

# Recycling und Entsorgung von Photovoltaikanlagen

geschrieben von Andreas Demmig | 6. März 2023

Eigentlich wollte ich Ihnen nur einen Beitrag von STT übersetzen, der sich mit Windrädern und Solarpanels am Ende ihrer Lebensdauer befasst. Daraus hat sich für mich jedoch eine Recherche im Web ergeben. Finden Sie daher hier eine nicht erschöpfende Teil-Auswahl meiner Fundstellen zum Thema Solarpanels.

## Fazit am Anfang:

Recycling ist möglich, hauptsächlich besteht ein Solarpanel aus Glas und Aluminium, allerdings werden die Kosten für „Trennung“ der Bestandteile bei weitem nicht durch den Wert der später erhaltenen Rohstoffe gedeckt.

(zur Abrundung: Bei Windrädern bereiten wohl vor allem die Flügel große Probleme, sowohl der Glasfaser verstärkte Kunststoff als auch die Betonteile sind nur mit hohem Energieaufwand zu Shreddern. Sofern Bedarf besteht, könnten sie als Füllstoffe im Bauwesen dienen.)

Das Recycling erfordert eine zuverlässige und kräftige Energieversorgung, Wind- und Sonnenstrom dafür leider zu unzuverlässig. Damit drängt sich der Gedanke auf, das zu Beginn und zum Ende von „Planeten rettender grüner Energie“, dieselbe sich als nicht nutzbar aufzeigt.

Andreas Demmig

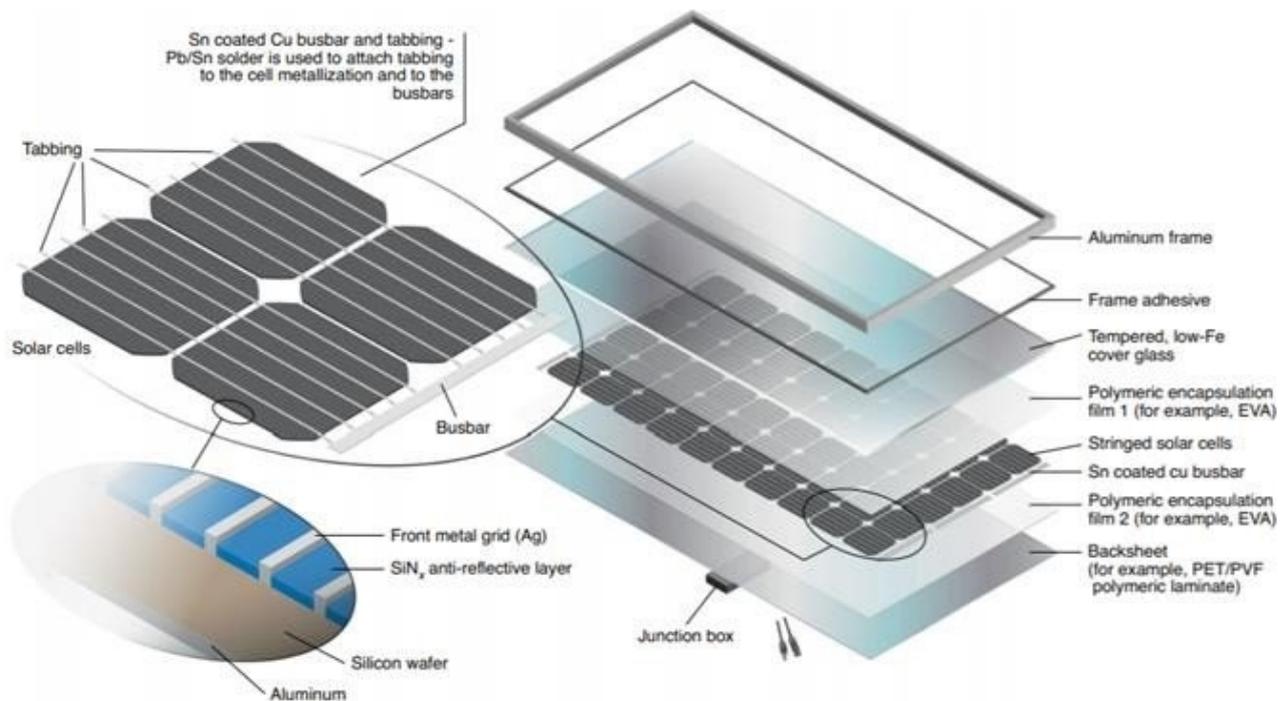
\*\*\*\*

## Die amerikanische Umweltbehörde EPA

### Recycling-Prozess von Solarpanels

Ein ideales Recyclingsystem würde so viel Material wie möglich aus Solarmodulen zurückgewinnen. Es gibt verschiedene Methoden zum Recyceln von Solarmodulen, die einige oder alle der folgenden drei Schritte umfassen können:

1. Entfernen des Rahmens und der Anschlussdose;
2. Trennung des Glases und des Siliziumwafers durch thermische, mechanische oder chemische Prozesse; und/oder
3. Trennung und Reinigung der Siliziumzellen und Spezialmetalle (z. B. Silber, Zinn, Blei, Kupfer) durch chemische und elektrische Techniken.



Quelle: <https://www.epa.gov/hw/solar-panel-recycling> ...

\*\*\*\*

### Nachrichten aus Indien (Teilauszug)

Indien wird im Fiskaljahr 2022-23 zehn Kohlekraftwerke in Betrieb nehmen, mit einer voraussichtlichen Gesamtkapazität von 7 GW. In 2021 – 22, waren bereits Kohlekraftwerke mit 49 GW in Betrieb gegangen. Weitere 39 Kohlekraftwerke sind im Bau.

... S&P Global Commodity Insights berichtete am 31. Mai 2022, dass das Energieministerium in den nächsten vier Jahren 81 alte Kohlekraftwerke abschalten bzw. deren Energielieferung um 58 GWh/a reduzieren will. Diese Stromlieferung könnte durch Wind- / Solaranlagen mit einer Nennleistung von 30 GW ersetzt werden [gerechnet mit 22% Kapazitätsauslastung].

<https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/coal/060322-india-expected-to-commission-10-thermal-coal-power-plants-in-2022-23-add-7010-mw>

Die National Solar Energy Federation of India (NSEFI) hat geschätzt, dass in Indien bis 2030 über 34.600 Tonnen Solarabfall anfallen könnte.

- Obwohl bis zu 90 % der Komponenten recycelbar sind, enthalten viele PV-Module **Schwermetalle wie Cadmium, Kupfer, Blei, Antimon oder Selen und können bei Außerbetriebnahme oder Bruch als Sondermüll eingestuft werden.**
- Indien hat keine Politik zur Bewirtschaftung von Solarabfall,

aber der Abfall kann bis zum nächsten Jahrzehnt mindestens um das Vier- bis Fünffache zunehmen.

- Obwohl die Photovoltaik nur etwa 3 Prozent des weltweiten Stroms erzeugt, verbraucht sie 40 Prozent des weltweiten Tellurs, 15 Prozent des weltweiten Silbers, einen erheblichen Teil von Quarz in Halbleiterqualität und geringere Mengen an Indium, Zink, Zinn und Gallium.

<https://journalsofindia.com/what-is-solar-waste/>

\*\*\*

In Deutschland finden Sie ebenfalls Recycling Unternehmen. Der Tenor, dass die hinterher gewonnenen Materialien nicht die Kosten des Shreddern, recyceln deckeln, findet man bei allen.

Privatleute können bis zu 40 PV-Module bei kommunalen Wertstoffhöfen kostenfrei abgeben. Kosten übernimmt dann die Kommune, Bezahlung durch die regelmäßigen Gebühren der Haushalte, also auch von denen, die keine Solarmodule entsorgen.

\*\*\*\* **Webseiten aus Deutschland**

## **SENEC**

Wir begleiten Menschen auf dem Weg in eine nachhaltige Zukunft – mit 360-Grad-Lösungen für die Eigenversorgung mit günstigem, umweltfreundlichem Strom. ...

### **Fazit: Recycling von Photovoltaikanlagen**

... Das Recycling einer Photovoltaikanlage ist für Privatpersonen unkompliziert und kostenlos. Die Hersteller oder Installateure Ihrer Solaranlage sind dazu verpflichtet, sie kostenfrei zurückzunehmen und sie dem Recyclingkreislauf zuzuführen. Außerdem können Sie auch selbst bis zu 40 der ausgedienten Module kostenfrei beim Wertstoffhof abgeben.

Der allergrößte Teil der Rohstoffe, aus denen deine Photovoltaikanlage besteht, kann bereits recycelt werden. Aluminium, Glas und auch die Halbleiter-Materialien werden wiederverwertet und erhalten ein zweites Leben – nicht selten als eine neue, modernere Photovoltaikanlage. Die fachgerechte Entsorgung und das Recycling Ihrer Photovoltaikanlage sorgen dafür, dass sie noch nachhaltiger wird – und das ist natürlich gut für die Umwelt. ....

<https://senec.com/de/magazin/recycling-von-pv-modulen#was-kostet-die-entsorgung>

\*\*\*

## Energie Experten, Recycling

### PV-Ratgeber: Solarmodule richtig recyceln

... Solaranlagen werden dann recycelt, wenn sie nicht mehr repariert und wiederverwendet werden können. Bei einigen wenigen Komponenten übersteigen die Kosten für die Wiederverwertung den Wert der gewonnenen Materialien derzeit noch – die stetigen technologischen Fortschritte sind hierbei jedoch vielversprechend.

### Das Wichtigste in Kürze

- Ein Solarmodul besteht hauptsächlich aus **Silizium, Glas, Aluminium/Edelstahl, Cadmium und Blei**.
- Muss ein Solarmodul entsorgt werden, kommt es, je nach Modultyp, zur **Entnahme von Flüssigkeiten oder Schadstoffen**. Im Anschluss werden die verbliebenen Materialien getrennt, sortiert und so weit wie möglich recycelt.
- Die WEEE-Richtlinie schreibt eine **Recycling-Mindestquote von 80 %** vor. In der Praxis können oft sogar **bis zu 95 %** der Bestandteile eines entsorgten Solarmoduls wiederverwertet werden.
- Aktuell werden von ausrangierten Paneelen **nur Aluminium, Glas und Kupfer neu aufbereitet, nicht aber die Silizium-Solarzellen**.
- Recyclingprozesse sollen weiter optimiert werden. Zugleich bedarf es der **Erarbeitung einheitlicher Standards** zur Funktionsprüfung von Altmodulen sowie einer **Zertifizierung** für Installateur:innen und Handwerker:innen.

### Erforschung und Umsetzung neuer Recyclingtechnologien

Gegenwärtig werden von ausrangierten Paneelen nur Aluminium, Glas und Kupfer neu aufbereitet, nicht aber die Silizium-Solarzellen. Um auch dieses Material weiter nutzen zu können, braucht es innovative Lösungen.

<https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/photovoltaik/solar-module/recycling>

\*\*\*\*\*

### Massachusetts Institute of Technology, MIT Technology Review

CLIMATE CHANGE

**Solarmodule sind schwer zu recyceln. Diese Unternehmen versuchen, das zu ändern.**

Eine neue Anlage in Frankreich soll Silber aus alten Solarmodulen gewinnen, damit sich das Recycling lohnt.

... Der Ausbau der Solarstromproduktion ist der Schlüssel zur weltweiten Reduzierung von Emissionen. Weltweit produzierten Sonnenkollektoren im Jahr 2019 720 Terawattstunden Energie, was etwa 3 % der weltweiten Stromerzeugung entspricht. Und dafür waren etwa 46 Millionen Tonnen Sonnenkollektoren erforderlich.

## **Zerlegen alter Paneele**

ROSI Solar, ein 2017 gegründetes französisches Startup, kündigte kürzlich Pläne zum Bau einer neuen Recyclinganlage in Grenoble, Frankreich, an. Yun Luo, CEO von ROSI, sagt, das Unternehmen habe ein Verfahren entwickelt, um Silber, Silizium und andere hochwertige Materialien aus gebrauchten Platten zu extrahieren. Die Anlage soll vor Ende 2022 mit einem Vertrag von Soren, einem französischen Handelsverband, eröffnet werden. ....

ROSI konzentriert sich auf die Rückgewinnung von Silber und hochreinem Silizium, da diese beiden Materialien über 60 % der Kosten eines Moduls ausmachen. ....

Um profitabel zu sein, muss ROSI mindestens 2.000 bis 3.000 Tonnen Platten pro Jahr recyceln, sagt Luo. Soren rechnet damit, im Jahr 2021 etwa 7.000 Tonnen Platten zu sammeln, und diese Zahl wird sich bis 2025 wahrscheinlich mehr als verdoppeln. ....

Die Preise für die recycelten Materialien können jedoch ziemlich volatil sein. ... Diese Preisvolatilität bedeutet, dass die Wirtschaftlichkeit des Recyclings ungewiss bleibt. Und weil Silber so teuer und begrenzt ist, arbeiten einige Forscher daran, Silber in neuen Solarmodulen zu reduzieren oder sogar zu ersetzen. Während dies ihren Preis weiter nach unten drücken könnte, würde es auch die wirtschaftlichen Argumente für das Recycling beeinträchtigen, sagt Tao.

<https://www.technologyreview.com/2021/08/19/1032215/solar-panels-recycling/>

\*\*\*\*

## **Sonnenkollektoren haben bereits eine lange Entwicklung hinter sich, Recycling noch nicht**

Mike DeSocio, **Green Biz**, 22.09.2022 (USA)

(biz – Kurzform für business –hier also grüne Geschäfte oder Geschäftstätigkeit)

... In den letzten fünf Jahren ist es wahrscheinlicher geworden, Solarmodule zu sehen, die ein Feld bedecken oder auf einem Dach in Ihrer Nähe schimmern. Die Branche ist in den letzten 10 Jahren im Durchschnitt jedes Jahr um 33 Prozent gewachsen , wobei sich die

Gesamtzahl der Solarinstallationen in den letzten fünf Jahren fast verdoppelt hat.

Aber was passiert, wenn diese Photovoltaikmodule in 25-30 Jahren das Ende ihrer Nutzungsdauer erreichen? Das Interesse an der Frage des Solarmodul-Recyclings ist mit dem Anstieg der Solaranlagen gewachsen, aber Experten sagen, dass die Industrie für das Sammeln und Zerlegen von Solarmodulen noch im Entstehen begriffen und nicht gleichmäßig über die USA verteilt ist. Kreislaufwirtschaftsstrategien – sind noch weniger vorhanden. ...

## **Einfache Ökonomie**

... „Machen wir es nicht kompliziert, weil die Leute sonst weniger bereit sind zu recyceln“, sagte Evelyn Butler, Vizepräsidentin für technische Dienstleistungen bei der Solar Energy Industries Association, einem gemeinnützigen Handelsverband. ...

... „Es kostet mehr, eine Platte zu zerlegen und die Rohstoffe zurückzugewinnen, als das, was die Rohstoffe selbst wert sind.“

Tatsächlich erwirtschaftet Orbens Geschäft den größten Teil seiner Einnahmen aus Umweltberatung und anderen Dienstleistungen; Das Recycling-Stück des Unternehmens ist ein Geldverlierer.

## **Gesetze und Deponien**

Es gibt eine große regulatorische Barriere, die einem potenziellen Solar-Recycling im Wege steht. In den meisten Teilen der USA werden Solarmodule als gefährlicher Abfall eingestuft. ...

## **Ein böses Erwachen**

... Ein weit verbreitetes Missverständnis, sagte Orben, sei, dass Solarbesitzer die Kosten des Solarrecyclings mit den Kosten der Deponieentsorgung vergleichen würden – eine falsche Wahl.

... weil es an den meisten Orten illegal ist, Platten auf einer Mülldeponie zu entsorgen (wiederum dank der Abfallklassifizierung). „In Wirklichkeit müssen sie die Kosten des Recyclings mit beispielsweise der Behandlung gefährlicher Abfälle vergleichen, die enorm teurer ist.“

... „Wir können Technologien nicht einfach erfinden, wir müssen sicherstellen, dass sie die richtige Wirtschaftlichkeit haben.“ (Und nicht nur die Wirtschaft; diese Technologien brauchen auch das richtige politische Umfeld, um erfolgreich zu sein).

**Die Wirtschaftlichkeit des Solarrecyclings oder der Wiederverwendung dürfte für viele Solarbesitzer eine unwillkommene Überraschung sein, sagte Orben, da die meisten kein Budget für Dienstleistungen am Ende**

***der Lebensdauer haben.***

**.. „Ihnen steht ein böses Erwachen bevor“,** sagte Orben.

<https://www.greenbiz.com/article/solar-panels-have-come-long-way-recycling-them-has-not>

\*\*\*\*\*

Teilausschnitt aus Beitrag auf WuWT

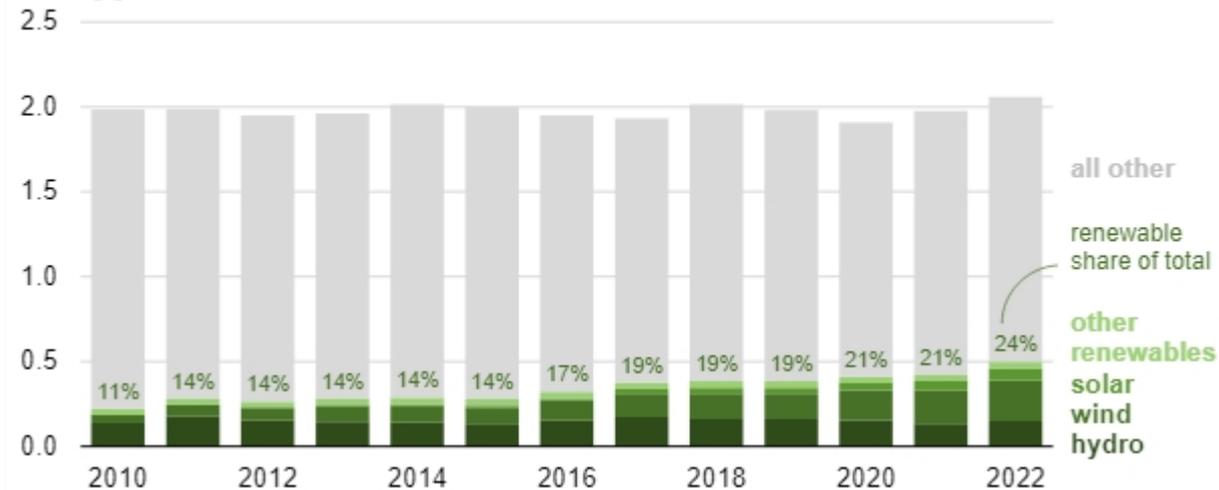
### **Wind und Sonnenschein, um das E auto von Washingtons Gouverneur Jay Inslee zu laden**

... Bevor wir zu einem all-Elektrik Land werden können, sollten die politischen Entscheider wenigsten die nachfolgenden Probleme bzw. Eigenschaften zufriedenstellend lösen

1. Das Problem mit erneuerbaren Energien ist, dass **sie in der überwiegenden Zeit keinen Strom liefern!** ...
2. Es sollte finanzielle Strafen für die Betreiber von Wind- und Solarkraftwerken geben, die nicht in der Lage sind, mindestens 90 % ihrer angegebenen Nennleistung auf JÄHRLICHER Basis zu liefern, wie es ihre Backup-Konkurrenten mit Kohle-, Erdgas- und Kernkraftwerken machen müssen, die kontinuierlich unterbrechungsfreien Strom liefern.
3. Subventionen und Steuergutschriften für Wind- und Solarkraftwerke basieren auf „Typenschildbewertungen“, daher sollten sie bestraft werden, wenn sie nicht das liefern, wofür sie zugelassen wurden.
4. Praktisch jede Windmühle oder jedes Solarpanel erfordert eine Unterstützung durch Kohle, Erdgas, Pumpspeicherwasser oder Kernkraft, daher ist das Verständnis der wahren Kosten der Stromerzeugung von größter Bedeutung für die Auswahl und Priorisierung unserer zukünftigen Stromerzeugungssysteme.
5. Der Anteil der tatsächlichen Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen im Vergleich zur Nennkapazität beträgt etwa 24 Prozent.

## U.S. electricity generation, first six months of the year (Jan–Jun, 2010–2022)

million gigawatthours



Quelle <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=53779>

<https://wattsupwiththat.com/2023/02/08/breezes-and-sunshine-to-charge-washington-governor-jay-inslees-evs/>

\*\*\*\*

### **Eine hässliche Wahrheit: Wind- und Sonnenenergie verursachen Umweltzerstörung im großen globalen Maßstab**

stopthesethings (nur die Einleitung)

Es wird immer schwieriger, die Tausende von Flügeln der Windräder und Millionen von Solarmodulen zu ignorieren, die sich inzwischen auf Mülldeponien stapeln und ein bereits bergiges und wachsendes Giftmüll-Erbe hinterlassen, mit dem zukünftige Generationen fertig werden müssen.

Im Jahr 2023 leidet jeder, der immer noch die vermeintlichen Vorteile von Wind und Sonne propagiert, entweder unter einer Form glückseliger Ignoranz oder er trägt das Zeichen vorsätzlicher Böswilligkeit in sich. Für die Umwelt spielt es keine Rolle – die zerstörerischen Folgen sind die gleichen.

<https://stopthesethings.com/2023/02/22/ugly-truth-wind-solar-delivering-environmental-destruction-on-grand-global-scale/>

\*\*\*\*

### **Abschluß**

### **Wind- und Netzausbau: Verzicht auf Umweltverträglichkeitsprüfung soll Energiewende beschleunigen, 31.01.2023**

Die Bundesregierung hat heute eine Formulierungshilfe zur Umsetzung des Artikel 6 der EU-Notfallverordnung (EU-NotfallVO) in Deutschland

vorgelegt. Diese erlaubt den EU-Mitgliedsstaaten unmittelbar Ausnahmen von der Artenschutzprüfung und der Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung für Erneuerbare Energien, Speicher und Netze vorzunehmen, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Die Verfahren zum Ausbau von Windenergie an Land, Windenergie auf See sowie für Offshore-Anbindungsleitungen und Stromnetze sollen so deutlich beschleunigt werden.

<https://www.energie-experten.org/news/wind-und-netzausbau-verzicht-auf-umw-ueberpruefung-soll-energie-wende-beschleunigen>



Demmig, Kölner Karneval 2023

Zusammenstellung Andreas Demmig

*„Von der Wiege bis zur Bahre – nur Subventions- Dollare?“*