nach der Entsorgungsart (Verwertung oder Beseitigung),
- z.B. **Grün:** B1010 (Abfälle aus Metallen und Metalllegierungen), GC010 (ausschließlich aus Metallen oder Legierungen bestehende elektrische Geräte und

Bauteile), **Gelb**: A2010 Glasabfälle aus Kathodenstrahlröhren oder sonstigen beschichteten Gläsern.

Mit der europäischen Abfallverbringungsverordnung und dem deutschen Ausführungsgesetz wurden Rechtsgrundlagen für die internationalen Abfalltransporte geschaffen. Die zuständigen Genehmigungsbehörden haben Eingriffs- und Einwandmöglichkeiten bei geplanten Transporten insbesondere gefährlicher Abfälle. Sind also Transporte aus Deutschland in ausländische Anlagen geplant und handelt es sich um Bauteile aus PV-Modulen, die als gefährlich eingestuft sind, können entsprechende Transporte verhindert werden, wenn ausländische Anlagen nicht den Vorgaben europäischer Rechtsvorschriften genügen bzw. nicht dem Stand der Technik genügen.

1.8 Stoffrecht

1.8.1 REACh-Verordnung

Seit dem 1. Juni 2007 ist die REACh-Verordnung in Kraft. Sie richtet sich an Hersteller, Importeure und Anwender von Stoffen, Gemischen/Zubereitungen und Erzeugnissen. Schwer einschätzbar sind die ökonomischen Auswirkungen, die die EU-weit geltende Chemikalienverordnung REACh noch mit sich bringen wird. Hersteller und Importeure von Chemikalien – so das Ziel – übernehmen in viel größerem Umfang als bisher die Verantwortung für den sicheren Umgang mit Stoffen. Alle chemischen Stoffe, die mindestens in einer Menge von einer Tonne pro Jahr in der EU produziert oder in die EU importiert werden, müssen erfasst und künftig bei der neu gegründeten Europäischen Chemikalienagentur in Helsinki registriert werden. Ein Hersteller/Importeur muss einen Stoff registrieren, wenn dessen Herstellung/Import jährlich eine Tonne überschreitet. Dies ist unabhängig vom Risikopotenzial. Auch Erzeugnishersteller (z.B. Spielzeuge, Automobile, etc.) sind betroffen und zwar wenn unter regulären bzw. vorhersehbaren Verwendungsbedingungen Stoffe freigesetzt werden sollen. Dies ist zum Beispiel bei parfümierten Wischtüchern und ähnlichen Anwendungen der Fall. Registrierungspflicht besteht zudem für Erzeugnisse, wenn sie Stoffe mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften in Anteilen über 0,1 Prozent enthalten. In unterschiedlichem Ausmaß betrifft REACh damit auch die Distribution und bedeutet zunächst einmal einen hohen bürokratischen Aufwand.

Abfälle sind verordnungsrechtlich generell ausgenommen, Sekundärrohstoffe sind jedoch nicht ausgenommen. Werden also Stoffe in einem Rückgewinnungsverfahren aufbereitet und wieder in Verkehr gebracht, sind sie von REACh betroffen. Die meisten Recyclingunternehmen sind deshalb in der „komfortablen“ Situation, dass sie keine aufwändigen Stoffdossiers verfassen müssen, die für die Registrierung notwendig sind. Jedoch nicht alle Recyclingunternehmen können sich in der Sicherheit wiegen, dass sie hinsichtlich REACh keine (Registrierungs)-Pflichten oder sonstige Pflichten haben.

Zahlreiche Recyclingprodukte enthalten Stoffe gemäß REACh (z.B. Salze, anorganische Oxide), bei vielen Aufbereitungsprodukten bleiben sie jedoch fester Bestandteil in den Erzeugnissen. Jedoch bleibt die Pflicht bei den Unternehmen, immer zu prüfen, ob sie es mit

„Stoffen“, „Mischungen“ oder „Erzeugnissen“¹ gemäß REACH zu tun haben, weil sich danach alle nachfolgenden Pflichten richten.

Registrierungspflichtige Unternehmen sind bis Ende November 2010 (für hochvolumige Stoffe) damit beschäftigt, Stoffdossiers zu verfassen, Stoffdaten zu erheben, Untersuchungen für bisher schlecht analysierte Stoffe durchzuführen sowie die notwendige Einstufung und Kennzeichnung nach der neuen GHS-Verordnung (Globally Harmonized System)² vorzunehmen, die auch Ende 2010 für Stoffe (für Gemische bis 2015) abgeschlossen sein muss. Zu den wichtigsten registrierungspflichtigen Unternehmen gemäß REACH gehören Hersteller und Importeure. Die chemische Industrie ist davon genauso betroffen wie beispielsweise die Metallhütten, die Textilwirtschaft, die Bergbauindustrie, die Ölindustrie sowie einige wenige Unternehmen der Recyclingwirtschaft.

Die Recyclingwirtschaft ist – was die Registrierungspflichten angeht – in einer etwas besserer Position. Ein großer Teil der Aufbereiter und Verwerter ist von dieser Pflicht befreit. Voraussetzung ist allerdings, dass zwei Bedingungen erfüllt sind, die in Art. 2 Abs. 7d der REACH-Verordnung definiert sind:

Nach Art. 2 Abs. 7 Buchstabe d gilt eine Ausnahme von der Registrierungspflicht (diese Ausnahme gilt nicht für andere REACH-Verpflichtungen) für

Stoffe – also solche, in Zubereitungen oder in Erzeugnissen – die bereits registriert worden sind und in der EU zurückgenommen werden, wenn der Stoff, der aus dem Rückgewinnungsverfahren hervorgeht, mit dem registrierten Stoff identisch ist und das Recyclingunternehmen über die Sicherheitsdatenblattinformation des registrierten Stoffes verfügt. Dies hat zur Konsequenz, dass das Unternehmen, das von der Ausnahme Gebrauch machen will, selbst eine Vorregistrierung vorgenommen haben muss und dieser vorregistrierte Stoff (Oxide, Metalle, Monomere, Säuren, etc.) muss mit dem aus dem Recyclingprozess hervorgehenden Stoff chemisch identisch sein. Zudem wird erwartet, dass das Unternehmen ausreichend Stoffinformationen über den Stoff vorhalten muss. Dies wird im Folgenden näher erläutert, weil die ECHA (Europäische Chemikalienagentur) hierzu zwei Ausführungsbestimmungen³ im Frühjahr vorgelegt hat, die eine ganze Reihe wertvoller Hinweise für die Praxis beinhalten.

Nach Art. 3 Nr. 3 ist das PV-Modul ein „Erzeugnis“ und damit ein Gegenstand, der bei der Herstellung eine spezifische Form, Oberfläche oder Gestalt erhält, die in größerem Maße als die chemische Zusammensetzung seine Funktion bestimmt. Die Rechtsfolge: Anwendung von Art. 33, Informationspflichten bzgl. der besonders besorgniserregenden Stoffe, Informationspflichten gegenüber Anwendern (auch Endverbraucher („substances of very high concern“, u. a. Stoffe mit CMR- oder PBT-Eigenschaften¹) und

¹ Erzeugnis gemäß REACH: Gegenstand, der bei der Herstellung eine spezifische Form, Oberfläche oder Gehalt erhält, die in größerem Maße als die chemische Zusammensetzung seine Funktion bestimmt.

² GHS-Verordnung: Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006“.. Entsprechend der englischen Bezeichnung „Classification, Labelling and Packaging“ wird die Verordnung als CLP-Verordnung bezeichnet. Sie basiert auf einem global harmonisierten UN-System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals - GHS)

³ ECHA-Guidance on Waste and Recovered Substances, Entwurf aus 2009 (www.echa.europa.eu)
Guidance on the Compilation on Safety Data Sheets (www.echa.europa.eu)

- diese in einer Konzentration von mehr als 0,1% und über 1 Tonne pro Jahr in den Erzeugnissen enthalten sind,
- nicht jedoch, wenn der Hersteller / Importeur des Erzeugnisses ausschließen kann, dass Menschen oder die Umwelt durch den Stoff exponiert werden.

REACH bedeutet Registration (Registrierung), Evaluation (Bewertung) und Authorization (Zulassung) von chemischen Stoffen. Unter „Stoffe“ versteht man Einzelstoffe im Sinne des Chemikalienrechts, es sind damit keine Werkstoffe gemeint.

Bei der weiteren Verarbeitung der Module ist nach dem Recyclingprozess die oben genannte Recyclingausnahme gemäß Art. 2 Abs. 7 zu prüfen.

1.8.2 Stoffverbote (ChemikalienverbotsV und REACH Anhang XIV und XVII)

Des Weiteren gilt die REACH-Verordnung mit allen ihren Anhängen. Die REACH-Verordnung geht weit über bestehende Stoffbeschränkungen hinaus. Bei der neuen EU-weit geltenden Vorschrift geht es vielmehr um Anmeldung aller Stoffe, um die sichere Verwendung von Stoffen als solchen, in Zubereitungen und in Erzeugnissen sowie um die Beschränkung einzelner Stoffe, wenn sie nachgewiesenermaßen zu schweren gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Die EU-Kommission und die Europäische Chemikalienagentur gehen davon aus, dass es in der ersten Phase der Umsetzung zu einer Anzeigepflicht von insgesamt 18 solcher besonders **besorgniserregenden Stoffe** kommt (**Anhang XIV**, Kandidatenliste), derzeit sind mehr als 100 Stoffe in der Diskussion. In einer zweiten Phase werden weitere Stoffe hinzukommen, die zukünftig auch in ihrer Anwendung beschränkt werden können. Dann wären alle Anwendungen betroffen, von Spielzeug, Textilien, Automobilen bis hin zu Elektro- und Elektronikgeräten. Dann würde es auch zu ganz klaren Überschneidungen zwischen REACH und RoHS kommen.

Im Anhang XVII der REACH-Verordnung existieren Stoffverbote sowie Vorschriften zur Beschränkung bei der Nutzung in Endanwendungen. Cd-Beschränkungen-/Verbote (vgl. **CdTe-Zellen**) existieren für zahlreiche Produkte (s. ChemikalienverbotsV, EU-Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (RiL 2002/95/EG, RoHS) und Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG, WRRL) sowie im Anhang XVII der REACH-V für Cd und Cd-Verbindungen (CAS-Nr-7440-43-9, EINECS 21-152-8); ob Stoffverbote beim Inverkehrbringen der Dünnschichtmodule anzuwenden sind, hängt von der Konzentration des Cd im Bauteil bzw. Gesamterzeugnis ab und von der Anwendbarkeit zahlreicher Ausnahmen vom Geltungsbereich der Stoffverbote. Die ordnungsgemäße Entsorgung ist unabhängig vom Cd-Gehalt und anderen Schwermetallgehalten notwendig. Inwiefern möglicherweise bereits heute die bestehenden Cd-Beschränkungen auf das Inverkehrbringen anzuwenden sind, wird im Folgenden noch näher ausgeführt.

2. Umfragen unter örE – öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern Ergebnisse und Auswertungen

Im Zeitraum Dezember 2009 bis März 2010 wurden Umfragen bzw. Erhebungen zur Rücknahmemöglichkeit und Erfahrungen über die Rückgabe von Photovoltaik-Modulen unter

- öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern (örE),
- Deponiebetreibern und Verbrennungsanlagenbetreibern und
- Versatzbergwerke

durchgeführt.

Der Erhebungsbogen für die unten aufgeführten Abfallwirtschaftsbetriebe bzw. Landkreise u.a. wurde per Fax persönlich (soweit feststellbar) an die Geschäftsführer und/oder Betriebsleiter der Betriebe und Anlagen versandt. Jedoch wurden nicht alle örE, Deponiebetreiber und Müllverbrennungsanlagenbetreiber angeschrieben. Es wurde versucht, eine möglichst repräsentative Auswahl zu treffen, so dass man bei Nacherhebungen eine Chance für Nachtelefonate und weitere Recherchen hatte. Eine Untersuchung unter allen in Deutschland vertretenen Anlagenbetreibern hätte den Rahmen des Projektes gesprengt. Zudem ist anzumerken, dass es sich bei den örE, den MVA-Betreibern und Deponiebetreibern teilweise um einheitliche Adressaten handelt. Manche örE haben jedoch nur einen Recyclinghof oder eine Sammelstelle für Wertstoffe, Sperrmüll und Elektro- und Elektronikschrott. Der Sinn der Untersuchung war, möglichst alle möglichen Rückgabestellen für die in Gewerbebetrieben und Privathaushalten anfallenden Mengen anzusprechen und ein Bild darüber zu erhalten, wie die Entsorgungssituation heute ist.

Angesprochen wurden insgesamt 138 Adressaten:

- 43 Müllverbrennungsanlagenbetreiber
- 88 Landkreise / Abfallwirtschaftsbetriebe
- 7 Betreiber von Versatzbergwerken

Im Verlauf des Projekts antworteten insgesamt 64 der angesprochenen 138 Wirtschaftsbeteiligten. Im Folgenden werden der Erhebungsbogen, die Auswertung sowie die Listen der Ansprechpartner aufgeführt.

2.1 Beispiel Erhebungsbogen:

Kontaktdaten
Ansprechpartner
Unternehmen
Adresse
PLZ, Ort
Telefon
E-Mail
<u>Entsorgung und Annahme von Solar-/Photovoltaikmodulen:</u>
<input type="checkbox"/> es gibt erste Erfahrungen
<input type="checkbox"/> es liegen bisher keine Erfahrungen vor
<input type="checkbox"/> es gibt bereits Anfragen
<u>Es liegen Erfahrungen vor und die Mengen können etwa eingeschätzt werden:</u>
<input type="checkbox"/> nur einzelne Module angenommen
<input type="checkbox"/> zwischen 0 und 10 t / Jahr
<input type="checkbox"/> Mengen unbekannt.
<u>Für die Annahme liegen bereits Konzepte vor:</u>
<input type="checkbox"/> Module werden gemeinsam mit anderen Abfällen angenommen.
<input type="checkbox"/> Module werden gemeinsam mit Elektroaltgeräten angenommen.
<input type="checkbox"/> Es wird nur der Rahmen aus Metall angenommen.
<input type="checkbox"/> Es wird nur Glasbruch angenommen.
<input type="checkbox"/> Bisher liegt kein Konzept vor.
<u>Die Module werden nach Ihrer Erfahrung erfasst über:</u>
<input type="checkbox"/> Recyclinghöfe und sonstige abfallspezifischen Annahmestellen.
<input type="checkbox"/> Installateure und andere Handwerksbetriebe.
<input type="checkbox"/> Privatkunden
<input type="checkbox"/> andere:
<u>Behältnisse beim Transport von Modulen:</u>
<input type="checkbox"/> Gitterboxen
<input type="checkbox"/> Container, welche:
<input type="checkbox"/> Einzelanlieferung ohne Transportbehältnisse.
<input type="checkbox"/> keine Kenntnisse vorliegend.

Den ausgefüllten Bogen schicken Sie bitte per E-Mail oder per Fax an:

E-Mail: buero@beate-kummer.de
Fax: +49 (0)2224-9011481

Für Fragen stehe ich Ihnen sehr gerne zur Verfügung!
Tel.-Nr.: +49 (0)2224-9011480

2.2 Auswertung:

<p><u>Entsorgung und Annahme von Solar-/Photovoltaikmodulen:</u></p> <p><input type="checkbox"/> es gibt erste Erfahrungen (4 / 64)</p> <p><input type="checkbox"/> es liegen bisher keine Erfahrungen vor (51 / 64) Bemerkung: Verweis auf gesetzliche Regelungen zum ElektroG (1 / 64)</p> <p><input type="checkbox"/> es gibt bereits Anfragen (9 / 64) Bemerkung: 1 / 64 keine Annahme</p>	
<p><u>Es liegen Erfahrungen vor und die Mengen können etwa eingeschätzt werden:</u></p> <p><input type="checkbox"/> nur einzelne Module angenommen (5 / 64)</p> <p><input type="checkbox"/> zwischen 0 und 10 t / Jahr</p> <p><input type="checkbox"/> Mengen unbekannt. (25 / 64)</p>	
<p><u>Für die Annahme liegen bereits Konzepte vor:</u></p> <p><input type="checkbox"/> Module werden gemeinsam mit anderen Abfällen angenommen. (2 / 64) Bemerkung: zur Zwischenlagerung/Verwertung gemäß Empfehlung der LUBW über Deutsche Solar AG</p> <p><input type="checkbox"/> Module werden gemeinsam mit Elektroaltgeräten angenommen (4 / 64)</p> <p><input type="checkbox"/> Es wird nur der Rahmen aus Metall angenommen.</p> <p><input type="checkbox"/> Es wird nur Glasbruch angenommen.</p> <p><input type="checkbox"/> Bisher liegt kein Konzept vor (41 / 64).</p>	
<p><u>Die Module werden nach Ihrer Erfahrung erfasst über:</u></p> <p><input type="checkbox"/> Recyclinghöfe und sonstige abfallspezifischen Annahmestellen (7 / 64).</p> <p><input type="checkbox"/> Installateure und andere Handwerksbetriebe (15 / 64).</p> <p><input type="checkbox"/> Privatkunden (1 / 64)</p> <p><input type="checkbox"/> andere: Bemerkungen: Keine Erfahrung. Nicht bekannt. Über Sammelgruppe 5 ElektroG. Über Recyclingunternehmen. Rückgabe möglich bei einigen Herstellerfirmen. Elektronikschrott-Verwerter. Reiling-Unternehmen.</p>	
<p><u>Behältnisse beim Transport von Modulen:</u></p> <p><input type="checkbox"/> Gitterboxen</p> <p><input type="checkbox"/> Container, welche: Mulde. Mit Flachmulden. (2 / 64)</p> <p><input type="checkbox"/> Einzelanlieferung ohne Transportbehältnisse (3 / 64).</p> <p><input type="checkbox"/> keine Kenntnisse vorliegend (36 / 64).</p>	

2.3 Ansprechpartner

2.3.1 öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (örE)

Institution	Straße	PLZ	Ort
ZEW Zweckentsorgungsverband West (Aachen)	Zum Hagelkreuz 24	52249	Eschweiler
Umweltamt Altmarkkreis Salzwedel	Karl-Marx-Straße 32	29410	Salzwedel
Landkreis Ansbach / Zweckverband zur Abfallbeseitigung	Crailsheimstraße 1	91552	Ansbach
AVA Abfallverwertung Augsburg GmbH	Am Mittleren Moos 60	86167	Augsburg
Landkreis Bad Kissingen	Obere Marktstraße 6	97688	Bad Kissingen
Landkreis Barnim	Am Markt 1	16225	Eberswalde
BSR - Berliner Stadtreinigungsbetriebe	Ringbahnstraße 96	12103	Berlin
Stadt Bochum / Umwelt- und Grünflächenamt	Hans-Böckler-Straße 19	44777	Bochum
Stadtgemeinde Bremen / Bremer Entsorgungsbetriebe	Willy-Brandt-Platz 7	28115	Bremen
Stadt Chemnitz / Dezernat 3	Elsasser Straße 8	09120	Chemnitz
Landratsamt Dachau	Weiheweg 16	85221	Dachau
Stadt Delmenhorst	Rathausplatz	27749	Delmenhorst
Landkreis Mittelsachsen (Döbeln)	Frauensteinerstraße 43	09599	Freiberg
Wirtschaftsbetriebe der Stadt Duisburg AöR	Schifferstraße 190	47059	Duisburg
AWISTA Gesellschaft für Abfallwirtschaft und Stadtreinigung der Stadt Düsseldorf mbH	Höherweg 100	40233	Düsseldorf
EAW Eigenbetrieb Abfallwirtschaft im Landkreis Mansfeld-Südharz	Karl-Fischer-Straße 13	06295	Lutherstadt Eisleben
Landeshauptstadt Erfurt/Dezernat Stadtentwicklung und Umwelt	Fischmarkt 11	99084	Erfurt
Kreis Euskirchen	Jülicher Ring 32	53879	Euskirchen
FES Frankfurter Entsorgungs- und Service GmbH	Weidenbornstraße 40	60389	Frankfurt/Main
FFO Stadtwerke Frankfurt Oder GmbH	Karl-Marx-Straße 195	15230	Frankfurt/Oder
ASF Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH	Hermann-Mitsch-Straße 26	79108	Freiburg
Landkreis Friesland	Lindenallee 1	26441	Jever
AWV AbfallWirtschaftszweckverband Ostthüringen	De-Smit-Straße 18	07545	Gera
Landkreis Goslar	Klubgartenstraße 6	38640	Goslar
Hansestadt Greifswald	Markt	17489	Greifswald
ENWI Entsorgungswirtschaft des Landkreises Harz AöR	Braunschweiger Straße 87/88	38820	Halberstadt
aha Zweckverband Abfallwirtschaft Region Hannover	Karl-Wiechert-Allee 60C	30625	Hannover

Stadt Heidelberg	Marktplatz 10	69117	Heidelberg
Landkreis Heilbronn	Lerchenstraße 40	74072	Heilbronn
ZAH Zweckverband Abfallwirtschaft Hildesheim	Bahnhofsallee 36	31162	Bad Salzdetfurth/ OT Groß Dungen
Kreis Höxter	Moltkestraße 12	37671	Höxter
Landkreis Kaiserslautern	Lauterstraße 8	67657	Kaiserslautern
ZAK Zweckverband für Abfallwirtschaft Kempten	Immenstädter Straße 79a	87435	Kempten
AWB Abfallwirtschaftsbetriebe Köln GmbH & Co.KG	Maarweg 271	50825	Köln
Landkreis Anhalt-Bitterfeld	Am Flugplatz 1	06366	Köthen
Landkreis Landsberg am Lech	von-Kühlmann-Straße 15	86899	Landsberg am Lech
Landkreis Lichtenfels	Kronacher Straße 28-30	96215	Lichtenfels
Hansestadt Lübeck/Entsorgungsbetriebe Lübeck	Malmöstraße 22	23539	Lübeck
Gesellschaft für Abfallwirtschaft Lüneburg mbH	Adendorfer Weg	21357	Bardowick
Stadt Mannheim/Eigenbetrieb Abfallwirtschaft Mannheim	Käfertaler Straße 248	68167	Mannheim
Landkreis Mecklenburg-Strelitz	Woldegker Chaussee 35	17235	Neustrelitz
Landkreis Miltenberg	Brückenstraße 2	63897	Miltenberg
Landeshauptstadt München/Abfallwirtschaftsbetrieb München	Georg-Brauchle-Ring 29	80992	München
Stadt Münster	Klemensstraße 10	48143	Münster
AWN Abfallwirtschaftsgesellschaft des Neckar-Odenwald-Kreises mbH	Sansenhecken 1	74722	Buchen
Fontanestadt Neuruppin	Karl-Liebknecht-Straße 33/34	16816	Neuruppin
Stadt Neuwied	Engerser Landstraße 17	56564	Neuwied
ASN Abfallwirtschaftsbetrieb Stadt Nürnberg (Umweltreferat)	Hauptmarkt 18	90403	Nürnberg
MZVO Müllabfuhr-Zweckverband Odenwald-Kreis	Am Steinbruch 3	64753	Brombachtal
Stadt Oldenburg	Markt 1	26122	Oldenburg
GOA Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH	Graf-von-Soden-Str. 7	73527	Schwäbisch Gmünd
Landkreis Ostvorpommern	Demminer Straße 71-74	17389	Anklam
Landkreis Pinneberg/Fachdienst Abfall	Moltkestraße 10	25421	Pinneberg
Stadt Quedlinburg	Markt 1	06484	Quedlinburg
Stadt Regensburg	Rathausplatz 1	93047	Regensburg
Rhein-Lahn-Kreis Abfallwirtschaft	Insel Silberau	53160	Bad Ems
Landkreis Rotenburg (Wümme) Abfallwirtschaftsbetrieb	Große Straße 49	27356	Rotenburg (Wümme)
Landeshauptstadt Saarbrücken/Zentraler Kommunaler Entsorgungsbetrieb ZKE	Am Gaschhübel 1	66113	Saarbrücken
ASF Abfallwirtschaftsgesellschaft Schleswig-Flensburg mbH	Lollfuß 67	24837	Schleswig
Abfallwirtschaft Landkreis Schweinfurt	Schrammstr. 1	97421	Schweinfurt

Landkreis Soltau-Fallingb.ostel	Vogteistraße 19	29683	Bad Fallingb.ostel
Hansestadt Stendal	Markt 1	39576	Hansestadt Stendal
Landeshauptstadt Stuttgart	Marktplatz 1	70713	Stuttgart
Stadt Suhl	Marktplatz 1	98527	Suhl
Universtätsstadt Tübingen	Am Markt 1	72070	Tübingen
Landkreis Vechta	Ravensberger Str. 20	49377	Vechta
Landkreis Waldeck Frankenberg	Südring 2	34497	Korbach
Landkreis Sächsische Schweiz Osterzgebirge	Zehistaer Straße 9	01796	Pirna
Lutherstadt Wittenberg	Lutherstraße 56	06886	Lutherstadt Wittenberg
Landkreis Würzburg	Zeppelinstraße 15	97074	Würzburg

2.3.2 Deponie- und Verbrennungsanlagenbetreiber

Institution	Straße	PLZ	Ort
AVA Abfallverwertung Augsburg GmbH	Am Mittleren Moos 60	86167	Augsburg
Zweckverband MHKW Stadt und Landkreis Bamberg	Kettenbrückstraße 1	96052	Bamberg
BSR / Abfallbeseitigungswerk Nord (Ruhleben)	Freiheit 24-25	13597	Berlin
MVA Bielefeld-Herford GmbH	Schelpmilser Weg 30	33609	Bielefeld
RBB Zweckverband Restmüllheizkraftwerk Böblingen	Musberger Straße 11	71032	Böblingen
swb Verwertung Bonn	Immenburgstr. 22	53121	Bonn
swb Entsorgung GmbH / MHKW Bremen	Theodor-Heuss-Allee 20	28215	Bremen
BEG Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH	Zur Hexenbrücke 16	27570	Bremerhaven
MHKW Burgkirchen / Zweckverband Abfallverwertung Südostbayern (ZAS)	Bruck 110	84508	Burgkirchen
ZAS / MHKW Darmstadt	Otto-Röhm-Straße 19	64293	Darmstadt
ZAW Müllheizkraftwerk Coburg	Von-Werthern-sraße 6	96487	Dörfles-Esbach
MVA / SWD AG Düsseldorf	Flinger Broich 25	40235	Düsseldorf
MVA TREA Breisgau	Heitersheimer Straße 2	79427	Eschbach
MVA Weisweiler GmbH & co. KG	Zum Hagelkreuz 22	52249	Eschweiler
MHKW Essen-Karnap / RWE Power AG	Arenbergstraße 45	45329	Essen
MHKW Frankfurt am Main GmbH	Hedderheimer Landstraße 157	60439	Frankfurt am Main

MVA Hagen / HEB GmbH	Am Pfannenofen 39	58097	Hagen
SRH Hamburg / MVA Stelling Moor	Bullerdeich 19	20537	Hamburg
MVR Müllverwertung Rugenberger Damm GmbH & co. KG Hamburg	Rugenberger Damm 1	21129	Hamburg
Enertec Hameln GmbH	Heinrich-Schoormann Weg 1	31789	Hameln
MVA Hamm Betreiber GmbH	Am Lausbach 2	59075	Hamm
E.ON Energy from Waste Hannover GmbH	Moorwaldweg 310	30659	Hannover
MVA RZR Herten / AGR GmbH	Im Emschenbruch 11	45699	Herten
Zweckverband MVA Ingolstadt	Am Mailinger Bach	85055	Ingolstadt
MHKW Iserlohn / AMK Abfallentsorgungsgesellschaft des Märkischen Kreises mbH	Giesestraße 10	58636	Iserlohn
AEZ Abfallentsorgungszentrum Asdonkshof	Graftstraße 25	47475	Kamp-Lintfort
MHKW Kassel GmbH	Königstor 3-13	34112	Kassel
MKW Kempten / ZAK Energie GmbH	Immenstädter Straße 79a	87435	Kempten
Müllverbrennung Kiel GmbH & Co. KG	Theodor-Heuss-Ring 30	24114	Kiel
AVG mbH Köln	Geestemünder Str. 23	50735	Köln
MKVA / EGK Krefeld GmbH & Co. KG	Parkstraße 234	47829	Krefeld
EVI Abfallverwertung B.V. & Co. KG	Vosmatenweg 6	49824	Laar
MVA Landshut GmbH	Am Lurzenhof 31	84036	Landshut
MVV TREA Leuna GmbH	An der B91 / Tor 12 / Bau 1216	06237	Leuna
AVEA GmbH & Co. KG Leverkusen	Im Eisholz 3	51373	Leverkusen
MVA Ludwigshafen / TWL AG	Industriestraße 1 / Lagerplatzweg	67063	Ludwigshafen am Rhein
TAV Ludwigslust	Am alten Flugplatz 1	19288	Ludwigslust
MHKW Rothensee/Magdeburg GmbH	Kraftwerk-Privatweg 7	39126	Magdeburg
MHKW Entsorgungsgesellschaft Mainz GmbH	Kraftwerkallee 1	55120	Mainz
MVA Mannheim / MVV Umwelt GmbH	Luisenring 49	68159	Mannheim
MHKW München-Nord / SWM GmbH	Münchener Straße 22	85774	Unterföhring
AHKW Neunkirchen	Am Blücherflöz 12	66538	Neunkirchen
MHKW Neustadt/Holstein / ZVO Entsorgung GmbH	Industrieweg 9-11	23730	Neustadt
MVA Nürnberg ASN	Hintere Marktstraße 4	90441	Nürnberg
GMVA Niederrhein GmbH	Buschhausener Straße	46049	Oberhausen
MHKW Offenbach	Dietzenbacher Straße 189	63069	Offenbach

AHKW Geiselbullach / GfA A.d.ö.R.	Josef-Kistler-Weg 22	82140	Olching
MHKW Stadtwerke Rosenheim GmbH & Co. KG	Färberstraße 47	83022	Rosenheim
AVA Abfallverwertungsanlage Velsen GmbH	Alte Grube Velsen 16	66127	Saarbrücken
Thermische Abfallbehandlungsanlage Salzbergen (TAS) / SRS EcoTherm GmbH	Neuenkirchener Str. 8	48499	Salzbergen
ZMS Zweckverband Müllverwertung Schwandorf	Alustraße 7	92421	Schwandorf
GKS Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt	Hafenstraße 30	97424	Schweinfurt
MHKW Solingen Entsorgungsbetriebe	Sandstraße 16a	42655	Solingen
EVZA Energie- und Verwertungszentrale GmbH Anhalt	Butterwecker Weg 6	39418	Staßfurt
Rest-MHKW Stuttgart-Münster	Voltastraße 45	70376	Stuttgart-Münster
MHKW Tornesch-Ahrenlohe	Hasenkamp 15	25436	Tornesch-Ahrenlohe
MHKW Ulm-Donautal	Siemensstraße 1	89079	Ulm
MHKW Würzburg	Gattinger Straße 31	97076	Würzburg
MVA / AWG mbH Wuppertal	Korzert 15	42349	Wuppertal
RABA Südwestthüringen (ZASt)	Am Schießstand 15	98544	Zella-Mehlis
Abfallverwertung Zorbau / SITA GmbH	Bayerische Straße 20	06679	Zorbau

2.3.3 Versatzbergwerke

Institution/Firma	Straße	PLZ	Ort
GSES - Glückauf Sondershausen Entwicklungs- u. Sicherungsges. mbH	Schachstr. 20	99706	Sondershausen
NDH Entsorgungsbetreiberges. mbH	Nordhäuser Str. 70	99752	Bleicherode
NDH Entsorgungsbetreiberges. mbH / Betriebsstelle Sollstedt	Friedeweg 153	99759	Sollstedt
Barbara Erzbergbau GmbH	An der Erzgrube 9	32457	Porta Westfalica
UEV GmbH Versatzbergwerk Kochendorf	Bergrat-Bilfinger-Str. 1	74177	Bad Friedrichshall
K + S Entsorgung GmbH	Bertha-von-Suttner-Str. 7	34131	Kassel
GTS Grube Teutschenthal Sicherung GmbH & Co. KG	Straße der Einheit 9	06179	Teutschenthal
Wacker Chemie AG Salzbergwerk Stetten	Salinenstr. 49	72401	Haigerloch-Stetten

3. Umfragen unter Herstellern von Photovoltaikmodulen – Ergebnisse und Auswertungen

Im Februar und März 2010 wurden Umfragen bzw. Erhebungen zur Rücknahmemöglichkeit und Erfahrungen über die Rückgabe von Photovoltaik-Modulen unter mehr als 300 nationalen und internationalen Herstellern - durchgeführt.

Der Erhebungsbogen wurde zunächst per Email an die zuständigen Ansprechpartner in den Unternehmen versandt. Außerdem erfolgte eine telefonische Nachbereitung.

Insgesamt wurden 309 Hersteller angesprochen.

Im Juni 2010 wurde unter 44 Herstellern bezüglich der verschiedenen Inhaltsstoffe von Modulen schriftlich nachgefasst bzw. nachgearbeitet.

Bis Ende März 2010 antworteten insgesamt 12 der angesprochenen 309 nationalen und internationalen Hersteller.

Im Folgenden werden der Erhebungsbogen, die Auswertung sowie die Liste der Ansprechpartner aufgeführt.

3.1 Erhebungsbogen

<i>Kontaktdaten</i>	
Ansprechpartner	
Unternehmen	
Adresse	
PLZ, Ort	
Telefon	
E-Mail	

<i>Produktion</i>		
Welche Typen von PV-Modulen stellen Sie her und wie viel produzieren Sie pro Jahr?		
<input type="checkbox"/> c-Si	ca. _____ MWp/a	ca. _____ t/a
<input type="checkbox"/> mc-Si	ca. _____ MWp/a	ca. _____ t/a
<input type="checkbox"/> a-Si	ca. _____ MWp/a	ca. _____ t/a
<input type="checkbox"/> CIS	ca. _____ MWp/a	ca. _____ t/a
<input type="checkbox"/> CdTe	ca. _____ MWp/a	ca. _____ t/a
<input type="checkbox"/> Andere: _____	ca. _____ MWp/a	ca. _____ t/a
Wie hoch ist der Anteil von Ausfällen in der Produktion?		
<input type="checkbox"/> < 0,50%	<input type="checkbox"/> 0,50 - 1,00%	<input type="checkbox"/> > 1,00%
Was machen Sie mit diesen Ausfällen?		

<i>Vertrieb</i>		
Ist der Austausch von PV-Modulen Bestandteil Ihres Vertriebskonzepts? (Swap-Geschäft)		
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Noch nicht, aber in Planung	<input type="checkbox"/> Nein
Welche Garantien geben Sie aktuell für Ihre Produkte?		
Produktgarantie: _____ Jahre	Leistungsgarantie: _____ % nach _____ Jahren	
Andere:		
Wie lange schätzen Sie die Lebensdauer Ihrer Produkte in Jahren ein?		
ca. _____ Jahre		

<i>Transport und Installation</i>	
Setzen Sie spezielle Transportbehältnisse bei der Auslieferung zum Kunden ein? Welche?	
Kommt es beim Transport zu Ausfällen?	
<input type="checkbox"/> Ja, ca. _____ %	<input type="checkbox"/> Nein
Wie gehen Sie mit Glasbruch um, sofern dieser beim Transport auftritt?	
Kommt es bei der Installation zu Ausfällen?	
<input type="checkbox"/> Ja, ca. _____ %	<input type="checkbox"/> Nein

Betrieb

Wie hoch schätzen Sie den Anteil von Ausfällen innerhalb der Produktgarantie ein?
_____ %

Wie hoch schätzen Sie den Anteil von Ausfällen nach Ablauf der Produktgarantie ein?
_____ %

Welche Defekte treten üblicherweise auf?

Rücknahme und Recycling?

Hat Ihr Unternehmen sich bereits Gedanken zur Rücknahme und dem Recycling von PV-Modulen gemacht?

Ja Nein

Nimmt Ihr Unternehmen bereits alte/ defekte Module zurück?

Ja, Module der eigenen Marke Nein
 Ja, Module der eigenen Marke und Module anderer Hersteller

Wie erfolgt diese Rücknahme konkret?

Wie entsorgen Sie derzeit defekte PV-Module?

Lassen Sie zurückgenommene Module wieder aufbereiten (Reuse)?

Ja Nein

Wer sollte Ihrer Meinung nach die Verantwortung für die Entsorgung von PV-Modulen haben?

Hersteller Anlagenbetreiber

Welche Regelung würden Sie bevorzugen für die Rücknahme und das Recycling von PV-Modulen?

Einbindung in das ElektroG (EU-WEEE) Eigenständiges, freiwilliges Rücknahmekonzept Keine

Vielen Dank für die Beantwortung und Ihre Kooperation!

Den ausgefüllten Bogen schicken Sie bitte per E-Mail oder per Fax an:

E-Mail: malte.dukat@de.hellmann.net

Fax: +49 (0)541 605 45 6377

Für Fragen stehe ich Ihnen sehr gerne zur Verfügung!

Tel.-Nr.: +49 (0)541 605 6377

3.2 Auswertung:

Aufgrund des geringen Rücklaufes, sind die Aussagen der Hersteller als nicht repräsentativ einzustufen. Die Nichtbeteiligung der Hersteller wurde vielfach durch die hohe Anzahl der Umfragen insgesamt begründet. Darüber hinaus mit der Vertraulichkeit der Informationen und der Teilnahme an der freiwilligen Selbstverpflichtung PV CYCLE.

Von den Herstellern, die den Erhebungsbogen ausgefüllt zurückgesandt haben, waren der überwiegende Teil der Meinung, dass die Hersteller der Module auch die Verantwortung der ordnungsgemäßen Entsorgung hätten und nicht die Betreiber von PV-Anlagen. Darüber hinaus haben sich die Hersteller für ein eigenständiges und freiwilliges Rücknahmesystem ausgesprochen. Eine Aufnahme der PV-Module in den Geltungsbereich des Elektronikaltgerätegesetzes (ElektroG) wurde lediglich von einem Hersteller befürwortet.

Ebenfalls abgefragt wurde der Umgang mit zurückgenommenen Modulen und ob das Thema „Reuse“ für die Hersteller relevant sei. Eine Wiederverwendung der Module spielt demnach ebenfalls eine untergeordnete Rolle für die Hersteller, die sich an der Erhebung beteiligten. Dies wurde hauptsächlich mit der schnellen technischen Weiterentwicklung der Produkte begründet.

3.3 Ansprechpartner Hersteller Photovoltaik-Module (Auswahl aus Gesamtliste von 309 Herstellern)

Unternehmen	Land	Website
First Solar , Inc.	USA	www.firstsolar.com
aleo solar GmbH	DE	www.aleo-solar.de/
AVANCIS GmbH & Co. KG	DE	http://www.avancis.de
Bosch Solar Energy AG	DE	http://www.bosch-solarenergy.de/
Canadian Solar Inc. (Kanada)	DE	http://www.canadian-solar.com/de/
Conergy AG	DE	http://www.conergy.de
Leuchten GmbH Pasewalk		
Sharp Electronics (Europe) GmbH	DE	www.sharp.de/solar
pi4_robotics GmbH		
Bauer Solartechnik GmbH	DE	www.bauer-selzen.de
Theodor Baum GmbH		http://www.theodorbaum.de
KOVRT Elektro GmbH		
DUMPS electronic Inh. Erhard Dumps e.K.		
Wengel & Dettelbacher Solar GmbH		http://www.solar-w-d.de
Alternate Energy Technologies, LLC.	US	http://www.aetsolar.com/
Schmitt-Enertec GmbH		
Sovello AG	DE	http://www.sovello.com/
MODULTEQ GmbH & Co. KG		http://www.modulteq.com
Elektro Zentrum Großenhain EZG eG		
moserbaer Photo Voltaic	DE	http://www.moserbaerpv.in/
MSR Elektro-Anlagen GmbH		
Arens GmbH Metallbau & Bauschlosserei	DE	
SANYO Component Europe GmbH	DE	http://www.sanyo-component.com
Bayer & Gergs Metallbau GmbH		
asola - Advanced and Automotive Solar Systems GmbH	DE	http://www.asola-power.com
Schievink & Nyhoff Aggregatebau GmbH		
Johanna Solar Technology GmbH	DE	http://www.johanna-solar.com/
Grumlik Anlagenbau GmbH		http://www.grumlik.de
Biokraftwerke Wolf GmbH		
Kyocera Fineceramics GmbH, Solar Division	DE	http://www.kyocerasolar.de
esb electronic systems Bäurle GmbH		
SYSTA-INDUSTRIEBAU GmbH		
IMO Anlagenbau GmbH & Co.KG	DE	http://www.imo.de
Kraftanlagen München GmbH		
SPower GmbH		



Benz AluSysteme GmbH		http://www.bf.alulines.com
Q-Cells Photovoltaic AG	DE	http://www.q-cells.com/
Energie-Center Waidele		
centrotherm Elektrische Anlagen GmbH & Co. KG		
REC Solar Germany GmbH	DE	www.recgroup.com
McSolar NEWENERGY Systems GmbH		http://www.ofen-solar.de
Kuntschar + Schlüter GmbH		
Nehs Produktions und Vertriebs GmbH		http://www.nehs.de
Gällivare PhotoVoltaic AB (publ)	SE	http://www.gpv-solar.com/
Scheuten Solar Germany GmbH	DE	http://www.scheutensolar.de/
stromaufwärts Photovoltaik GmbH	AT	www.stromaufwaerts.at
HB-TECH GmbH Deutschland	DE	www.hb-tech.ch
EAI Elektro- und Automatisierungstechnik Ilsenburg GmbH		http://www.eai-net.de
ARENDI, Sede amministrativa c/o Euroenergy Group s.r.l.	IT	http://www.arendi.eu/
Schott Solar AG	DE	http://www.schottsolar.com
Atersa	ES	http://www.atersa.com/
Gamesa Solar	ES	http://www.gamesasolar.com/fotovoltaica.htm
KANEKA BELGIUM N.V.	DE	http://www.pv.kaneka.co.jp/
abakus Energiesysteme GmbH	DE	
Schüco International KG	DE	www.schueco.de
Aeroline Tube Systems Baumann GmbH	DE	
Siliken Deutschland GmbH	DE	www.siliken.de
agit Allgemeine Geräte- und Industrie-Technik GmbH	DE	http://www.t-online.de/home/agitsol
AIR THERM Solartechnik		http://www.airtherm.de
AKKU & SOLARGESELLSCHAFT – Solarbatterien		
alandod Aluminium-Veredlung GmbH & Co. KG		
Alcan Singen GmbH	DE	
Bharat Heavy Electicals Ltd.	IN	http://www.bhel.com/
ALGATEC Solar AG		http://www.algatec.com
ALTEC Solartechnik	DE	www.altec-solartechnik.de
ALTERNATIVE ENERGIESYSTEME Scherf GmbH		
Solarcentury	UK	http://www.solarcentury.co.uk
Upsolar Europe	FR	http://www.upsolar.com/
Antec Solar	DE	http://www.antec-solar.de
Photowatt International	FR	http://www.photowatt.com
CEEG (Shanghai) Solar Science & Technology Co., Ltd.	CN	http://www.ceeqsst.com



ASS Automotive Solar Systems GmbH	DE	
Aton-Solar GmbH		http://www.aton-solar.de
August Brötje GmbH	DE	
Solar-Fabrik AG	DE	http://www.solar-fabrik.de
Bisol, razvoj, proizvodnja, inzeniring in svetovanje, d.o.o.	SK	http://www.bisol.si
Bauer Energietechnik Ferdinand Bauer		
Energiebau Solarstromsysteme GmbH	DE	http://www.energiebau.de/
BIPV Solarmodul Fabrik Berlin GmbH		http://www.bipv.de
Blitzstrom GmbH	DE	http://www.blitzstrom.de
Blitzstrom GmbH		
BlueTec GmbH & Co. KG	DE	
Boden Solar- undEnergiesparsysteme		mon.de/ch/boden/home.htm
Solarfun Power Deutschland GmbH	DE	
Centennial Solar Inc.	CA	http://www.centennialsolar.com/
BROCKMANN SOLAR GMBH		www.brockmann-solar.de
Buderus	DE	http://www.buderus.de
Buschbeck Solartechnik		http://www.buso.de
GB-Sol	UK	http://www.gb-sol.co.uk/
CHRISTEVA Sonnenenergie-Technik GmbH		
Climasol Solarsysteme		
SolarWorld AG	DE	http://www.solarworld.de
Perfect Solar GmbH	DE	http://www.perfectsolar.de
SOLON SE	DE	http://www.solon.com
Solyndra GmbH	DE	http://www.solyndra.com/
COLEXON Energy AG	DE	www.colexon.com
German Solar System GmbH	DE	http://german-solar-system.de/
Consolar GmbH	DE	
Deutsche Exide GmbH		
Deutsche Solar AG	DE	
Diko Maschinenbau GmbH & Co KG		www.diko-maschinenbau.de/
doorline GmbH	DE	http://www.doorline.de
Dorfmüller Solaranlagen GmbH		
Dr.Sol-Solarsysteme GmbH		http://www.drsol.de
ELCO Shared Services GmbH		
Elektro Roßwein GmbH	DE	http://www.elektro-rosswein.de
Elektro und Sicherheitsanlagenbau GmbH		
Energie aus wind und Sonne GmbH & Co. KG	DE	
Engcotec Engco Advanced Technology GmbH		

4. Modellregionen – Auswahl, Aktivitäten und Ergebnisse

4.1 Auswahl der Modellregionen in Deutschland

Bei der Auswahl der Modellregionen spielte es eine Rolle, ob es sich um eine eher ländliche Region handelt oder eine städtische und letztendlich auch, in welchem Teil Deutschlands sich die Region befindet. Schließlich hat man sich auf drei Regionen festgelegt, die sich durch die Kriterien:

- städtisch/ländlich
- geografisches Vorkommen

unterscheiden.

Solarstadt / Projekt SolarRegion Freiburg

Freiburg, die südlichste Großstadt Deutschlands, verfügt dank 1.800 Sonnenstunden im Jahr nicht nur über ein fast mediterranes Flair, sondern bietet auch optimale Rahmenbedingungen zur Nutzung der Sonnenenergie. So liegt Freiburg in der Entwicklung und Anwendung der Sonnenenergie mit an der Spitze.

Nicht erst seit der Verabschiedung des Energieversorgungskonzeptes 1986 durch den Freiburger Gemeinderat, das der Nutzung regenerativer Energiequellen bei gleichzeitigem Ausstieg aus der Atomkraft einen zentralen Stellenwert einräumte, setzt die Stadt auf diese zukunftsweisende Energieform. Die Solarenergie hat eine nachhaltige Entwicklung der Region in Gang gebracht - mit wirtschaftlichem Erfolg und Nutzen für die Umwelt.

Mit dem Projekt SolarRegion Freiburg hat sich die Stadt Freiburg eine führende Stellung in der Anwendung von Solarenergie erworben. Über die Nutzung der umweltfreundlichen Energiequelle hinaus arbeiten Institutionen, Unternehmen und engagierte Bürgerinnen und Bürger gemeinsam mit der Stadt an der nachhaltigen Entwicklung der Region. Ob in den Bereichen Arbeit, Bürgerbeteiligung, Marketing, Tourismus, Bauen, Forschung oder Bildung, überall entfaltet die Sonnenenergie positive Wirkung für die Gesellschaft.

Ostalbkreis

Der Ostalbkreis liegt in Baden-Württemberg und hat etwa 317.000 Einwohner. Er besteht aus drei großen Kreisstädten und 39 Städten und Gemeinden. Mit seiner Lage im Zentrum Süddeutschlands ist er repräsentativ für diese sonnenreichste Region Deutschlands mit ebenfalls 1.800* Sonnenstunden im Jahr. Somit ist die Ostalb ideal geeignet als Modellregion. Ferner ist er durch seine direkte Anbindung an die A7, welche ganz Deutschland von Norden nach Süden durchquert, logistisch besonders attraktiv.

Durch eine Vielzahl an Wertstoffhöfen beteiligt sich die Bevölkerung im Ostalbkreis aktiv an der Abfalltrennung und ist an ein Bringsystem gewöhnt. Die Akzeptanz zur getrennten Sammlung von Solarmodulen ist in diesem Fall einfacher zu erreichen. Zudem hat die Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung erst kürzlich einen Versuch begonnen zur gemeinsamen Erfassung von Abfällen und Wertstoffen in einer Rohstofftonne, so dass

zurzeit das Bewusstsein zur Abfalltrennung im Ostalb erhöht ist. Durchschnittlich gibt es in Deutschland 1550 Sonnenstunden im Jahr!

Landkreis Osnabrück

Die AWIGO Abfallwirtschaft Landkreis Osnabrück GmbH ist eine hundertprozentige Tochtergesellschaft des Landkreises Osnabrück. Diese Gesellschaft wurde am 30. Oktober 2001 gegründet und ist seit dem 1. Januar 2002 für die Belange der Abfallwirtschaft im Landkreis Osnabrück verantwortlich. Sie beschäftigt 110 Mitarbeiter, davon 61 geringfügig Beschäftigte auf den Grünplätzen.

Rückgebaute bzw. veraltete oder zukünftig zurückzubauende Solarmodule und Photovoltaikanlagen können ab sofort kostenlos an den fünf bekannten Recyclinghöfen im Landkreis Osnabrück zurückgegeben werden: Ankum, Dissen, Georgsmarienhütte, Melle und Wallenhorst.

Begleitet wird die Rücknahme durch eine Pressemeldung in der Neuen Osnabrücker Zeitung und lokalen Zeitungen wie Osnabrücker Nachrichten, Meller Kreisblatt, Osnabrücker Sonntagszeitung usw. Darüber hinaus fand ein Anschreiben mit weiteren Informationen an Handwerksunternehmen aus der Elektro- und Haustechnik in Stadt und Land Osnabrück statt. Insgesamt wurden ca. 240 Unternehmen angeschrieben.

4.2 Auswahl der Modellregion in Spanien

Der Photovoltaik-Sektor in Spanien war 2008 stark gewachsen, weil die Regierung für Anlagen, die bis Ende September 2008 fertiggestellt waren, hohe Einspeisevergütungen in Höhe von 41 Cent pro Kilowattstunde versprach. Aufgrund dieser positiven wirtschaftlichen Rahmenbedingungen entwickelte sich Spanien zum weltweit zweitgrößten Photovoltaikmarkt nach Deutschland. Dann führte die spanische Regierung eine Deckelung der Einspeisevergütung bei 500 Megawatt ein und der Markt brach in 2009 zusammen.

Langsam erholt sich der Markt in Spanien nun wieder und einhergehend damit setzen sich nun auch die ersten Unternehmen mit der Thematik Rücknahme und Recycling von Photovoltaikmodulen auseinander. Bis Ende Oktober 2010 registrierten sich 5 Unternehmen beispielsweise beim freiwilligen Rücknahme und Recycling-Programm PV CYCLE als Sammelstelle. Dies waren Aresol aus Logrono, Abasol aus Burgos, Prosolar in Almanzora, AS Iberica in Madrid und Proinso in Fustiñana, Navarra.



Abbildung 2: Solarpark von Prosolar in Almanzora

Allerdings fallen die bisherigen Sammelmengen gering aus. Wie in Deutschland ist das Thema Entsorgung auch in Spanien nicht vorrangig für Anlagenbetreiber und Investoren. Dies wird immer wieder mit der zu erwartenden Haltbarkeit und Lebensdauer der PV-Module begründet. Unabhängig vom bisherigen Anfall begrüßen alle Sammelstellen die Möglichkeit der kostenfreien Rückgabe über PV CYCLE und sehen dies als Zusatznutzen für Ihre Kunden an.

www.pvcycle.org und www.pvcycle.de

4.3 Aktivitäten in den deutschen Modellregionen

Um die Ansprechpartner in den Modellregionen rechtzeitig auf die Erprobungsphase vorzubereiten, wurden Gesprächsleitfäden erarbeitet:

Durchführung gemeinsam mit Auftragnehmern:

- Erprobung Ablauf auf einer Sammelstelle (Annahme & Einsammlung, Lagerung, Abholauftrag, Übergabe, Tausch von Sammelbehältnissen, Dokumentation, etc.)
- Praxistest und Bewertung einer gemeinsamen Erfassung mit anderen Abfallströmen
- Klärung der Frage: „Welche Probleme treten in der Praxis auf, z.B. durch unterschiedliche Modulmaße? Ist Getrennthaltung vor dem Transport zum Recycling wirtschaftlich zumutbar/technisch umsetzbar?“
- Welche Anforderungen bestehen bei den o.g. Prozessschritten (z.B. überdachte vs. unüberdachte Lagerung)?
- Gibt es bereits Erfahrungen mit der Annahme schadhafter Module, müssen oder können diese in anderen Behältnissen transportiert werden?
- Praxis-Test von verschiedenen Transportbehältnissen auf der Sammelstelle inkl. der Bewertung von Vor- und Nachteilen.
- Welche generellen Anforderungen existieren auf kommunaler Ebene darüber hinaus z.B. bei der Sammelstelle und in der Verwaltung? Gibt es heute bereits spezielle Annahmebedingungen?

Auswertung gemeinsam mit den Verantwortlichen der Modellregion:

- Bewertung des Arbeitsaufwandes in Hinblick einer potentiellen Kostenbewertung.
- Welche Unterschiede bestehen zwischen einer kommunalen und einer gewerblichen Sammelstruktur?
- Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten bestehen in der Erfassung von anderen Abfallströmen?
- Bewertung der Vorteile einer kommunalen Sammlung im Vergleich zur gewerblichen Sammlung.

Am Ende des Projektes steht möglicherweise folgendes Ergebnis:

- Erarbeitung eines regionalen Kommunikationskonzeptes zur Bekanntmachung der Annahme bei Verbrauchern, Handwerk und Industrie.
- Erwartungen der o.g. Zielgruppen und Endverbraucher an eine geordnete Rücknahme?
- Termin zwecks Bewertung der ermittelten Ergebnisse und Erarbeitung von Handlungsempfehlungen.

4.4 Erhebungsbogen

Die Durchführung einer probeweisen Modulrücknahme wurde anhand folgender Fragestellungen geplant. Zudem wurde dieser Fragebogen den zuständigen Mitarbeitern bei der Sammelstelle an die Hand gegeben:

Durchführung einer Modulrücknahme / wesentliche Fragestellungen:

Nach Erprobung einer Sammelstelle (Annahme & Einsammlung, Lagerung, Abholauftrag, Übergabe, Tausch von Sammelbehältnissen, Dokumentation, etc.) kommt der Praxistest und Bewertung einer gemeinsamen Erfassung mit anderen Abfallströmen. Folgende Fragen sind für das Projekt relevant:

- Welche Probleme treten in der Praxis auf, z.B. durch unterschiedliche Modulmaße? Ist Getrennthaltung vor dem Transport zum Recycling wirtschaftlich zumutbar/technisch umsetzbar?
- Mit welchen Abfallschlüsseln wird angeliefert?
- Wer sind die Hauptanlieferer, gewerbliche Betriebe, Private Bauherren oder andere?
- Gibt es Erfahrungen für Transportbehältnisse?
- Praxis-Test von verschiedenen Transportbehältnissen auf der Sammelstelle inkl. der Bewertung von Vor- und Nachteilen.
- Welche Anforderungen bestehen bei der Lagerung (z.B. überdachte vs. unüberdachte Lagerung)?
- Gibt es bereits Erfahrungen mit der Annahme schadhafter Module, müssen oder können diese in anderen Behältnissen transportiert werden?
- Welche generellen Anforderungen existieren auf kommunaler Ebene darüber hinaus z.B. bei der Sammelstelle und in der Verwaltung? Gibt es heute bereits spezielle Annahmebedingungen?
- Bewertung des Arbeitsaufwandes in Hinblick einer potentiellen Kostenbewertung. Könnte die Annahme und Lagerung über die Abfallgebühren finanziert werden?
- Welche Unterschiede bestehen zwischen einer kommunalen Sammlung /Annahme von Elektroaltgeräten und einer Annahme von PV-Modulen, könnte dies gekoppelt werden?
- Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten bestehen in der Erfassung von anderen Abfallströmen?
- Bewertung der Vorteile einer kommunalen Sammlung im Vergleich zur gewerblichen Sammlung?
- Gibt es eine Diskussionsgrundlage dafür zu entscheiden, ob PV-Module in der Regel als andienungspflichtiger Abfall angenommen werden müssten?

Bei Rückfragen: Dr. Beate Kummer, Kummer:Umweltkommunikation GmbH, Bad Honnef, Tel.: 02224-9011480

4.5 Auswertungen

4.5.1 Solarstadt / Projekt SolarRegion Freiburg – ASF – Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH

Durchführung einer Modulrücknahme – Wesentliche Fragestellungen	Rückmeldungen
Welche Probleme treten in der Praxis auf, z.B. durch unterschiedliche Modulmaße? Ist Getrennthaltung vor dem Transport zum Recycling wirtschaftlich zumutbar/technisch umsetzbar?	Die ersten Anlieferungen sind erfolgt. Das Verpacken in die zur Verfügung gestellten Boxen ist auf Grund der unterschiedlichen Größen schwierig, aber händelbar. Die Getrennthaltung ist derzeit machbar
Mit welchen Abfallschlüsseln wird angeliefert?	AVV 20 01 35
Wer sind die Hauptanlieferer, gewerbliche Betriebe, Private Bauherren oder andere?	Gewerbe-Betriebe
Gibt es Erfahrungen für Transportbehältnisse?	Nein, noch keine Erfahrungen.
Praxis-Test von verschiedenen Transportbehältnissen auf der Sammelstelle inkl. der Bewertung von Vor- und Nachteilen.	./.
Welche Anforderungen bestehen bei der Lagerung (z.B. überdachte vs. unüberdachte Lagerung)?	Lagerung in Fahrzeughallen.
Gibt es bereits Erfahrungen mit der Annahme schadhafter Module, müssen oder können diese in anderen Behältnissen transportiert werden?	Schadhafte oder teildemontierte Module werden nur nach Absprache mit PV Cycle angenommen.
Welche generellen Anforderungen existieren auf kommunaler Ebene darüber hinaus z.B. bei der Sammelstelle und in der Verwaltung? Gibt es heute bereits spezielle Annahmebedingungen?	Es gibt keine speziellen Annahmebedingungen. Die Koordination erfolgt ausschließlich über die Bereichsleitung der Recyclinghöfe.
Bewertung des Arbeitsaufwandes in Hinblick einer potentiellen Kostenbewertung. Könnte die Annahme und Lagerung über die Abfallgebühren finanziert werden?	Aufwand derzeit 3-5 Stunden/Woche für 2 Mitarbeiter
Welche Unterschiede bestehen zwischen einer kommunalen Sammlung /Annahme von Elektroaltgeräten und einer Annahme von PV-Modulen, könnte dies gekoppelt werden?	Wird bei uns gekoppelt.
Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten bestehen in der Erfassung von anderen Abfallströmen?	Unterschiede keine. Gemeinsamkeiten bestehen bei der Annahme von Elektro- Altgeräten.
Bewertung der Vorteile einer kommunalen Sammlung im Vergleich zur gewerblichen Sammlung?	Kann nicht beurteilt werden.
Gibt es eine Diskussionsgrundlage dafür zu entscheiden, ob PV-Module in der Regel als andienungspflichtiger Abfall angenommen werden müssten?	Können wir nicht erkennen.

4.5.2 GOA – Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH

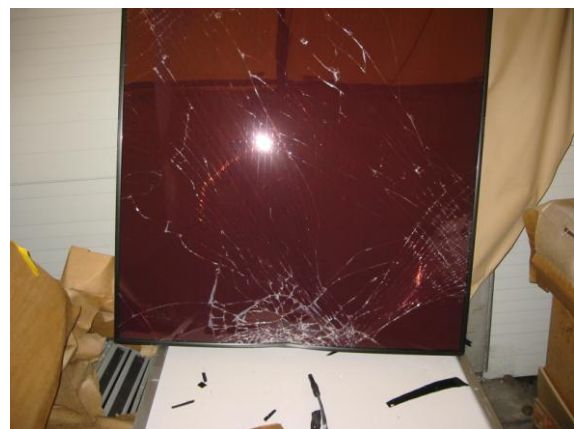
Anlieferung bis 14. September 2010: Recyclinghof Eller – 4 Module
Recyclinghof Reutehau – 2 Module

Durchführung einer Modulrücknahme – Wesentliche Fragestellungen	Rückmeldungen
Welche Probleme treten in der Praxis auf, z.B. durch unterschiedliche Modulmaße? Ist Getrennthaltung vor dem Transport zum Recycling wirtschaftlich zumutbar/technisch umsetzbar?	Bis jetzt passen alle Module in die Gitterboxen; Getrennthaltung ist machbar.
Mit welchen Abfallschlüsseln wird angeliefert?	Bisher keine, denkbar wäre 200 135.
Wer sind die Hauptanlieferer, gewerbliche Betriebe, Private Bauherren oder andere?	Bisher sind es nur private Anlieferer.
Gibt es Erfahrungen für Transportbehältnisse?	Nein.
Praxis-Test von verschiedenen Transportbehältnissen auf der Sammelstelle inkl. der Bewertung von Vor- und Nachteilen.	Ist bisher nicht möglich.
Welche Anforderungen bestehen bei der Lagerung (z.B. überdachte vs. unüberdachte Lagerung)?	Die Recyclinghöfe Ellert und Reutehan sind jeweils überdacht.
Gibt es bereits Erfahrungen mit der Annahme schadhafter Module, müssen oder können diese in anderen Behältnissen transportiert werden?	Alle bisher angelieferten Module waren schadhaft / gebrochen. Die Lagerung in Gitterboxen ist möglich.
Welche generellen Anforderungen existieren auf kommunaler Ebene darüber hinaus z.B. bei der Sammelstelle und in der Verwaltung? Gibt es heute bereits spezielle Annahmebedingungen?	Keine.
Bewertung des Arbeitsaufwandes in Hinblick einer potentiellen Kostenbewertung. Könnte die Annahme und Lagerung über die Abfallgebühren finanziert werden?	1. Ist noch nicht möglich. 2. Annahme und Lagerung wird über den Kostenblock Wertstoffhöfe über Abfallgebühren finanziert.
Welche Unterschiede bestehen zwischen einer kommunalen Sammlung /Annahme von Elektroaltgeräten und einer Annahme von PV-Modulen, könnte dies gekoppelt werden?	Eigentlich bestehen keine Unterschiede.
Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten bestehen in der Erfassung von anderen Abfallströmen?	(Keine Angaben)
Bewertung der Vorteile einer kommunalen Sammlung im Vergleich zur gewerblichen Sammlung?	Die Finanzierung der Annahme ist bei kommunaler Sammlung sicherer.
Gibt es eine Diskussionsgrundlage dafür zu entscheiden, ob PV-Module in der Regel als andienungspflichtiger Abfall angenommen werden müssten?	Eher nicht.

4.5.3 AWIGO – Abfallwirtschaft Landkreis Osnabrück GmbH

Durchführung einer Modulrücknahme – Wesentliche Fragestellungen	Rückmeldungen
Welche Probleme treten in der Praxis auf, z.B. durch unterschiedliche Modulmaße? Ist Getrennthaltung vor dem Transport zum Recycling wirtschaftlich zumutbar/technisch umsetzbar?	Zurzeit keine Probleme aufgrund der geringen Anlieferungsmengen (10 Module insgesamt auf drei verschiedenen Recyclinghöfen). Zukünftig auch keine Probleme zu erwarten. Momentan werden alle Module sämtlicher Größen in Gitterboxen (120 cm x 80 cm x 100 cm) gelagert. Es sind bislang aber auch keine nennenswerten Größenunterschiede aufgetreten.
Mit welchen Abfallschlüsseln wird angeliefert?	Zurzeit wird mit Abfallschlüssel Nr. „17 02 02 Glas“ angeliefert (Vorgabe durch Übergabeschein der Fa. Hellmann).
Wer sind die Hauptanlieferer, gewerbliche Betriebe, Private Bauherren oder andere?	Privatleute.
Gibt es Erfahrungen für Transportbehältnisse?	Bislang nur Gitterboxen (120 cm x 80 cm x 100 cm) im Einsatz.
Praxis-Test von verschiedenen Transportbehältnissen auf der Sammelstelle inkl. der Bewertung von Vor- und Nachteilen.	Es liegen keine Erfahrungen vor.
Welche Anforderungen bestehen bei der Lagerung (z.B. überdachte vs. unüberdachte Lagerung)?	Vor Glasbruch schützen. Auf sicheren Stand achten.
Gibt es bereits Erfahrungen mit der Annahme schadhafter Module, müssen oder können diese in anderen Behältnissen transportiert werden?	Keine nennenswerten Erfahrungen.
Welche generellen Anforderungen existieren auf kommunaler Ebene darüber hinaus z.B. bei der Sammelstelle und in der Verwaltung? Gibt es heute bereits spezielle Annahmebedingungen?	Die übliche PSA (Persönliche Schutzausrüstung) ist erforderlich. Schutzhandschuhe, Sicherheitsschuhe, Warnkleidung.
Bewertung des Arbeitsaufwandes in Hinblick einer potentiellen Kostenbewertung. Könnte die Annahme und Lagerung über die Abfallgebühren finanziert werden?	Grundsätzlich über Gebührenhaushalt möglich, sofern Erstattung über Inverkehrbringer erfolgt.
Welche Unterschiede bestehen zwischen einer kommunalen Sammlung /Annahme von Elektroaltgeräten und einer Annahme von PV-Modulen, könnte dies gekoppelt werden?	Bei geringen Mengen wäre eine Sammlung in Verbindung mit alten Elektrogeräten durchführbar. Entscheidend ist die Kapazität auf dem Sammelfahrzeug.
Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten bestehen in der Erfassung von anderen Abfallströmen?	Im Landkreis Osnabrück grundsätzlich möglich. Abhängig von kommunaler Logistikstruktur. E-Schrott im Holsystem? Integration in Behältertauschdienst? – Grundsätzlich eine Frage der Vergütung.
Bewertung der Vorteile einer kommunalen Sammlung im Vergleich zur gewerblichen Sammlung?	Flächendeckende Strukturen vorhanden. Kommunikation über öRE gut möglich. Abfuhrkalender/Infobriefe/Newsletter. Deutschlandweite flächendeckende Einführung über VKS/Städte- und Landkreistag denkbar.

Durchführung einer Modulrücknahme – Wesentliche Fragestellungen	Rückmeldungen
<p>Gibt es eine Diskussionsgrundlage dafür zu entscheiden, ob PV-Module in der Regel als andienungspflichtiger Abfall angenommen werden müssten?</p>	<p>Über eine Andienungspflicht könnte eine hohe Erfassungsquote und eine hochwertige Verwertung politisch sichergestellt werden. Ansonsten würde der günstigste Entsorgungsbzw. Verwertungsweg genutzt. Politischer Kompromissvorschlag könnte lauten: Erfassung kommunal / Verwertung privat.</p>



Abbildungen 3-6: Anlieferung und Lager von Photovoltaikmodulen bei Hellmann Process Management (Quelle: Hellmann,2010)

Presseinformationen Landkreis Osnabrück - AWIGO Solar

[Sebastian Rohling](#) am 13. Juli 2010

Osnabrück versucht sich an einem grünen Stadtimage. Auf dem Piesberg gibt es drei neue Windkraftanlagen und letztes Jahr sind so viele Photovoltaikanlagen angeschlossen worden, wie noch nie. Doch, eins scheint man bei all dem grünen Potential zu vergessen. Irgendwann haben die Dachplatten zur grünen Energiegewinnung ausgedient und dann? Einfach verschrotten? Das würde dem Gedanken der regenerativen Ideen widersprechen. Sebastian Rohling, über eine Möglichkeit ausgediente Photovoltaikanlagen zu entsorgen.

Wir sind ganz oben in der Solarbundesliga. Wir sind die norddeutsche Solarhauptstadt 2009. Ein Titel, mit dem man sich gerne und meiner Meinung nach zu recht schmücken darf. Doch was, wenn eines Tages die Anlagen ausgedient haben? Wenn sie Platz machen sollen, für neue und leistungsfähigere Photovoltaikanlagen? Die AWIGO – Abfallwirtschaftsgesellschaft Landkreis Osnabrück GmbH – gehört schon heute einer Projektgruppe an, die sich mit diesem Problem beschäftigt. Christian Niehaves, Geschäftsführer der AWIGO erklärt, warum das Unternehmen an dem Projekt teilnimmt:

Das Projekt ist gemeinsam mit der Deutsche Bundesstiftung Umwelt, dem Unternehmen Hellmann Process Management und Kummer Umweltkommunikation initiiert worden. Seit Juni 2010 ist nun mit der AWIGO ein Partner hinzugestoßen, der mit der nötigen Logistik und Präsenz in der Region dafür Sorge trägt, dass man einen Punkt hat, wo man ausgediente Module abgeben kann. Mittels dieses flächendeckenden Netzes von Annahmestellen will man sicherstellen, möglichst viele ausrangierte Anlagen einem sicheren Recyclingprozesses zu zuführen.

In den letzten Jahren hat die Photovoltaikindustrie einen wahren Boom erlebt. Aktuelle Studien gehen deshalb davon aus, dass derzeit jährlich zwischen 3.500 und 4.000 Tonnen Altmaterial in Europa zu entsorgen seien. Bedenkt man, dass eine Photovoltaikanlage eine durchschnittliche Lebenserwartung von 25 Jahren hat, während das dann für das Jahr 2020 schon rund 35.000 Tonnen – Tendenz steigend.

Bedenken, dass mit der Entsorgung immense Kosten auf einen zukommen sind derzeit unberechtigt, wie Christian Niehaves weis:

Sollte der Solarboom in Deutschland und auch in Osnabrück weiterhin eine so rasante Entwicklung haben, dann ist eine möglichst frühe Entsorgungslogistik zwingend notwendig. Eine Vielzahl von Stoffen, die in einem solchen Modul vorhanden sind, könnten so weiterverwertet werden. Und Grüne Energie könnte so auch grün entsorgt werden.

Sebastian Rohling über ein Pilotprojekt in der Region Osnabrück, die ausgedienten Photovoltaikanlagen dem Recyclingkreislauf zuführen will. Wenn Sie wissen wollen, wo die Recyclinghöfe sind, dann erkundigen Sie sich bei AWIGO oder fragen Sie ihren Photovoltaikinstallateur.

4.6 Übergabeschein Photovoltaikmodul(e) zur Mengenerhebung (Beispiel Freiburg)

Dieser Übergabeschein wurde genutzt, um den Ansprechpartnern vor Ort eine Umsetzungshilfe zu geben.

Übergabeschein Photovoltaikmodul(e) zur Mengenerhebung		
Datum: _____		
Artikelbezeichnung	Anzahl	ASN
Photovoltaikmodul	_____	17 02 02
Solarmodul	_____	17 02 02
Besonderheiten (z.B. Glasbruch, rahmenlos, etc.)		

Die korrekte Übernahme wird bestätigt.		
Unterschrift: _____		

4.7 Ansprechpartner in der Modellregion Ostalbkreis (Auszug aus Gesamtliste von 199 Handwerkern)

Im 2. Quartal 2010 wurden ca. 200 Handwerksbetriebe in der Region angeschrieben, um die Rückgabemöglichkeit an drei verschiedenen Sammelstellen im Landkreis zu kommunizieren. Begleitend dazu wurden Presseberichte in den Regionalzeitungen veröffentlicht, um die Handwerksbetriebe und private Bauherren auf die Rückgabemöglichkeiten aufmerksam zu machen.

Institution	Straße	PLZ	Ort
Elektro Wagner GbR	Tannhäuser Straße 2	73485	Unterschneidheim
Mack GmbH Elektrotechnik	Sulzdorfer Straße 9	73491	Neuler
Elektro-Beck	Schillerstraße 11	73466	Lauchheim
Elektrotechnik	Dachsweg 46	73434	Aalen-Unterrombach
Elektro-Meisterbetrieb	Kastellstraße 16	73479	Ellwangen-Pfahlheim
Elektro Bullinger e.K.	Kirchweg 1	73450	Neresheim
Elektro Spengler	Bahnhofstraße 68	73430	Aalen
Elektro Betzler GmbH	Dreissentalstraße 28	73447	Oberkochen
Elektro Bühr	Schmiedstraße 8	73479	Ellwangen
Elektro Heide	Weierstraße 1	73453	Untergröningen
Elektro Heinck	Lange Wolfsstraße 24	73453	Abtsgmünd
Elektro-Hofecker GmbH & Co. KG	Tannhäuser Straße 36	73497	Tannhausen
Elektro-Jerg GmbH	Bahnhofstraße 58	73430	Aalen
Elektrohaus Nagler	Ziegelhütte 30	73485	Unterschneidheim
Elektrotechnik Feichtenbeiner	Jurastraße 29	73432	Aalen-Ebnat
Elektro Freiburger	Friedrichstraße 45	73430	Aalen
Elektro Friedrich	Holderweg 4	73495	Stödtlen
Fuchs Elektrotechnik	Braunenbergsstraße 1	73479	Ellwangen
Elektro Fuchs	Erfurter Straße 22	73479	Ellwangen
Elektro-Meisterbetrieb	Felderstraße 4	73467	Kirchheim
Elektro-Meisterbetrieb	Schillerstraße 23	73494	Rosenberg
Elektro-Meisterbetrieb	Telemannstraße 5	73479	Ellwangen-Röhlingen
Heiter Elektrotechnik GmbH	Hindenburgstraße 13	73450	Neresheim
Imtech Deutschland GmbH & Co. KG	Robert-Bosch-Straße 33	73431	Aalen
Joos GmbH	Hauptstraße 91	73486	Adelmannsfelden
Elektro-Meisterbetrieb	Bühlstraße 12	73453	Abtsgmünd-Laubach

PRESSEINFORMATION:

**Beteiligung der GOA an Forschungsvorhaben
zur Rücknahme von Photovoltaik-Modulen**

Heute ist Solarstrom nicht mehr aus dem Energiemix wegzudenken. Deshalb hat die Photovoltaikindustrie in den letzten Jahren einen wahren Boom erlebt: Eine saubere Art der Energiegewinnung, bei der aber auch Abfall entsteht. Eine aktuelle Studie geht davon aus, dass derzeit jährlich zwischen 3.500 und 4.000 Tonnen Altmaterial in Europa zu entsorgen sind. Für das Jahr 2020 werden gar 35.000 Tonnen prognostiziert. Je mehr PV-Module und Photovoltaikanlagen in den nächsten Jahren produziert und installiert werden, umso wichtiger wird eine professionelle Rücknahme in Verbindung mit einem fachgerechten Recycling oder einer hochwertigen Wiederaufbereitung, um die eingesetzten Rohstoffe zurück zu gewinnen. Daran wird sich die GOA nun beteiligen. „In der Regel haben die PV-Module eine Haltbarkeit von mindestens 20 Jahren. Nachdem die ersten Photovoltaikanlagen Ende der 80er Jahre installiert worden sind, stellt sich nun vermehrt die Frage, was mit den ausgedienten Modellen geschehen soll“, sagte hierzu Henry Forster, Geschäftsführer der GOA.

Unter der Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) erarbeiten die Partner – Hellmann Process Management, Kummer:Umweltkommunikation GmbH und TU Darmstadt Energy Center – hierzu bis Oktober 2010 ein Konzept. Da der Ostalbkreis bei diesem Projekt als Modellregion dient, hat sich die GOA-Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH zu einer Kooperation mit den Partnern bereit erklärt. Ein wichtiger Meilenstein bei diesem Projekt ist die Beteiligung aller in der Prozesskette. Hierzu werden nun alle zum Mitmachen aufgerufen: Rückgebaute bzw. veraltete oder zukünftig zurückzubauende Solarmodule und Photovoltaikanlagen können ab sofort kostenlos an den drei bekannten Deponiestandorten im Ostalbkreis zurückgegeben werden: Deponie Herlikofen, Reutehau und Ellert. Ziel ist es, ein dichtes Netz von Annahmestellen für Solarmodule zu schaffen, von wo aus die defekten Photovoltaikanlagen schnell und einfach dem Recyclingprozess zugeführt werden können.

Weitere Informationen können Sie auch bei den Projektpartnern erbitten: HPM-Hellmann Process Management, Herr Malte Dukatz, Tel.: 0541/605-6377 und Kummer:Umweltkommunikation GmbH, Frau Dr. Beate Kummer, Tel.: 02224 / 90 11 480 zur Verfügung.

Bei Rückfragen zum konkreten Rücknahmevergange können Sie kontaktieren:

Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH
Graf-von-Soden-Str. 7
73527 Schwäbisch Gmünd
Tel: 07171-1800-0
Mail: goa@goa-online.de

4.8 Aufbau und Struktur eines Rücknahmesystems für Photovoltaikmodule

Hersteller sind heutzutage für den gesamten Lebensablauf Ihrer Produkte und deren Auswirkungen auf die Umwelt verantwortlich. Neben Entwicklung, Herstellung und Verkauf umfasst dies auch die Rücknahme und das Recycling der Produkte. Eine Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen, sowohl auf nationaler als auch europäischer Ebene, regeln dabei die Pflichten der Produzenten beziehungsweise der Inverkehrbringer. Grundsätzlich entstehen dem Verpflichteten für die Rücknahme und die Entsorgung Aufwände bzw. Kosten bei der Vergabe an andere Unternehmen. Teilweise decken die Erlöse aus der Vermarktung der sogenannten Outputfraktionen diese Kosten, oftmals jedoch nicht. Neben der gesetzlichen Konformität ist es daher auch im Interesse der Hersteller diese Prozesse möglichst wirtschaftlich und damit systematisch zu organisieren.

Ein Rücknahmesystem besteht prinzipiell dabei aus folgenden Akteuren:

- Abfallerzeuger
- Sammelstellen
- Transporteure
- Entsorgungsbetriebe
- Systemmanagement
- Herstellern.

Das zentrale Element ist das Systemmanagement. Es organisiert und koordiniert sämtliche Prozesse und ist für das Funktionieren des Systems verantwortlich. Der Abfallerzeuger hat an den Sammelstellen die Möglichkeit, die Produkte abzugeben. Sobald die Sammelkapazität erreicht ist, gibt die Sammelstelle eine Vollmeldung an das System. Dieses wiederum organisiert anschließend den Transport zur Entsorgungsanlage und den Tausch der Sammelbehältnisse. Nach Eintreffen der Produkte in der Entsorgungsanlage übernimmt diese die Aufbereitung und die fachgerechte Entsorgung der Produkte. Im günstigsten Fall kann der Hersteller die Outputfraktionen der Aufbereitung erneut für die Herstellung von Neuprodukten einsetzen. Ferner werden Anzahl bzw. Gewicht sowie in der Aufbereitung erzielte Recyclingquoten zur Erfolgskontrolle an das System zurückgemeldet.

Photovoltaikmodule sind aktuell vom Geltungsbereich der WEEE-Richtlinie ausgenommen. Daher können bereits vorhandene und etablierte Sammelstrukturen nicht einfach mitgenutzt werden. Zudem ist eine gemeinsame Erfassung an der Sammelstelle mit den Elektro- und Elektronikaltgeräten nicht praktikabel. Der Aufbau einer eigenen flächendeckenden Sammelstruktur wäre sehr kostenintensiv und stünde in keinem Verhältnis zur derzeitigen Anfallmenge. Inwieweit sich das Aufkommen in den kommenden Jahren entwickelt, kann derzeit nur sehr vage prognostiziert werden. Belastbare Erfahrungswerte aus der Vergangenheit liegen aufgrund der durchschnittlichen Lebensdauer der Produkte bisher nicht vor und zudem muss sich erst noch zeigen, ob die Module später nicht einfach am Ort der Nutzung verbleiben oder doch demontiert und entsorgt werden.

Nichts desto trotz bedarf es einer Rücknahmelösung für Module, die aus unterschiedlichen Gründen bei der Installation als Abfall anfallen. Hier ist es insbesondere bei Großinstallationen angebracht, die Module in geeigneten Sammelbehältnissen vor Ort zu erfassen. Installations- und Handelsunternehmen, die Module zur Entsorgung haben, können ebenfalls bei Bedarf Sammelbehältnisse zur Verfügung gestellt werden. Bei einem regelmäßigen Anfall bietet sich zudem an, eine feste Sammelstelle einzurichten, die

gegebenenfalls von weiteren Abfallerzeugern genutzt werden kann. Auf diese Weise könnten Sammelmengen verdichtet und Kosten insbesondere für den Transport optimiert werden.

Von den verschiedenen Sammel- bzw. Anfallstellen erfolgt der Transport zur Entsorgungsanlage. Besonderes Augenmerk muss hierbei auf den Umgang mit Glasbruch gelegt werden. Daher bieten sich grundsätzlich geschlossene Transportbehältnisse an. Sollten diese übereinander gestapelt werden, muss zudem auf deren Stabilität geachtet werden, so dass eine ordnungsgemäße Transportsicherung erfolgen kann.

Beim Recycling der Module erfolgt zunächst eine Demontage des Rahmens. Dieser besteht in den meisten Fällen entweder aus Aluminium, Stahl oder Kunststoff. Darüber hinaus können elektrische Installationen wie beispielsweise die Anschlussdose über die gängigen Entsorgungswege für Elektro- und Elektronikaltgeräten entsorgt werden. Kristalline Photovoltaikmodule können im Anschluss aufgrund des hohen Anteils von Glas in der Flachglasaufbereitung weiterbehandelt werden. Ein alternatives Behandlungsverfahren für diesen Typ von Modulen bietet die Sunicon AG an. Die Tochter der SolarWorld AG hat ein Verfahren entwickelt, welches zudem die Rückgewinnung der Siliziumwafer möglich macht. Beim Recycling von Dünnschichtmodulen auf Basis von Cadmiumtellurid hingegen muss zudem noch die Halbleiterschicht chemisch abgelöst werden. Erst im Anschluss ist eine weitere Verwertung des Glases möglich (siehe alternative Möglichkeiten in den nachfolgenden Kapiteln).

4.9 Transportbehältnisse für PV-Module

Die Sammlung von alten PV-Modulen muss in einem geeigneten Behältnis erfolgen. Hierbei sind verschiedene Kriterien und der nachgelagerte Prozessschritt der Aufbereitung beziehungsweise Entsorgung zu berücksichtigen.

Bei der Auslieferung von PV-Modulen kommen je nach Hersteller unterschiedliche Transportbehältnisse zur Anwendung. Gängige Behältnisse sind spezielle Pappkisten oder Gestelle, wie in den folgenden Bildern zu sehen.

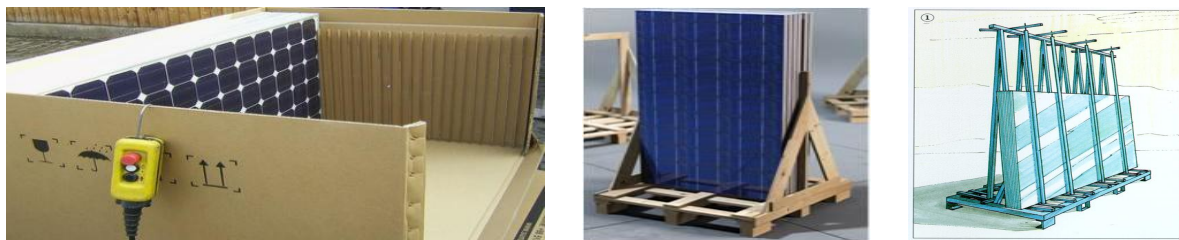


Abbildung 7: Unterschiedliche Transportbehältnisse für PV-Module

Bei der Rückführung von defekten Modulen sind diese jedoch nur noch bedingt geeignet. Pappkisten mit speziellem Einzug beispielsweise eignen sich fast ausschließlich für PV-Module der gleichen Größe, welches bei der Einsammlung von Altmodulen jedoch nicht garantiert werden kann. Hinzu kommt das Pappkisten witterungsanfällig sind und bei Nässe aufweichen können. In einem solchen Fall muss dann mit Folie nachgewickelt und für Stabilität gesorgt werden.



Abbildung 8: EOL-Module bei Hellmann Process Management

Als Alternative können die Altmodule auch auf einer Palette gestapelt und im Anschluss mittels Spannband gesichert werden.



Abbildung 9: Rahmenlose EOL-Module

Diese Variante ist jedoch ungeeignet und in Hinblick auf die Sicherheitsanforderungen beim Transport ungenügend.

Häufiges End of life (EOL) – Kriterium ist zudem Glasbruch bei den Modulen. Zum Glück entstehen dabei verhältnismäßig wenig Scherben, da das Glas im Rahmen eingefasst und mit der Rückseitenfolie verklebt ist. Nichts desto trotz muss dieser Umstand in Hinblick auf die Sicherheit im Umgang und beim Transport berücksichtigt werden. Grundsätzlich ist der Versender, d.h. die Sammel- bzw. Anfallstelle damit in der Verantwortung die Module transportsicher ge- und verpackt zu übergeben.

Als praktikabel haben sich hier Gitterboxen erwiesen, da die Altmodule in diese eingestapelt werden können. Allerdings sind bei einem Großteil der im Umlauf befindlichen Gitterboxen die Bodenbretter nicht mehr intakt. Dies hat zur Folge, dass Glasscherben eventuell nicht aufgefangen werde. Dieser Aspekt könnte jedoch gelöst werden indem, man sogenannte Inlays nutzt. Dieses sind Beutel aus Plastik zum Einhängen in der entsprechenden Größe.



Abbildung 10: Glasbruch

Geschlossene Sammelboxen, wie sie im freiwilligen Rücknahmesystem PV CYCLE eingesetzt werden sind ebenfalls hervorragend geeignet. Diese können entweder aus Kunststoff oder aus Holz sein. Allerdings sind die Kosten für die Anschaffung der Sammelboxen hoch. Dafür erfüllen sie jedoch eine Vielzahl von Kriterien wie Transport- und Bruchsicherheit, Aufnahme von Glasbruch/ Glasscherben, Tauschfähigkeit, Witterungsbeständigkeit, Aufnahme von verschiedenen Modulgrößen, usw.



Abbildung 11: Sammelbox für EOL-Module bei Abasol in Burgos

Für eine fachgerechte Sammlung und einen sicheren Transport sind Gitter- und geschlossene Sammelboxen am besten geeignet. Bei einem geringen oder unregelmäßigen Anfall von Modulen sollten aus wirtschaftlichen Erwägungen eher Gitterboxen zum Einsatz kommen. Die geschlossene Sammelbox hingegen eignet sich bei einem höheren Mengenaufkommen und insbesondere zur Sammlung von Modulen, die im Rahmen einer Solarpark-Installation anfallen.

4.10 Ergebnisse aus der Erfassung über Glasaufbereitungsanlagen

Neben den oben beschriebenen Annahmestellen über die Kommunen wurden darüber hinaus die Annahme über Glasaufbereiter näher betrachtet. Die Erfahrungen zeigten., dass in diesen Anlagen wesentlich höhere Mengen entsorgt werden. In der Glasaufbereitung werden insbesondere Produktionsabfälle entsorgt. In Bezug auf das PV-Modul-Recycling gibt es im Wesentlichen drei Prozessschritte:

1. Schreddern und Brechen
2. Leichtstofftrennung
3. Metallsortierung.

Der Glas-Folienverbund muss aufgebrochen werden, um die Folie abtrennen zu können. Für die weiteren Prozessschritte muss zudem durch Shreddern eine einheitliche Partikelgröße hergestellt werden. Bei diesem Arbeitsschritt entstehen Stäube, die je nach Zusammensetzung der Module kritische Stoffe enthalten können. Die Konzentration der Schwermetalle in den Stäuben (wie z.B. Cadmium) hängt vom Gesamtgehalt der CdTe-Module ab.

In weiteren Prozessschritten werden freie Leichtstofffraktionen aus dem Glasstrom abgesaugt (z.B. Folie, Papier). Im Staub der Solarmodule können gesundheitsgefährdende Stoffe enthalten sein, die in der Anlage verteilt werden können. Im Anschluss erfolgt die Entfernung von metallischen Verunreinigungen (z.B. Fe-Magnete, Nd-Magnete, Wirbelstromabscheider, Induktionsabscheider). Sehr kleine Metallpartikel aus den Elektronikkomponenten können nur bei geringerer Durchsatzleistung ausgeschleust werden.

Die Experten der befragten REILING Unternehmensgruppe, Torgau, gehen davon, dass seit 2009 pro Jahr bis zu 3.000 Tonnen Produktionsabfall an PV-Modulen allein in der Anlage in Torgau verwertet werden. Dies sind wesentlich höhere Mengen als die Mengen, die bei öre, MVAs und anderen Betreibern aus der Hausmüllmenge zurückkommen. Im Folgenden wurden die Annahme, die Aufbereitung und die Outputfraktionen phototechnisch dokumentiert.



Abbildung 12: Angelieferte zerbrochene PV-Module nach Abladung



Abbildung 13: Glasbruch als Input in der Anlage in Torgau.



Abbildungen 14 und 15: Aggregate (Shredder) zur Abtrennung von Störstoffen.



Abbildung 16: Händische Sortierung zur Abtrennung von Störstoffen. Die höchste Staubbelastung ist beim Shredderprozess erkennbar, bei dem keine ständigen Arbeitsplätze vorhanden sind.

4.11 Stoffliche Verwertung mit neu entwickelter Recyclingtechnologie

Seit wenigen Monaten gibt es eine neue Recyclingtechnologie für Dünnschichtmodule und Si-Wafer in Sachsen. Das Prinzip der Anlage von Loser Chemie ist, die laminierten Schichten mechanisch so zu behandeln, dass Glas und Kunststoffe getrennt werden, dann die Metall- bzw. Halbleiterschicht einer chemischen Behandlung zu unterziehen und die dünnen Schichten in Lösung zu bringen. Ziel der Entwickler ist, möglichst vollständig alle seltenen Erden und sonstigen Metalle zu trennen und einer Verwertung zuführen zu können. Das Prinzip der Anlage ist im Folgenden kurz dargestellt, in der Zwischenzeit ist das Verfahren bereits patentiert worden.

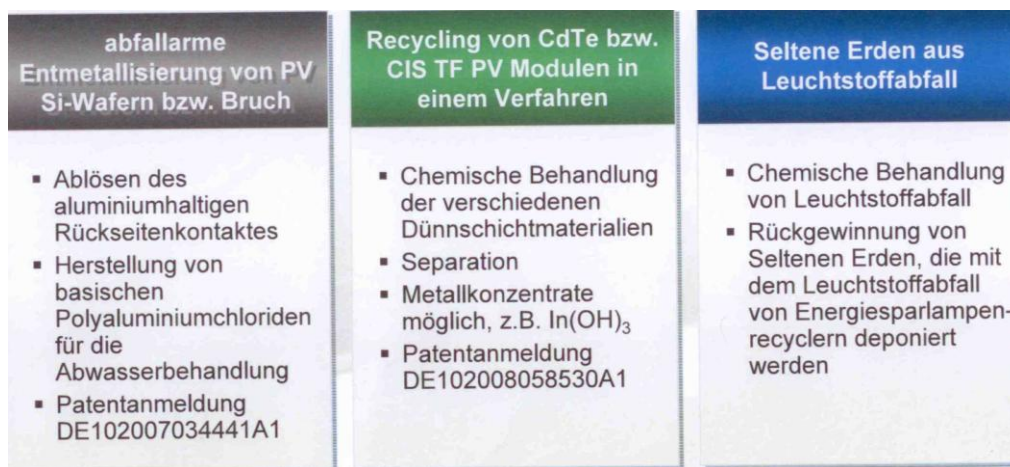


Abbildung 17: Prinzip des Recycling von CdTe-Modulen bei Loser-Chemie, Hainichen (www.loserchemie.de)

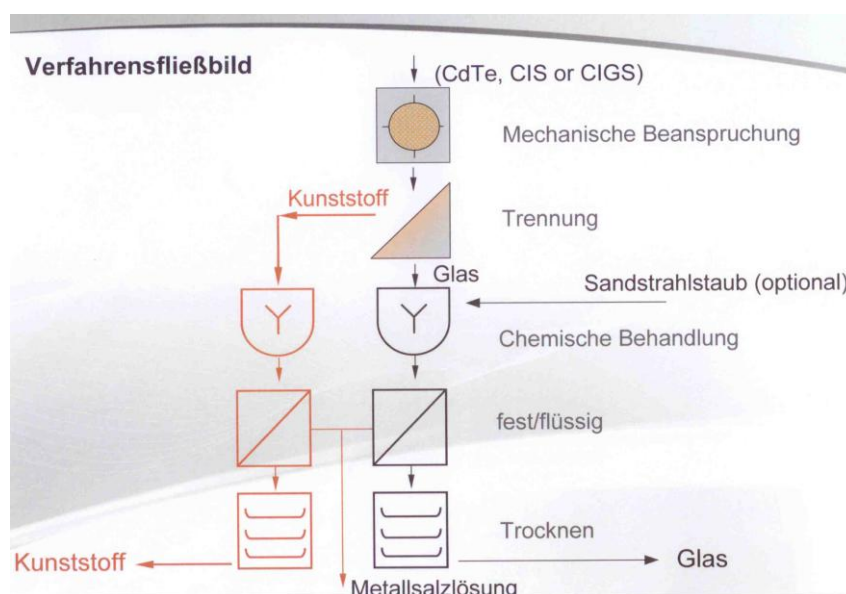


Abbildung 18: Verfahrensfließbild der neuen Recyclingtechnologie bei Loser-Chemie, Hainichen.

5. Stoffliche Zusammensetzung der Module – Ressourceneffizienz

5.1 Polykristalline Zellen

Die Materialzusammensetzung der PV-Anlagen macht einen nachhaltigen Umgang wegen der enthaltenen seltenen Metalle notwendig. Bei weiter anhaltendem starkem Marktwachstum und hohem Druck, die Preise der PV-Module weiter zu senken, muss der Materialeinsatz deutlich effizienter werden (vgl. Tabelle 2). Je mehr Solarmodule und Solarzellen (Photovoltaikanlagen) in den nächsten Jahren produziert und installiert werden, umso wichtiger wird eine Wiederaufarbeitung, um die Rohstoffe zurück zu gewinnen. Die bereits in 2007 veröffentlichten Gehalte an Wertstoffen wie Metallen etc. haben sich bis heute nicht wesentlich geändert (mündliche Auskunft von Dr. Wambach, Präsident PV Cycle/ Geschäftsführer Sunicon).

Komponente	Menge (2003) nach [Ökopol, 2004 ⁴] in %	Mengen 2007 in %	Mengen 2007 in kg/kWp
Glas	62,7	74,16	77,3
Rahmen (z.B. AlMgSi0,5)	22,0	10,30	10,7
EVA (Ethylenvinylacetat)	7,5	6,55	6,8
Solarzellen	4,0	3,48	3,6
Rückseitenfolie	2,5	3,60	3,8
Anschlussdose	1,2		
Kleber, Vergussmassen	Keine Angabe	1,16	1,2
Gewicht/kWp	103,6 kg/kWp		102,3
Cu	0,37	0,57	
Ag	0,14	0,004-0,006	
Sn	0,12	0,12	
Pb	0,12	0,07	
Si	keine Angabe	3	

Tabelle 2: Beispiel für die Zusammensetzung eines heutigen c-Si Standardmoduls (215 Wp).

	c-Si	a-Si	CIS	CdTe
Glas	74	90	85	95
Aluminium	10	10	12	<0,01
Silizium	ca.3	<0,1		
Polymere	0,12	10	6	3,5
Zink	<0,1	<0,1	0,12	0,01
Blei	0,6	<0,1	<,0,1	<0,01
Kupfer (Kabel)			0,85	1,0
Indium			0,02	
Selen			0,03	
Tellur				0,07
Cadmium				0,07
Silber	<0,006			<0,01

Tabelle 3: Zusammensetzung PV-Module im Vergleich (Quellen: Ökopol, Solarworld, Recyclingmagazin), Angaben in %

⁴ Ökopol 2004: Stoffbezogene Anforderungen an Photovoltaik-Produkte und deren Entsorgung, Umweltforschungsplan FKZ 20233304, Umweltbundesamt.

5.2 Dünnschichtzellen

Zukünftig werden neben den kristallinen Siliziumtechnologien vor allem die Dünnschichttechnologien an Marktanteilen gewinnen. Motivation dafür ist die zunehmende Bedeutung der Materialeinsparung. Dünnschichtzellen gibt es heute mit und ohne Silizium. Dünnschichtzellen mit Silizium existieren in verschiedenen Arten: vollständig amorphe Formen, nano- und mikrokristalline Formen bis hin zu polykristallinen Formen und Kombinationen der einzelnen Varianten. Dünnschichtzellen ohne Silizium werden durch zwei Arten von Licht absorbierenden Halbleitern präsentiert: CdTe-Verbindungen und Cu(In,Ga)(S,Se)₂(CIS⁵,CIGS⁶)-Varianten.

Der Aufbau und die Zusammensetzung von Photovoltaik-Modulen werden in den kommenden Jahren wesentlich durch die Zielsetzung der Rohstoffeinsparung und Effizienzsteigerung beeinflusst werden. Bezogen auf die c-Si-Module ist hier vor allem die geringere Dichte der Wafer von Bedeutung. Es ist immer darauf zu achten, welche Art Module zu den marktverfügbaren Recyclinganlagen transportiert werden können.

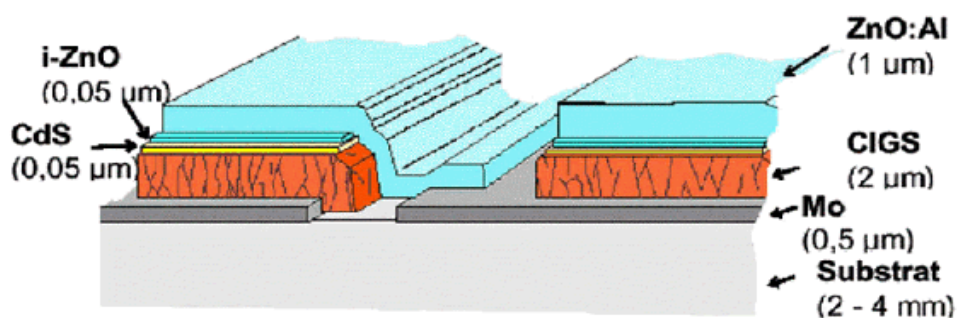


Abbildung 19: Grobschematischer Aufbau einer Dünnschichtzelle

Compound	Wt %
Total glass	96.1
EVA	2.5
Total Cd	0.059
Total Te	9.075
Total Cu	0.010

Tabelle 4: Zusammensetzung CdTe-Module

⁵ CIS: Kupfer-Indium-Dieselinid

⁶ CIGS: Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid

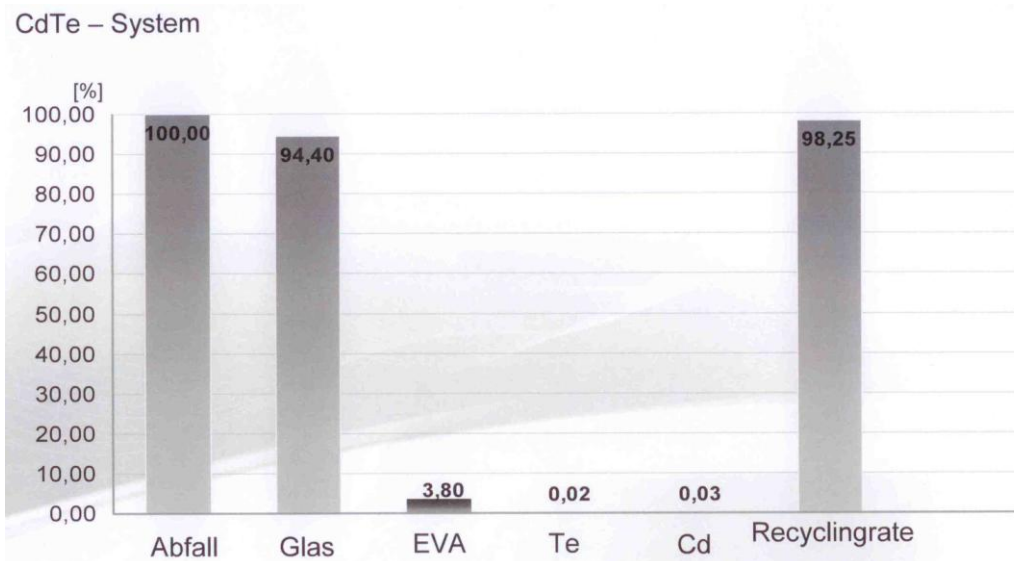


Abbildung 20: Zusammensetzung eines CdTe-Systems (Quelle: Loserchemie, Hainichen).

CdTe-Zellen sind großtechnisch durch Chemical Bath Deposition oder Chemische Gasphasenabscheidung sehr günstig herstellbar und finden Verwendung in Dünnschichtsolarzellen; für eine Laborsolarzelle sind schon etwa 16 % erreicht worden, die Modul-Wirkungsgrade liegen inzwischen (2007) bei 10%, das Langzeitverhalten ist noch nicht bekannt. Die RoHS-Richtlinie ist kein Hindernis für eine breite Markteinführung, da im gesamten Lebenszyklus von CdTe-Solarzellen weniger Cd in die Umwelt abgegeben wird, als bei allen anderen denkbaren Anwendungen freigesetzt würde (vgl. folgende Abbildung, Aufbau einer Dünnschicht-Zelle).

Analyse CIS 2008-145 88,28g Lösung enthalten:

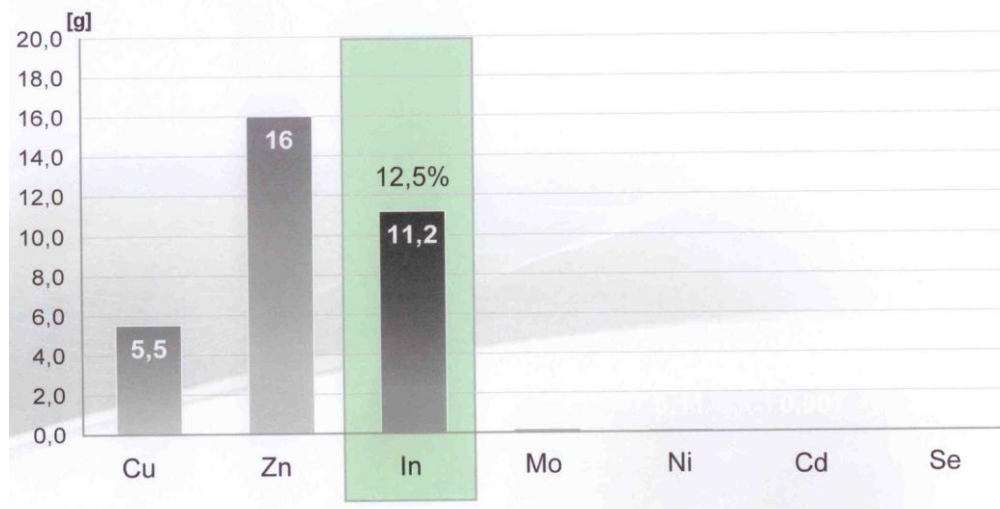


Abbildung 21: Zusammensetzung der dünnen Schicht aus einer CIS-Zelle

Zusammenfassend ist zu sagen, dass ganz unterschiedlich zusammengesetzte Solarzellen auf dem Markt verfügbar und letztendlich wegen ihrer stofflichen Zusammensetzung vom Recyclingunternehmen zu prüfen sind. Eine **Solarzelle** oder **photovoltaische Zelle** ist ein elektrisches Bauelement, das kurzweilige Strahlungsenergie, in der Regel Sonnenlicht, direkt in elektrische Energie umwandelt. Die physikalische Grundlage der Umwandlung ist der photovoltaische Effekt, der ein Sonderfall des inneren photoelektrischen Effekts ist. Solarzellen unterscheiden sich dadurch grundsätzlich von anderen Arten der regenerativen Elektrizitätserzeugung, bei denen lediglich die Antriebsenergie für den Generator nichtkonventionell erzeugt wird. Manchmal werden auch Elemente eines Sonnenkollektors als Solarzelle bezeichnet. Sie erzeugen aber keinen Strom, sondern Prozesswärme und ersetzen beispielsweise Warmwasser-Boiler.

Unbestritten ist bei allen Marktbeteiligten, dass insbesondere Glas, Aluminium, aber auch vor allem die Bestandteile in den dünnen Schichten ein erhebliches Ressourcenpotenzial darstellen. Cadmium, Indium und Selen gehören zu den Bestandteilen metallischer Rohstoffe, die in einem rohstoffarmen Land wie Deutschland zu 100 % importiert werden müssen. Laut jüngster Erhebungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe hat Deutschland im Jahr 2009 für rund 4 Milliarden Euro 33 Millionen Tonnen Metallrohstoffe eingeführt. Dies hat die Bundesregierung auch dazu bewogen, eine eigene deutsche Rohstoffagentur zu gründen, die sich zukünftig mit strategischen Rohstoff-Fragen auseinander setzen wird. Zudem gibt es nun bereits seit 2008 ein Zentrum für Ressourceneffizienz, das auch im Auftrag der Bundesregierung Ressourceneffizienzpotenziale der Wirtschaft voran treiben soll (www.vdi-zre.de)

Einschub Solarmodule: Mit oder ohne Schwermetalle?

Der Vorstoß der EU, ein Verbot von gefährlichen Schwermetallen auch auf Solarmodule auszuweiten, spaltet die Solarindustrie: Würde die Verpflichtung Solarmodule schmermetallfrei herzustellen, dem Wachstum erneuerbarer Energien schaden oder gelänge ein ungebremster Ausbau auch mit Verzicht auf Cadmium und Blei? Hintergrund der Debatte, die sich gerade innerhalb der Solarindustrie abspielt, ist die anstehende Revision der EU-Richtlinie zur Beschränkung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (auch RoHS genannt). Die schwedische Ratspräsidentschaft hatte Ende 2009 vorgeschlagen, die Richtlinie, die vor allem Konsumgüter wie Handys, Toaster oder CD-Playern betrifft, auf alle elektronischen Geräte auszuweiten. Damit wären auch Solarmodule betroffen, denn zur Verschaltung der einzelnen Zellen benutzen die Hersteller Blei. Außerdem sind etwa 20 Prozent der auf dem Markt erhältlichen Module Dünnschichtsolarmodule, das heißt, sie sind auf der Basis von Cadmiumtellurid-Halbleitern gefertigt. Cadmium gilt als krebserregend. Die European Photovoltaic Industry Association (EPIA) und der Europäische Rat für erneuerbare Energien (EREC) warnen vor der Einbeziehung der Solarbranche unter die RoHS-Richtlinie. Hingegen erklärte die Solar World AG, dass es absurd sei, Solaranlagen aus einer Umweltrichtlinie auszuklammern. *Quelle und weitere Informationen EurActiv, <http://www.euractiv.com/en/energy/solar-industry-divided-over-toxic-substances-law-news-468176>*

6. Beirat – Mitglieder und Tätigkeiten

Die Mitglieder des Beirats sind ausgewiesene Experten der Abfall- und Entsorgungsbranche aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Sie haben das Forschungsprojekt seit Beginn begleitet und standen beratend zur Seite.

6.1 Mitglieder des Beirats

Dr. Ralf Bleicher, Deutscher Landkreistag, Berlin

Jan Clyncke, European Association for Voluntary Take Back and Recycling of Photovoltaic Modules (PV CYCLE), Brüssel/Belgien

Thierry Dalle, Umicore AG & Co. KG, Olen/Belgien

Dr. Roland Digel, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück

Dipl.-Ing. Frank E. Eichhorn, Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVDH), Frankfurt/Main

Prof. Dr. Ralf Holzhauer, Fachhochschule Gelsenkirchen - Zentrum für Recyclingtechnik, Gelsenkirchen

Otto Huter, Deutscher Städtetag, Berlin

Andrea Jünemann, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin

Jana Dörschel, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin

Dr. Knut Sander, Ökopool GmbH - Institut für Ökologie und Politik, Hamburg

Stephanie Schilling, Ökopool GmbH - Institut für Ökologie und Politik, Hamburg

Dr. Sylke Schlenker, Sunicon AG, Freiberg

Dr. Karsten Wambach, Sunicon AG, Freiberg

Dipl.-Ing. Christiane Schnepel, Umweltbundesamt (UBA), Dessau

Dipl.-Ing. Kristine Koch, Umweltbundesamt (UBA), Dessau

Dr. Peter Weiss, Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH), Berlin

Bernhard Reiling, Unternehmensgruppe Reiling, Marienfeld

6.2 Tätigkeiten des Beirats

Sitzungsprotokoll „RESOLAR vom 27. November 2009 in Berlin

Tagesordnungspunkte:

- TOP 1: Vorstellung der Projektpartner und der anwesenden Teilnehmer
- TOP 2: Vertraulichkeit des Projekts
- TOP 3: Vorstellung des Projekts und der „Studie zur Entwicklung eines Rücknahme- und Verwertungssystem für photovoltaische Produkte“ von Ökopol
- TOP 4: Vorstellung von PV CYCLE und Sunicon
- TOP 5: Diskussion (Rechtliches, PV CYCLE, Entsorgung/Recycling, Sonstiges)
- TOP 6: Rolle des Beirats
- TOP 7: Nächste Termine

Teilnehmer/innen:

Name	Vorname	Institution/ Firma
Clauß	Frithjof	TU Darmstadt Energy Center
Dalle	Thierry	Umicore AG & Co KG
Eichhorn	Frank E.	ZVEH - Zentralverband des Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerks
Huter	Otto	Deutscher Städtetag
Jünemann	Andrea	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie - BMWi - Leiter Abt. IV Industriepolitik
Kummer	Beate	Kummer Umweltkommunikation GmbH
Lehn	Maria	Hellmann Process Management GmbH & Co KG
Pohl	André	Hellmann Process Management GmbH & Co KG
Schilling	Stephanie	Ökopol GmbH - Institut für Ökologie und Politik
Schlenker	Sylke	Sunicon AG
Schnepel	Christiane	Umweltbundesamt - UBA - Fachgebietsleitung III 1.2
Weiss	Peter	Zentralverband des Deutschen Handwerks



Protokoll:

TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
1	Die Sitzungsteilnehmer haben sich vorgestellt.	alle	23.11.09	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Es wurde gemeinsam beschlossen, die Inhalte der Beiratssitzungen vertraulich zu behandeln.	alle	Ab 23.11.09	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Die Projektziele wurden vorgestellt. Im Laufe des Projekts wird unter anderem ein Konzept zur Rücknahme von defekten Solarmodulen und deren Transport zu Recyclinganlagen erarbeitet.	Kummer	23.11.09	<input checked="" type="checkbox"/>
	Die „Studie zur Entwicklung eines Rücknahme- und Verwertungssystem für photovoltaische Produkte“ (Ökopol, 2007) wurde vorgestellt. Die Präsentation und ein Artikel zur Studie sind dem Protokoll beigefügt.	Kummer	23.11.09	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Die Vorhaben von PV CYCLE und das Recycling von Sunicon wurden vorgestellt. Die Präsentation ist diesem Protokoll beigefügt.	Schlenker	23.11.09	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Diskussion - Rechtliches			
	Solarmodule fallen nicht unter die WEEE und sind auch bei der Novelle ausgeschlossen worden. Es steht noch zur Diskussion, ob dieses sich in Zukunft ändern wird.			
	Zurzeit ist noch kein Abfallschlüssel für Solarmodule definiert (Aussage von Frau Dr.Schlenker).			
5	Diskussion - PV CYCLE			
	Es gibt einen Zusammenschluss von Unternehmen der Photovoltaikindustrie, um ein freiwilliges Rücknahme- und Recycling-Programm für Altmodule einzurichten. Über den aktuellen Stand wird in der nächsten Sitzung berichtet werden (Frau Dr.Schlenker?).	Schlenker	11.02.10	<input type="checkbox"/>
	PV CYCLE hat sowohl die Logistik zur Rücknahme als auch das Recycling für Solarmodule ausgeschrieben. Unterlagen zur Ausschreibung für das Recycling können			



TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
	unter info@pvcycle.org beantragt werden.			
5	Diskussion - Entsorgung/ Recycling			
	<p>Die Recyclinganlage von Umicore in Belgien kann bis zu 20 Metalle separieren.</p> <p>Umicore hat Interesse daran, eine Recyclinganlage zu bauen oder zu kaufen für ausgediente Solarmodule, wenn eine ausreichende Abfallmenge gewährleistet ist.</p>	Dalle	23.11.09	
	<p>Bei Sunicon können alle Arten von Solarmodulen verwertet werden. Derzeit werden nur kristalline und in geringen Mengen amorphe Module in der Pilotanlage aufbereitet.</p> <p>Bei dem jetzigen Recyclingprozess werden die Module manuell nachbearbeitet, dieses führt zu einem hohen Aufwand und Kosten. Die Pilotanlage ist nicht verfahrenstechnisch und energetisch optimiert.</p> <p>Die Jahreskapazität beträgt in der jetzigen Ausbaustufe ca. 200 Tonnen.</p> <p>Eine neue Anlage -ohne manuelle Nachbearbeitung- ist von der technischen Anwendung geplant. Diese soll im Vergleich zur Pilotanlage effizienter arbeiten.</p>	Schlenker	23.11.09	
	<p>Wegen der geringen Abfallmengen von Solarmodulen, ist die Einsammlung einer ausreichenden Menge für ein wirtschaftliches Recycling die große Herausforderung. Für den Start könnten die Module zunächst an einer Sammelstelle gelagert werden. Im zweiten Schritt könnte die Verwertung laufen.</p>	Dalle Schlenker	23.11.09	
	Verbraucher fragen nach einem Recyclingzertifikat für ihre Anlage bei der Installation.			
	Die zweite Recyclinganlage in Deutschland (First Solar) nimmt aktuell nur Module der eigenen Marke zurück.			



TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
	Quelle: www.firstsolar.com			
	Von Ökopol gibt es eine weitere Studie, welche für das Projekt relevant sein kann aus dem Jahr 2004: „Stoffbezogene Anforderungen an Photovoltaik-Produkte und deren Entsorgung“			
	Demnächst ist die Voraussetzung zur Förderung von Solaranlagen durch die KfW, dass ein Nachweis über ausreichende Rücklagen für den Rückbau der Anlagen nach Ablauf der Lebenszeit existiert.			
5	Diskussion - Sonstiges			
	Ein Vertreter von „Haus und Grund“ sollte für den Beirat gewonnen werden (Vorschlag Otto Huter).	Pohl	Bis 11.02.10	<input type="checkbox"/>
	Vorschlag Herr Pohl: Daten bei der KfW über die Menge der geförderten Solaranlagen zu erfragen.	Pohl Digel		
	Der ZVEH hat 2007 eine Erhebung zur Solarbranche gemacht, diese ist dem Protokoll beigelegt.			
6	Die Einrichtung des Beirates wurde auf Vorschlag der Projektmitglieder eingerichtet. Es gibt diesbezüglich keine Vorgaben der DBU. Projektbeirat – RESOLAR Der Projektbeirat hat die Aufgabe das Projekt beratend zu begleiten und durch regelmäßige Treffen zu unterstützen. Durch das Einbringen der Fachkenntnisse, Erfahrungen und Kontakte, hilft der Beirat maßgeblich beim Fortschritt des Projekts. Sowohl innerhalb der geplanten Beiratstreffen als auch außerhalb dieser findet ein Informationsaustausch statt zwischen dem Beirat und dem Projektteam über:			



TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
	<ul style="list-style-type: none"> • alle Fragen der Vorbereitung, Durchführung und Bewertung des Projekts; • die Einhaltung und ggf. Anpassung der Ziele; • alle Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit und der Erzielung von Synergien mit anderen Projekten. <p>Mit der Unterstützung des Beirats werden die Projektergebnisse reflektiert und die Übertragbarkeit der gewonnen Erkenntnisse auf andere Bereiche und Regionen geprüft.</p> <p>Um eine offene Gesprächsatmosphäre zu gewährleisten, verpflichten sich alle Projektteilnehmer zur Verschwiegenheit.</p>			
7	Nächste Termine:			
	Projektmeeting, Bad Honnef	Kummer Lehn Dukat Clauß	16.12.09	<input type="checkbox"/>
	Projektmeeting, Osnabrück	HPM DBU	Januar 2010	<input type="checkbox"/>
	Beiratssitzung, Berlin. (Einladung folgt im Januar)	alle	11.03.10	<input type="checkbox"/>

Sitzungsprotokoll „RESOLAR“ vom 11. März 2010 in Berlin

Tagesordnungspunkte:

- TOP 1: Begrüßung und Vorstellung
- TOP 2: Kurzvorstellung ENERGIEDESIGN-CENTER
- TOP 3: Aktueller Stand RESOLAR (Modellregionen & Umfrage)
- TOP 4: Die Betroffenheit von PV-Modulen im Umwelt- und Stoffrecht / Einstufung von PV-Modulen im End-of-life
- TOP 5: PV CYCLE – Making the Photovoltaic Industry Double Green
- TOP 6: Einblicke in das Recycling von Flachglas in der Unternehmensgruppe Reiling
- TOP 7: Aufbereitung von EAG* bei Umicore und mögliche Schlussfolgerungen für PV-Module
- TOP 8: Verschiedenes

Teilnehmer/innen:

Name	Vorname	Institution/ Firma
Bleicher	Ralf	Deutscher Landkreistag
Clyncke	Jan	PV CYCLE
Dalle	Thierry	Umicore AG & Co KG
Dukat	Malte	Hellmann Process Management
Holzhauser	Ralf	Fachhochschule Gelsenkirchen
Huter	Otto	Deutscher Städtetag
Jünemann	Andrea	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie - BMWi
Kummer	Beate	Kummer Umweltkommunikation GmbH
Reiling		Unternehmensgruppe Reiling
Sander	Knut	Ökopol GmbH - Institut für Ökologie und Politik
Schlenker	Sylke	Sunicon AG
Schnepel	Christiane	Umweltbundesamt - UBA - Fachgebietsleitung III 1.2
Uphoff	Marc	Unternehmensgruppe Reiling

Protokoll:

TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
1	Die Sitzungsteilnehmer haben sich vorgestellt.	alle	11.03.10	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Herr Jessel von der systaic AG stellt das ENERGIEDESIGN-CENTER und einige Produkte vor, in denen Photovoltaikzellen bereits integriert sind.	A.Jessel	11.03.10	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Es wird der aktuelle Stand zum Projekt in den Modellregionen und zu den Umfragen aus Februar präsentiert.	Dukat & Kummer	11.03.10	<input checked="" type="checkbox"/>
	Die Umfrage bei den Handwerksunternehmen findet in den Modellregionen noch statt. Aufgrund der Vielzahl von Unternehmen insgesamt konzentriert sich RESOLAR zunächst nur auf die Unternehmen in	Dukat & Kummer	Phase 4	<input type="checkbox"/>

TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
	den Regionen. Besonderes Augenmerk wird auf die aktuellen Entsorgungswege (Wertstoffhof vs. Recyclingunternehmen) der Betriebe gelegt.			
	Herr Clyncke merkt an, dass es die Firma MALTHA aus Belgien ebenfalls bereits Erfahrungen im Recycling von PV-Modulen gesammelt hat. <i>Eine Unternehmenspräsentation MALTHA wurde nachgereicht und befindet sich im Anhang zum Protokoll</i>			<input checked="" type="checkbox"/>
	Herr Bleicher merkt an, dass im Rahmen der aktuellen Überarbeitung der Abfallrahmenrichtlinie auch eine Verwertungsquote für Glas aus Siedlungsabfall in der Diskussion ist. Bis dato sind hierfür keine Verwertungsquoten festgelegt.			<input checked="" type="checkbox"/>
	Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse aus den Umfragen mit den bisher geringen Erfahrungswerten zur Rücknahme und zum Recycling von PV-Modulen korrelieren.			<input checked="" type="checkbox"/>
4	Frau Dr. Kummer stellt die Betroffenheit von PV-Modulen im Umwelt- und Stoffrecht vor.	Kummer	11.03.10	<input checked="" type="checkbox"/>
	Lt. Herrn Dalle von UMICORE ist die Cadmiumkonzentration in Dünnschichtmodulen viel geringer als 0,1%. Genauere Angaben hierzu liegen in der Runde nicht vor. Es wird festgehalten diese bei den Herstellern zu erfragen. Darüber hinaus auch für die CIS und CIGS Modultypen. Ergänzend können bisher zu diesem Thema verfasste Studien ausgewertet werden.	Kummer		<input type="checkbox"/>
	Herr Sander merkt an, dass Ökopool bis dato ca. 350 Vorschläge für neue Abfallschlüsselnummern zusammengetragen hat. Zwecks etwaiger Ergänzung um eine Einstufung von PV-Modulen wird er diese Frau Dr. Kummer zur Verfügung stellen.	Sander	31.03.10	<input type="checkbox"/>
5	Herr Clyncke stellt PV CYCLE und den aktuellen Stand der Rücknahme in Deutschland vor	Clyncke	11.03.10	<input checked="" type="checkbox"/>
	Die Mitglieder von PV Cycle zeigen sich sämtliche Module, die Sie Inverkehr gebracht haben verantwortlich. Darüber hinaus auch für Module anderer Hersteller bis zum 01.Januar 2010, sofern der Hersteller nicht mehr am Markt ist (Waisen-Geräte). Ausschuss aus der Produktion befinden sich jedoch nicht im Umfang von PV CYCLE.			
	Die Aktivitäten von PV CYCLE werden aus Mitgliedsbeiträgen finanziert. Ferner wird für das Geschäftsjahr 2010 ein Beitrag von EUR 0,24 / kg gerechnet auf die Verkaufsmengen von 2008 der Mitglieder erhoben. Für die kommenden Jahre wird diese Berechnung ggf. angepasst.			
	Ziel ist es 60-70 Sammelstellen in Deutschland einzurichten. Außerdem soll ein „special process“ zur Einsammlung und Rücknahme von Großanlagen/ Freifeldinstallationen aufgebaut werden.			

TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
	Auf Nachfrage von Frau Schnepel ergänzt Herr Clyncke, dass PV CYCLE nicht beabsichtigt in eigene Recyclinganlagen zu investieren, sondern diese Aufgabe in der Recyclingindustrie sieht. Daraufhin fügt Herr Reiling an, dass diese Investitionen nur getätigt werden, wenn hierfür ein Markt bestehen würde.			
	Professor Holzauer merkt an, dass man sich über die Anreize der Rückgabe klar sein muss, um die Abfallbesitzer zur Teilnahme zu bewegen. Diese können für PV-Module nur gesetzlicher oder finanzieller Natur sein.			
6	Herr Reiling und Herr Uphoff stellen dem Beirat die Erfahrungswerte zum Recycling von PV-Modulen in der Unternehmensgruppe Reiling vor	Reiling & Uphoff	11.03.10	<input checked="" type="checkbox"/>
	Am Standort Torgau fallen regelmäßig PV-Module und deren Vorprodukte zum Recycling an. Diese Mengen stammen aus der Produktion. Insgesamt wurden in 2009 ca. 15.000 to am Standort behandelt. Die Module werden hierbei zu Schaumglas verwertet.			<input type="checkbox"/>
	Für die Behandlung von Dünnschichtmodulen liegen keine Erfahrungswerte vor.			
	Frau Schnepel ergänzt, dass ein Rücknahmesystem eine Trennung in kristalline und Dünnschichtmodule aufgrund der unterschiedlichen Behandlungsschritte im Recycling als Anforderung erfüllen muss. Dieses kann nach Meinung aller Beteiligten nur durch eine plausible Kennzeichnung auf den Modulen gewährleistet werden.			
5	Aufbereitung von EAG bei Umicore und mögliche Schlussfolgerungen für das Recycling von PV-Modulen	Dalle	11.03.10	<input checked="" type="checkbox"/>
	Herr Dalle präsentiert die Erfahrungswerte von Umicore aus dem Recycling von Elektro- und Elektronikaltgeräten vor. Seiner Einschätzung nach sind die Anfallmengen von EOL-PV-Modulen derzeit im Vergleich noch sehr gering, so dass ausreichend Zeit verbleibt ein geeignetes Rücknahmesystem aufzubauen. Herr Huter merkt an, dass diese Zeit von der Industrie jedoch auch genutzt werden muss.	Dalle		
7	Verschiedenes			
	Frau Dr. Kummer und Herr Dukat bedanken sich für die Teilnahme, die Beiträge und die interessanten Diskussionen.	Kummer Dukat	11.03.10	<input type="checkbox"/>

Sitzungsprotokoll „RESOLAR“ vom 27. September 2010 in Torgau

Tagesordnungspunkte:

- TOP 1: Begrüßung und Vorstellung
- TOP 2: Rücknahme und das Recycling von PV-Modulen aus Sicht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
- TOP 3: Vorstellung der Informationsplattform RESOLAR
- TOP 4: Rohstoffliche Zusammensetzung von PV-Modulen
- TOP 5: Erfahrungen aus der Rücknahme in den Modellregionen
- TOP 6: Behandlung von PV-Modulen in der Flachglasaufbereitung bei der Reiling Glas Recycling

Teilnehmer/innen:

Name	Vorname	Institution/ Firma
Clyncke	Jan	PV CYCLE
Dörschel	Jana	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
Dukat	Malte	Hellmann Process Management
Koch	Kristine	Umweltbundesamt - UBA - Fachgebiet III 1.2
Kummer	Beate	Kummer Umweltkommunikation GmbH
Niehaves	Christian	AWIGO Abfallwirtschaft Landkreis Osnabrück
Pohl	Roland	Unternehmensgruppe Reiling
Reiling	Bernhard	Unternehmensgruppe Reiling
Scheibner	Kathrin	GOA
Schlenker	Sylke	Sunicon AG
Schnepel	Christiane	Umweltbundesamt - UBA - Fachgebietsleitung III 1.2
Wambach	Karsten	Sunicon AG

Protokoll:

TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
1	Die Sitzungsteilnehmer haben sich vorgestellt.	alle	27.09.10	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Frau Dörschel vom BMWi stellt den aktuellen Stand der Diskussion im allgemeinen und insbesondere die deutsche Position zum Recast der Direktiven WEEE und RoHS vor. Das BMWi setzt sich in Hinblick auf die WEEE auf einen zeitlich begrenzten Ausschluss von PV-Modulen ein, wobei der Zeitraum noch festzulegen ist. Der aktuelle Ratstext hingegen sieht keinen Ausschluss von PV-Modulen vor. Bei der RoHS wiederum setzt sich Deutschland für einen zeitlich unbefristeten Ausschluss von PV-Modulen ein. Dies wird u.a. mit der Möglichkeit zur Entwicklung für eine neue Technologie begründet.	J.Dörschel	27.09.10	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Frau Dr. Kummer erläutert den derzeitigen Stand des	Kummer	27.09.10	<input checked="" type="checkbox"/>

TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
	<p>Internetauftritts (www.resolar-projekt.de). Der Auftritt wird eines der Ergebnisse des Vorhabens sein und als Mittel genutzt werden können, um bei Fragen zur Entsorgung von Modulen hilfreich zu sein. Nach Ansicht des UBA ist der vorgeschlagene Auftritt noch nicht akzeptabel. Um vor allen den Praktikern Hinweise geben zu können, ist die Struktur nochmals zu prüfen und besonderer Augenmerk auf die Frage zu legen, wer im Entsorgungsfall die regionalen Ansprechpartner sein können und wie sich die Entsorgungswege darstellen.</p> <p>Zudem ist noch zu klären, wie die Homepage auch über die Projektlaufzeit hinaus gepflegt wird. Die Teilnehmer diskutieren hierzu die Möglichkeit einer Verlinkung zu dem Rücknahmesystem PV CYCLE.</p>			
4	<p>Frau Dr. Kummer berichtet über ein Gutachten des Unternehmens REILING über die Untersuchungen zur Cadmium-Konzentration bei der Glasaufbereitung von Dünnschichtmodulen, Gefährdungen am Arbeitsplatz können aus heutiger Sicht vor allem dann auftreten, wenn tatsächlich zu 100 % Dünnschichtmodule geschreddert werden, die eine maximal vorkommende Cd-Konz. enthalten, sie gab jedoch zu Bedenken, dass die Datenlage insbesondere seitens der Hersteller sehr dünn sei. Bisher haben Hersteller nur ganz vereinzelt auf die Fragen aus dem Projekt hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung der Module geantwortet, dies sei nach REACH zumindest in der Lieferkette jedoch notwendig, insbesondere wenn besonders besorgniserregende Stoffe vorkommen.</p> <p>Ein Problem in der Aufbereitung sei ferner die fehlende Kennzeichnung der PV-Module und die daraus resultierende Unkenntnis über die stoffliche Zusammensetzung ergänzt Herr Pohl von Reiling. Frau Schnepel regt daraufhin an, dass die Hersteller im Rahmen Ihrer Produktverantwortung die Module entsprechend kennzeichnen sollen. Herr Reiling fügt hinzu, dass für das Unternehmen Reiling dieses in letzter Konsequenz bedeutet, nur EOL-Module aus der Produktion aufzubereiten, wenn nicht sichergestellt ist das keine Schadstoffe im Schredderprozess freigesetzt werden. Im Zweifelsfall müssen cadmiumhaltige PV-Module deponiert werden erklärt Frau Schnepel abschließend.</p> <p>Dr. Wambach vertritt die Meinung, dass eine Kennzeichnung der PV-Module in der Praxis schwer umsetzbar wäre. Ferner spiegeln die cadmiumhaltigen PV-Module nur einen geringen Teil des Marktes wieder (ca. 10%) mit einigen wenigen Herstellern. Er schlägt vor die Module in der Rücknahme anhand des Herstellers zu identifizieren und somit eine fachgerechte Entsorgung sicherzustellen.</p>	Kummer	27.09.10	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<p>Herr Dukat fasst die Erfahrungen von HPM aus der Annahme von PV-Modulen aus den vergangenen Monaten zusammen.</p>	Dukat		<input checked="" type="checkbox"/>

TOP	Besprechungsergebnisse/ -inhalte	Wer?	Wann?	Erledigt?
	<p>Folgende Abfallschlüsselnummern wurden in den Modellregionen genutzt: Ostalbkreis AVV 160213, 160214; Landkreis Osnabrück AVV 200135, 200136). Herr Niehaves ergänzt, dass im Landkreis Osnabrück bisher ca. 10 Module von Privatleuten zurückgenommen wurden. Der große Vorteil bei einer kommunalen Einsammlung wäre die bereits existierende Infrastruktur, sowie die Möglichkeiten der Kommunikation mit den Haushalten über Abfallwirtschaftskalender o.ä. Allerdings müsse vorab die Frage der Refinanzierung geklärt werden. Im Ostalbkreis sind bisher 2 PV-Module zurückgegeben worden erklärt Frau Scheibner. Dr. Wambach merkt an, dass es sich derzeit nicht rechnen würde, Si aus den Modulen zurückzugewinnen. Darüber hinaus müssen die Hersteller ihre PV-Module immer kostengünstiger fertigen, was wiederum eine Substitution von hochwertigen Inhaltsstoffen wie beispielsweise Silber bedingt. Diesem Trend zufolge nimmt auch die Anzahl und Variation von eingesetzten Kunststoffen in der Branche zu.</p>			
6	<p>Im Anschluss erfolgte die Besichtigung des Standortes der Firma Reiling Glasrecycling in Torgau. An dem Standort werden ca. 3.000 to pro Jahr an PV-Modulen aufbereitet, wobei die Module bzw. Modul-Reste überwiegend aus der Produktion stammen. Die Übernahme frei Torgau erfolgt zu € 35,-/ to Zuzahlung.</p>			<input checked="" type="checkbox"/>
	<p>Frau Dr. Kummer und Herr Dukat bedanken sich für die Teilnahme, die Beiträge und die interessanten Diskussionen.</p>	Kummer Dukat		<input checked="" type="checkbox"/>

7. Internetseite RESOLAR

Das Forschungsprojekt „**Entwicklung eines europaweiten Rücknahmesystems für Solarmodule**“ präsentiert sich seit Dezember 2010 unter www.projekt-resolar.de bzw. www.projekt-resolar.eu mit seinem Internetauftritt „RESOLAR“.

Hier erhalten Interessierte Informationen zum Projekt, zur Situation der Rücknahme und Entsorgung von Photovoltaik-Modulen, zum Aufbau eines funktionierenden Rücknahmesystems in Deutschland und Spanien sowie zur Erprobung der Logistik anhand von Modellregionen unter Einbeziehung aktueller nationaler und europäischer Rechtsvorschriften. Download-Materialien wie die Ansprechpartner zur Entsorgung von Photovoltaik-Modulen und ein News-Bereich runden den Internetauftritt ab. Die Zielgruppen der Internetseite RESOLAR sind private und gewerbliche Endverbraucher, die Hersteller der PV-Module sowie Bauherren und Installateure.

7.1. Sitemap der Internetseite RESOLAR

The screenshot shows the homepage of the RESOLAR website. At the top, there are logos for hellmann process management, KUMMER umwelt:kommunikation, and DBU (Gefördert durch: DBU). Navigation links for Home and Kontakt are visible, along with a German flag icon. The main header features the word 'RESOLAR' in large blue letters over a background image of solar panels in a field. Below the header, there is a search bar and a vertical list of menu items: Startseite, Projekt RESOLAR, Entsorgung von PV-Modulen, Modellregionen, Rechtsgrundlagen, and Downloads. To the right of this list is a detailed sitemap with the following structure:

- [Startseite](#)
- [Projekt RESOLAR](#)
 - [Projektpartner](#)
 - [Beirat](#)
 - [Photovoltaikanlagen / Module](#)
 - [Ressourceneffizienz](#)
- [Entsorgung von PV-Modulen](#)
 - [Ansprechpartner Entsorgung](#)
 - [Transportbehältnisse](#)
- [Modellregionen](#)
 - [National](#)
 - [International](#)
- [Rechtsgrundlagen](#)
 - [Einspeisevergütung - Deutschland](#)
 - [Einspeisevergütung - Spanien](#)
 - [KrW-/AbfG, ElektroG, Abfallverzeichnisverordnung](#)
 - [REACH / Umweltgefährdung](#)
- [Downloads](#)

7.2. Die Homepage RESOLAR im Einzelnen (Auszug)

Startseite

hellmann process management | **KUMMER** umwelt:kommunikation | Home | Kontakt | | Gefördert durch: **DBU**

RESOLAR

Suche

- Startseite
- Projekt RESOLAR
- Entsorgung von PV-Modulen
- Modellregionen
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

RESOLAR - Europaweites Rücknahmesystem für Solarmodule

Rücknahme von Photovoltaikanlagen optimieren

Die Photovoltaikindustrie erlebt in den letzten Jahren einen wahren Boom: eine saubere Art der Energiegewinnung, bei der allerdings auch Abfall entsteht. Eine Studie der Firma Ökopol (Hamburg) geht davon aus, dass derzeit jährlich zwischen 3.500 und 4.000 Tonnen Altmaterial in Europa zu entsorgen sind. Für das Jahr 2020 werden gar 35.000 Tonnen prognostiziert. Die in den Anlagen eingesetzten Solarmodule wiederzuverwerten, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Dazu wollen die Projektpartner Hellmann Process Management und Kummer:Umweltkommunikation ein ökonomisch und ökologisch tragfähiges Logistikkonzept entwickeln.

Denn: Immer mehr Photovoltaikanlagen glänzen auf

Aktuelles

10. April 2010
Beteiligung der GOA an Forschungsvorhaben zur Rücknahme von Photovoltaik-Modulen
Heute ist Solarstrom nicht mehr aus dem Energiemix wegzudenken. Deshalb hat die Photovoltaikindustrie in den letzten Jahren einen wahren Boom erlebt: Eine saubere Art der Energiegewinnung, bei der aber auch Abfall

Projekt RESOLAR




[Home](#) | [Kontakt](#) | 

Gefördert durch:
DBU 



RESOLAR



- Startseite
- Projekt RESOLAR**
- Projektpartner
- Beirat
- Photovoltaikanlagen / Module
- Ressourceneffizienz
- Entsorgung von PV-Modulen
- Modellregionen
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

Ziele des Forschungsprojekts RESOLAR

Das geplante Projekt verfolgt im Wesentlichen folgende Ziele:

1. Aufbau eines funktionierenden Rücknahmesystems von Photovoltaik-Modulen in Deutschland und Spanien.
2. Konkretisierung der anfallenden Abfallmengen zur Zeit der Projektlaufzeit und für die folgenden Jahre.
3. Kommunikationskonzept unter Einbeziehung der Hersteller, Kommunen, Endverbraucher und Installateure zur Erhöhung der Rücknahme-, Sammel- und Verwertungsquoten für eine ausreichende Information bestehender Recyclinganlagen.
4. Erprobung der Logistik anhand einer oder zwei Modellregionen.
5. Einbeziehung aktueller und neuer nationaler und europäischer Rechtsvorschriften für die Steigerung von Sammel- und Verwertungsquoten.

Zielgruppen:

Die Zielgruppen des Projektes RESOLAR sind private und gewerbliche Endverbraucher, die Hersteller der PV-Module

Beirat




[Home](#) | [Kontakt](#) | 

Gefördert durch:




RESOLAR



- Startseite
- Projekt RESOLAR
- Projektpartner
- Beirat**
- Photovoltaikanlagen / Module
- Ressourceneffizienz
- Entsorgung von PV-Modulen
- Modellregionen
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

Beirat

Die Mitglieder des Beirats sind ausgewiesene Experten der Abfall- und Entsorgungsbranche aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Sie stehen dem Projekt beratend zur Seite.

- Dr. Ralf Bleicher, Deutscher Landkreistag, Berlin
- Dipl.-Ing. Andreas Brumby, Umicore AG & Co. KG, Hanau
- Jan Clyncke, European Association for Voluntary Take Back and Recycling of Photovoltaic Modules (PV CYCLE), Brüssel/Belgien
- Thierry Dalle, Umicore AG & Co. KG, Olen/Belgien
- Dr. Roland Digel, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück
- Dipl.-Ing. Frank E. Eichhorn, Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVDH),

Photovoltaikanlagen / Module

Home | Kontakt |

Gefördert durch:

- Startseite
- Projekt RESOLAR
- Projektpartner
- Beirat
- Photovoltaikanlagen / Module**
- Ressourceneffizienz
- Entsorgung von PV-Modulen
- Modellregionen
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

Photovoltaikanlagen / Module

Aufbau CdTe-Modul

Ein typischer Aufbau einer CdTe-Zelle (Quelle: www.crystec.com): Eine Cadmiumtellurid-Dünnschichtsolarzelle besteht aus mehreren Lagen. Wenn ein

Ressourceneffizienz




[Home](#) | [Kontakt](#) | 

Gefördert durch:
DBU 



RESOLAR



- Startseite
- Projekt RESOLAR
- Projektpartner
- Beirat
- Photovoltaikanlagen / Module
- Ressourceneffizienz**
- Entsorgung von PV-Modulen
- Modellregionen
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

Ressourceneffizienz

Das Wachstum der Bevölkerung und ein steigender Lebensstandard sowie ein sorgloser Umgang mit Rohstoffen in der Wegwerfgesellschaft führen zu einer zunehmenden Rohstoffknappheit. Besonders deutlich wird dies bei den fossilen Rohstoffen wie Erdöl, das laut der Hubbert-Kurve im Jahre 2050 nur noch in marginalen Mengen vorhanden sein wird. Auswirkungen zeigen sich in bereits steigenden Preisen von Rohstoffen sowie in zunehmenden Konflikten um diese. Ein Problem ist auch die begrenzte Wiederverwertbarkeit. So wird z.B. Zink auf verzinkten Eisenteilen durch Umwelteinflüsse allmählich in feinsten Form zerstreut, analog zu Platin, das aus Autokatalysatoren als feinstes Pulver an die Umgebung abgegeben wird (allgemeine Entropiezunahme). Derart verteilt lassen sich beide nicht mehr sinnvoll und wirtschaftlich wiederverwerten. Ähnlich sieht es aus, mit all den in Photovoltaik-Modulen verbauten Rohstoffen wie Si (Silizium), Al (Aluminium), In (Indium), Ga (Gallium) oder Glas, wenn sie nicht nach der Produktlebensphase einer geordneten Verwertung zugeführt werden.

Entsorgung von PV-Modulen




[Home](#) | [Kontakt](#) | 

Gefördert durch:




RESOLAR



- Startseite
- Projekt RESOLAR
- Entsorgung von PV-Modulen**
- Anspruchspartner Entsorgung
- Transportbehältnisse
- Modellregionen
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

Entsorgung von Photovoltaik-Modulen

Im Rahmen einer gerade veröffentlichten Studie[1] von Ökopool, Hamburg, wurde ermittelt, dass im Jahr zwischen 3.500 und 4.000 t Modulabfälle in Europa anfallen. Die Experten von Ökopool gehen davon aus, dass es in 2020 35.000 t sein werden und in 2030 etwa 133.000 t. Das heißt, man kann damit rechnen, dass sich die Menge der als Abfall anfallenden PV-Produkte in einem Zeitraum von 12 Jahren etwa verzehnfachen wird. Die Mehrzahl dieser Abfallmengen wird auch in 2020 voraussichtlich noch in Deutschland anfallen. Ein weiterer relevanter Markt für PV-Produkte ist heute bereits Spanien, das 2020 voraussichtlich die Nummer 2 in der EU-27 sein wird, sowohl im Bereich Einbau von PV-Produkten als auch bei den anfallenden Abfallmengen.

Derzeit gibt es nur zwei großtechnisch erprobte Recyclinganlagen für PV-Anlagen in Deutschland. Die eine ist spezialisiert auf Siliziummodule auf kristalliner Basis und hat ihren Sitz in Freiberg, Sachsen. Hier werden bei dem Unternehmen Solar Material, einem Tochterunternehmen der Solarworld AG, jährlich etwa 1 MW

Ansprechpartner Entsorgung

hellmann process management | **KUMMER** umwelt:kommunikation | Home | Kontakt |  | Gefördert durch: **DBU** 

RESOLAR





- Startseite
- Projekt RESOLAR
- Entsorgung von PV-Modulen
- Ansprechpartner Entsorgung**
- Transportbehältnisse
- Modellregionen
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

Ansprechpartner Entsorgung

Nachfolgend finden Sie einige Aufstellungen der Ansprechpartner zur Entsorgung von Photovoltaik-Modulen:

- [Ansprechpartner Hersteller von Photovoltaik-Modulen](#)
- [Ansprechpartner Deponie- und Verbrennungsanlagenbetreiber](#)
- [Ansprechpartner öRE - öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger](#)
- [Ansprechpartner Versatzbergwerke](#)

Sämtliche Listen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weitere Angaben zu den einzelnen Ansprechpartnern der Unternehmen bzw. Institutionen können aus Datenschutzgründen nicht gemacht werden.

 [Impressum](#) | [Sitemap](#) | © RESOLAR

Modellregionen National




[Home](#) | [Kontakt](#) | 

Gefördert durch:
DBU 



RESOLAR



- Startseite
- Projekt RESOLAR
- Entsorgung von PV-Modulen
- Modellregionen
- National**
- International
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

Ostalbkreis - ländliche Region

Der Ostalbkreis liegt in Baden-Württemberg und hat etwa 317.000 Einwohner. Er besteht aus drei großen Kreisstädten und 39 Städten und Gemeinden. Mit seiner Lage im Zentrum Süddeutschlands ist er repräsentativ für diese sonnenreichste Region Deutschlands mit ebenfalls 1.800* Sonnenstunden im Jahr. Somit ist die Ostalb ideal geeignet als Modellregion. Ferner ist er durch seine direkte Anbindung an die A7, welche ganz Deutschland von Norden nach Süden durchquert, logistisch besonders attraktiv.

Durch eine Vielzahl an Wertstoffhöfen beteiligt sich die Bevölkerung im Ostalbkreis aktiv an der Abfalltrennung und ist an ein Bringsystem gewöhnt. Die Akzeptanz zur getrennten Sammlung von Solarmodulen ist in diesem Fall einfacher zu erreichen. Zu dem hat die Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung erst kürzlich einen Versuch angefangen zur gemeinsamen Erfassung von Abfällen und Wertstoffen in einer Rohstofftonne, so dass zurzeit das

Modellregionen International




[Home](#) | [Kontakt](#) | 

Gefördert durch:
DBU 



RESOLAR



- Startseite
- Projekt RESOLAR
- Entsorgung von PV-Modulen
- Modellregionen
 - National
 - International**
- Rechtsgrundlagen
- Downloads

Spanien

Der Photovoltaik-Sektor in Spanien war 2008 stark gewachsen, weil die Regierung für Anlagen, die bis Ende September 2008 fertiggestellt waren, hohe Einspeisevergütungen in Höhe von 41 Euro-Cent pro Kilowattstunde versprach. Aufgrund dieser positiven wirtschaftlichen Rahmenbedingungen entwickelte sich Spanien zum weltweit zweitgrößten Photovoltaikmarkt nach Deutschland. Dann führte die spanische Regierung eine Deckelung der Einspeisevergütung bei 500 Megawatt ein und der Markt brach in 2009 zusammen.

Langsam erholt sich der Markt in Spanien nun wieder und einhergehend damit setzen sich nun auch die ersten Unternehmen mit der Thematik Rücknahme und Recycling von Photovoltaikmodulen auseinander. Bis Ende August registrierten sich drei Unternehmen beispielsweise beim freiwilligen Rücknahme und Recycling-Programm PV CYCLE als Sammelstelle. Dies waren aresol aus Logrono, abasol aus Burgos und Prosolar in Alanzora. Allerdings fallen die bisherigen Sammelstellen...

8. Internationale Aktivitäten

Im Zeitraum Ende Juli bis Anfang September 2010 wurden verschiedene verantwortliche Institutionen bzw. Ansprechpartner in den EU-Ländern Frankreich, Italien, Niederlande, Österreich und Schweiz kontaktiert, um bestehende Erfahrungen hinsichtlich der Existenz von Rücknahmesystemen und Recyclingunternehmen, die sich auf die Entsorgung von Photovoltaik-Modulen spezialisiert haben, festzustellen und in einen Meinungs austausch einzutreten.

8.1 Auswertung

Länder	Ministerium / Institut / Abteilung	Rückmeldungen
Österreich	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) Österreichs	<p>Unter den Anwendungsbereich der österreichischen Elektroaltgeräteverordnung fallen nur tragbare Photovoltaikanlagen. Da diese als Haushaltsgeräte gelten, besteht eine Sammelverpflichtung der Gemeinden bzw. eine Rücknahmeverpflichtung von Vertreibern im Falle eines Neukaufs einer vergleichbaren Anlage und eine Verwertungsverpflichtung, die durch die Sammel- und Verwertungssysteme für Elektroaltgeräte wahrzunehmen ist.</p> <p>Ortsfest installierte Anlagen fallen nicht unter den Geltungsbereich der Elektroaltgeräteverordnung, wodurch auch keine Rücknahmeverpflichtung besteht. Aufgrund der erst seit kürzerer Zeit bestehenden verstärkten Marktdurchdringung sind derzeit keine freiwilligen Rücknahmeaktionen durch Hersteller oder Vertreter bekannt. Nach derzeitigem Informationsstand bestehen in Europa nur zwei Recyclinganlagen, keine davon jedoch in Österreich. (06.09.2010)</p>
	Sektion VI - Stoffstromwirtschaft, Umwelttechnik und Abfallmanagement des BMLFUW	
	Sektion V/10 - Umweltökonomie und Energie des BMLFUW	

Länder	Ministerium / Institut / Abteilung	Rückmeldungen
Schweiz	Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)	
	Bundesamt für Energie (BFE) im UVEK; Abteilung Energieeffizienz und erneuerbare Energien	<p>Solarmodule laufen vorläufig unter der Rubrik "Elektroschrott". Dort gibt es ein organisiertes Sammel- und Entsorgungskonzept. So sind u.a. Verkaufsstellen verpflichtet, alte Module zurückzunehmen und der geordneten Entsorgung/Recycling zuzuführen. Ebenso gibt es öffentliche Sammelstellen, an denen Elektroschrott gratis abgegeben werden kann.</p> <p>Bei den aktuell noch kleinen Mengen, ist ein Recycling noch schwierig zu realisieren. Schweizer Unternehmen, welche auf das Recycling von PV-Modulen spezialisiert sind, gibt es laut BFE noch nicht. Größere Installateure, resp. Vertriebsfirmen liefern gemäß einer Nachfrage alte Module zur Wiederverwertung nach Deutschland. (29.07.2010)</p>
	Bundesamt für Umwelt (BAFU) im UVEK; Abteilung Klima, Gefahrenprävention, u.a.	<p>Photovoltaikmodule (PV-Module) fallen gegenwärtig nicht unter die schweizerische Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG). Diese Verordnung ist aber derzeit in Revision. Dabei wird überlegt, Photovoltaikmodule in den Geltungsbereich der VREG zu integrieren.</p> <p>Aufgrund der aktuell noch kleinen Mengen an ausgedienten PV-Modulen liegen zur Zeit noch keine Informationen über Schweizer Unternehmen vor, die auf das Recycling solcher Module spezialisiert sind. Man geht davon aus, dass ausgediente oder defekte PV-Module meist über die Installationsfirmen zurück an die Hersteller gelangen. Grundsätzlich würde sich der Schweizerische Wirtschaftsverband der Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik um dieses Thema kümmern.</p> <p>PV-Module sind von großem Interesse, da davon auszugehen ist, dass solche Module seltene technische Metalle enthalten. In diesem Bereich ist man gegenwärtig dabei, zusammen mit dem EMPA St. Gallen, den gesamten Fragekomplex zu erörtern.</p>
Bundesamt für Umwelt (BAFU) im UVEK; Abteilung Technische Umweltbereiche (Abfälle, Stoffe, u.a.)		



		(30.09.2010, gemeinsame Antwort)
Länder	Ministerium / Institut / Abteilung	Rückmeldungen
Frankreich	Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) en Ministère de l'Écologie, de l'Énergie du Développement durable et de la Mer	kein Rücklauf
	La Direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services (DGCIS) en Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi	
Italien	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare	keine Rücklauf
	Ministro d'ell Ambiente Direzione generale per la tutela del territorio e delle risorse idriche - <u>Divisione VI Gestione integrata del ciclo dei rifiuti</u>	
	Ministro d'ell Ambiente Direzione generale per lo sviluppo sostenibile, il clima et l'energia - <u>Divisione VII Efficienza energetica, energie alternative e mobilità sostenibile</u>	
Niederlande	Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM)	kein Rücklauf
	Directie Milieu / Duurzaam Produceren	
	Directie Milieu / Klimaat en Luchtkwaliteit	

8.2. Ansprechpartner in den Umweltministerien der EU-Länder

Länder	Ministerium / Institut / Abteilung	Adresse
Frankreich	Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) en Ministère de l'Écologie, de l'Énergie du Développement durable et de la Mer	Arche Nord 92055 La Défense Cedex Frankreich
	La Direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services (DGCIS) en Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi	Immeuble « Le Bervil » 12 rue Villiot 75572 Paris Cedex 12 Frankreich
Italien	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare	Via Cristoforo Colombo, n. 44, 00147 Roma Italia
	Ministro dell'Ambiente Direzione generale per la tutela del territorio e delle risorse idriche - <u>Divisione VI Gestione integrata del ciclo dei rifiuti</u>	Via Cristoforo Colombo, n. 44, 00147 Roma Italia
	Ministro dell'Ambiente Direzione generale per lo sviluppo sostenibile, il clima et l'energia - <u>Divisione VII Efficienza energetica, energie alternative e mobilità sostenibile</u>	Via Cristoforo Colombo, n. 44, 00147 Roma Italia
Niederlande	Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM)	Postbus 20951 2500 EZ DEN HAAG Niederlande
	Directie Milieu / Duurzaam Produceren	Postbus 30945 2500 GX Den Haag Niederlande
	Directie Milieu / Klimaat en Luchtkwaliteit	Postbus 30945 2500 GX Den Haag Niederlande
Österreich	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) Österreichs	Stubenring 1 1012 Wien Österreich
	Sektion VI - Stoffstromwirtschaft, Umwelttechnik und Abfallmanagement des BMLFUW	Stubenring 1 1012 Wien Österreich
	Sektion V/10 - Umweltökonomie und Energie des BMLFUW	Stubenring 1 1012 Wien Österreich
Schweiz	Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)	Bundeshaus Nord Kochergasse 10 3003 Bern Schweiz
	Bundesamt für Energie (BFE) im UVEK; Abteilung Energieeffizienz und erneuerbare Energien	3003 Bern Schweiz
	Bundesamt für Umwelt (BAFU) im UVEK; Abteilung Klima, Gefahrenprävention, u.a.	3003 Bern Schweiz
	Bundesamt für Umwelt (BAFU) im UVEK; Abteilung Technische Umweltbereiche (Abfälle, Stoffe, u.a.)	3003 Bern Schweiz

9. Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick

1. Im Rahmen des Forschungsvorhabens war es möglich, erste Einblicke in die Rücknahme, Logistik und in die Verwertung ausgedienter PV-Module zu bekommen.
2. Es liegen nun erste Erfahrungen vor, welche Mengen derzeit etwa über kommunal vorhandene Anfallstellen, über Glasaufbereiter, Müllverbrennungsanlagen, Recyclinganlagen und Deponien angenommen werden. Es zeigte sich, dass die Mengen aus privaten Anfallstellen nach Ablauf der Lebensdauer noch verschwindend gering sind, jedoch bereits heute erhebliche Mengen als Produktionsabfall direkt über die Glasaufbereiter bzw. andere Recyclinganlagen zurück kommen.
3. Es können zudem erste Einschätzungen darüber gemacht werden, inwiefern beim Inverkehrbringen und Entsorgen abfallrechtliche, stoffrechtliche und andere Vorschriften einzuhalten sind. Nachdem derzeit die PV-Module bei der Entsorgung nicht unter den Anwendungsbereich der WEEE fallen, sind beispielsweise lediglich allgemeine abfallrechtliche Regelungen anzuwenden. Jedoch sind die Getrennthaltung gefährlicher von ungefährlichen Bestandteilen einzuhalten, das Verwertungsgebot zu beachten und eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung anzustreben. Die Einstufung gemäß Abfallverzeichnisverordnung sollte möglichst einheitlich erfolgen, derzeit werden je nach Anfallstelle und Modulart ganz unterschiedliche Abfallschlüssel genutzt.
4. Die Anwendung der REACH-Verpflichtungen auf das Inverkehrbringen, der Verwendung und das Recycling hat zur Folge, dass insbesondere das Vorkommen besorgniserregender Stoffe und anderer als gefährlich eingestufte Stoffe in den Blick genommen werden muss. So sind sowohl beim Inverkehrbringen als auch beim Recycling und des erneuten Inverkehrbringens der Sekundärrohstoffe die Stoffbeschränkungen und -verbote gemäß REACH Anhang XVII und der Kandidatenliste zu befolgen, dies kann im Einzelfall die Konsequenz haben, dass Cd-Konzentrationen in Dünnschichtzellen erniedrigt werden müssen.
5. Eine separate Erfassung in Kombination mit einer ordnungsgemäßen Lagerung ist grundsätzlich für PV-Module anzustreben. Wünschenswert wären auch kurze Transportwege zu geeigneten Recyclingbetrieben. Allerdings fehlen hierfür derzeit die Alternativen am Markt. Die Rücknahmeversuche in den Modellregionen ergaben, dass es gemeinsame Erfassung mit anderen Altgeräten oder Abfällen keinen Sinn macht. Gitterboxen oder geschlossene Sammelboxen haben sich als die geeignetsten Sammelbehältnisse erwiesen.

6. Aufgrund des uneinheitlichen und geringen Mengenanfalls von EOL-Modulen kann aktuell keine belastbare Kostenabschätzung zum Gesamtprozess vorgenommen werden. Es zeigt sich jedoch, dass der größere Teil an Kosten in den ersten Prozessschritten (Einsammlung, Lagerung und Transport) entsteht. Die Transportkosten werden dabei maßgeblich von der Anfallmenge an der Sammelstelle bestimmt. Die Erlöse der Outputfraktionen aus der Entsorgung beziehungsweise Aufbereitung der PV-Module decken derzeit nicht die Verfahrenskosten, unabhängig davon welche PV-Technologie recycelt wird. Inwieweit sich hieran etwas ändern wird, hängt stark von der weiteren Entwicklung der Recyclingverfahren, dem Mengenanfall und der stofflichen Zusammensetzung der Module ab. Allerdings sind die Hersteller aufgrund des scharfen Wettbewerbs gezwungen Ihre Produktionskosten zu senken, was in einer Substitution werthaltiger Inhaltsstoffe resultiert.
7. Im Verlauf des Projektes konnten erste Einschätzungen vorgenommen werden, in welchen Recyclinganlagen der höchste Anteil an Rohstoffen/Wertstoffen zurückgewonnen wird. Hier haben sich insbesondere die Glasaufbereitung und ein neues Verfahren der chemischen Rückgewinnung der Seltenen Erden aus den dünnen Schichten herauskristallisiert. Diese Wege sind weiter zu verfolgen und vertieft zu untersuchen, letztendlich ist derzeit entscheidend, welches Verfahren die wirtschaftlichste Variante darstellt.
8. Für eine ordnungsgemäße Rückgewinnung und Verwertung der verschiedenen Modultypen ist es jedoch unabdingbar, eine entsprechende Kennzeichnung vorzunehmen. Die privatrechtlichen Rücknahmestelle (z.B. Handwerksbetrieb), die kommunalen Sammelstelle (örE) oder einem Recyclingunternehmen kann keine Einstufung der Module mittels einer vorherigen Analyse zugemutet werden.
9. Erhebungen in anderen Mitgliedstaaten (z.B. Österreich, Schweiz, Frankreich, Italien) haben gezeigt, dass beispielsweise die Schweiz und Österreich andere Wege als Deutschland gehen. Hier werden Module (teilweise) unter dem Anwendungsbereich einer Elektronikschrott-Verordnung oder zumindest unter der Rubrik „Elektronikschrott“ erfasst. Dies hat zur Folge, dass Module über kommunale Sammelstellen den Weg in die Entsorgung finden.
10. Die Untersuchungen in Spanien haben ergeben, dass die Rücknahme und die fachgerechte Entsorgung von PV-Modulen bisher eine untergeordnete Rolle gespielt haben bzw. die Alt-Module über die bisherigen Strukturen entsorgt wurden. PV CYCLE gelang es im Verlauf dieses Jahres erste Sammelstellen für das Programm zu gewinnen. Inwieweit hierüber Anfallmengen erfasst und einer fachgerechten Verwertung zugeführt werden, hängt sehr stark von der weiteren Entwicklung des PV-Marktes insgesamt in Spanien ab.

11. Im Verlauf des Projekts wurde eine Internetplattform entwickelt, die nun Ende 2010 an den Start geht. Die Internetseite www.resolar-projekt.de bzw. www.resolar-projekt.eu soll zum Ziel haben, dass Endverbraucher aus dem gewerblichen und privaten Bereich zunächst einen Überblick über die Diskussionen der ordnungsgemäßen Rücknahme und der anzuwendenden Rechtsgrundlagen bekommen sowie Hinweise erhalten, wie und über welche Entsorgungswege die ausgedienten Module zurückgenommen und verwertet werden können.
12. In insgesamt drei Beiratssitzungen wurde der Projektverlauf diskutiert, Teilergebnisse vorgestellt und das weitere Vorgehen besprochen.
13. Für die zukünftige Vorgehensweise einer funktionierenden europaweiten Rücknahme von Photovoltaikmodulen werden nun folgende Maßnahmen vorgeschlagen:
 - Aufnahme der PV-Module in den Anwendungsbereich der WEEE,
 - Kennzeichnung der PV-Module hinsichtlich der Art der Module zur besseren Getrennthaltung während der Einsammlung und Recyclingprozessen,
 - Kommunikationsplattform www.projekt-resolar.de bewerben, um zumindest in Deutschland auf Rückgabemöglichkeiten hinzuweisen,
 - Kommunikation der von PV Cycle eingerichteten Sammelstellen,
 - Kopplung der Rücknahme der PV-Module an die Rückführung der Elektro-Altgeräte über kommunale Sammelstrukturen,
 - Prüfungen von Schwermetallgehalten der in Verkehr gebrachten PV-Module zwecks Überschreitung der nach REACH vorgesehenen Beschränkungen,
 - Fortführung des Projektes RESOLAR zur vertieften Klärung noch offener Fragen.

10. Literatur- und Quellenverzeichnis

American Metal Market, Indium Recycling - Success in solar could scorch supply-side dynamics, Mai/Juni 2009.

Ausschuss für Arbeitsmedizin, BGL 504-32 (ZH 1/600.32), Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G32 „Cadmium oder seine Verbindungen“, 2005.

Ausschuss für Gefahrstoffe (Verfasser), Bekanntmachung 910 zu Gefahrstoffen, Risikowerte und Expositions-Risiko-Beziehungen für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, Ausgabe Juni 2008.

Ausschuss für Gefahrstoffe (Verfasser), TRGS 400, Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, Januar 2008.

Ausschuss für Gefahrstoffe (Verfasser), TRGS 900, Arbeitsplatzgrenzwerte, Januar 2006.

Ausschuss für Gefahrstoffe (Verfasser), TRGS 906, Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs.2 Nr. 3 GefahrstoffV, März 2007.

BINE Informationsdienst, Recycling von Photovoltaikmodulen, projektinfo 02/2010.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009, September 2010.

Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar), Faktenblatt, Juni 2010.

Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar), Faktenblatt, August 2010.

Ernst & Young, Photovoltaik in Deutschland, Marktstudie – Entwicklungen und Trends, Januar 2006.

European Chemical Agency (ECHA) Guidance on waste and recovered substances, Version 2, May 2010, <http://www.echa.europa.eu>

European Photovoltaik Industry Association (EPIA), Global market outlook for photovoltaics until 2014, Mai 2010.

EurObserv'ER Le Baromètre européen des énergies renouvelables / European Barometer of renewable energies, 5th Report, 2005.

EurObserv'ER, Systèmes solaires, Le journal du photovoltaïque / Photovoltaikbarometer, N° 3-2010, April 2010.

Edoff, M., Thin Film Solar Cells based on CIS, Presentation at the EC RTD Renewable Energies Press Briefing, Uppsala, 2004.

Europäische Kommission, Richtlinie 2004/37/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit, 2004.

Europäisches Parlament, REACH-Verordnung (EG/1907/2006), Anhang XVII – Beschränkungen, Amtsblatt Nr. L 396/396-851 vom 30.12.2006.

EUWID Recycling and Waste Management, Sanyo first signatory of PV Cycle commitment, Nr. 19/2010, Oktober 2010.

Handelsblatt, Deutsche Solartechnik boomt weltweit, 1. Oktober 2007.

Handelsblatt, Alles hängt vom Silizium ab, 29. Oktober 2007.

Handelsblatt, Mehr Geschäfte mit der Sonne, 29. November 2007.

Handelsblatt, Silizium-Hersteller verramschen ihre Ware, 22. Juni 2010.

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Verfasser), BGL 5047, Mineralischer Staub, 2006.

A.T. Kearney, Set for 2020 - Solar Photovoltaic Electricity: A mainstream power source in Europe by 2020, for European Photovoltaic Industry Association (EPIA), Oktober 2009.

LosserChemie GmbH, Hainichen, Waste minimisation with an universal chemical recycling procedure for CIS, CIGS and CdTe photovoltaic waste – an approach for sustainable materials use, 2010.

Luschitz, J., Präparation und Charakterisierung von CdTe-Dünnschichtsolarzellen, Technische Universität Darmstadt, 2008/2009.

markets, Voller Energie im Auslandsgeschäft, 20. Mai 2008.

National Photovoltaic Environmental Research Center (Department of Environmental Sciences, Brookhaven National Laboratory), Upton/NY, Experimental Investigation of Emissions and Redistribution of Elements in CdTe-PV Modules During Fires, for the US Department of Energy (Solar Technologies Program/Conservation and Renewable Energy) under Contract DE-AC02-76CH000016, November 2004.

NGL, Environmental risks regarding the use and end-of-life disposal of CdTe PV modules, Doc. No.20092155-00-5-R, 2010.

Ökopol (Institut für Ökologie und Politik GmbH), Hamburg, Stoffbezogene Anforderungen an Photovoltaik-Produkte und deren Entsorgung, UFO-Plan FKZ 202 33 304 im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2004.

Ökopol, (Institut für Ökologie und Politik GmbH), Hamburg und IE (Institut für Energetik und Umwelt gGmbH), Leipzig, Stoffbezogene Anforderungen an Photovoltaik-Produkte und

deren Entsorgung, Endbericht für das Umweltbundesamt, Umwelt-Forschungs-Plan, FKZ 202 33 304, Januar 2004.

Ökopol, BSW-Solar, u.a., Studie zur Entwicklung eines Rücknahme- und Verwertungssystems für photovoltaische Produkte, gefördert durch das BMU, Förderkennzeichen 03MAPO92, November 2007.

Powalla, M., Dünnschichtsolarzellen auf der Basis von Verbindungshalbleitern, FVS-Themen 2003.

Prognos AG, Anpassung der Vergütungs- und Degressionssätze für solare Strahlungsenergie - nach §§ 32, 33 EEG i.V.m. § 20 Abs. 2 Nr. 8 und Abs. 2a EEG, Endbericht im Rahmen des Forschungsprojekts 59/08 „Energiepolitische Optionen“ des BMWi, Dezember 2009.

PV Legal, 1st PV Legal Status Report, www.pvlegal.eu, Juli 2010.

Recyclingmagazin, 22, Sonnige Aussichten, S. S. 28-31, 2010.

RENI – Renewables Insight (Solarpraxis AG/Sunbeam GmbH), PV Power Plants 2010 – Industry Guide, April 2010.

Risk & Policy Analysts, Ltd. (RPA), Socio-Economic Impact of a Potential Update of the Restrictions on the Marketing and Use of Cadmium. Final Report for EU-Commission, 2009.

Roland Berger Strategy Consultants GmbH und Prognos AG, Wegweiser Solarwirtschaft / PV-Roadmap 2020: Wettbewerbsfähig - auf dem Weg zu einer bedeutenden Säule der Energieversorgung, Berlin, November 2010.

Stuttgarter Nachrichten, Solarschrott macht Industrie zu schaffen, 9. Juni 2010.

Umwelt-Magazin, Rücknahmesystem für Solarmodule, Nr. 09/2010, 14. September 2010.

VDI-Nachrichten, Bürokratie hemmt EU-weit Sonnenstromausbau, 19. November 2010.