

EINREICHUNG ZUR PHOTOVOLTAIK- STRATEGIE DURCH DAS BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ

Cradle to Cradle NGO

24.03.2023

INHALT

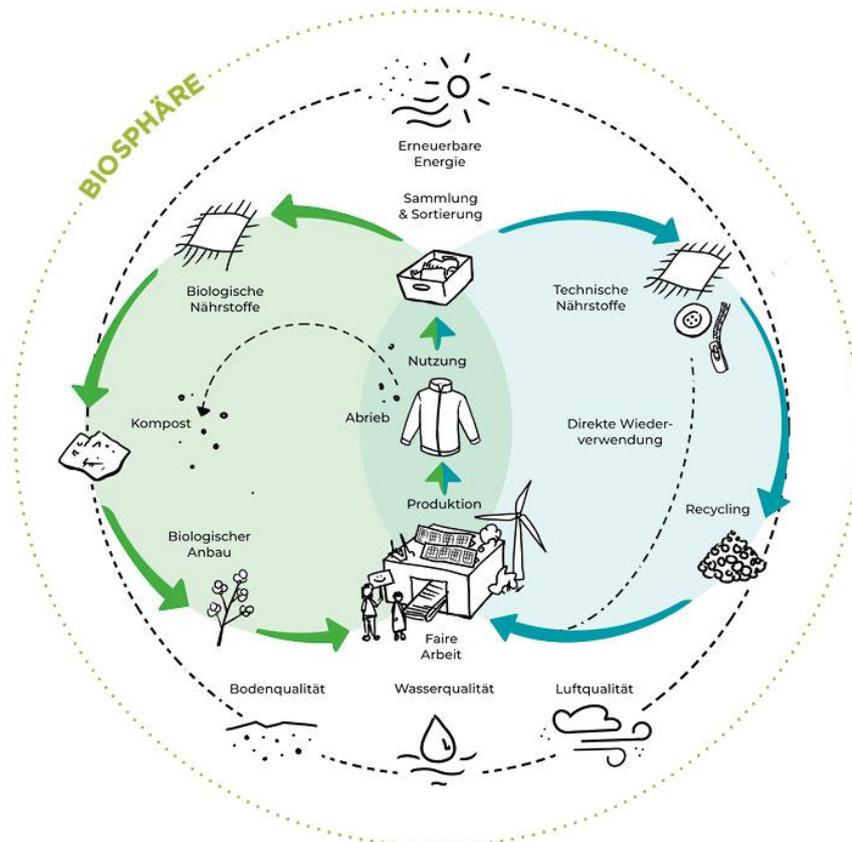
Cradle to Cradle als Lösung für die Klima- und Ressourcenkrise.....	2
Warum wir eine Photovoltaik-Strategie nach Cradle to Cradle brauchen	3
Handlungsfeld 10: Technologieentwicklung voranbringen.....	4
Handlungsfeld 11: Den schnelleren PV-Ausbau auch mit europapolitischen Instrumenten vorantreiben.....	6
Über Cradle to Cradle NGO.....	8
Literatur.....	9

CRADLE TO CRADLE ALS LÖSUNG FÜR DIE KLIMA- UND RESSOURCENKRISE

Cradle to Cradle (C2C) ist ein ganzheitlicher Ansatz für eine echte Kreislaufwirtschaft, die beim Design von Produkten und Prozessen beginnt. C2C denkt Klima- und Ressourcenschutz zusammen, adressiert neben ökologischen auch soziale Probleme und bietet Lösungen, die auch einen ökonomischen Mehrwert haben. Um die Probleme unserer Zeit zu lösen, müssen wir damit beginnen, uns positive Ziele zu setzen. Wenn jede Ressource nach ihrer Nutzung zu Nährstoff für etwas Neues wird, ist die Vision von Cradle to Cradle Realität: neue Formen des Wirtschaftens, Innovation statt Reduktion. Dann sind wir Menschen Nützlinge.

Anreize und Rahmenbedingungen können diese notwendige Transformation von linear zu zirkulär ermöglichen und beschleunigen. Der politische und wirtschaftliche Rahmen muss dabei bewirken, dass alles, was wir tun, ökonomische, ökologische und soziale Mehrwerte erzielt. Auf Produktebene muss daher erreicht werden, dass nur noch Produkte bzw. Photovoltaikanlagen auf den europäischen Markt kommen, die für integrierte Kreisläufe geschaffen sind. Zirkuläre Geschäftsmodelle wie Produkt-Service-Modelle müssen für Unternehmen zum neuen Normal werden können, um C2C-Produkte und die darin verbauten Rohstoffe in Kreisläufe zu bringen. Die Photovoltaik-Strategie sollte hier ihren Beitrag leisten, um eine zirkuläre Transformation zu beschleunigen.

Das C2C Designkonzept ist die Anleitung für innovative und zukunftsfähige C2C-Produkte und Geschäftsmodelle. Materialien, die gesund für Mensch und Umwelt sind, zirkulieren in biologischen und technischen Kreisläufen. Bei der Produktion nutzen wir ausschließlich regenerative Energie, erhalten oder verbessern die Qualität von Wasser und Boden, managen klimaschädliche Treibhausgase und haben faire und menschenwürdige Arbeitsbedingungen entlang aller Wertschöpfungsketten.



Alle Ressourcen, die wir der Biosphäre entnehmen, sind entweder dahin rückführbar oder zirkulieren endlos in einer menschlich geschaffenen Technosphäre:

WARUM WIR EINE PHOTOVOLTAIK-STRATEGIE NACH CRADLE TO CRADLE BRAUCHEN

Wir brauchen einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und müssen dabei vollständig kreislauffähige Anlagen nutzen und Dienst- und Leistungsmodelle statt des günstigen Verkaufs der Anlagen fördern. Das Gesamtsystem der Energieversorgung in Deutschland und der EU ist ein enormer Hebel, um eine sozial-ökologische Transformation einzuleiten und voranzubringen. Der Stromsektor birgt ein großes Potential für die Gestaltung dieser Transformation, weil Sonne und Wind uns mit deutlich mehr Energie versorgen, als die Menschheit jemals brauchen wird. Diese Energie können wir als optimalen Ausweg aus der Klimakrise nutzen, wenn wir erneuerbare Energie unter Berücksichtigung aller ökologischen Faktoren produzieren.

Eine Cradle to Cradle Ökonomie lässt sich mit einer Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen aus kreislauffähigen Erzeugungsanlagen umsetzen. Ein

solches klima- und ressourcenpositives Wirtschaften ermöglicht sogar eine Zielsetzung jenseits der Treibhausgasneutralität im Stromsektor bis zum Jahr 2035. Die isolierte Betrachtung von CO₂-Reduktion hat fatale Nebenwirkungen, wenn etwa seltene Erden in Solarzellen untrennbar miteinander verbunden werden – denn so steigern wir zwar kontinuierlich die Effizienz und schützen das Klima im Zeitraum der Nutzung, aber die wertvollen Materialverbunde werden nach ihrer Nutzung zu Sondermüll. So lösen wir also für eine bestimmte Zeit das eine, verschärfen aber das andere Problem: die Rohstoffkrise. Angesichts der geopolitischen Lage und der relativen Rohstoffarmut ist die Energiewende für Deutschland und die EU eine Chance, die regionale Resilienz zu stärken – wenn beim Ausbau erneuerbarer Energie die Kreislaufführung von PV-Anlagen (oder Windrädern) von Beginn an mitbedacht wird [2][3]. Eine ganzheitliche Photovoltaik-Strategie beschleunigt daher den Ausbau erneuerbarer Energien, setzt dabei aber voll kreislauffähige Anlagen ein und fördert Dienstleistungsmodelle statt des günstigen Verkaufs der Anlagen.

HANDLUNGSFELD 10: TECHNOLOGIEENTWICKLUNG VORANBRINGEN

Die Menge an ausrangierten Solarmodulen in Deutschland wird in den nächsten Jahren drastisch steigen: In Prognosen wird bis zum Jahr 2030 von 1.000.000 Tonnen Altmodulen jährlich ausgegangen [1]. Insgesamt ist Elektroschrott der am stärksten zunehmende Abfallstrom in der EU [4]. Die heutige lineare Produktion von Solaranlagen ignoriert diese Herausforderungen am Ende des Nutzungszklus. Daher müssen technologische Entwicklungen gefördert werden, die beim Design von PV-Anlagen die restlose Verwertung aller eingesetzter Rohstoffe beachten, um die heutigen Hürden einer Weiterverwertung zu überwinden:

- Unterschiedliche und meist verunreinigte Primärmaterialien.
- Viele Legierungen, die die sortenreine Trennung erschweren.
- Zusatzstoffe in Spezialgläsern, die eine sortenreine Trennung erfordern. Das macht sie ungeeignet für herkömmliches Glasrecycling.
- Primärmaterialien, die günstiger sind als Recyclingmaterialien.
- Unterschiedlicher Aufbau und Materialien der Zellen.

Beim Recycling von Solarmodulen sind Aluminiumrahmen und die Anschlussdose leicht zu entfernen. Glas und die Solarzellen sind jedoch fest mit den Einbettungsfolien aus Ethylvinylacetat (EVA) verbunden, um verschiedene Schichten im Solarmodul zu verbinden [6]. In der Praxis beschränken sich die Recyclingmöglichkeiten bisher auf zwei Techniken: Physikalisches Recycling (Zerkleinerungsverfahren) und thermisches Recycling. Bei beiden Verfahren ist jedoch für eine Trennung und Wiederverwendung aller Materialien ein chemisches Verfahren notwendig [5]. Die Verfahren zur Rückgewinnung weiterer Materialien befinden sich noch im Forschungsstadium [1]. Die Herausforderungen für das Recycling von PV-Anlagen führen dazu, dass in der Realität meist nur Glas und Metall zurückgewonnen werden. Glas wird normalerweise downgecycelt, z. B. zu Glaswolle. Am naheliegendsten ist es deswegen, Verfahren zu entwickeln, welche es ermöglichen, die bestehenden PV-Module und ihre Materialien einem echten Recycling zuzuführen.

Gleichzeitig müssen Innovationen vorangetrieben werden, die ein anderes Design von PV-Anlagen in der Breite wirtschaftlich attraktiv machen. Neue Module müssen von vornherein anders designt werden, sodass ihre Materialien für eine Kreislaufführung geeignet sind [6]. Dazu muss das Design darauf ausgelegt sein, alle verwendeten Materialien mit möglichst wenig Aufwand wieder sortenrein voneinander trennen zu können. Es gibt keine Notwendigkeit dafür, Solarmodule aus mehr als 280 verschiedenen chemischen Komponenten zu konzipieren, wie es heute der Fall ist. Wenn die besten Materialien gewählt werden, ließen sich das gleiche Solarmodul und die gleiche Ausrüstung mit weniger als zehn Komponenten herstellen [6]. Dabei können Produkt-Service-Systeme unterstützend wirken, um sicherzustellen, dass die PV-Module wieder zurück zu den Herstellern bzw. den Recyclern gelangen. Außerdem entsteht so ein Anreiz, möglichst hochwertige Materialien zu verwenden [6].

Es gibt Best-Practice-Beispiele, die zeigen, dass Kreislauffähigkeit bei Solaranlagen bereits heute realisierbar ist. Solarmodule des sächsischen Unternehmens [Solarwatt](#) sind zum Beispiel vollständig kreislauffähig. Als Vorreiter im Bereich solargetriebener Sektorenkopplung, hat das Unternehmen als erster deutscher Hersteller eine Cradle to Cradle-Zertifizierung in Silber für seine Glas-Glas-Module aus lokaler Herstellung erhalten. Die fünf messbaren Kriterien der C2C-Zertifizierung (Materialgesundheit, Kreislauffähigkeit, saubere Luft und Klimaschutz, verantwortungsvoller Umgang mit Wasser und Böden, soziale Fairness) können als

nützliche Orientierungsmöglichkeit für die Bewertung von Komponenten dienen. Weitere Beispiele:

- [Solitek Cells](#) erstellt in Europa C2C-certified (Silberstandard) Glas-Glas Panele.
- [Sunpower](#) erstellt C2C-certified (Silberstandard) Maxison-Gleichstrom-Module.
- Das Recyclingunternehmen [LuxChemtech](#) spezialisiert sich auf die Rückgewinnung von Rohstoffen und Materialien aus High-Tech-Produkten und recycelt PV-Modulen durch eine Kombination aus physikalischen und chemischen Verfahren.

Im Handlungsfeld 10 fordern wir eine Forschungsförderung, die den Fokus auf C2C Design und die Kreislaufführung von Ressourcen bei PV-Modulen stärkt. Das Zielbild des 8. Energieforschungsprogramms muss vollständig kreislauffähige Anlagen enthalten und Anreize für die Entwicklung solcher Produktbestandteile schaffen.

HANDLUNGSFELD 11: DEN SCHNELLEREN PV-AUSBAU AUCH MIT EUROPAPOLITISCHEN INSTRUMENTEN VORANTREIBEN

Die rechtlichen Rahmenbedingungen im europäischen Strommarkt müssen Cradle to Cradle Design stärker berücksichtigen. Unter den europapolitischen Instrumenten werden sowohl die Leistungs- als auch die Informationsanforderungen in der von der EU Kommission am 30. März 2022 vorgeschlagenen Ökodesign-Verordnung eine wichtige Rolle spielen.

Der vorgeschlagene Rahmen, um Leistungsanforderungen festzulegen, wird die Bedingungen für eine echte Kreislaufwirtschaft in der EU verbessern. In Bezug auf u. a. Wiederaufbereitung und Recycling sind wir auf dem richtigen Weg. Um die Anforderungen mit dem Zielbild von Cradle to Cradle zu gestalten, sind jedoch weitere Bemühungen der politischen Entscheidungsträger*innen notwendig. Wenn wir Solaranlagen am Ende ihres Nutzungszeitraums in ihre Einzelteile trennen können, ermöglicht das sortenreines Recycling. Aus Cradle to Cradle-Perspektive muss die Ökodesign-Richtlinie für Hersteller also Anreize setzen, schon beim Design ihrer Produkte an deren Kreislauf- und Recyclingfähigkeit zu denken.

Der digitale Produktpass für elektronische Geräte bzw. Solaranlagen als Produktgruppe wird ein wichtiges Instrument, um Informationen über Qualität und Quantität einzelner Produktbestandteile und ihrer Lieferkette zu sammeln und

transparent zu machen. Dieses Instrument müssen wir dringend nach sektorspezifischen Standards entwickeln und nutzen. Zentral ist die Frage, wie die Verfügbarkeit von Produktinformationen verbessert werden kann. Ein Schritt in diese Richtung sind die bereits gegründeten Plattformen zum Teilen von Produktdaten: die Europäische Produktdatenbank für die Energieverbrauchskennzeichnung (EPREL) und die SCIP-Datenbank (Substances of Concern in Products). Eine hohe Verfügbarkeit von Produktdaten und dabei speziell Daten über die Qualität und Herkunft von Materialien sowie die Einhaltung sozialer Standards entlang der Wertschöpfungskette werden die höchsten Nachhaltigkeitseffekte im Sinne von Cradle to Cradle bringen.

Produkte als Rohstofflager entfalten ihre positive ökonomische, ökologische und soziale Wirkung dann, wenn stets bekannt ist, welche Ressourcen in welcher Qualität, Zusammensetzung und Menge darin enthalten sind und wie, sowie unter welchen Umständen, sie verarbeitet wurden. Neben dem Aspekt der Transparenz für Konsument*innen dient dieses Wissen auch der Kreislaufführung: Wenn bekannt ist, welche Materialien im Umlauf sind, kann mit diesen Materialien perspektivisch als neuer Nährstoff geplant werden.

Im Handlungsfeld 11 fordern wir standardisierte Leistungs- und Informationsanforderungen für den PV-Ausbau, die die Kreislaufführung, die Materialgesundheit und das spezifische Nutzungsszenario berücksichtigen. Zugleich muss die Einführung eines digitalen Produktpasses auf EU-Ebene einheitlich entwickelt werden, wie es in dem veröffentlichten Entwurf für eine neue europäische Ökodesign-Verordnung vorgesehen ist. Bei diesem Produktpass muss die Qualität und Herkunft der Materialien eine mindestens so wichtige Rolle spielen wie deren Quantität.

ÜBER CRADLE TO CRADLE NGO

Die spendenfinanzierte und gemeinnützige Cradle to Cradle NGO bringt seit 2012 Cradle to Cradle (C2C) durch Bildungsformate in die Breite, vernetzt Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung, Politik sowie Zivilgesellschaft und setzt wegweisende Transformationsprojekte um, die zeigen, wie viel C2C bereits heute möglich ist. Rund 1.000 ehrenamtlich Aktive im deutschsprachigen Raum tragen den Ansatz in die Welt. Der jährliche Internationale Cradle to Cradle Congress ist die weltweit erste und größte C2C-Plattform: Über 1.000 Teilnehmende aus der C2C-Community treffen hier auf zentrale Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. 2019 wurde das C2C LAB in Berlin aufgebaut: die weltweit erste umfassende Sanierung einer bestehenden Gewerbeeinheit nach C2C-Kriterien. 2022 wurde das Labor Tempelhof umgesetzt: drei nach C2C optimierte Großkonzerte von Die Ärzte und Die Toten Hosen in Berlin. Alle, die sich für einen positiven ökologischen Fußabdruck engagieren wollen, können bei C2C NGO aktiv werden.

Als NGO, die Bildungs- und Vernetzungsarbeit für eine Kreislaufwirtschaft nach Cradle to Cradle leistet, möchten wir in dieser Einreichung einen besonderen Fokus auf die Handlungsfelder 10 und 11 legen und unsere Expertise für eine sozial-ökologische Photovoltaik-Strategie einbringen.

LITERATUR

1. Deutsche Umwelthilfe e.V.. Weißbuch zur Stärkung der Wiederverwendung und des Recyclings von Photovoltaik-Modulen; 2021. URL: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Pressemitteilungen/Kreislaufwirtschaft/210310_Wei%C3%9Fbuch_Kreislaufwirtschaft_Solarmodule_st%C3%A4rken_DEU_FINAL.pdf
2. International Energy Agency. Special Report on Solar PV Global Supply Chains; 2022. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/d2ee601d-6b1a-4cd2-a0e8-db02dc64332c/SpecialReportonSolarPVGlobalSupplyChains.pdf>
3. Umweltbundesamt. Abfallwirtschaftliche Produktverantwortung unter Ressourcenschutzaspekten (RePro); 2019. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-24_texte_52-2019_repro.pdf
4. Europäisches Parlament. Elektro- und Elektronikschrott in der EU: Zahlen und Fakten (Infografik); 2020. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20201208STO93325/elektroschrott-in-der-eu-zahlen-und-fakten-infografik> [Stand am 20.03.2023]
5. Annika Richter. Lebenszyklusanalyse von Photovoltaik Modulen. Dresden; 2021.
6. PV Magazine. Solar neu erfinden; 2019. URL: <https://www.pv-magazine.de/archiv/solar-neu-erfinden/> [Stand am 21.02.2022]