

Photovoltaik

Strom aus Sonnenlicht

Ü20 – Was mache ich mit meiner PV-Anlage nach dem Auslaufen der EEG-Förderung?

Dipl.-Ing. Christian Dürschner

A² & E² - Ing.-Büro Dürschner, Erlangen
Verlag „Solare Zukunft“, Erlangen



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Disclaimer

Diese Präsentation wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

Die Überlassung der Präsentation erfolgt nur für den internen Gebrauch des Empfängers.

Die Präsentation gibt unsere auf langjähriger Erfahrung basierende Meinung wieder und stellt keine technische, Rechts- oder Steuerberatung dar. Diese muss individuell unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalls erfolgen.

Die dargestellten Berechnungen, Rahmenbedingungen und die daraus abgeleiteten Empfehlungen beruhen auf dem Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Präsentation. Die zugrundeliegenden Rahmenbedingungen und die darauf basierenden Einschätzungen und Empfehlungen können daher zukünftigen Veränderungen unterliegen.



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Dieser Online-Vortrag findet mit freundlicher Unterstützung statt:



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Kurze Vorstellung des Referenten



Jahrgang 1968, Dipl.-Ing. **Maschinenbau**

Erster Kontakt zur Solarenergie 1986/87 durch Teilnahme an **Solarmobil-**Wettfahrten (Tour de Sol/Schweiz, World Solar Challenge/Australien, etc.)



Ing.-Büro für Alternative Antriebe & Erneuerbare Energien (Erlangen): Ertragsgutachten, Schadensgutachten, Analyse von Mindererträgen, Technische Due Diligence und Wirtschaftlichkeitsberechnungen für kleine, mittlere und große für PV-Anlagen. Vorträge und Schulungen zur Photovoltaik für z.B. OTTI, Schletter, TÜV Rheinland, Solarpraxis.

Co-Autor des Fachbuchs „Photovoltaik für Profis“, regelmäßig Autor der Zeitschrift „Sonnenenergie“, der Magazine „photovoltaik“ und „pv-magazine“ und vieles mehr.



Verlag Solare Zukunft (Erlangen), spezialisiert auf Bücher zu „Alternativen Antrieben & Erneuerbaren Energien“



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Inhalt

-  Status der Photovoltaik heute – nach 30 Jahren?
-  Rechtsrahmen Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
-  Entwicklung der Anzahl der Ü20-PV-Anlagen
-  Abschalten oder Weiterbetreiben?
-  Hürden des Weiterbetriebs
-  Entsorgung von PV-Anlagen

Inhalt

-  **Status der Photovoltaik heute – nach 30 Jahren?**
-  Rechtsrahmen Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
-  Entwicklung der Anzahl der Ü20-PV-Anlagen
-  Abschalten oder Weiterbetreiben?
-  Hürden des Weiterbetriebs
-  Entsorgung von PV-Anlagen

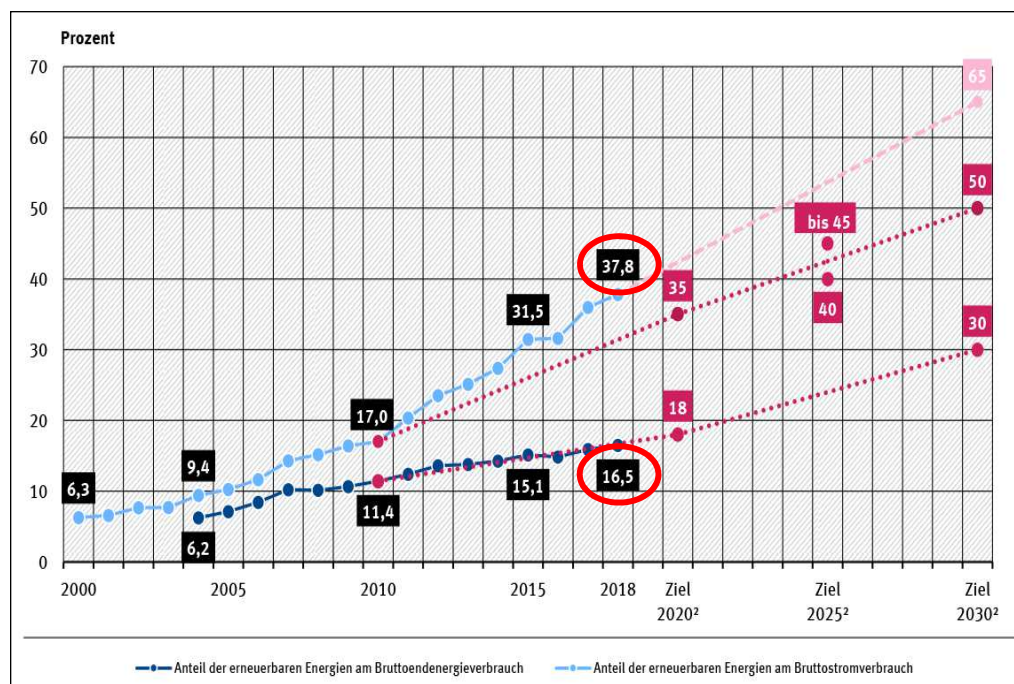
Photovoltaik – Klimaschutz zum Selbermachen



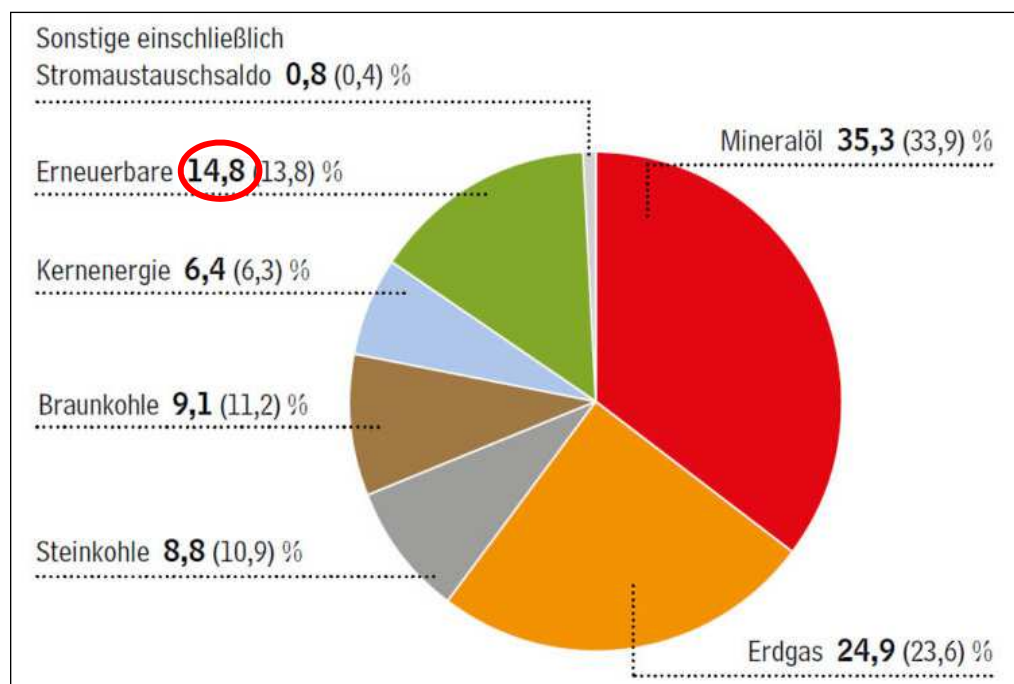
Rückblick und aktueller Status der Photovoltaik in DE

- ☀ **Stromeinspeisegesetz (StrEG) 1990** schafft die rechtliche Grundlage für den Netzanschluss von EE-Anlagen (Zielgruppe vor allem: „kleine Wasserkraft“)
- ☀ 1.000-Dächer-Programm, Kostendeckende Einspeisevergütung („Aachener Modell“, „Freisinger Solarpfennig“, etc.), 100.000-Dächer-Programm
- ☀ **Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) 2000** schafft die rechtliche UND wirtschaftliche Grundlage für den Betrieb von netzgekoppelten EE-Anlagen
- ☀ Ergebnis in DE für „solare Strahlungsenergie“ (Ende 2020):
ca. 53 GWp, ca. 1,9 Mio. PV-Anlagen, ca. 50 TWh/a, ca. 8 % Anteil
- ☀ ca. 200 Mio. Solarmodule, ca. 90.000 verschiedene Modultypen

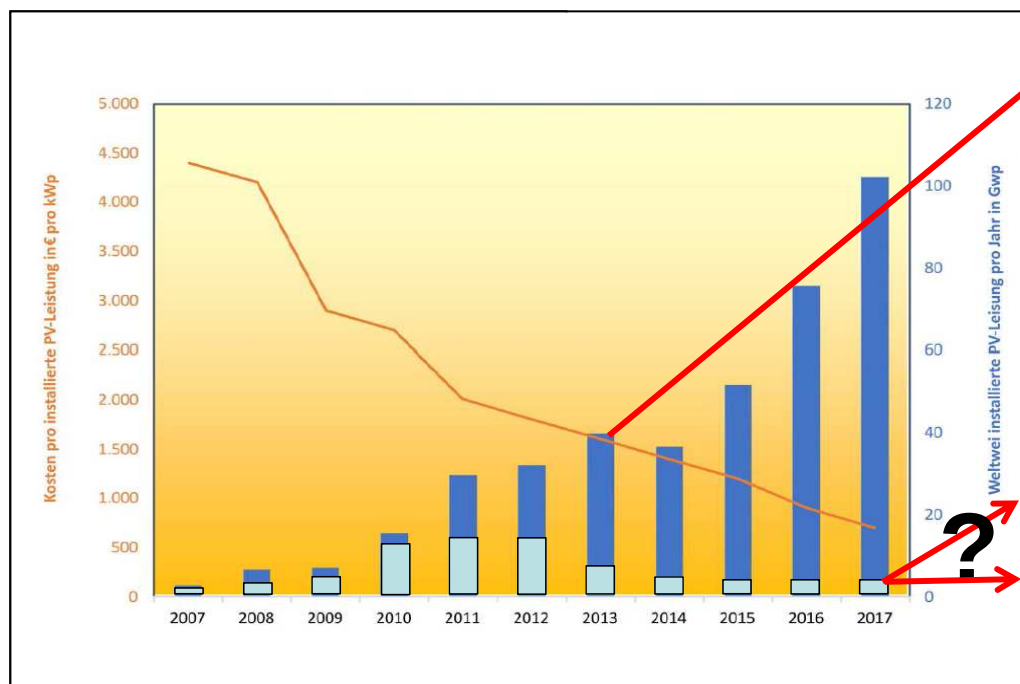
Anteil der EE an Stromverbrauch bzw. Energieverbrauch



Anteil der EE am Energieverbrauch 2019 (2018)



Die Marktentwicklung der Photovoltaik in DE vs. Welt



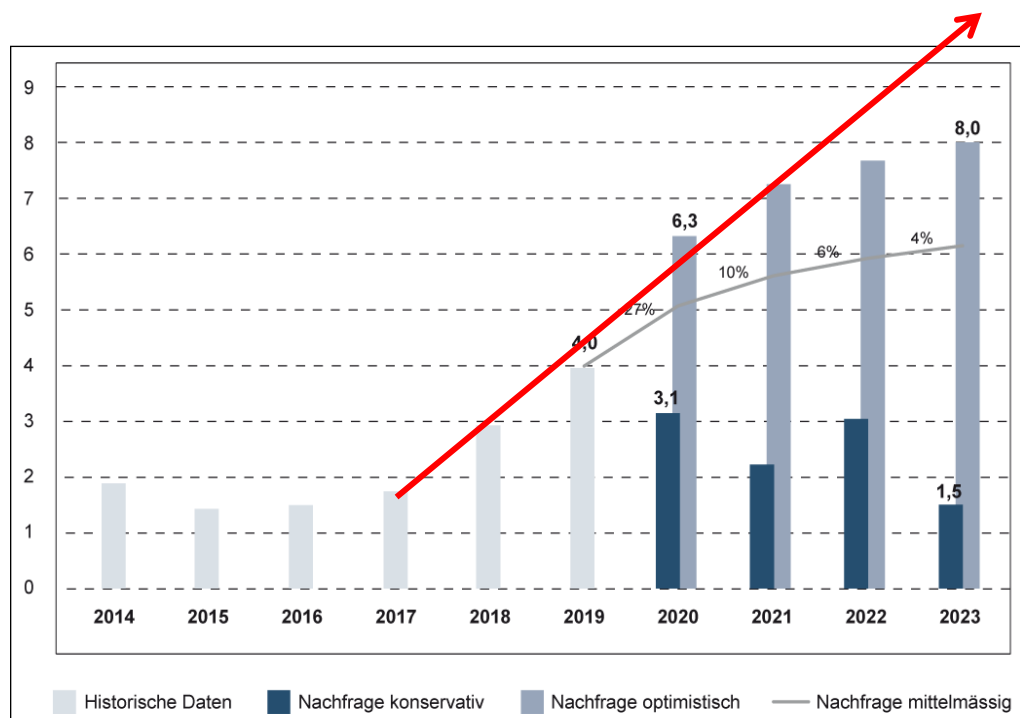
Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Ralf Haselhuber, DGS Berlin-BB



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Marktentwicklung in DE 2014-2023



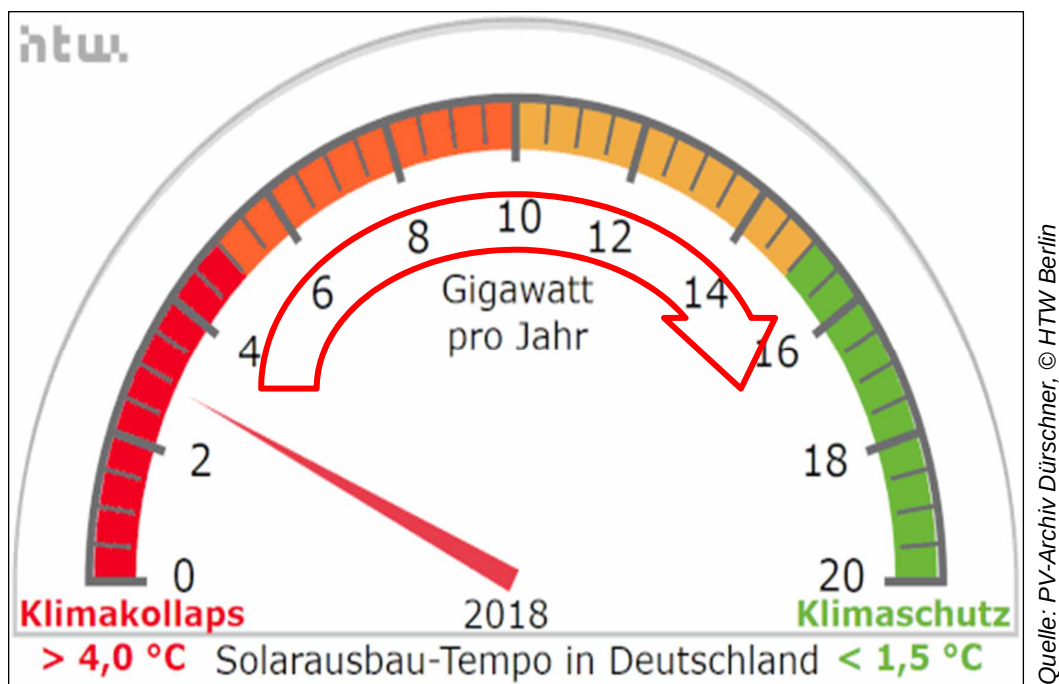
Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Solar Power Europe



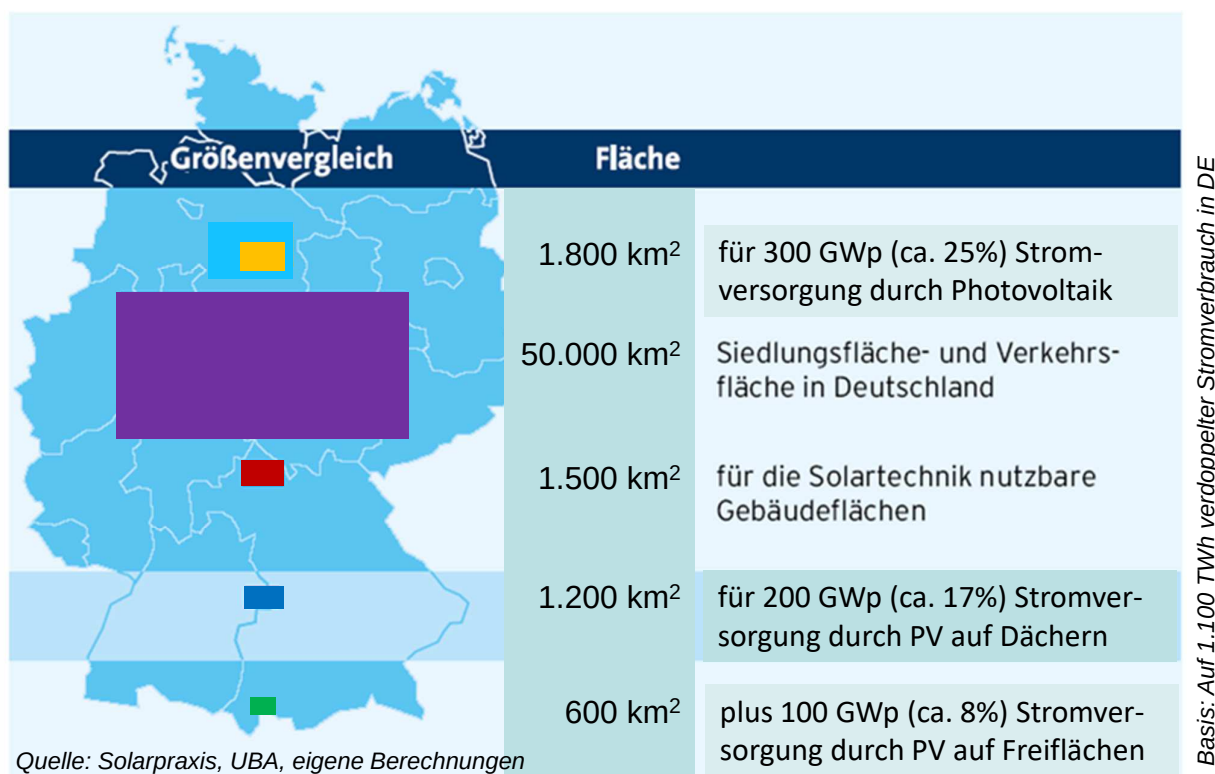
© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

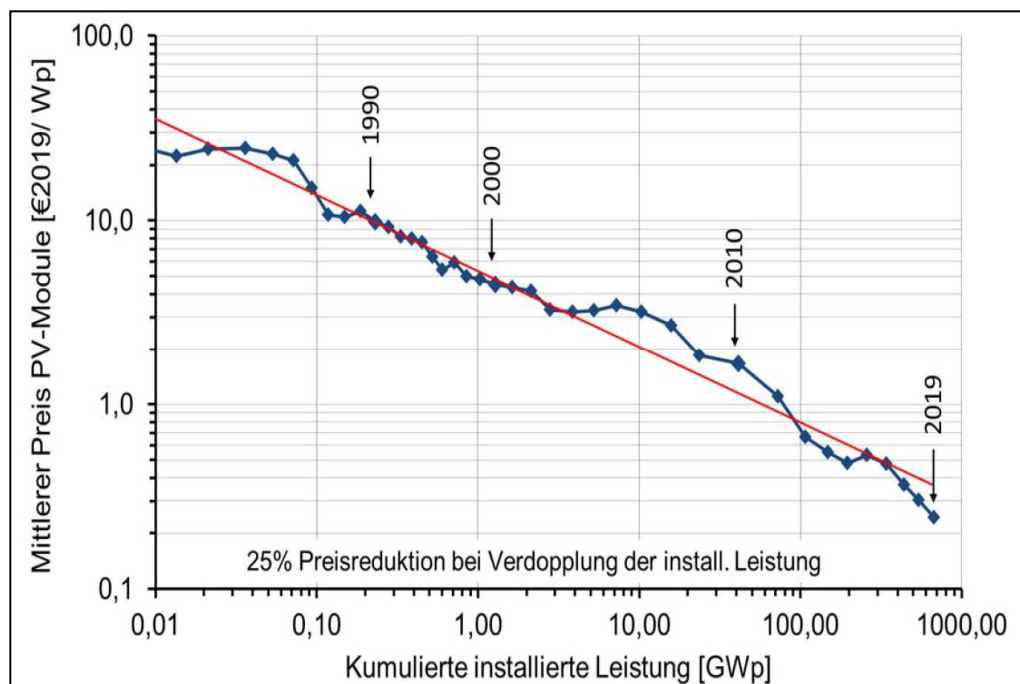
Notwendige Marktentwicklung DE: 15-20 GWp/Jahr



Abschätzung des Flächenbedarf für 300 GWp PV in DE



Kostenentwicklung PV-Module (in €/Wp)



Kostenentwicklung PV in DE 1988-2020 (in €/kWp)



Inhalt

-  Status der Photovoltaik heute – nach 30 Jahren?
-  **Rechtsrahmen Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)**
-  Entwicklung der Anzahl der Ü20-PV-Anlagen
-  Abschalten oder Weiterbetreiben?
-  Hürden des Weiterbetriebs
-  Entsorgung von PV-Anlagen

Rechtsrahmen EEG 2000

-  **§ 9 Abs. 1 EEG 2000**
-  „Die **Mindestvergütungen** nach §§ 4 bis 8 sind für neu in Betrieb genommene Anlagen jeweils für die Dauer von 20 Jahren ohne Berücksichtigung des Inbetriebnahmejahres zu zahlen, soweit es sich nicht um Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Wasserkraft handelt. Für Anlagen, die **vor Inkrafttreten des Gesetzes** in Betrieb genommen worden sind, **gilt als Inbetriebnahmejahr das Jahr 2000.**“

Was ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)?

Förderung durch das EEG basiert im Wesentlichen auf drei Säulen



Recht auf Netzanschluss

Garantierter Netzanschluss der EEG-Anlage (unverzüglich, vorrangig, ...), vgl. § 3 Abs. 1 EEG 2000 bzw. aktuell § 8 EEG 2021



Recht auf Einspeisung und Netznutzung

Garantierte Abnahme des eingespeisten EE-Stroms (unverzüglich, vorrangig, ...), vgl. § 3 Abs. 1 EEG 2000 bzw. aktuell § 11 EEG 2021



Recht auf Vergütung

Garantierte Vergütung des eingespeisten EE-Stroms (finanzielle Förderung durch Zahlung kostendeckender Preise, ...), vgl. § 3 Abs. 1 EEG 2000 bzw. aktuell § 19ff EEG 2021: Bis 100 kWp Einspeisevergütung laut Tabelle, ab 100 kWp verpflichtende Direktvermarktung, ab 750 kWp bis 20 MWp Ausschreibung (Freifläche).



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Inhalt



Status der Photovoltaik heute – nach 30 Jahren?



Rechtsrahmen Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)



Entwicklung der Anzahl der Ü20-PV-Anlagen



Abschalten oder Weiterbetreiben?



Hürden des Weiterbetriebs



Entsorgung von PV-Anlagen

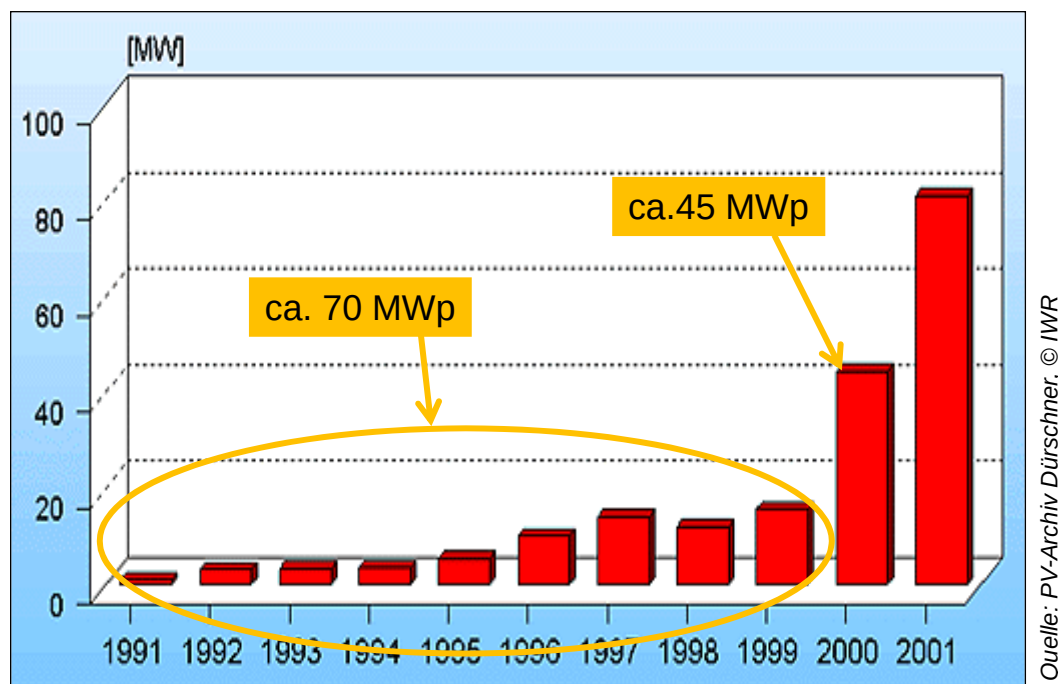


VERLAG SOLARE ZUKUNFT

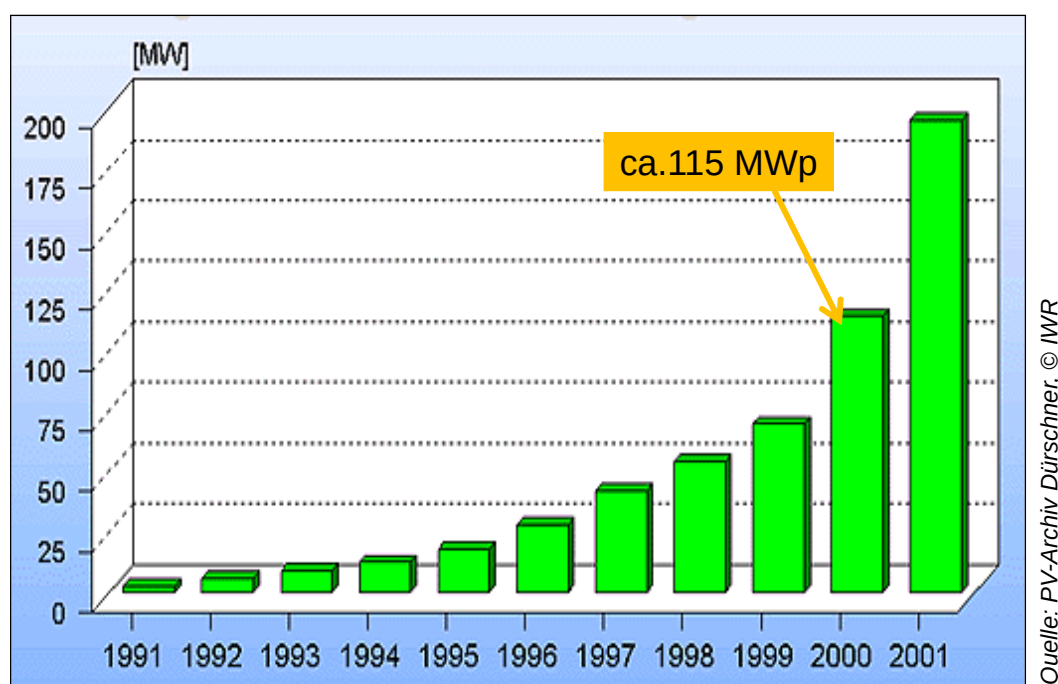
© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

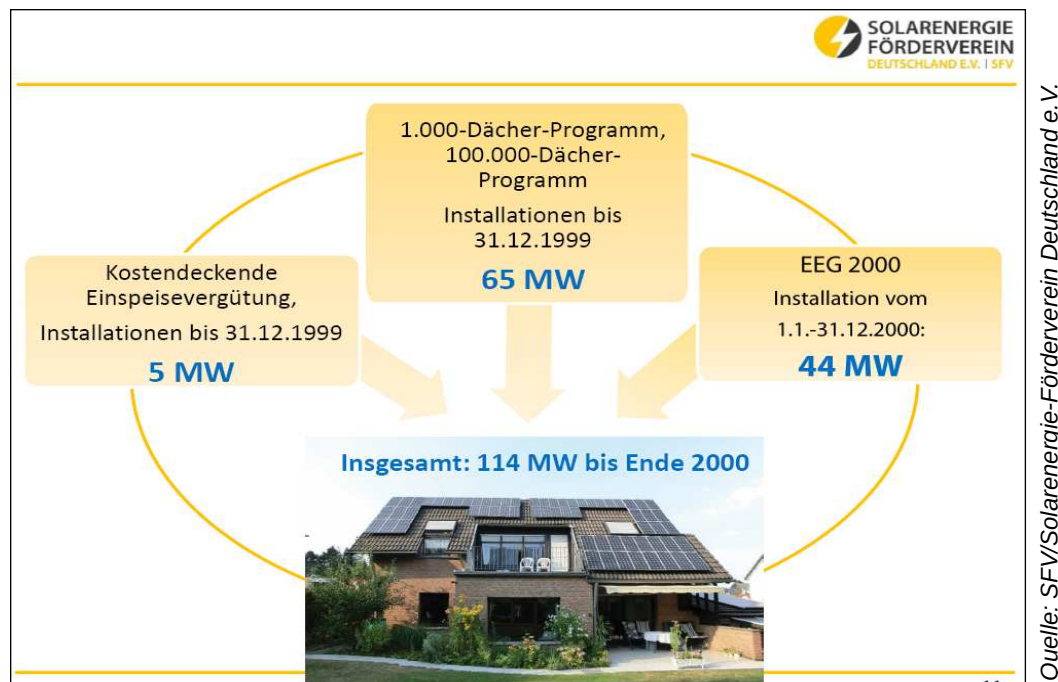
Jährlich installierte PV-Leistung in DE 1991-2001



Kumulierte installierte PV-Leistung in DE 1991-2001



Vom Förder-Ende am 31.12.2020 betroffene PV-Anlagen



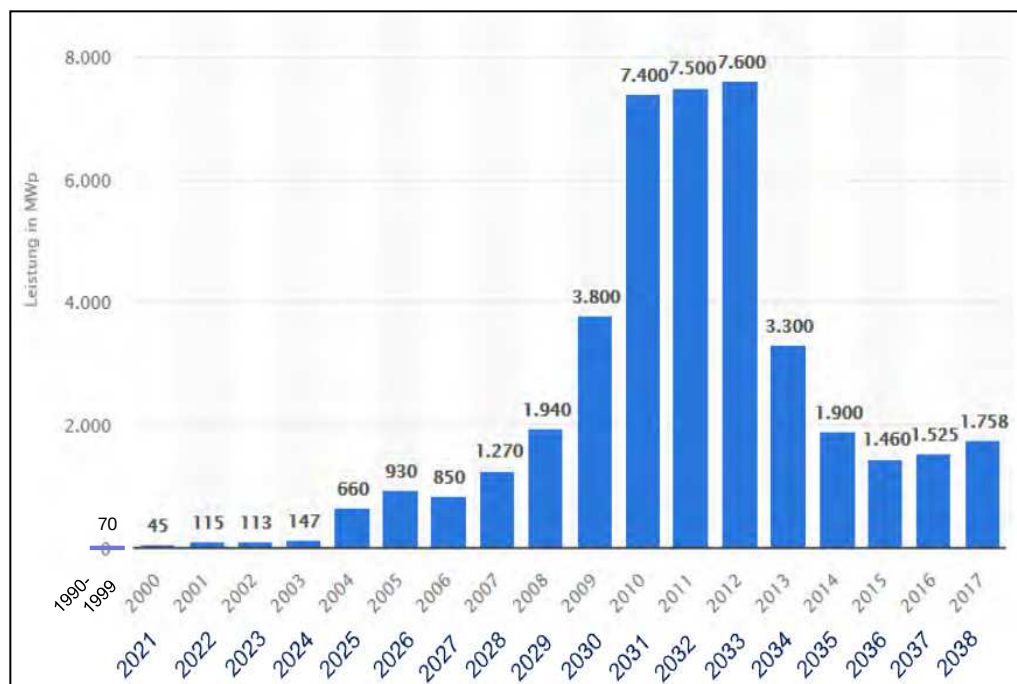
Vom Förder-Ende bis 31.12.2024 betroffene PV-Anlagen

Inbetriebsetzung	betroffene PV-Anlagenleistung in MW	Auslauf der EEG-Vergütung
bis 31.12.2000	114	31.12.2020
1.1. - 31.12.2001	62	31.12.2021
1.1. - 31.12.2002	120	31.12.2022
1.1. - 31.12.2003	139	31.12.2023
1.1. - 31.12.2004	670	31.12.2024
~ 1,1 GW		

Zahlen: www.erneuerbare-energien.de

Quelle: SFV/Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V.

Welche PVA sind betroffen: Zubauraten der PV in DE



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © BMWi

Ü20-PV-Anlagen – eine von vielen...



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Familie Fieweger

Ü20-PV-Anlagen – eine von vielen...



Quelle: Sonnenstrom vom Watzmann bis zum Wendelstein

Ü20-PV-Anlagen – eine von vielen...



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Familie Peter

Ü20-PV-Anlagen – eine von vielen...



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Hans Urban

Ü20-PV-Anlagen – Alte PV-Freiflächenanlage (1987/88)



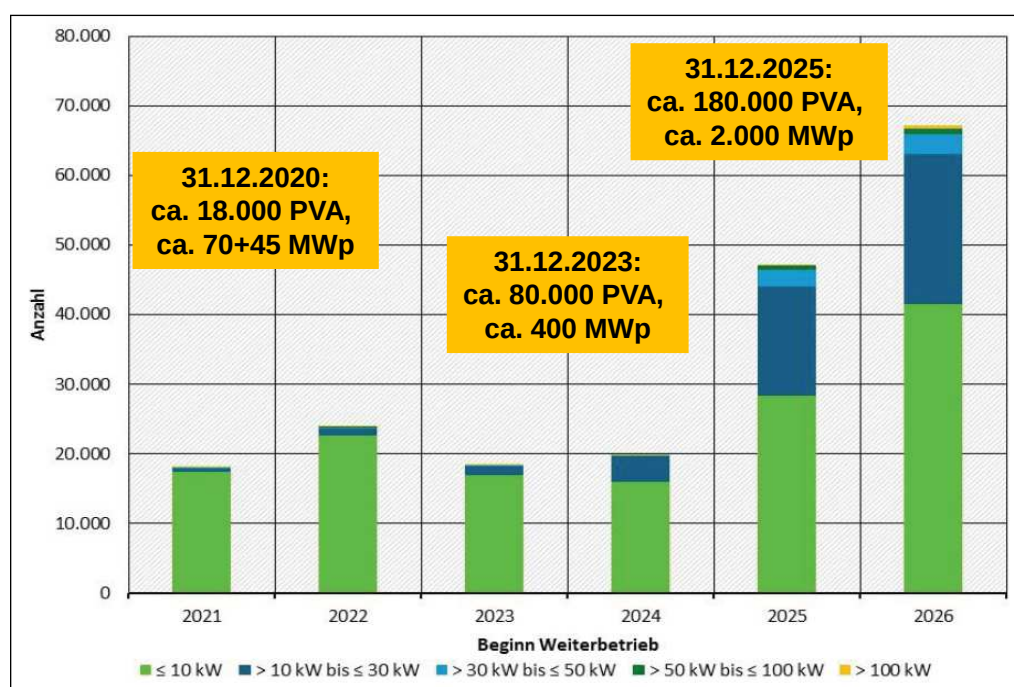
Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Vivasolar

Ü20-PV-Anlagen – eine von vielen...

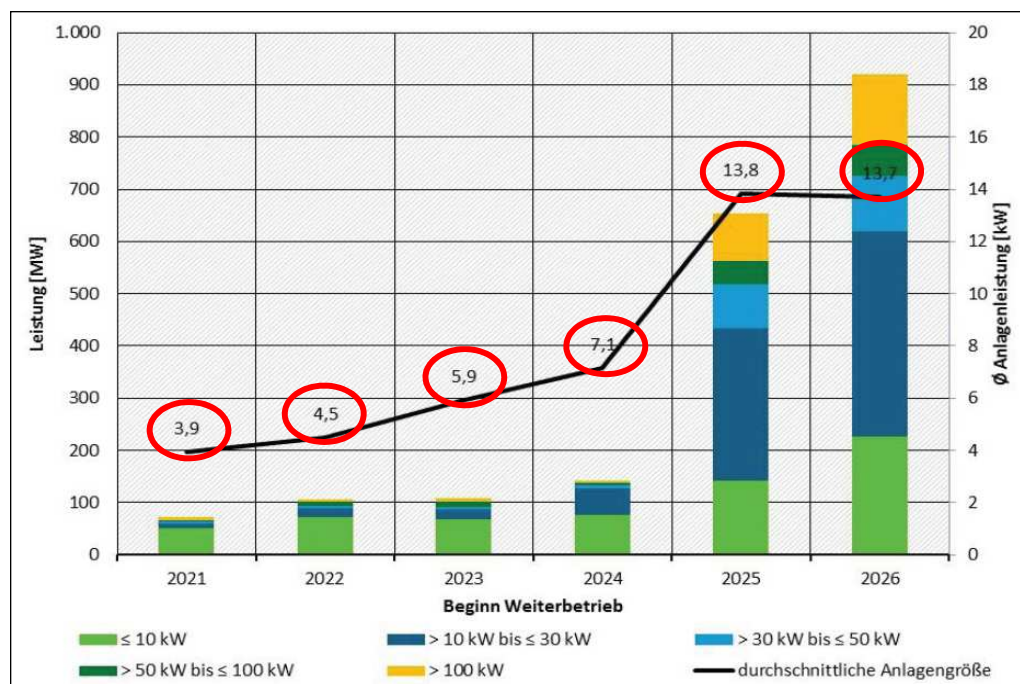


Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Christian Dürschner

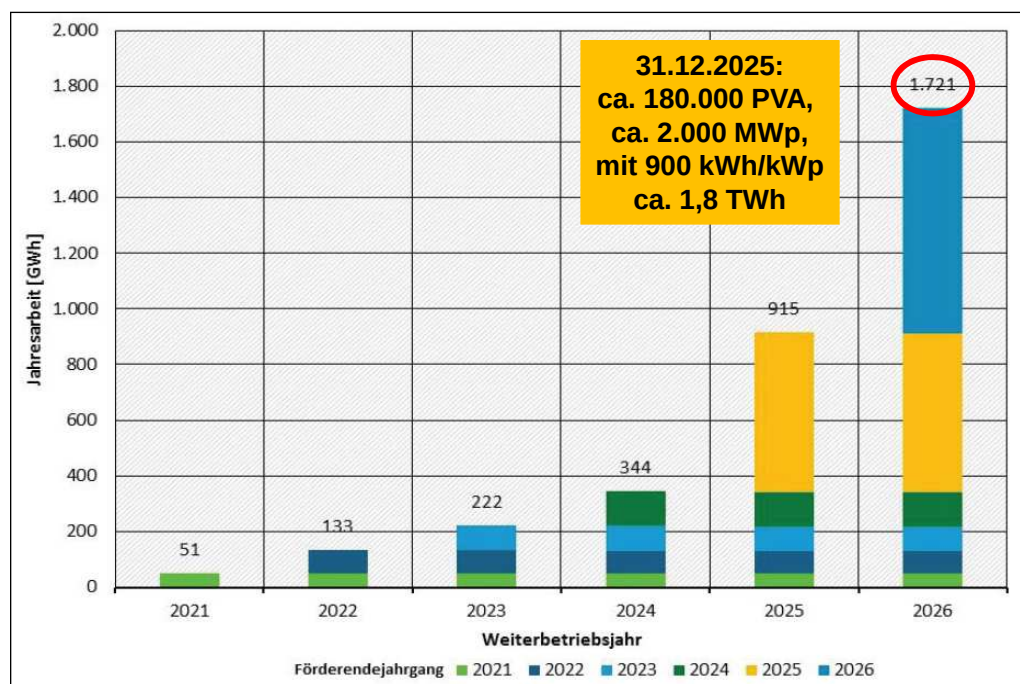
Ausgeförderte PV-Anlagen nach Leistungsklassen



Ausgeförderte PV-Anlagen: Durchschnittliche PV-Leistung



Ausgeförderte PV-Anlagen: Geschätzte Stromerzeugung



Inhalt

-  Status der Photovoltaik heute – nach 30 Jahren?
-  Rechtsrahmen Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
-  Entwicklung der Anzahl der Ü20-PV-Anlagen
-  **Abschalten oder Weiterbetreiben?**
-  Hürden des Weiterbetriebs
-  Entsorgung von PV-Anlagen



Nach 20+ Jahren: Abschalten oder Weiterbetreiben?

Weiterbetrieb in den meisten Fällen technisch sinnvoll. Auch wirtschaftlich?

-  **1. Annahme**
Betreiber sind Pioniere, die sich auch durch ein wenig Aufwand und/oder Kosten nicht vom Weiterbetrieb abschrecken lassen.
-  **2. Annahme**
Für den Weiterbetrieb bestehen i.d.R. keine großen Renditeerwartungen, aber es muss eine wirtschaftliche Perspektive bestehen.
-  **3. Annahme**
Die PV-Anlage ist technisch betriebssicher, das darunterliegende Dach intakt. Technische Überprüfung (Elektriker/Dachdecker) ist sinnvoll (und notwendig).



Nach 20+ Jahren: Abschalten oder Weiterbetreiben?

Weiterbetrieb in den meisten Fällen technisch sinnvoll. Auch wirtschaftlich?



0. Einfach Weiterbetreiben und gar nichts tun?

Heute keine Option, da eine „wilde“ Einspeisung nicht zulässig ist.

Mögliche Hoffnung: Vielleicht Ergänzung des EEG bis Jahr 2021?

Im EEG 2021 möglich



1. Weiter Volleinspeisung?

Problem1: Der bisherige Abnehmer (Netzbetreiber) ist nicht mehr vorhanden.

Problem2: Es gibt (derzeit noch) keine Einspeisevergütung für PV- und KWK-PV-Anlagen.

Im EEG 2021 möglich



2. Wechsel zu Überschusseinspeisung?

Eigenverbrauch immer sinnvoll – erhöht den Wert des erzeugten Solarstroms.

Steigerung des Eigenverbrauchs durch stationären Speicher, Elspeicher, etc.

Wechsel ist KEINE neue IBN => Keine Ertüchtigung VDE 4105:2018-11

Im EEG 2021 möglich



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Volleinspeisung vs. Überschusseinspeisung

☐ MK A1: Volleinspeisung

Erzeugungsanlage

Z₁: Zähler für Bezug und Lieferung

☐ MK A3: Einspeisung mit Erzeugungsmessung

Erzeugungsanlage Verbraucher

Z₁: Zähler für Bezug und Lieferung
Z₂: Zähler für Lieferung

Im EEG 2021 möglich:
Eigenverbrauch ohne EEG-Umlage
bis 30 kWp; bis 30.000 kWh/a
=> Messkonzept MK A2 (ohne
Erzeugungszähler) reicht aus

Anwendungsbeispiele:

- Windkraftanlagen
- PV-Freiflächenanlage
- PV-Anlage auf Lärmschutzwänden

Anwendungsbeispiele:

- Anlagen > 10 kW
- Anlagen ≤ 10 kW mit Eigenversorgung > 10.000 kWh pro Jahr
- KWK-Anlage mit gesetzl. Zuschlag auf die Gesamterzeugung
- Anlage in kaufmännisch-bilanzieller Weitergabe (EEG / KWKG ≤ 100 kW)

Anmerkung:
Die kaufmännisch-bilanzielle Weitergabe muss gesondert vereinbart werden.

Hinweise: Nachdem das EEG / KWKG keine expliziten Vorgaben für Messkonzepte macht, kann keine Gewähr für deren rechtliche Verbindlichkeit übernommen werden. Die Auswahl des Messkonzeptes liegt grundsätzlich beim Anlagenbetreiber.

771.20 Auswahl Messkonzepte // Stand: 22.11.2019

Quelle: VBEW-Messkonzepte, Handout zur Auswahl der Messkonzepte, Stand: 22.11.2019



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Beispiel: Zwei (analoge) Zähler im Zählerschrank



Quelle: <https://www.voltimum.at/content/anschluss-von-photovoltaikanlagen>

Ggf. Zählertausch: (elektronischer) Zweirichtungs-Zähler



Quelle: www.photovoltaikforum.com

Inhalt

-  Status der Photovoltaik heute – nach 30 Jahren?
-  Rechtsrahmen Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
-  Entwicklung der Anzahl der Ü20-PV-Anlagen
-  Abschalten oder Weiterbetreiben?
-  **Hürden des Weiterbetriebs**
-  Entsorgung von PV-Anlagen

Nach 20+ Jahren: Abschalten oder Weiterbetreiben?

EEG 2017: Der eingespeiste Strom muss ein „Etikett“ haben:

-  **Bisheriger Abnehmer des eingespeisten Stroms: Netzbetreiber**

Fällt weg => es muss ein neuer Abnehmer (mit Bilanzkreis!) gesucht werden.
Abnehmer, vgl. § 21b Abs. 1; „Viertelstundenmessung“, vgl. § 21b Abs. 3

-  **Etikett 1: Einspeisevergütung (Marktprämie)** nach § 20: bisher nur im EEG-Förderzeitraum (20+ Jahre), vgl. § 21b Abs. 1

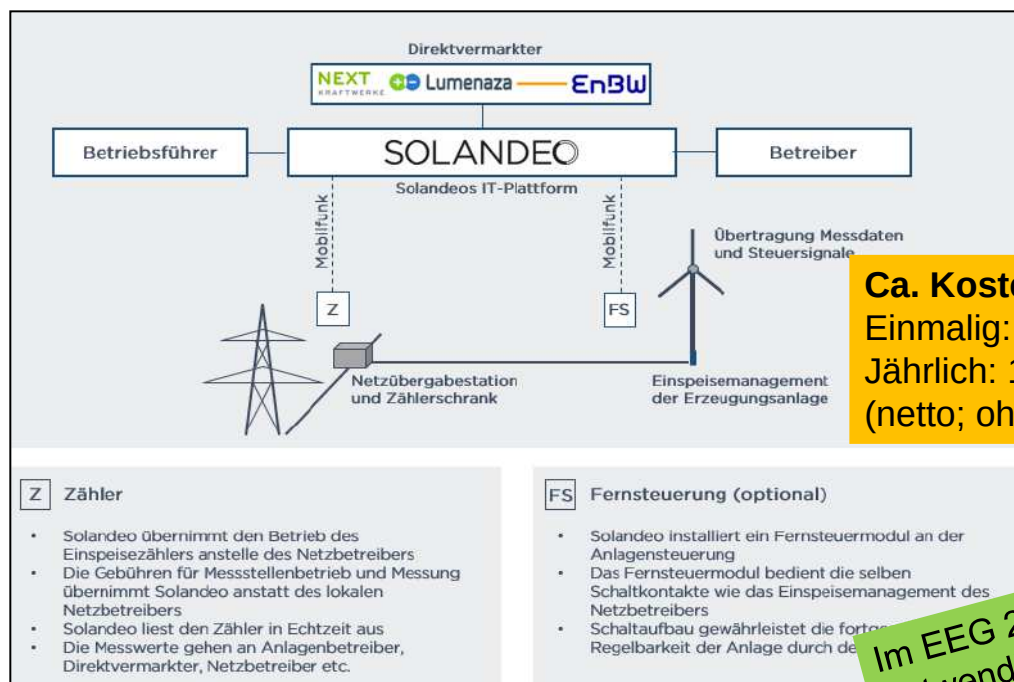
Etikett 2: Einspeisevergütung nach § 21 Abs. 1+2 EEG 2017: „Ausschreibung“

-  **Etikett 3: Mieterstrommodell** nach § 21 Abs. 3: - nicht zutreffend -

Etikett 4: Sonstige Direktvermarktung nach § 21a: erforderlich für die Ist-Einspeisung, vgl. § 21b Abs.1, mit Viertelstundenmessung, vgl. § 21b Abs. 3, und Fernsteuerbarkeit, vgl. § 20 Abs. 1

Im EEG 2021: Es bleibt Etikett 1 mit einer Vergütung in Höhe „MWSolar“

Anbindung an die Direktvermarktung – ein Beispiel

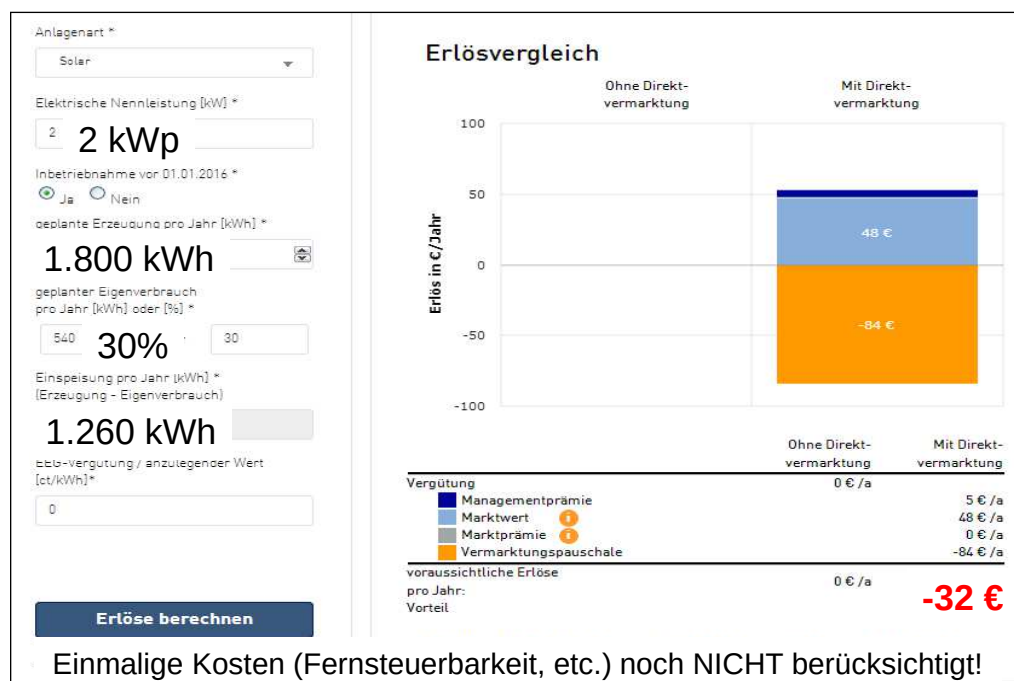


Ca. Kosten für 0-30 kWp:
Einmalig: 185 Euro
Jährlich: 120 Euro
(netto; ohne Wandler)

Im EEG 2021: Nicht mehr notwendig, aber möglich

Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Solandeo

Sonstige Direktvermarktung: Erlösrechner (Interconnector)



Einspeisung:
1.260 kWh
-32 Euro
(-2,5 Cent/kWh)

Eigenverbrauch:
(20 Cent/kWh)
540 kWh
+108 Euro

+76 Euro

Unwirtschaftlich!

Quelle: <https://www.interconnector.de/direktvermarktung-erloesrechner/>

Sonstige Direktvermarktung: Erlösrechner (Interconnector)

Anlagenart *
Solar

Elektrische Nennleistung [kW] *
5 **5 kWp**

Inbetriebnahme vor 01.01.2016 *
☒ Ja ☐ Nein

geplante Erzeugung pro Jahr [kWh] *
4.500 kWh

geplanter Eigenverbrauch pro Jahr [kWh] oder [%] *
1350 **30%** 30

Einspeisung pro Jahr [kWh] *
(Erzeugung - Eigenverbrauch)
3.150 kWh

EEG-Vergütung / anzulegender Wert [ct/kWh] *
0

Erlöse berechnen

Einmalige Kosten (Fernsteuerbarkeit, etc.) noch NICHT berücksichtigt!

Erlösvergleich

	Ohne Direktvermarktung	Mit Direktvermarktung
Erlös in €/Jahr		119 €
		-90 €
Vergütung		
Managementprämie	0 €/a	13 €/a
Marktwert	0 €/a	119 €/a
Marktprämie	0 €/a	0 €/a
Vermarktungspauschale	0 €/a	-90 €/a
voraussichtliche Erlöse pro Jahr: Vorteil	0 €/a	+41 €

Einspeisung:
3.150 kWh
+41 Euro
(1,3 Cent/kWh)

Eigenverbrauch:
(20 Cent/kWh)
1.350 kWh
+270 Euro

+311 Euro

„Schwarze Null!“

Quelle: <https://www.interconnector.de/direktvermarktung-erloesrechner/>



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Sonstige Direktvermarktung: Erlösrechner (Interconnector)

Anlagenart *
Solar

Elektrische Nennleistung [kW] *
10 **10 kWp**

Inbetriebnahme vor 01.01.2016 *
☒ Ja ☐ Nein

geplante Erzeugung pro Jahr [kWh] *
9.000 kWh

geplanter Eigenverbrauch pro Jahr [kWh] oder [%] *
1350 **30%** 30

Einspeisung pro Jahr [kWh] *
(Erzeugung - Eigenverbrauch)
6.300 kWh

EEG-Vergütung / anzulegender Wert [ct/kWh] *
0

Erlöse berechnen

Einmalige Kosten (Fernsteuerbarkeit, etc.) noch NICHT berücksichtigt!

Erlösvergleich

	Ohne Direktvermarktung	Mit Direktvermarktung
Erlös in €/Jahr		119 €
		-90 €
Vergütung		
Managementprämie	0 €/a	13 €/a
Marktwert	0 €/a	119 €/a
Marktprämie	0 €/a	0 €/a
Vermarktungspauschale	0 €/a	-90 €/a
voraussichtliche Erlöse pro Jahr: Vorteil	0 €/a	+163 €

Einspeisung:
6.300 kWh
+163 Euro
(2,6 Cent/kWh)

Eigenverbrauch:
(20 Cent/kWh)
2.700 kWh
+540 Euro

+703 Euro

Wirtschaftlich?

Quelle: <https://www.interconnector.de/direktvermarktung-erloesrechner/>

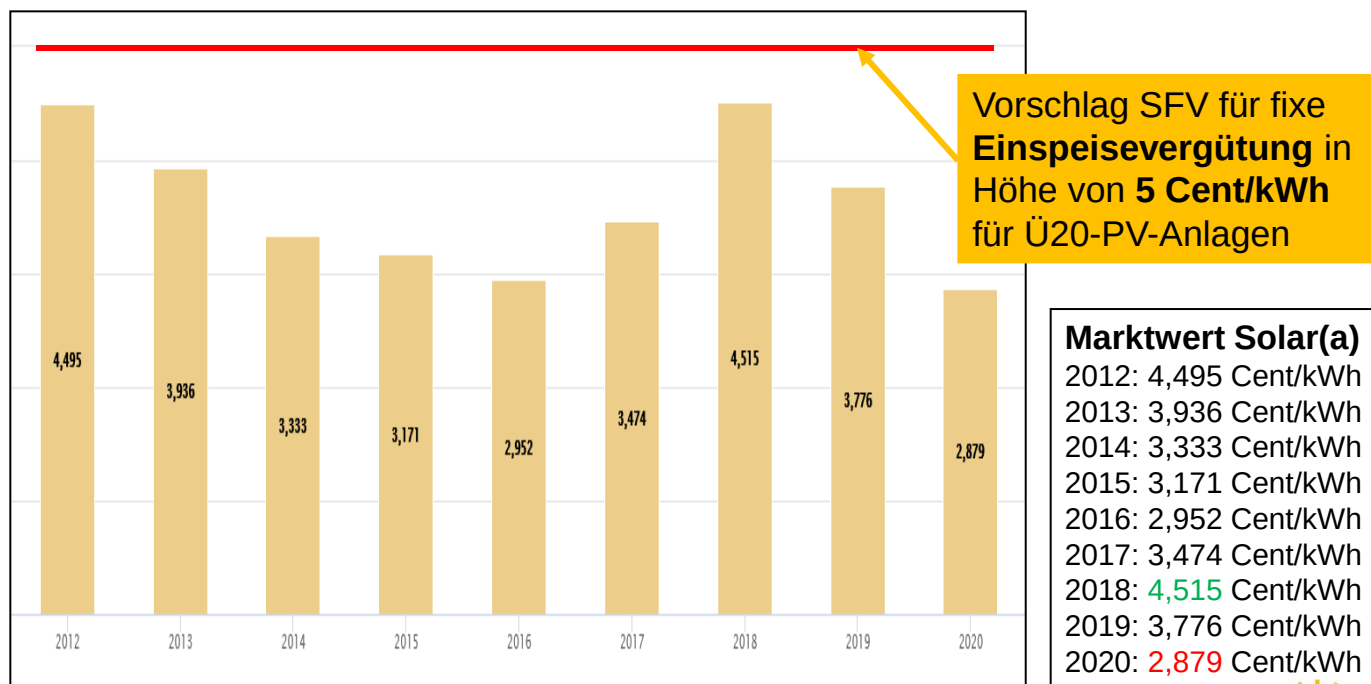


VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

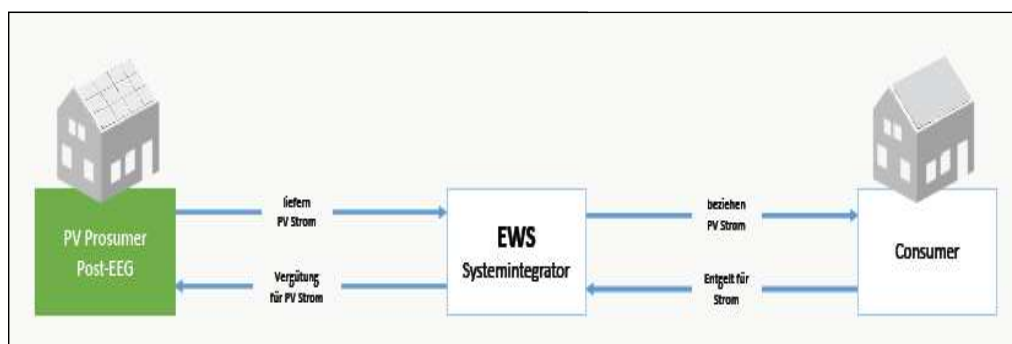
A² & E²

„Jahresmarktwert Solar“ gemäß § 33 EEG 2012



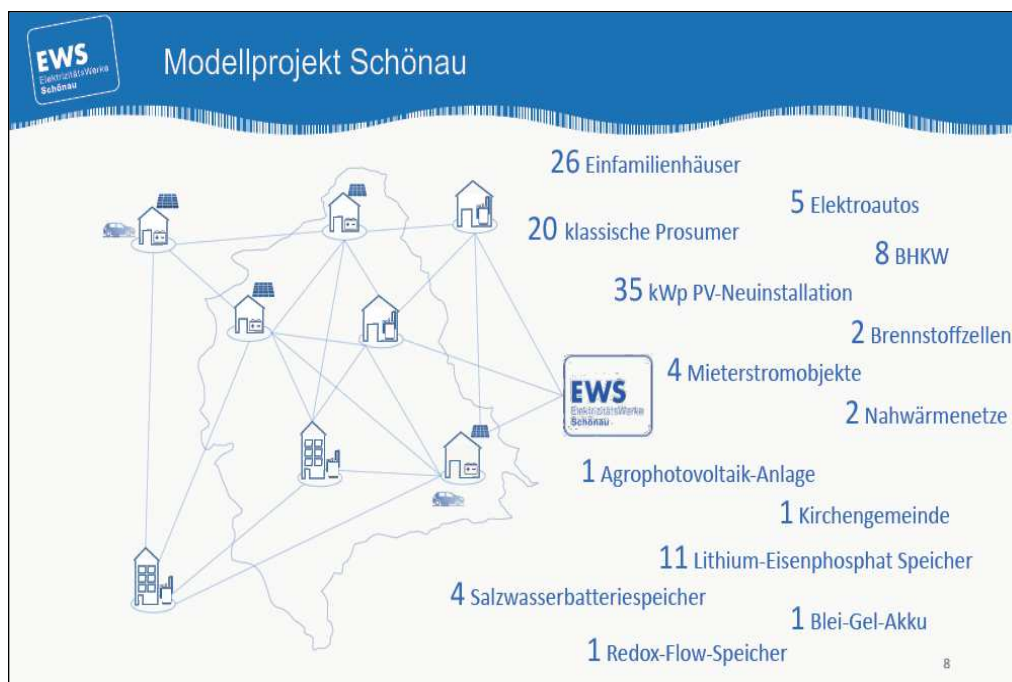
Quelle: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Marktpremie/Marktwerte>

Direktvermarktung „weitergedacht“: Bürgerstromhandel



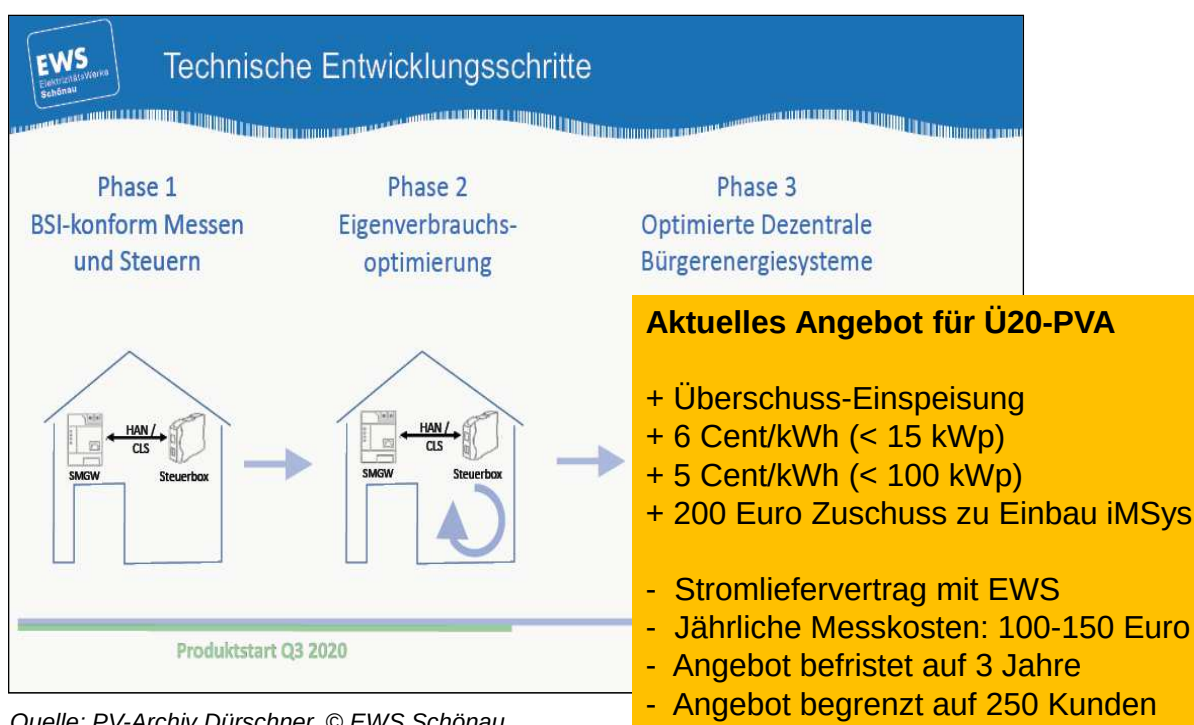
Quelle: PV-Archiv Dürschner, © EWS Schönauf

Bürgerstromhandel: Modellprojekt Schönau



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © EWS Schönau

Bürgerstromhandel: Modellprojekt Schönau



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © EWS Schönau

<https://www.ews-schoenau.de/die-ews-solaroffensive/pv-altanlagen/>

Angebot der StW Amberg: AM Öko-Partner

Welche Vorteile ergeben sich für Sie?

- Unabhängige Beratung**
Die reine Erlösbetrachtung wird immer zum Ergebnis kommen, dass eine Umstellung auf Eigenstromnutzung vorteilhaft sein wird. Aber wie hoch sind die Kosten für eine Umstellung? Auch in dieser Frage erhalten Sie unsere Unterstützung als Ihr „AM Öko-Partner“!
- Eigenverbrauch spart Stromkosten**
Jede Kilowattstunde, die Sie erzeugen und selbst verbrauchen, müssen Sie nicht über das Netz beziehen. Somit sparen Sie Preisbestandteile wie Netzentgelte, Steuern, Abgaben und Umlagen. Gerade hier liegt das Einsparpotential, denn diese Preisbestandteile machen mehr als 75 % des Gesamtstrompreises aus.
- Preisgarantie auf die Vergütung bis 31. Dezember 2025**
Für den eingespeisten Strom erhalten Sie bis 31. Dezember 2025 eine feste Vergütung pro kWh. Die Höhe der Vergütung beträgt:
 - 4,6 ct/kWh, wenn Sie den Reststrom von der Stadtwerke Amberg Versorgungs GmbH beziehen und sich für das Produkt „AM Regionalstrom“ entscheiden
 - 4,0 ct/kWh, wenn Sie den Reststrom von der Stadtwerke Amberg Versorgungs GmbH beziehen (unabhängig vom Produkt)
 - 1,5 ct/kWh, wenn Sie einen anderen Anbieter als Reststrom-Lieferanten wählen bzw. zum Zeitpunkt der Umstellung noch bei einem anderen Versorger gebunden sind.
 Diese Preise gelten für einen Vertragsabschluss bis zum 31. Dezember 2021. (Alle Angaben sind Nettopreise, d. h. zzgl. der gesetzl. gültigen MwSt.) Die Preisgarantie gilt auf die Vergütung bis 31. Dezember 2025.
- Rundum-Sorglos-Paket**
Sie haben einen Ansprechpartner bei der Stadtwerke Amberg Versorgungs GmbH, der Sie bei allen notwendigen Schritten begleitet. Als Direktvermarkter von EEG-Anlagen bringen wir bereits viel Erfahrung mit. Bei der Umstellung auf Eigenverbrauch arbeiten wir aus einem regionalen Kooperationspartner-Netzwerk mit Elektrofachbetriebe und Solarateuren zusammen.

Thomas Bogner
Energiehandel & Vertrieb
Tel. 09621 603-422
thomas.bogner@stadtwerke-amberg.de

Florian Andersch
Energiehandel & Vertrieb
Tel. 09621 603-423
florian.andersch@stadtwerke-amberg.de

Stadtwerke Amberg Versorgungs GmbH
Gasfabrikstr. 16
92224 Amberg
www.stadtwerke-amberg.de
Stand: Juli 2020

AM Öko-Partner
für PV-Anlagen nach der EEG-Förderung




Quelle: PV-Archiv Dürschner, © StW Amberg

Aktuelles Angebot für Ü20-PVA

- + Voll- oder Überschuss-Einspeisung
- + 4,6 Cent/kWh (wenn Ökostrom)
- + 4,0 Cent/kWh (wenn Normalstrom)
- 1,5 Cent/kWh (ohne Stromlieferung)
- Stromliefervertrag mit StW AM
- + iMSys nur, wenn Ü-Einspeisung
- Angebot befristet auf 5 Jahre
- Angebot begrenzt auf Netzgebiet+

https://www.stadtwerke-amberg.de/files/Aktuelles_Angebote/AM_Oeko_Partner/Flyer_AM_Oeko_Partner.pdf

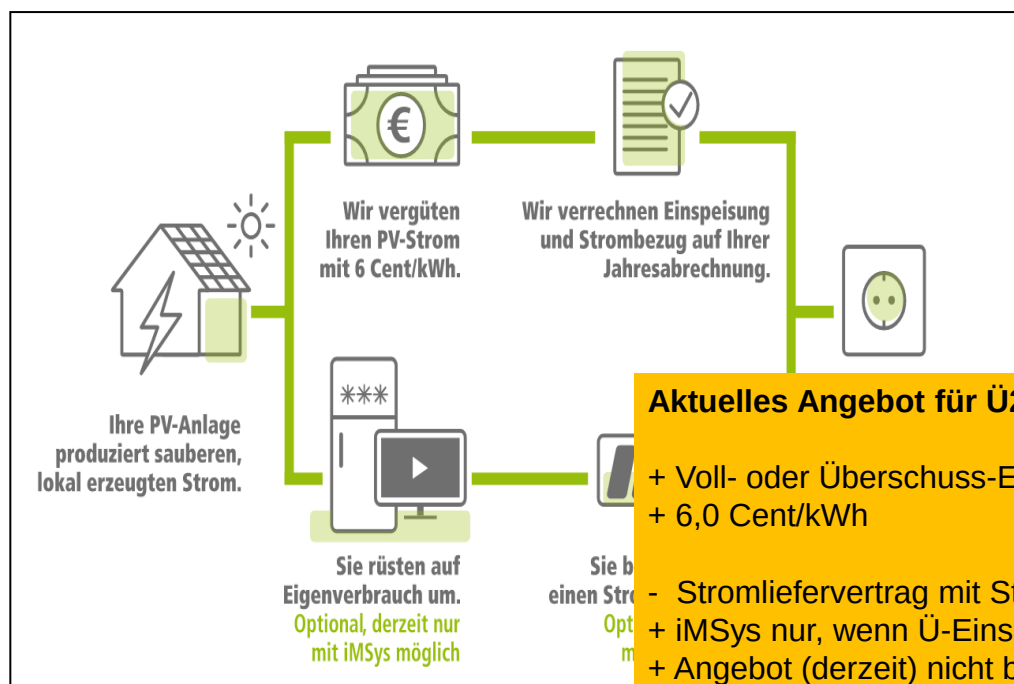


VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Angebot der StW Tübingen: TüStrom



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © StW Tübingen

<https://www.swtue.de/energie/strom/erneuerbare-energien/pv-altanlagen-post-eeeg.html>



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Nach 20+ Jahren: Abschalten oder Weiterbetreiben?

Wechsel in die „Sonstige Direktvermarktung“ muss mitgeteilt werden:



Wechsel der Veräußerungsform muss dem Netzbetreiber mitgeteilt werden:

§ 21c EEG 2021: „vor Beginn des jeweils vorangegangenen Kalendermonats“



UND

„bei einem Wechsel in die Direktvermarktung den Bilanzierungsmonaten zugeordnet werden soll“

Im EEG 2021:
Außerplanmäßiger Wechsel
noch zum 18.12.2020 möglich



Außerdem: **Meldepflichten EEG und MaStR** gelten weiter!

Technische Anforderungen gelten weiter (aber auch: Bestandsschutz)



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

EEG-Novelle 2021: Regierungsentwurf vom 23.09.2020

Es sind dringend Nachbesserungen für Ü20-PVA erforderlich, denn:



Überschusseinspeisung nur als „Sonstige Direktvermarktung“ (mME)

Erleichterung: „moderne Messeinrichtung“ ausreichend => „Smart Meter“

mME bleibt ausreichend



Volleinspeisung bis 100 kWp zulässig => „wilde“ Einspeisung wird verhindert.

Einspeisevergütung „Jahresmarktwert Solar“ (aktuell ca. 2,5...3,0 Cent/kWh),
abzüglich Vermarkterentgelt: 0,4 Cent/kWh (mME) bzw. 0,2 Cent/kWh (iMS)



Übergangsregelung (nur bis 2027 [2023?] nutzbar); **Pönale** in Höhe des Marktpreises, wenn Eigenverbrauch ohne iMS; **40% EEG-Umlage** (wie bisher); Übergangsweise (fehlende Fernsteuerung; **digitale Messtechnik** (mME) nutzbar, solange iMS nicht eingeführt ist.

Pönale wurde gestrichen,
EEG-Umlage gestrichen,
mME bleibt ausreichend



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Marktstammdatenregister (MaStR)

Erzeugungsanlagen, Anlagenbetreiber, Netzbetreiber, Energielieferanten



„Daten für die Energiewende“

Die Liberalisierung der Energiewirtschaft und die Energiewende erfordern eine umfassende, einheitliche und zuverlässige Datengrundlage. Insbesondere im Strommarkt ist die Erzeugungslandschaft durch eine sehr große Zahl von kleinen und kleinsten Anlagen gekennzeichnet.

=> Gute Planungsgrundlage, aber auch Besteuerungsgrundlage...



Eintragungsfristen

Neuanlagen innerhalb von einem Monat nach Inbetriebnahme der Anlage

Bestandsanlagen bis **31.01.2021** (24 Monate nach Start des Webportals)

<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/>



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

EEG-Umlage für eigenverbrauchten Solarstrom

EEG-Umlage wird erhoben zur Finanzierung der Einspeisevergütung



Eigenverbrauch von Solarstrom

Auf eigenverbrauchten Strom wird eine 40%ige EEG-Umlage erhoben, vgl. § 61 Abs. 1 EEG 2021 und § 61b Abs. 1 EEG 2021.

Im EEG 2021:
Keine EEG-Umlage
bei Eigenverbrauch
bis 30 kWp; 30 MWh



Privilegierung des kleinen Eigenverbrauchs

Der Eigenverbrauch aus EE-Anlagen mit einer Nennleistung bis 10 kWp ist für max. 10 MWh/Jahr (ab Inbetriebnahme für 20, x Jahre) von der Zahlung der 40%igen EEG-Umlage befreit., vgl. § 61a Nr. 4 EEG 2021.



Ü20-PV-Anlagen

Mit dem Ende der EEG-Vergütung endet diese Privilegierung des kleinen Eigenverbrauchs und es muss – zumindest nach derzeitiger Rechtslage – die EEG-Umlage auf den eigengenutzten PV-Strom abgeführt werden. vgl. § 61b Abs. 2 i.V.m. § 100 Abs. 2 Nr. 14a EEG 2021.

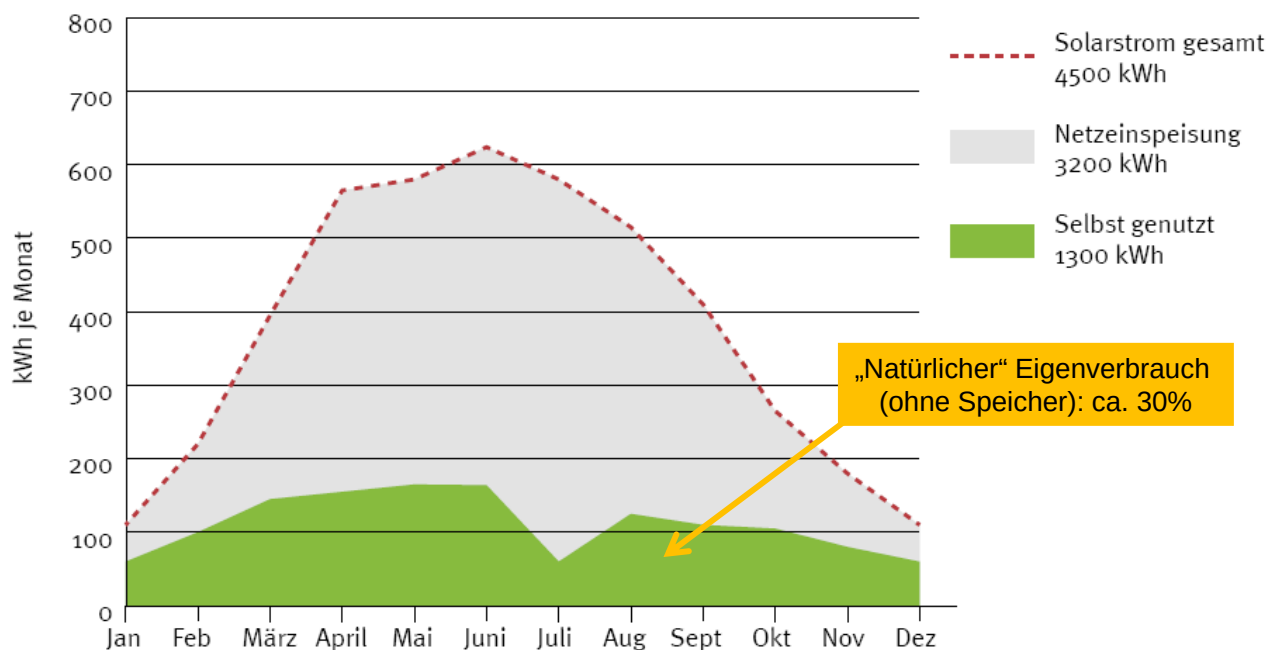
Im EEG 2021:
§ 61b Abs. 2 i.V.m.
§ 100 Abs. 2 Nr. 14a



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

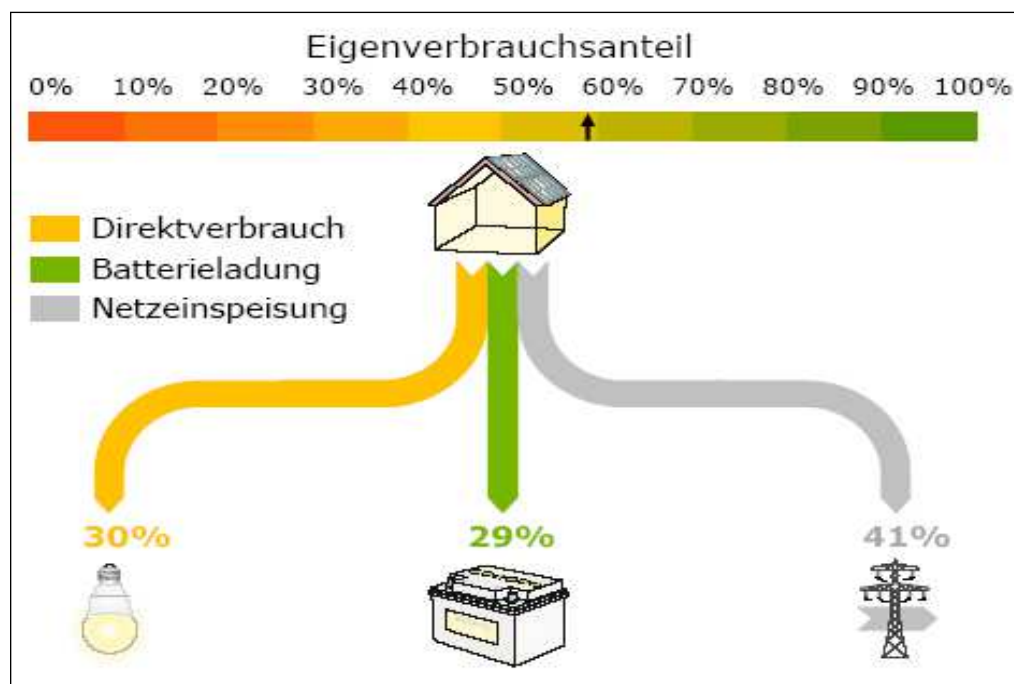
A² & E²

Haushalt 3.500 kWh mit PV-Anlage 5 kWp (ohne Speicher)



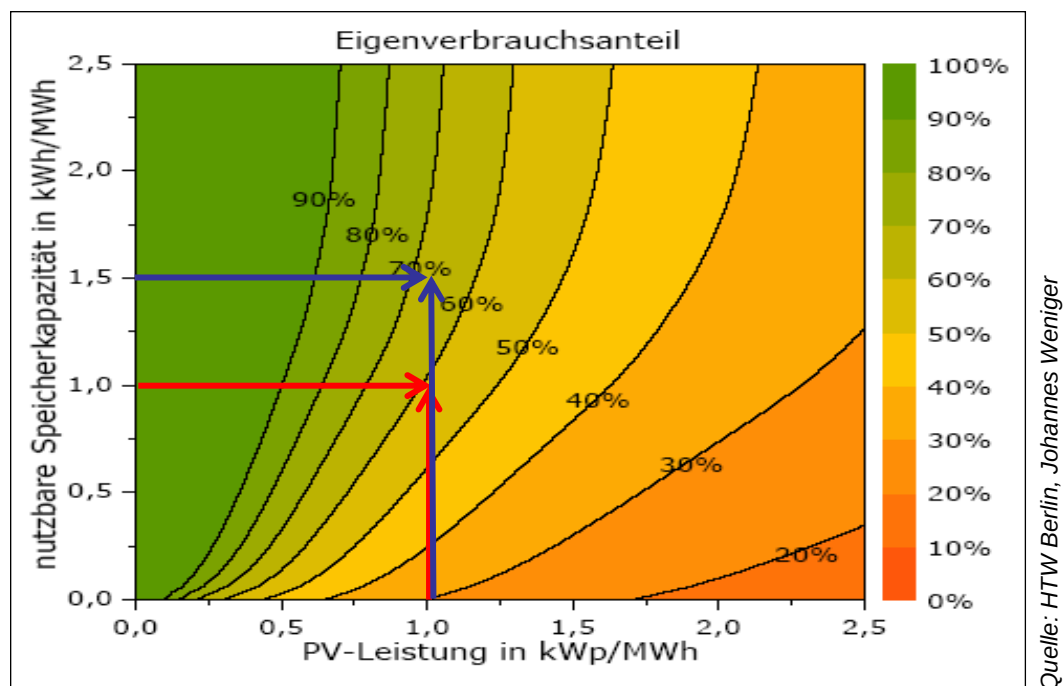
Quelle: <https://www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/2019-09/broschüre-solaranlage-batteriespeicher-kaufen-kosten-förderung.pdf>

Batteriespeicher: Eigenverbrauch vs. Autarkie



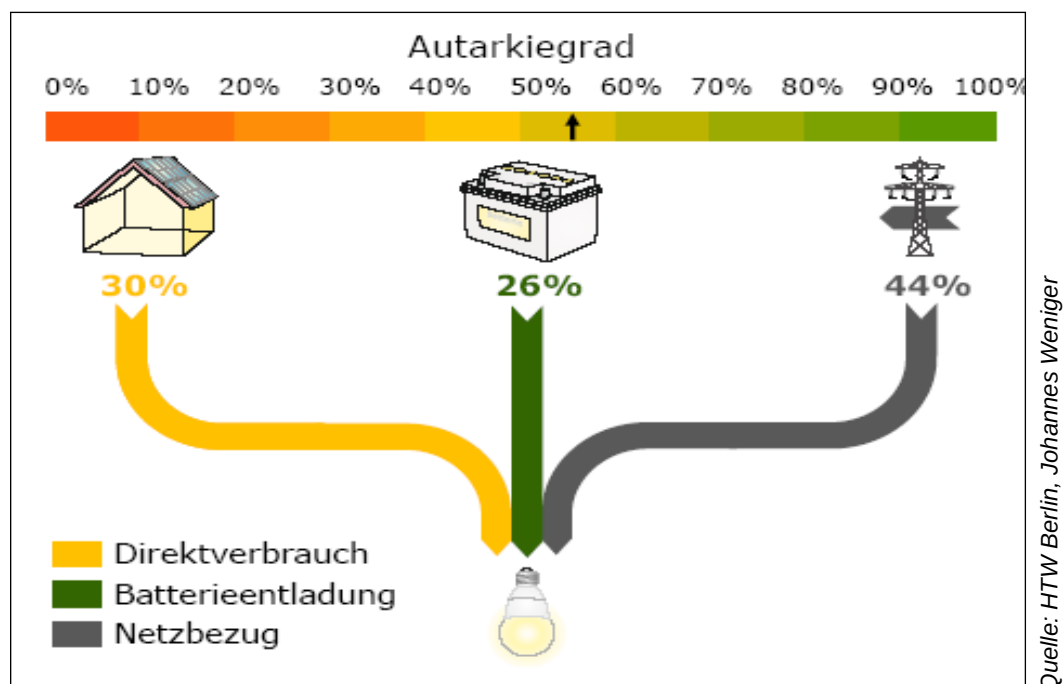
Eigenverbrauchsanteil = Eigenverbrauch / Solarstromerzeugung

Batteriespeicher: Eigenverbrauch vs. Autarkie



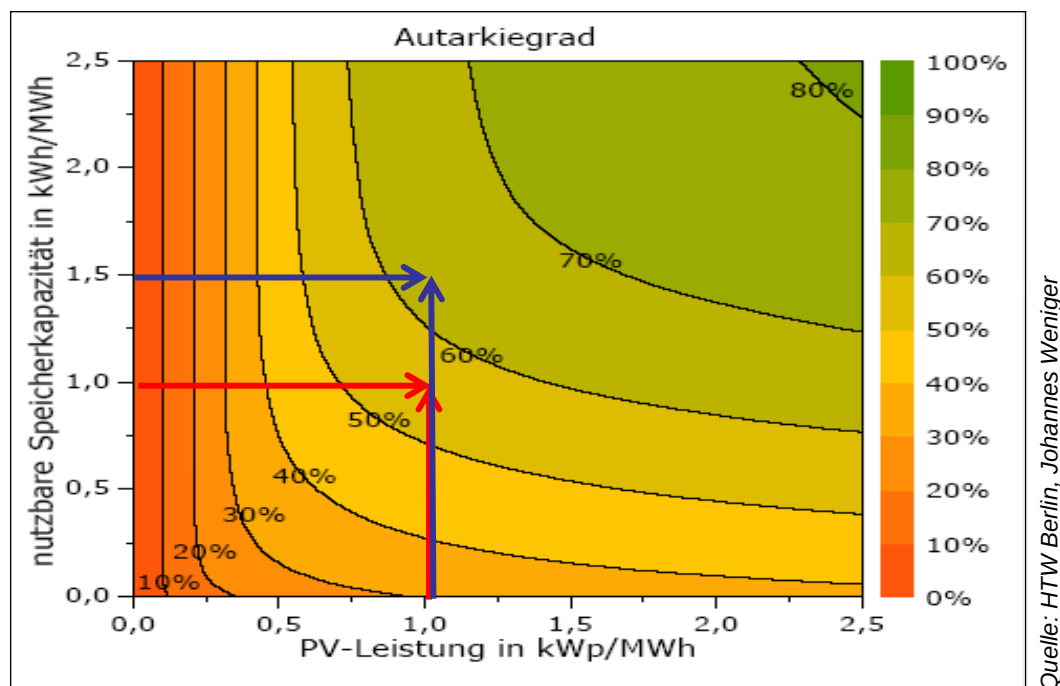
Eigenverbrauchsanteil = Eigenverbrauch / Solarstromerzeugung

Batteriespeicher: Eigenverbrauch vs. Autarkie



Autarktiegrad (Solare Deckung) = Eigenverbrauch / Stromverbrauch

Batteriespeicher: Eigenverbrauch vs. Autarkie



Autarkiegrad (Solare Deckung) = $\frac{\text{Eigenverbrauch}}{\text{Stromverbrauch}}$

Weiterbetrieb der PVA oder Rückbau & Entsorgung?

- ☀ **Monitoringdaten** (hilfsweise: Monats- und Jahreserträge) – liefern Hinweise auf Langzeitdegradation und/oder (Teil-)Ausfälle von Strings
- ☀ **Sichtkontrolle Allgemeinzustand** – Dachzustand, Unterkonstruktion, Solarmodule, Leitungen & Steckverbinder, Wechselrichter, Verschmutzung, ...
- ☀ **Elektrische Sicherheit** – Wiederholungsmessung (U_{oc}, I_{sc}, R_{iso})
- ☀ **Kennlinien, Thermografie & Elektrolumineszenz** (bei Bedarf)
- ☀ **Vergleich Aufwand** (Kosten) **und Nutzen** (Erlöse) des Weiterbetriebes (mit und ohne „Ertüchtigung“) => Hopp oder Topp?!

Sichtkontrolle: Verschmutzung durch Moose



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Ing.-Büro Dürschner

Sichtkontrolle: Verschmutzung durch Moose



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Ing.-Büro Dürschner

Sichtkontrolle: Verschmutzung durch Moose



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Ing.-Büro Dürschner

Sichtkontrolle: Verschmutzung durch Moose



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Ing.-Büro Dürschner

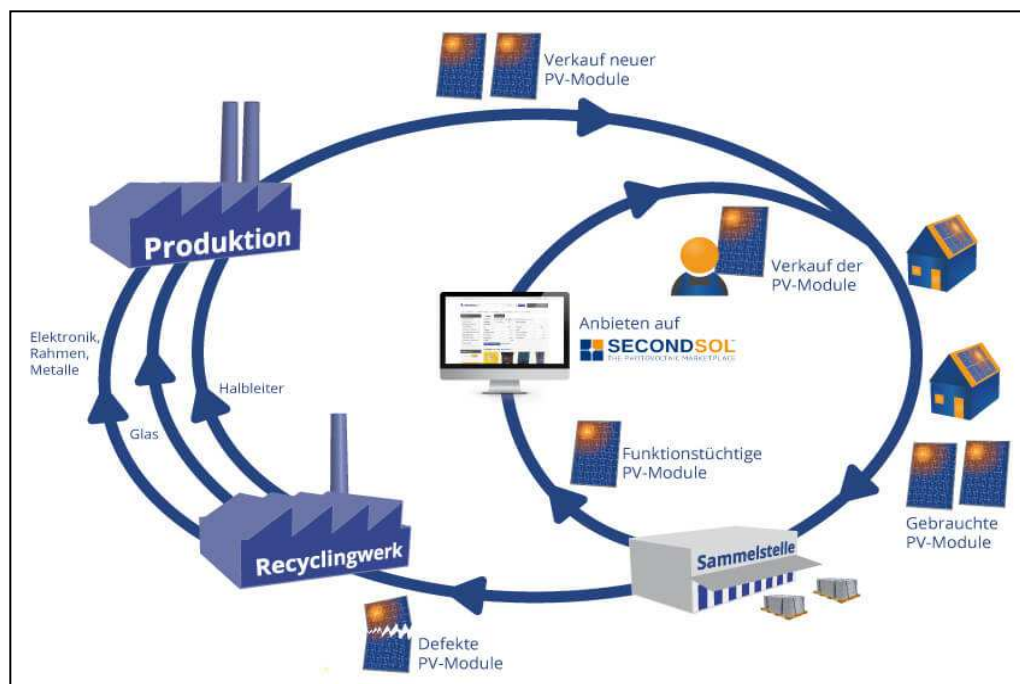
Inhalt

-  Status der Photovoltaik heute – nach 30 Jahren?
-  Rechtsrahmen Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
-  Entwicklung der Anzahl der Ü20-PV-Anlagen
-  Abschalten oder Weiterbetreiben?
-  Hürden des Weiterbetriebs
-  **Entsorgung von PV-Anlagen**

Entsorgung: Wesentliche Bestandteile von PV-Anlagen

-  **Unterkonstruktion** (Stahl, Aluminium, bei Flachdachanlagen ggf. auch Kunststoffe, bei Freiflächenanlagen ggf. auch Beton)
-  **Solarmodule** (Glas, Aluminium, Silizium, Kunststoffe, Kupfer)
-  **Wechselrichter** (Stahl, Kunststoffe, Kupfer, Elektronikbauteile)
-  **Leitungen, Steckverbinder, etc.** (Kupfer, Aluminium, Kunststoffe)
-  Am Ende der Nutzung: **Demontage, Lagerung/Transport, Verarbeitung**

Produktzyklus bei Solarmodulen



Gesetzlicher Rahmen für Entsorgung von Solarmodulen

- ☀ 27.01.2003: Europäische Richtlinie 2002/96/EG
„**WEEE: Waste of Electrical and Electronic Equipment**“
- ☀ 16.03.2005: Deutsche Umsetzung: „**ElektroG**“: PV-Module von gesetzlicher Rücknahmeverpflichtung ausgenommen – freiwilliges System („gescheitert“).
- ☀ 04.07.2012: Europäische Richtlinie 2012/19/EU
„**WEEE2: Waste of Electrical and Electronic Equipment2**“
- ☀ 25.10.2015: Deutsche Umsetzung „**ElektroG2**“: Gesetzliche Rücknahmeverpflichtung, organisiert über **Stiftung Elektro-Altgeräte-Register (EAR)**
- ☀ **Seit 01.02.2016** gilt: Jeder „**Erstinverkehrbringer**“ – also Hersteller, Anbieter (Händler und Weiterverkäufer) und Importeure von Solarmodulen – unterliegt der gesetzlichen Rücknahme- und Kennzeichnungspflicht und muss sich bei der Stiftung EAR (Elektro-Altgeräte-Register) registrieren.

Wertstoffe im Solarmodul (c-Si, 20 kg, 40 mm Rahmen)

Glas	eisenarm	67,0%	13,4 kg
Rahmen	Alu	17,2%	3,44 kg
Kabel	Cu und PVC	1,1%	0,22 kg
Junction Box	Cu und Sn und PVC	1,1%	0,22 kg
Folie Rückseite	Tedlar	2,7%	0,54 kg
Zelle	Si	4,5%	0,90 kg
Paste Zellvorderseite	Ag 74%	0,045%	0,009 kg
Paste Rückseitenverbinder	Ag 78%	0,1%	0,02 kg
Zellverbinder	Ag 2%	0,004432%	0,00088648 kg
Lötbändchen	Ag 2%	0,016200%	0,00324 kg
Zellverbinder	Pb 36%	0,079784%	0,0159568 kg
Lötbändchen	Pb 36%	0,291892%	0,0583784 kg
Paste Zellrückseite	Al	0,5%	0,1 kg
Zellverbinder	Sn 62%	0,137405%	0,027481 kg
Lötbändchen	Sn 62%	0,502703%	0,1005406 kg
Klebefolie	EVA	4,7%	0,94 kg

Quelle: PV-Archiv Dürschner, © ecopark / PV EX

Glas: 13 kg Aluminium: 3,5 kg Silizium: 900g
Kupfer: 220 g Zinn: 128 g Silber: 33 g

Weiterverwenden – Wiederverwenden – Recyceln



Weiterverwenden:

Weiterbetrieb der Solarmodule (bzw. der PV-Anlage) an bisherigem Standort



Wiederverwenden:

Demontage & Umzug (ggf. mit Verkauf) der Solarmodule an neuen Standort



Entsorgen & Recyceln:

Demontage und Verwertung der Bestandteile als neue (Sekundär-) Rohstoffe

Kreative Weiterverwendung: Neue Nutzungen...



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Photovoltaikforum



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Irgendwann ist Schluss: Delaminierte Solarmodule



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © unbekannt



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Demontierte Module am „regulären“ Ende der Nutzung



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © PV-Cycle

Sturmschaden: „Vorzeitig“ zu entsorgende Solarmodule



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Envaris

Transport der Solarmodule (kristallines Si) im Container



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Secondsol

Transport der Solarmodule (Dünnschicht) im Container



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Christian Dürschner

Transport der Solarmodule (Dünnschicht) im Container



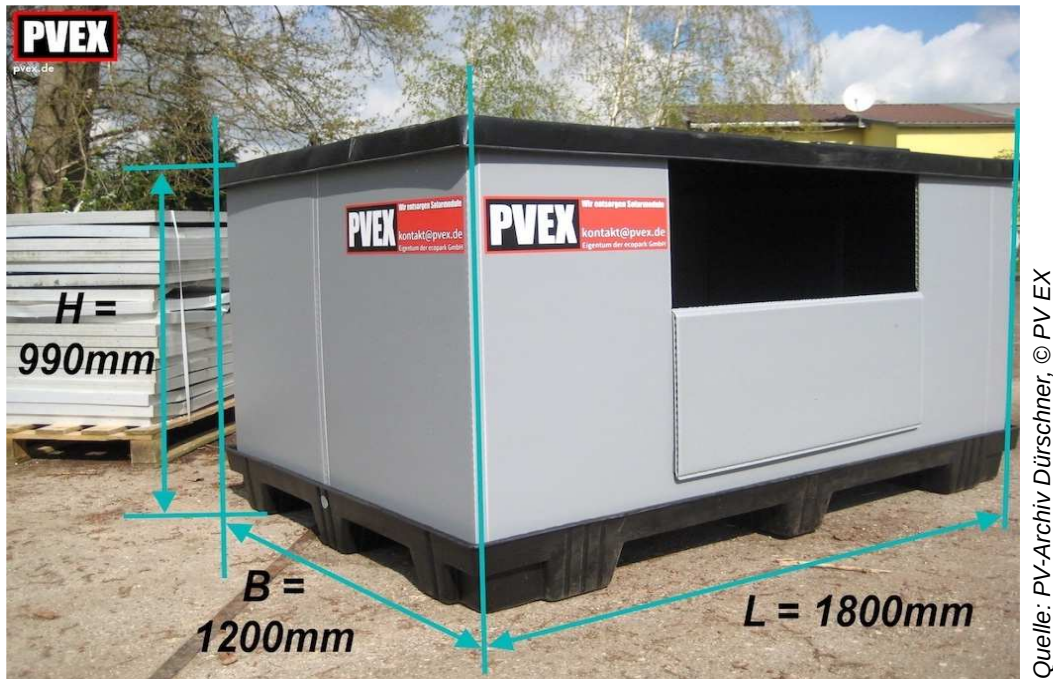
Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Christian Dürschner

Transport der Solarmodule („Mischware“) in Gitterboxen



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Solarworld

Sammelbox für Solarmodule (Beispiel: PV EX)

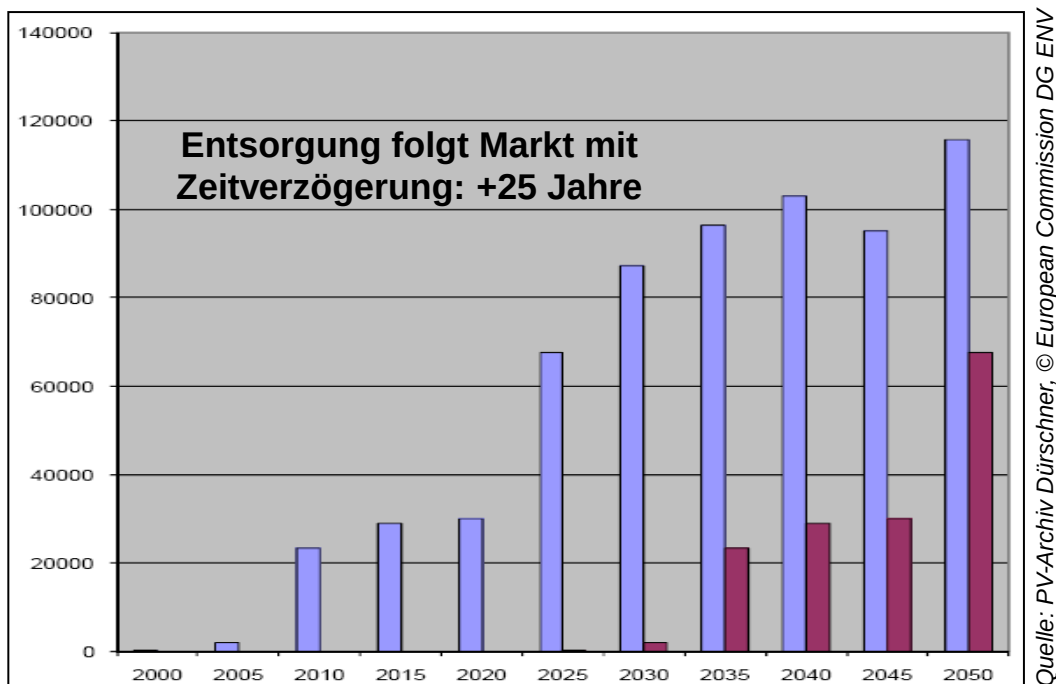


VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Erwartete Mengen von Solarmodule zur Entsorgung

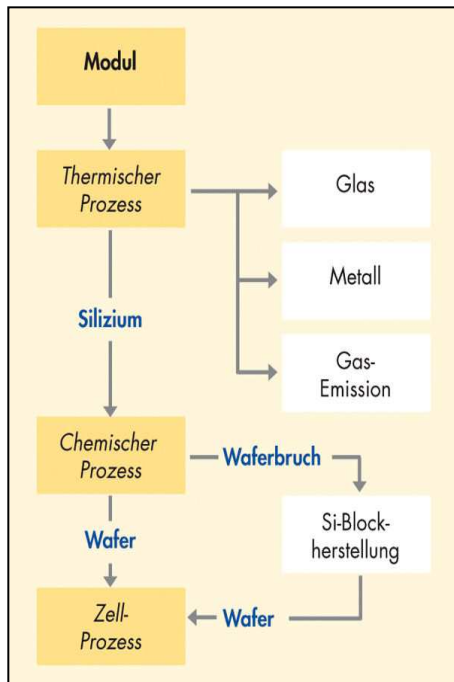


VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Prozess-Schritte zur Trennung der Materialien (Beispiel 1)



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Deutsche Solar

- 1 **Abtrennen** des Aluminium-Rahmens
- 2 **Thermischer Prozess:** „Verbrennen“ der Kunststoffe
- 3 Einzelteile: Aluminium – Glas – Silizium
- 4 **Ätzen der Zellen** -> „nackte“ Wafer
-> Grundstoff für neue Solarzellen
- 5 Oder: **Einschmelzen des Siliziums** als Rohmaterial für neue Wafer



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Wiedergewonnene Solarzellen (aus dem Recycling)



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Deutsche Solar



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Solarzellen-Schrott (aus der Produktion)



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Solarworld

Prozess-Schritte zur Trennung der Materialien (Beispiel 2)



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Saperatec

- 1 **Zerkleinern** der Solarmodule zum Vergrößern der Oberfläche der Partikel
- 2 Trennflüssigkeit zum **Trennen** der verschiedenen Materialien in einzelne Fraktionen
- 3 **Sieben & Waschen** der Fraktionen
- 4 **Sortieren** der Fraktionen
- 5 **Trocknen** (und ggf. Nachbehandlung) liefert sortenreine Sekundär-Rohstoffe

Sekundär-Rohstoffe: Silizium, Kunststoff, Glas...



© PV-Forum, Rutschmann



© PV-Forum, Butenhoff



© PV-Forum, Butenhoff

Recycling bei First Solar: Materialzerkleinerung



Quelle: PV-Archiv Dürschner, © dpa/First Solar

WEEE2 bzw. ElektroG2: Wer muss zahlen?



B2C-Module: Private und kleine gewerbliche Mengen (i.d.R. bis 20 Module):
Kostenfreie Entsorgung durch Abgabe an **Sammelstellen (i.d.R. Wertstoffhof)**



B2B-Module „alt“: Kostenpflichtiger Transport zum **Entsorger** und kostenpflichtige Entsorgung über Dienstleister (Ausnahme: freiwillige, kostenfreie Rücknahme)



B2B-Module „neu“: Kostenpflichtiger Transport zum **Hersteller** und kostenfreie Entsorgung über Hersteller (der i.d.R. einen Dienstleister beauftragt)



Entsorgungskosten: „frei verhandelbar“ – ElektroG2 geht von **ca. 200 Euro/t** aus:



1 MWp = ca. 70 t = ca. 14.000 Euro => ca. 14 Euro/kWp = **ca. 1,4 Cent/Wp**

1 MWp = ca. 165 t = ca. 33.000 Euro => ca. 33 Euro/kWp = **ca. 3,3 Cent/Wp**



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Nach 20+ Jahren: Abschalten oder Weiterbetreiben?

Das „Kräftemessen“ zwischen Eigenverbrauch vs. Einspeisung



Kein Eigenverbrauch, keine Volleinspeisung

Rückbau und Entsorgung, ggf. neue PV-Anlage



Kein Eigenverbrauch, nur Volleinspeisung

vom Gesetzgeber gewünschte Form des Weiterbetriebs



Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung

vom Betreiber gewünschte Form des Weiterbetriebs



Eigenverbrauch ohne Einspeisung („Nulleinspeisung“)

vom Betreiber gewählte „Notlösung“ zur Vermeidung von Kosten

Im EEG 2021:
Einfach Überschusseinspeisung möglich;
„Nulleinspeisung“
als „Notlösung“ nicht
mehr erforderlich!



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Von „destruktiv“ zu „konstruktiv“ – ein Fazit:



Der Weiterbetrieb von Ü20-PV-Anlagen ist in den meisten Fällen aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll, scheitert aber – derzeit – an wirtschaftlichen Hürden.

Im EEG 2021:
wirtschaftliche
Hürden beseitigt



Nutzung des Solarstroms zur Eigenversorgung, ohne und mit stationärem Batteriespeicher, ggf. gezielte Erhöhung des Stromverbrauchs (EFZ, WP, etc.)



Einspeisevergütung, die den Betriebskosten (u.a. Zählergebühr, Wartung, Versicherung, Reparaturen, etc.) angepasst ist, in Höhe von 10 ct/kWh (Vorschlag SFV), mindestens jedoch in Höhe des „Marktwertes“.

MWsolar wg. CoVid-19
derzeit sehr (zu) gering



Weiterhin sollte – wie bisher! – der **Netzbetreiber** für die Zahlung der Einspeisevergütung zuständig sein.

Im EEG 2021
berücksichtigt



Keine Viertelstundenmessungen bei Ü20-PV-Anlagen bis 100 kWp bei Inanspruchnahme der „Sonstigen Direktvermarktung“ UND keine EEG-Umlage bis 30 kWp, wie gemäß EU-Richtlinie vorgegeben.



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Was ist zu tun?



Wait & Watch => Check & Act: EEG-Novelle 2021 ist da? Für Ü20-PV-Anlagen sogar ohne EU-Vorbehalt. Beratungsangebot der DGS „PV-Lotse“ nutzen, etc....



Technische Überprüfung der PVA zur Kontrolle der Betriebssicherheit, Eintragen der PVA in das MStR (wenn noch nicht erfolgt); **Versicherung** prüfen, ggf. kündigen



Mit EEG-Novelle: Anlage mit **Volleinspeisung** weiterbetreiben; ggf. vorübergehende Stilllegung/Rückbau der Ü20-PVA und

vorübergehende Stilllegung
nicht (mehr) erforderlich



Alternativ: **Umrüstung der Volleinspeisung auf Überschusseinspeisung** (Messstellenbetreiber, bisher i.d.R. Netzbetreiber), ggf. Weiterbetrieb als **einspeiseanlage** mit entsprechender Abregelung am

Abregelung zur „Nulleinspeisung“ nicht (mehr) erforderlich



Bei **Überschusseinspeisung**: iMSys nachrüsten, ggf. Suchen von **vermarktern**; Information des Netzbetreibers (einen Monat vor

iMSys erwünscht, aber
< 7 kWp nicht erforderlich



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Artikel in der DGS-Fachzeitschrift „Sonnenenergie“

ENDE DER EEG-VERGÜTUNG

WIE GEHT ES WEITER MIT Ü20-PV-ANLAGEN?

Post-EEG- vs. Ü20-Anlagen

Photovoltaik-Anlagen, die das Ende ihrer EEG-Förderdauer - 20 Jahre plus Inbetriebnahmejahr - erreichen, sind weiterhin EEG-Anlagen. Der immer wieder verwendete Begriff „Post-EEG“-Anlage ist daher sachlich falsch - er sollte nur verwendet werden, wenn von vornherein ohne EEG-Förderung geplant war, die Anlagen also nicht in das EEG einbezogen werden sollten. „Nach-EEG“-Anlagen sind hingegen Anlagen, die nach dem Ende der EEG-Förderung in Betrieb genommen werden.

Die Förderung durch das EEG basiert auf drei wesentlichen Säulen, die im ursprünglichen Gesetz aus dem Jahr 2000 enthalten waren und bis heute in der aktuellen Fassung zu finden sind:

zu unterziehen, um Alterungsschäden an den stromführenden Leitungen oder den Solarmodul-Befestigungen auszu-schließen.

Weiterhin gut funktionierende Anlagen sollten den Strom weiterhin einspeisen. Wenn der Einspeiser dafür einen Abnehmer hat, der diesen Strom in seinen Bilanzkreis aufnimmt, vgl. § 21b Abs. 1 EEG 2017, und eine „Viertelstundenmessung“ der Ist-Einspeisung erfolgt, vgl. § 21b Abs. 3 EEG 2017.

Die Säulen des EEG

Die Förderung durch das EEG basiert auf drei wesentlichen Säulen, die im ursprünglichen Gesetz aus dem Jahr 2000 enthalten waren und bis heute in der aktuellen Fassung zu finden sind:

■ Garantierter Netzanschluss (unver-

Wer war bzw. wird Abnehmer?

Mit dem Ende der EEG-Förderung entfällt das Recht, den Strom in das öffentliche Stromnetz einspeisen zu dürfen. Wenn der Einspeiser dafür einen Abnehmer hat, der diesen Strom in seinen Bilanzkreis aufnimmt, vgl. § 21b Abs. 1 EEG 2017, und eine „Viertelstundenmessung“ der Ist-Einspeisung erfolgt, vgl. § 21b Abs. 3 EEG 2017.

Erstes Fazit

Auch nach dem Ende der EEG-Vergütung bleibt eine Ü20-PV-Anlage eine EEG-Anlage. Siehe dazu auch die Ausführungen der Clearingstelle EEG|KWKG. Deren Fazit: Man darf eine Ü20-PV-Anlage weiter betreiben, an das Stromnetz angeschlossen lassen und den erzeugten Strom in das öffentliche Stromnetz einspeisen. Allerdings muss sich der Anla-

Quelle: PV-Archiv Dürschner, © Sonnenenergie-redaktion/SE-2020-01/Layout-fertig/PDF/Einzelartikel/SE-2020-01-s020-EEG-Ende_der_EEG_Verguetung.pdf

<http://www.pvlotse.de>

(Internetseite im Aufbau,
bitte noch etwas Geduld)



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

DGS-Projekt „PV-Lotse“ – Beratung zu Ü20-PV-Anlagen

Beratungstelefon PVLOTSE

030 / 2332 6210

Telefonzeiten:

Mo	14-18 Uhr
Di	14-18 Uhr
Do	14-18 Uhr
Fr	14-18 Uhr

www.pvlotse.de | pvlotse@dgs.de

Quelle: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V./Sutter



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Dieser Online-Vortrag fand mit freundlicher Unterstützung statt:



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Photovoltaik Ing.-Büro Dürschner
Dipl.-Ing. Christian Dürschner
Sachverständiger für Photovoltaikanlagen

Anna-Rosenthal-Weg 21, 91052 Erlangen

Tel. 09131-303 222, Fax. 09131-303 566

Funk-Tel. 0178-499 6363

E-Mail: duerschner.pv@fen-net.de

www.pv-gutachter.de | www.solar-buch.de



© Christian Dürschner, 13.01.2021, Erlangen

A² & E²