

# Photovoltaik – Strom selbst erzeugen und optimal nutzen



MACH MIT.  
**BAU NACHHALTIG.**  
Energieeffizientes Bauen in Sachsen



## **Hinweis: Online-Seminarreihe am letzten Mittwoch des Monats 17:00 – 18:30**

**für: Bauherren, Wohnungseigentümer, Wohnungsverwaltung, Handwerker, Makler, Energieberater und alle Interessierten**

### **Die nächsten Termine und Themen:**

- 28.06.23 Bestandsgebäude fit für die neue Heizung mit 65% Erneuerbare Energie  
- planvoll vorgehen, Fördermittel nutzen
- 30.08.23 **Photovoltaik** – Strom selbst erzeugen und optimal nutzen
- 27.09.23 **Neue Heizung** - Welche ist die Richtige und was wird gefördert?
- 25.10.23 **Schimmelbildung in Wohnräumen** - Möglichkeiten zur Vermeidung
- 29.11.23 **Förderung von energetischen Sanierungsmaßnahmen** - komplex oder als Einzelmaß.
- 13.12.23 **Optimierung der Energieeffizienz bestehender Heizungsanlagen**

**Anmeldung unter [www.saena.de/veranstaltungen](http://www.saena.de/veranstaltungen)**

# Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH

## Kostenfreie Angebote Fachbereich Energieeffizientes Bauen

- Initial- und Fachberatungen für Bauherren, Kommunen und KMUs
- Durchführung von Schulungs- und Weiterbildungsveranstaltungen
- Netzwerkarbeit für viele Zielgruppen (z.B. Energie-Experten Sachsen)
- Fachbroschüren und Filme zu vielen Themen

[www.saena.de/buerger.html](http://www.saena.de/buerger.html)

[www.saena.de/veranstaltungskalender.html](http://www.saena.de/veranstaltungskalender.html)

[www.saena.de/energieexperten-sachsen.html](http://www.saena.de/energieexperten-sachsen.html)

[www.saena.de/broschuren.html](http://www.saena.de/broschuren.html)



Bürgertelefon: Dienstag 15:00 -17:00 und Donnerstag 09:00 -11:00  
0351 - 4910 3179 E-Mail: [buergerberatung@saena.de](mailto:buergerberatung@saena.de)

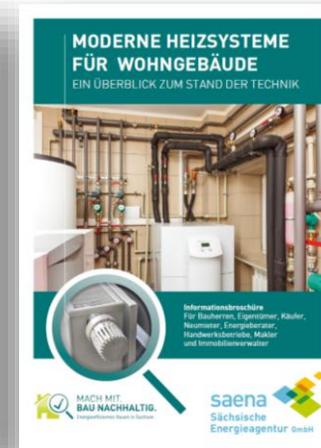
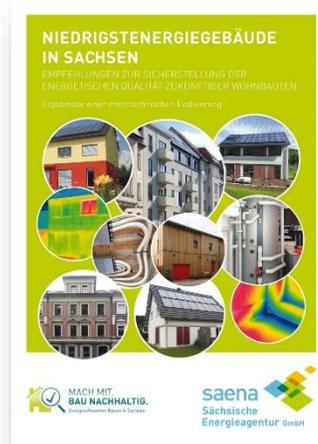
# Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH

## Fachbereich Energieeffizientes Bauen



**Bauherrenmappe und Fachbroschüren  
kostenfrei am Messestand BKW 2023  
oder bestellen/download unter:**

[www.saena.de/broschueren](http://www.saena.de/broschueren)

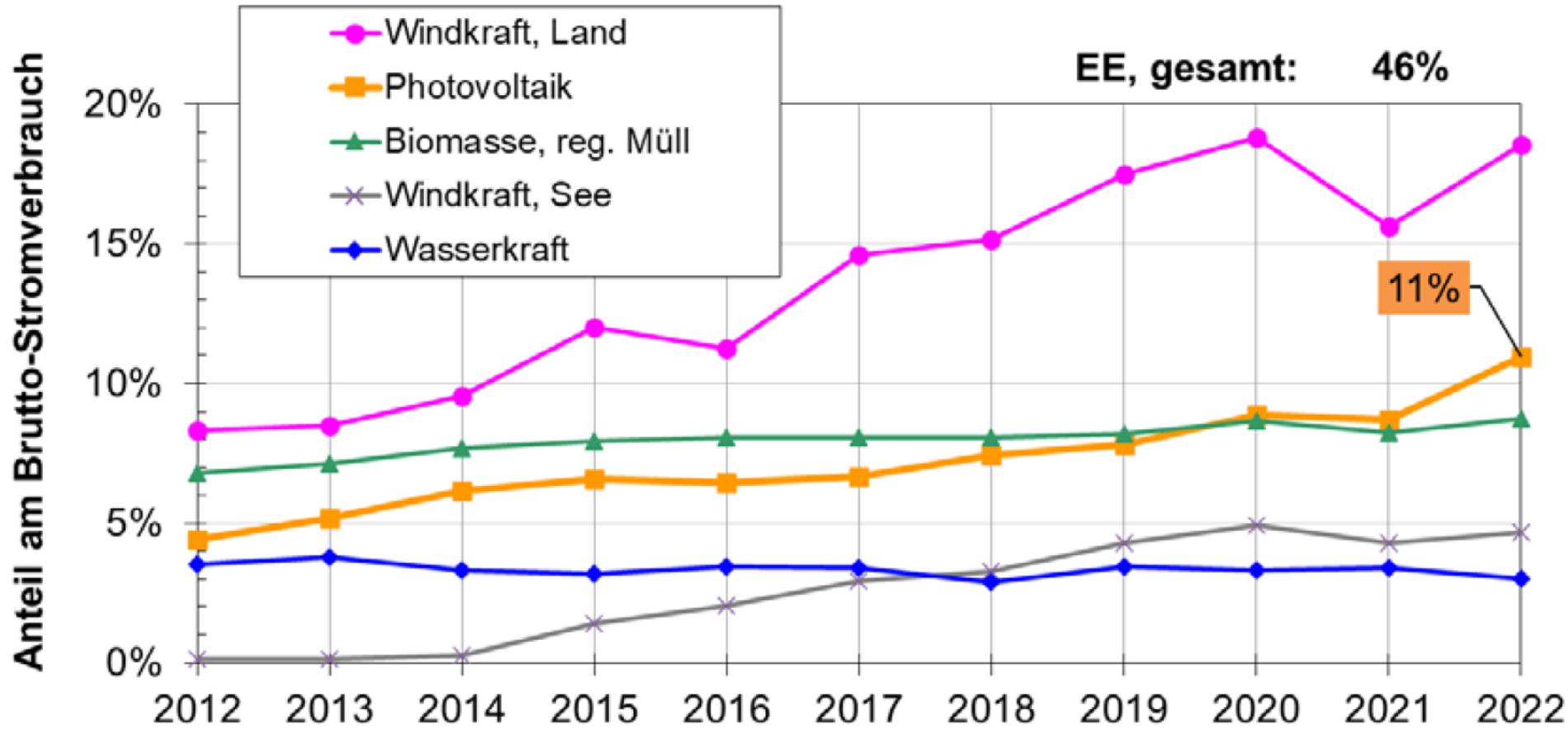


# Agenda

- Ausbauziele und Umsetzungspläne Photovoltaik
- Arten und Funktionsweise von Photovoltaikanlagen
- Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs
- (Hinweise auf Leitfaden zur Planung, Errichtung und Betrieb)
- Förderung, Kosten und Wirtschaftlichkeit
- Praxisbeispiele



# Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland



bis 2030 auf  
mindestens 80 %  
gemäß EEG 2023

## Ausbaupfad zur Erreichung der gesetzlichen Ziele (EEG2023)

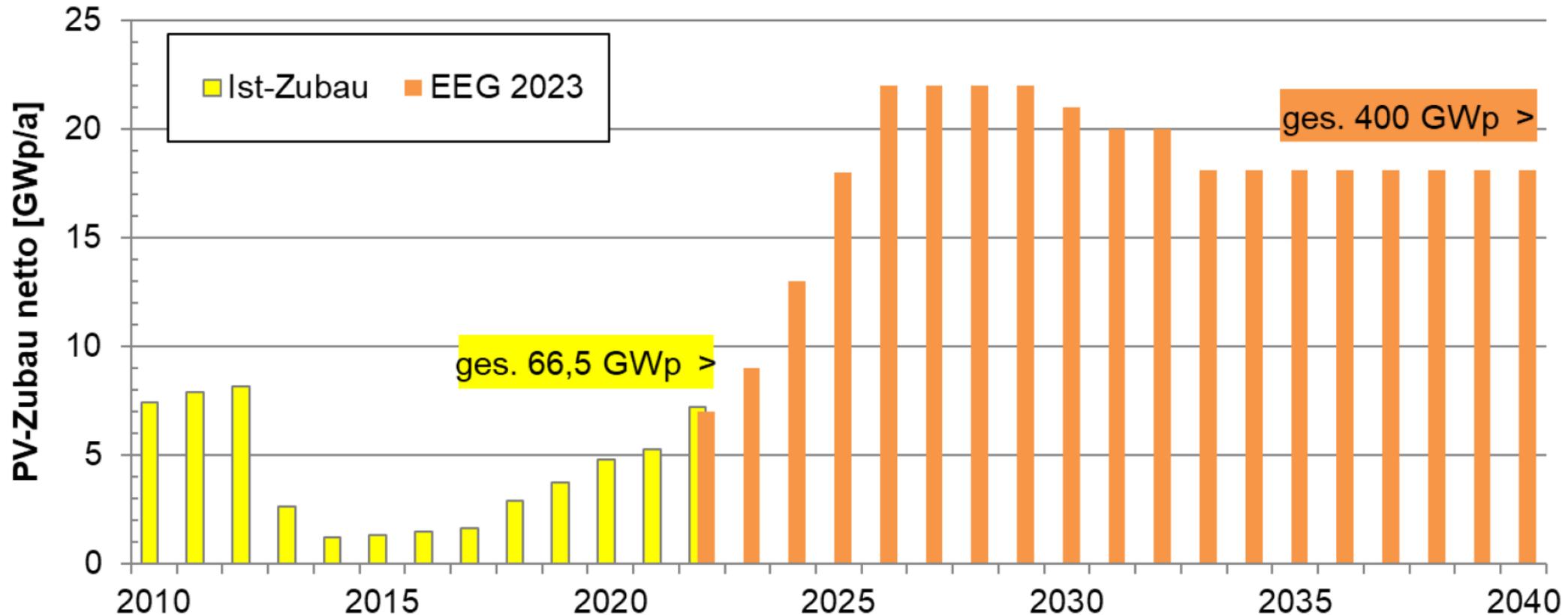
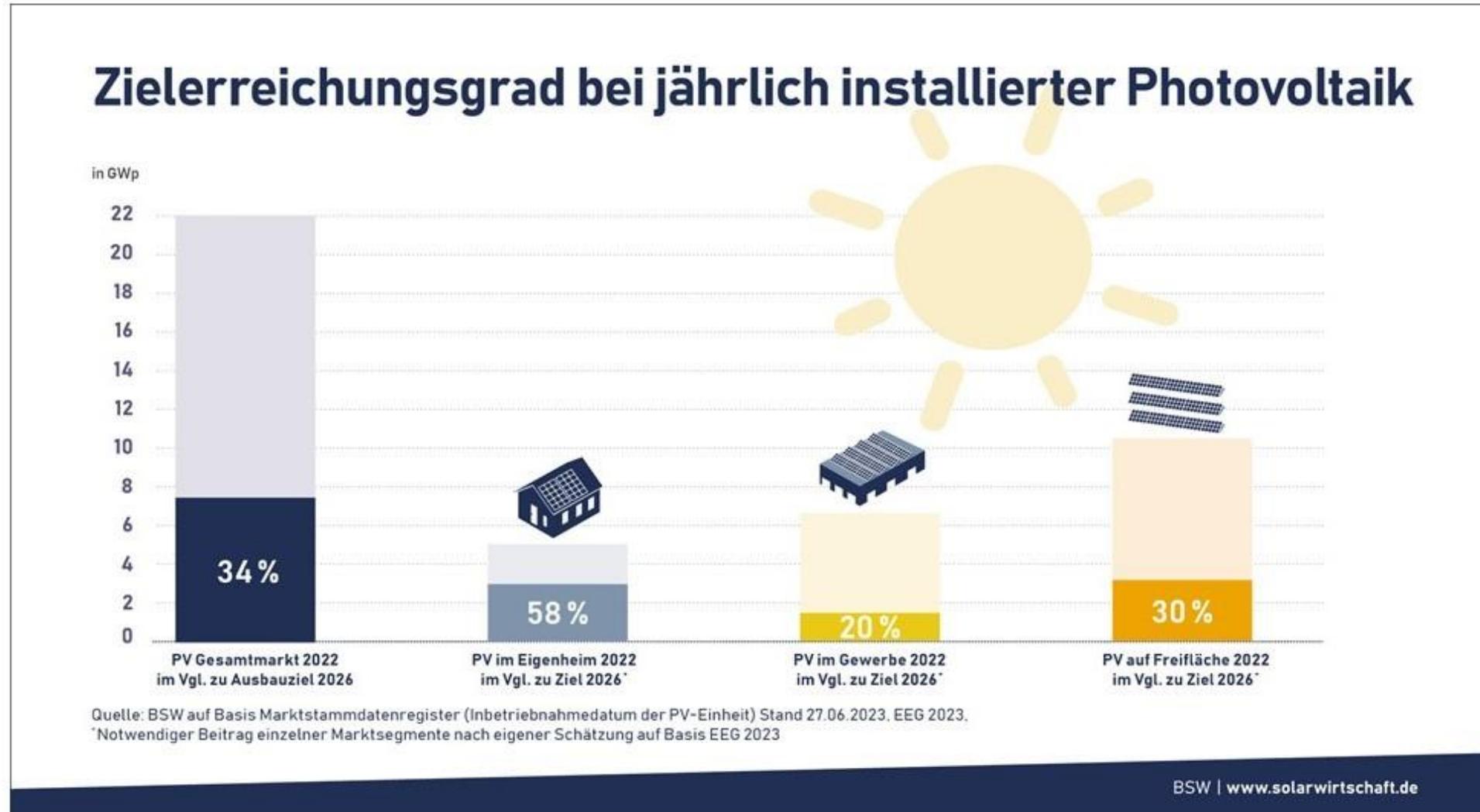


Abbildung 2: Netto-PV-Zubau: Ist-Werte bis 2022, Ausbaupfad zur Erreichung der gesetzlichen Ziele [EEG2023].

# Ausbaupfad zur Erreichung der gesetzlichen Ziele (EEG2023)



# Solarpaket am 16.08.2023 im Kabinett beschlossen

## 1. Ausbau von Freiflächenanlagen stärken

## 2. Ausbau von PV auf Gewerbedächern stärken

- 2.1. Flexibilisierung der Pflicht zur Direktvermarktung / 2.2. Erhöhung der Grenzwerte für Anlagenzertifikate
- 2.3. Vereinfachung der Anlagenzusammenfassung

## 3. Teilhabe der BürgerInnen am Ausbau der PV stärken

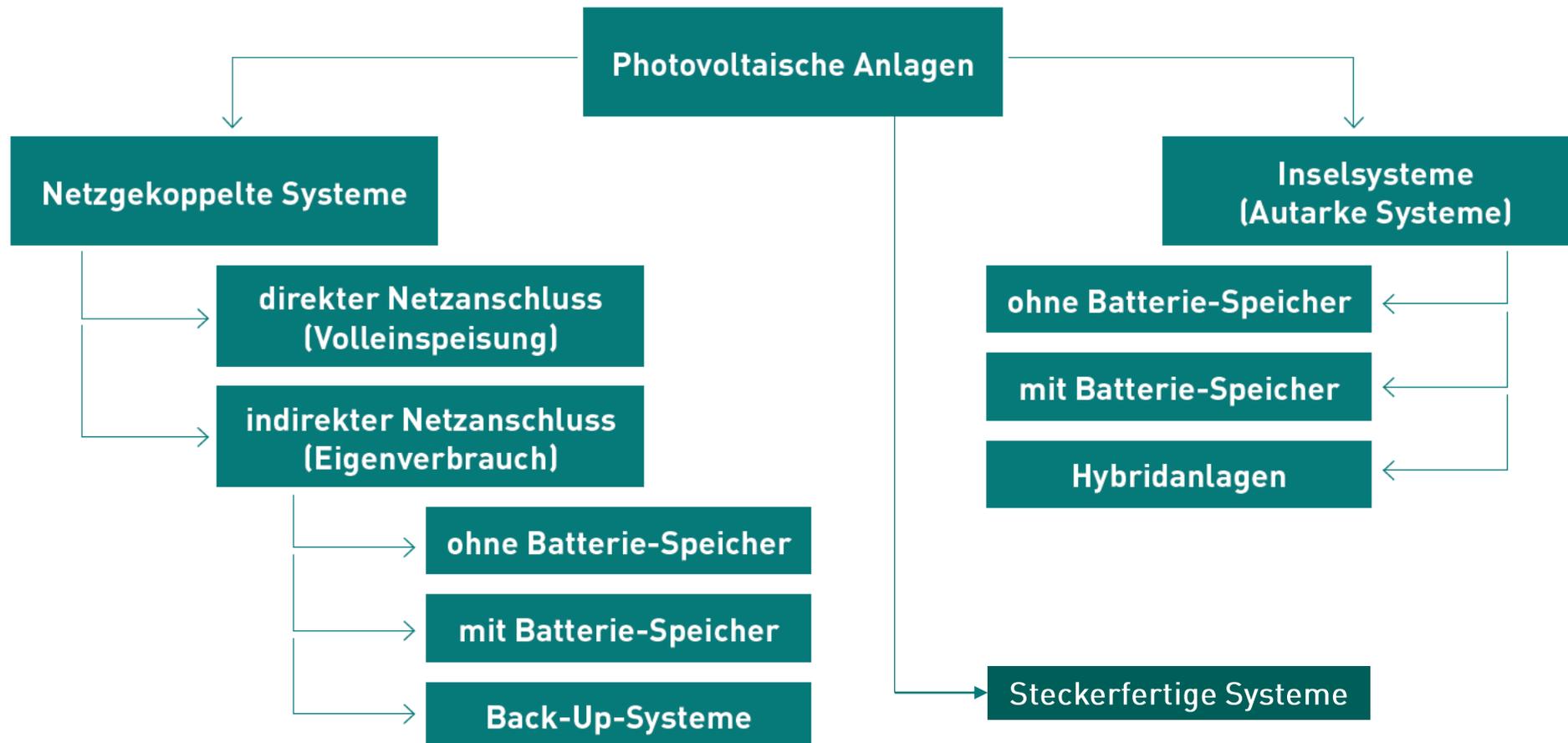
- 3.1. Balkonsolaranlagen entbürokratisieren / 3.2. Mieterstrom vereinfachen und für Gewerbegebäude öffnen
- 3.3. Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung einführen

## 4. Weitere Maßnahmen zur Beschleunigung der Aufdach-PV

- 4.1. Netzanschlüsse bis 30 kW beschleunigen / 4.2. Direktvermarktung bis 25 kW vereinfachen
- 4.3. Förderung für Gebäude im Außenbereich ermöglichen / 4.4. Repowering von Aufdach-PV ermöglichen
- 4.5. Pönalen entschärfen

# Funktionsweise von Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen)

## Photovoltaische Anlagensysteme



# Funktionsweise von steckerfertigen Photovoltaikanlagen

(bzw. Balkonkraftwerke oder Mini-PV-Anlage)



Abbildung 56: Schematischer Aufbau steckerfertige Anlage (© Bosswerk GmbH & Co. KG)



# Nutzen von steckerfertigen Photovoltaikanlagen

	1 Modul (350 W, 490 €)	2 Module (700 W, 690 €)
Stromerzeugung pro Jahr	242 kWh	484 kWh
Vermiedener Strombezug pro Jahr	201 kWh	316 kWh
Nutzungsgrad	83 %	65 %
Selbstversorgung	8 %	13 %
Jährliche Ersparnis	66 €	104 €
Ersparnis während der Betriebszeit	994 €	1.563 €
Bilanz nach Betrachtungszeitraum	504 €	873 €
Stromgestehungskosten pro kWh	16,3 ct	14,6 ct
Amortisationszeit	8 Jahre	7 Jahre
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	847 kg	1.332 kg

## Rechenbeispiel Annahmen:

Aufstellwinkel **90°**  
Ausrichtung Süd  
keine Verschattung

Wohnung 2 Pers  
Stromverbrauch 2500 kWh

Solarmodulleistung  
(DC) 350 Watt

Wechselrichterleistung  
350/700 Watt

Strombezugspreis  
33 ct pro kWh

Strompreissteigerung  
0 %

Betrachtungszeitraum  
15 Jahre

# Nutzen von steckerfertigen Photovoltaikanlagen

	1 Modul (350 W, 490 €)	2 Module (700 W, 690 €)
Stromerzeugung pro Jahr	321 kWh	643 kWh
Vermiedener Strombezug pro Jahr	248 kWh	373 kWh
Nutzungsgrad	77 %	58 %
Selbstversorgung	10 %	15 %
Jährliche Ersparnis	82 €	123 €
Ersparnis während der Betriebszeit	1.227 €	1.848 €
Bilanz nach Betrachtungszeitraum	737 €	1.158 €
Stromgestehungskosten pro kWh	13,2 ct	12,3 ct
Amortisationszeit	6 Jahre	6 Jahre
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	1.045 kg	1.575 kg

## Rechenbeispiel Annahmen:

Aufstellwinkel **60°**  
Ausrichtung Süd  
keine Verschattung

Wohnung 2 Pers  
Stromverbrauch 2500 kWh

Solarmodulleistung  
(DC) 350 Watt

Wechselrichterleistung  
350/700 Watt

Strombezugspreis  
33 ct pro kWh

Strompreissteigerung  
0 %

Betrachtungszeitraum  
15 Jahre

# Funktionsweise von steckerfertigen Photovoltaikanlagen

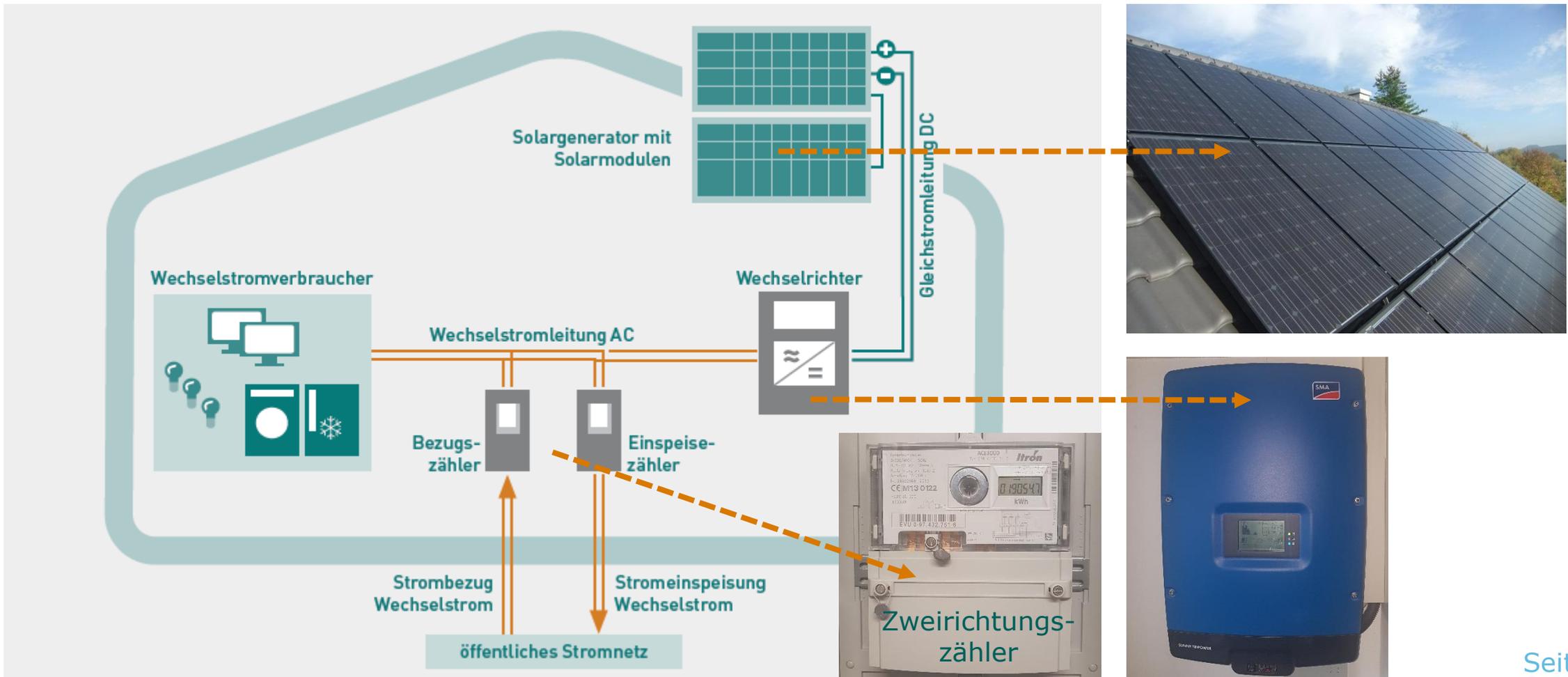
## Aktuelle und (ab 2024) geplante Voraussetzungen

- **Zustimmung vom Vermieter** bzw. Eigentümer(-in) bei Gemeinschaftseigentum ggf.
- **Anmeldung beim zuständigen Netzbetreiber erforderlich**
  - bis Gesamtleistung von 600 Watt können Eigentümer selbst die Anmeldung durchführen (ggf. formlos)
  - ab Gesamtleistung über 600 Watt ist eine Elektrofachkraft einzubinden

→ bis Gesamtleistung von 2000 Watt + max. Einspeiseleistung von 800 Watt nicht mehr erforderlich
- **Registrierung im Marktstammdatenregister** der Bundesnetzagentur durch Eigentümer oder Dritte
  - vereinfachte Anmeldung mit wenigen Angaben
- **spez. Energiesteckdose und Fachbetrieb erforderlich**
  - Anschluss mit gewöhnlichen Schuko Stecker durch Eigentümer zulässig (= Änderung Produktnorm DIN VDE V 0126-95 nötig)
- Ist noch ein älterer Stromzähler nach dem Ferraris-Prinzip (Einrichtungszähler ohne Rücklaufsperr), vorhanden, muss dieser gegen einen **Zweirichtungszähler** ausgetauscht werden!
  - alter Zähler kann bleiben und auch Rückwärts laufen bis neuer digitaler Zähler eingebaut wird

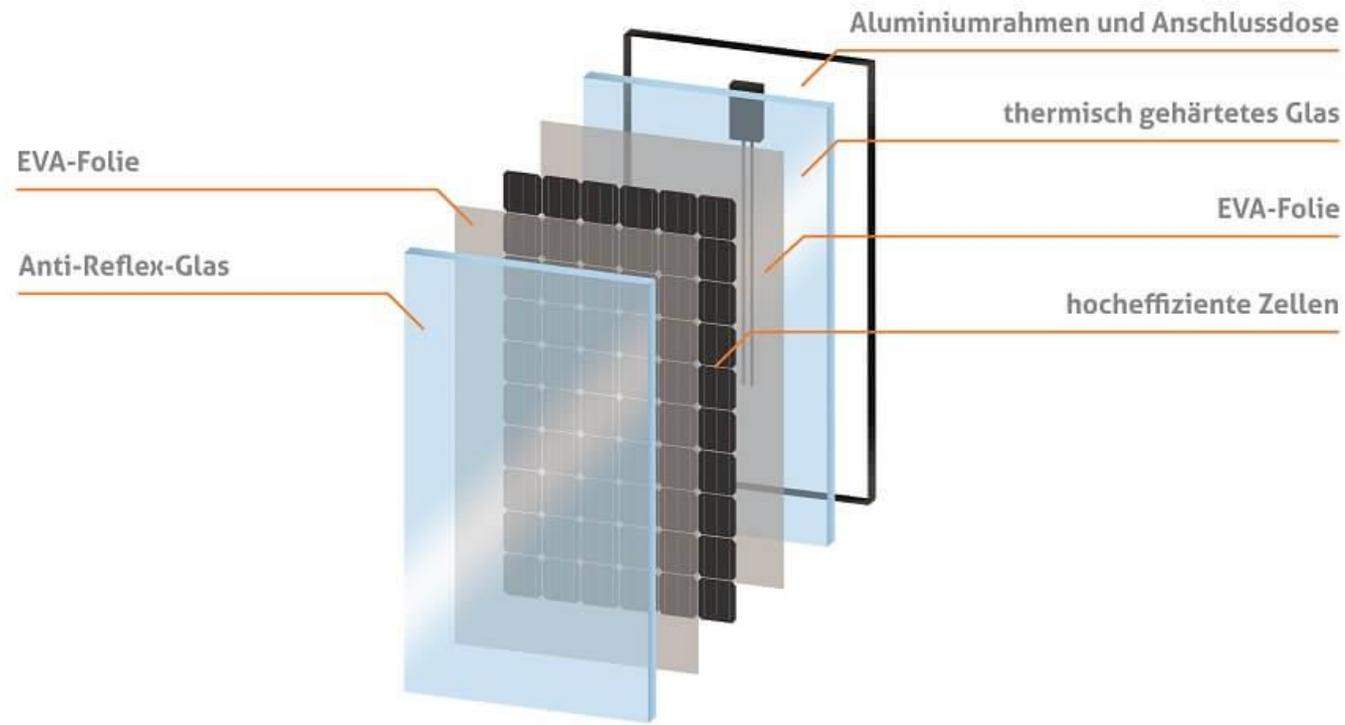
# Funktionsweise von Photovoltaikanlagen

## Aufbau einer netzgekoppelten PV-Anlage (ohne Stromspeicher)

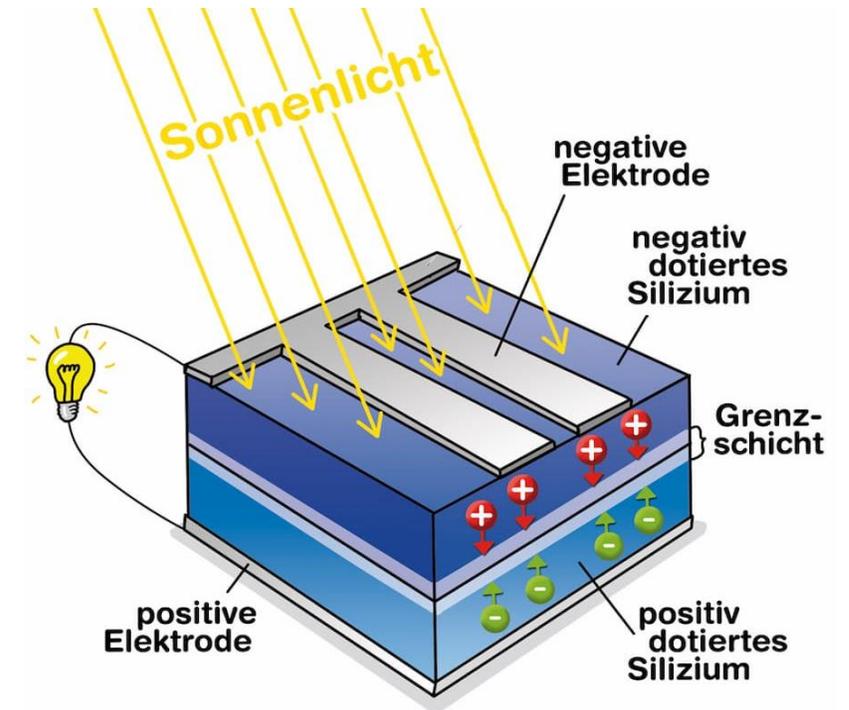


# Funktionsweise von Photovoltaikanlagen

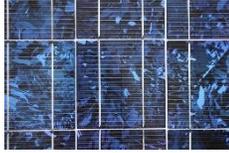
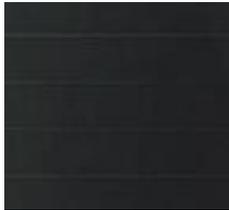
## Aufbau Glas-Glas-Modul



## Aufbau Solarzelle



# Funktionsweise von Photovoltaikanlagen

Modulart nach Zellart	Besonderheiten		Modul- Wirkungsgrad	Flächenbedarf für 1 kWp	Preis
Polykristallin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- preiswerte Fertigung</li> <li>- lang erprobte Technik</li> <li>- lange Lebensdauer</li> <li>- sehr geringe Störanfälligkeit</li> </ul>		17 – 21 %	6 – 7 m <sup>2</sup>	mittel
Monokristallin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hoher Wirkungsgrad</li> <li>- geringerer Flächenbedarf</li> <li>- unterschiedliche Farben möglich</li> <li>- lange Lebensdauer</li> <li>- sehr geringe Störanfälligkeit</li> </ul>		19 – 23 %	5 – 6 m <sup>2</sup>	mittel – hoch
Dünnschicht (CIS/CIGS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- preiswerte Fertigung</li> <li>- geringer Rohstoffbedarf</li> <li>- geringeres Gewicht</li> <li>- gute Erträge bei diffuser Strahlung und bei Hitzeinwirkungen</li> <li>- in variable Größen (CIGS) erhältlich</li> </ul>		16 – 18 %	6 – 8 m <sup>2</sup>	mittel

Eigenschaften von typischen Solarmodulen für verschiedene Solarzelltechnologien

# Begriffe und Einheiten

## Kilowattstunde (kWh)

Eine Kilowattstunde entspricht der Menge an Energie, die eine Maschine mit einer Leistung von einem Kilowatt (1 kW = 1.000 Watt) innerhalb einer Stunde produziert oder benötigt.

1 kWh = 1.000 Wh = 1 kW x 1 h = 2 kW x 0,5 h = 4 kW x 0,25 h

1 kWh = kostet 0,30 – 0,40 EUR (Privathaushalte und KMUs)

1 kWh = 10 h Glühlampe brennen mit 100 Watt

1 kWh = 100 h LED-Beleuchtung mit 10 Watt

1 kWh = 1 Stunde Staub saugen mit einem 1.000 Watt Staubsauger

1 kWh = 3x für 10 min Haare föhnen mit einem 2.000 Watt Föhn

1 kWh = 6 kg Wäsche mit der Waschmaschine waschen

1 kWh = 30 Liter Warmwasser von 30° C auf 37° C erwärmen

1 kWh = 1 Tag 180-Liter-Kühlschrank bei +5°C kühlen

# Begriffe und Einheiten

## Kilowatt-Peak (kWp)

Für die Beschreibung der Größe einer PV-Anlage wird die Einheit Kilowatt-Peak (kWp) verwendet. Diese setzt sich zusammen aus der Leistungseinheit Kilowatt (kW) und dem englischen Wort „peak“ für Spitze. Peak steht somit für Spitzenleistung von PV Modulen, die unter genormten Testbedingungen, den „Standard Test Conditions“ (STC) ermittelt werden. Für die Nennleistung eines PV-Moduls wird die kleinere Einheit Watt peak (Wp) verwendet.

1.000 Wp (Watt peak) = 1 kWp (Kilowatt peak)

**1 kWp = 950 bis 1050 kWh Stromerzeugung pro Jahr** (bei guter Ausrichtung)

# Leistung, Erträge und Lebensdauer von Photovoltaikmodulen

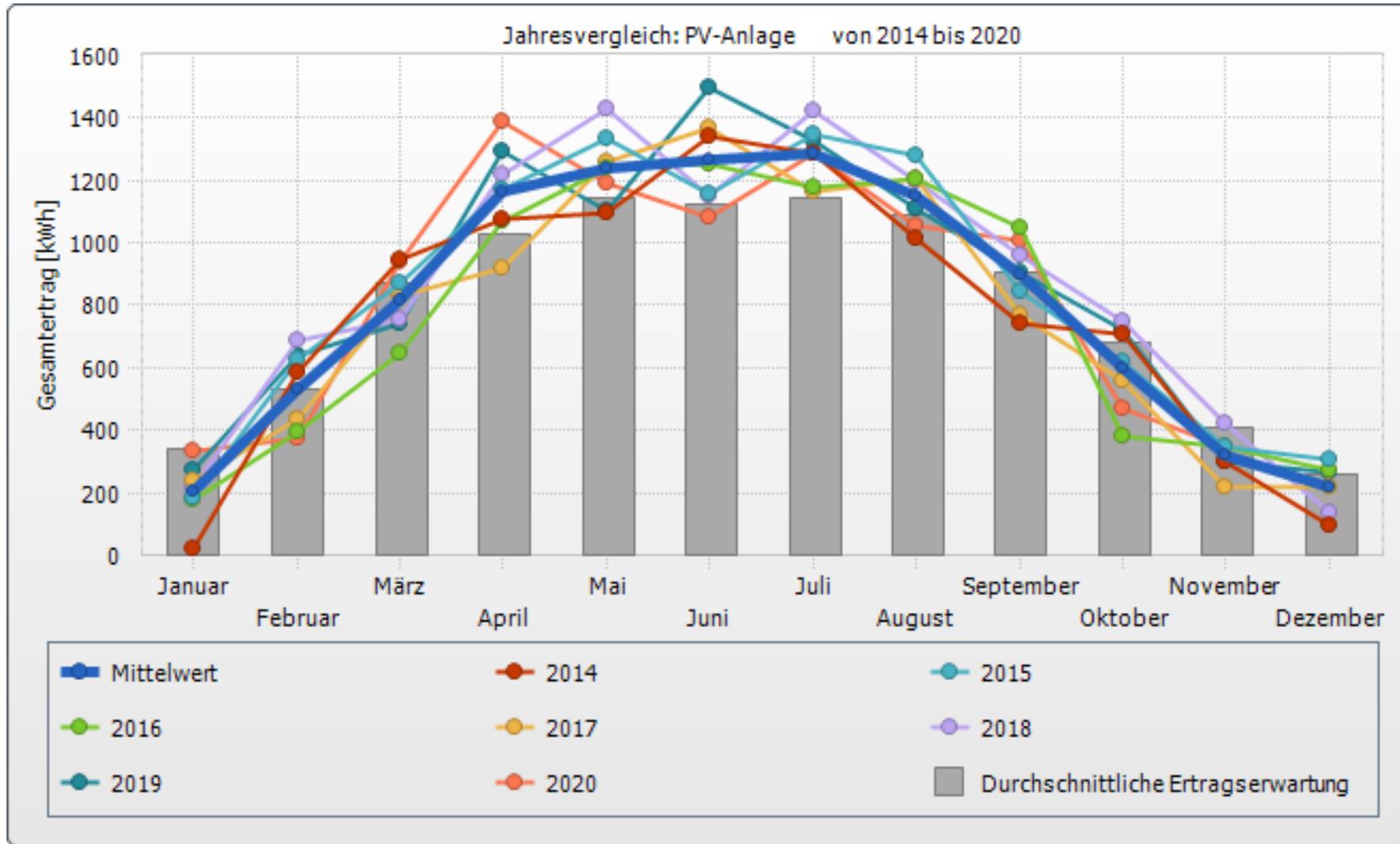
- **aktuelle Spitzenleistung 1 PV-Modul = ca. 350 bis 400 Wp** (Watt peak)
  - Größe Standard-Modul mit 60 Zellen = ca. 1,70 x 1,00 m = 1,70 m<sup>2</sup>
  - 1.000 Wp = 1 kWp (Kilowatt peak) = ca. 6,0 m<sup>2</sup> Modulfläche bzw. ca. 3 PV-Module
- **spezifische Solarstrom-Erträge = 950 bis 1050 kWh/kWp** (in Deutschland)
  - z.B. 50 m<sup>2</sup> Modulfläche = ca. 9.750 – 12.500 kWh Solarstrom-Ertrag im Jahr
  - z.B. 10 kWp (Leistung) = ca. 9.500 – 10.500 kWh Solarstrom-Ertrag im Jahr
- **Lebensdauer PV-Module = 25 bis 40 Jahre** (dt. Herstellergarantien ≥ 30 Jahre)

# Ausrichtung von Photovoltaikmodulen (Solargenerator)

Modulneigung in Grad	Modulabweichung von Süden in Grad																		
	Süd				Südwest Südost				West Ost				Nordwest Nordost				Nord		
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
0°	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
10°	93%	93%	93%	92%	92%	91%	90%	89%	88%	86%	85%	84%	83%	81%	81%	80%	79%	79%	79%
20°	97%	97%	97%	96%	95%	93%	91%	89%	87%	85%	82%	80%	77%	75%	73%	71%	70%	70%	70%
30°	100%	99%	99%	97%	96%	94%	91%	88%	85%	82%	79%	75%	72%	69%	66%	64%	62%	61%	61%
40°	100%	99%	99%	97%	95%	93%	90%	86%	83%	79%	75%	71%	67%	63%	59%	56%	54%	52%	52%
50°	98%	97%	96%	95%	93%	90%	87%	83%	79%	75%	70%	66%	61%	56%	52%	48%	45%	44%	43%
60°	94%	93%	92%	91%	88%	85%	82%	78%	74%	70%	65%	60%	55%	50%	46%	41%	38%	36%	35%
70°	88%	87%	86%	85%	82%	79%	76%	72%	68%	63%	58%	54%	49%	44%	39%	35%	32%	29%	28%
80°	80%	79%	78%	77%	75%	72%	68%	65%	61%	56%	51%	47%	42%	37%	33%	29%	26%	24%	23%
90°	69%	69%	69%	67%	65%	63%	60%	56%	53%	48%	44%	40%	35%	31%	27%	24%	21%	19%	18%

Tabelle 5: Übersicht prozentuale Ertragserwartung gegenüber optimaler Ausrichtung

# Erträge einer Photovoltaikdachanlage im Jahresverlauf



Aufdach-Anlage  
mit 9,54 kWp im  
Landkreis Sächs.  
Schweiz

39° Dachneigung

40° Süd-West

Monokristalline  
PV-Module

**Ertrag ca. 9.700  
kWh/a**

Quelle: SMA - Sunny Portal

# Erträge ermitteln z.B. unter <https://solarkataster-sachsen.de/>



Wonach suchen Sie?



Über uns

Kontakt

Stellenangebote



Beratung

Netzwerke

Tools

Veranstaltungen

Infothek

27.04.2022, Dresden

## Solarkataster Sachsen geht online - Infos zu Eignung und Ertrag der Flächen

**Dachflächen Anlagen**

Das gewählte Gebäude hat folgende geeignete Dachflächen:

Ausrichtung	geeignete Modulfläche (m <sup>2</sup> )	nutzbare Einstrahlung (kWh/m <sup>2</sup> /Jahr)	max. Leistung (kWp)	potenzieller Stromertrag (kWh/Jahr)
<input type="checkbox"/> Nord	28	764	1,6	1.108
<input checked="" type="checkbox"/> Süd	66	1.235	9,9	9.825
<b>Gesamt</b>	<b>94</b>	<b>921</b>	<b>11,5</b>	<b>10.933</b>

weitere Gebäude hinzunehmen

Setzen Sie Haken in die Kästen vor den Dachflächen, die in die detaillierte Ertragsberechnung einfließen sollen. Starten Sie dann den Ertragsrechner.

**Ertragsrechner starten**

News: Ab heute gibt es flächendeckend für den gesamten Freistaat Sachsen ein kostenfreies sogenanntes Solarkataster. Darin enthalten sind Daten für die Eignung von Dach- oder Freiflächen zur Erzeugung von Elektroenergie aus Sonnenlicht (Photovoltaikstrom) und ein Onlinerechner zum Ertrag.

Über eine einfache Kartenanwendung im neuen Informationsportal unter <https://solarkataster-sachsen.de> können Sie sich Dachflächen von Häusern oder andere Flächen anschauen und erhalten eine Einschätzung zu Eignung und Ertrag der jeweiligen Fläche. Darüber hinaus werden auch die Gebietskulissen für PV-Freiflächenanlagen, die nach dem EEG vergütungsfähig bzw. in Verbindung mit der Verordnung der Sächsischen Staatsregierung über Gebote für Photovoltaik-Freiflächenanlagen in benachteiligten Gebieten (PVFVO) vergütungsfähig

sind, dargestellt. Mithilfe eines im Portal integrierten Rechenmoduls ist es möglich, belastbare Informationen über die zu erwartenden energetischen und finanziellen Erträge einer möglichen Photovoltaikanlage zu berechnen. Auch können Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge oder Stromspeicher in die Berechnung einbezogen werden. Die Rechenmodule sind mit Hintergrundinformationen und Planungstipps (bspw. zur Nutzung von Batterien) hinterlegt. Ein 10-Schritte-Plan zur eigenen Solaranlage beschreibt Schritt für Schritt, was dafür zu tun ist.

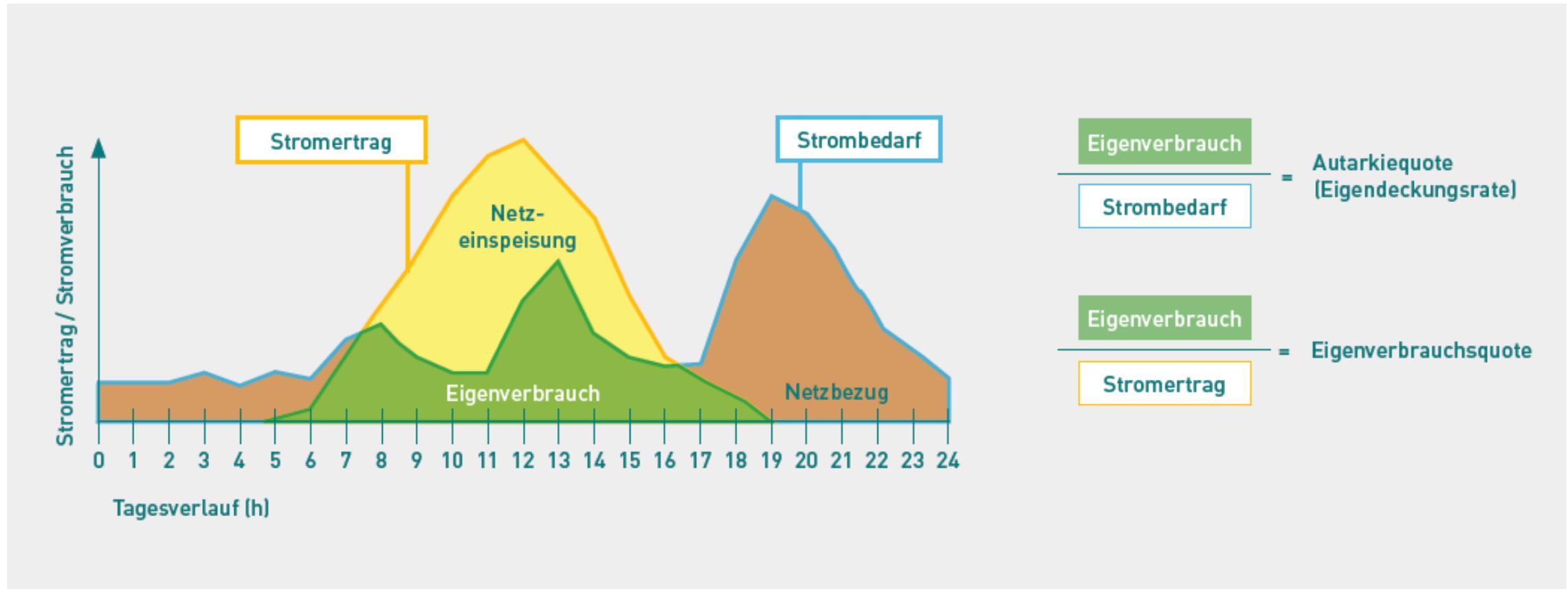


Beratertelefon:

0351-4910-3179

» [Alle Beratungsangebote](#)

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs



Tagesverlauf Solarstromerzeugung und -Nutzung /  
Unterschied Autarkie- und Eigenverbrauchsquote

## Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Manuelle oder automatische Steuerung von elektrischen Verbrauchern
- Einsatz von stationären Solarstromspeichersystemen
- Kombination mit mobilen Stromspeicher z.B. Elektroauto
- Kombination mit größeren Stromverbrauchern mit:
  - Wärmepumpenheizung
  - Warmwasserbereitung
  - Elektroheizung
  - Klimageräten

## Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- **Manuelle Steuerung** von elektrischen Verbrauchern
  - Anlagenbetreiber schaltet Geräte manuell am Tag an = je nach Solarertrag
  - Zeitschaltuhren und funksteuerbare Steckdosen können dabei unterstützen
  - Erhöhung des Eigenverbrauchs jedoch begrenzt = abhängig vom Betreiber



# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- **Automatische Steuerung** von elektrischen Verbrauchern
  - möglich durch Energiemanagementsystem (EMS) und steuerbare elektr. Verbraucher
  - Ansteuerung der Verbraucher über Funk- oder direkte Datenverbindung möglich
  - Verbraucher „laufen“ automatisch je nach Solarertrag oder Wetterprognose
  - Visualisierung aller Energieverbräuche über Webportale auf alle Mobilgeräte



[www.sma-sunny.com](http://www.sma-sunny.com)



[www.solarwatt.de](http://www.solarwatt.de)

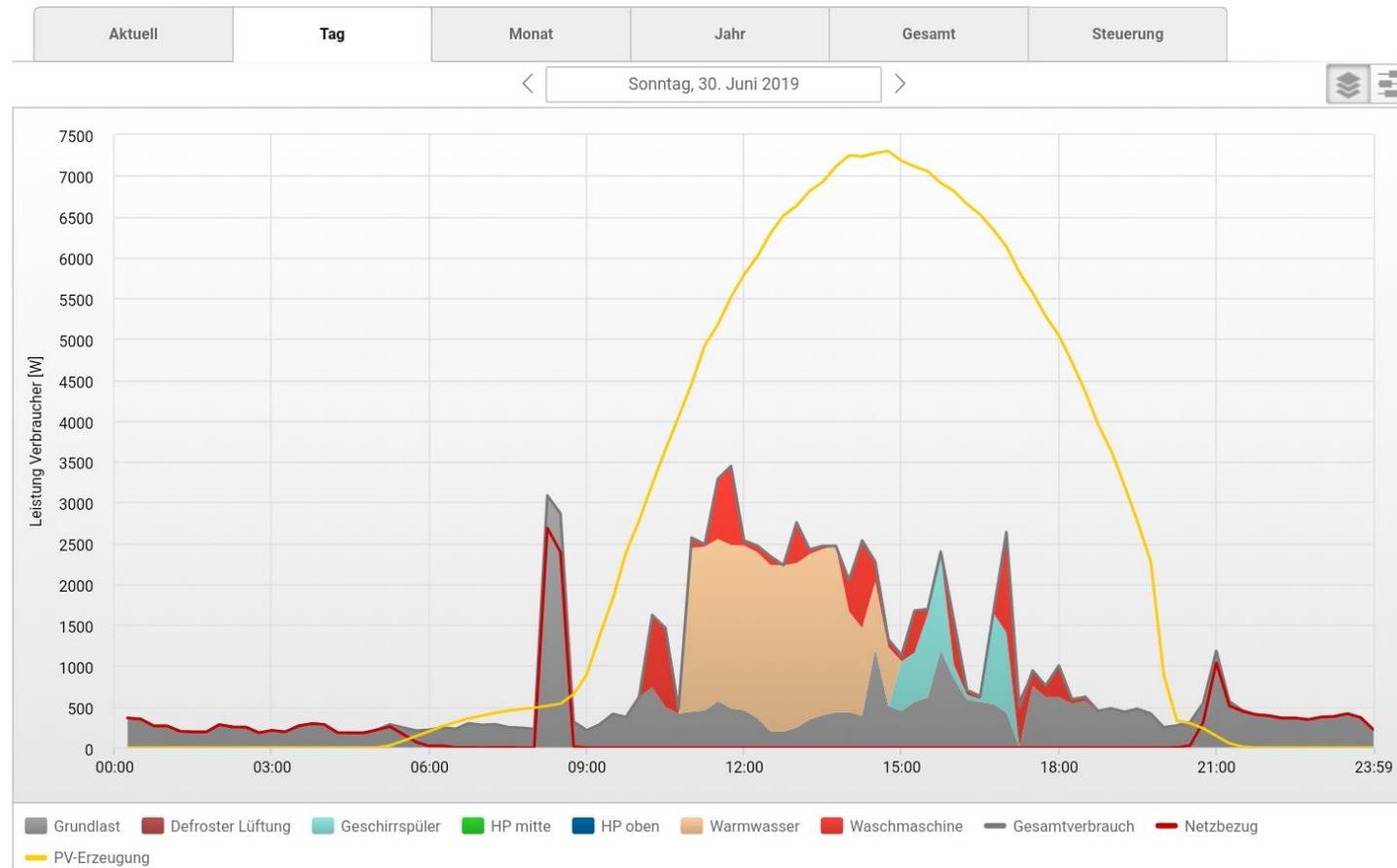


[www.solar-log.com](http://www.solar-log.com)

Weitere EMS z.B. von: Fronius, GridSense, Smartfox Pro, shineHub (Aufzählung nicht vollständig)

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

## ■ Automatische Steuerung von elektrischen Verbrauchern - Beispiel

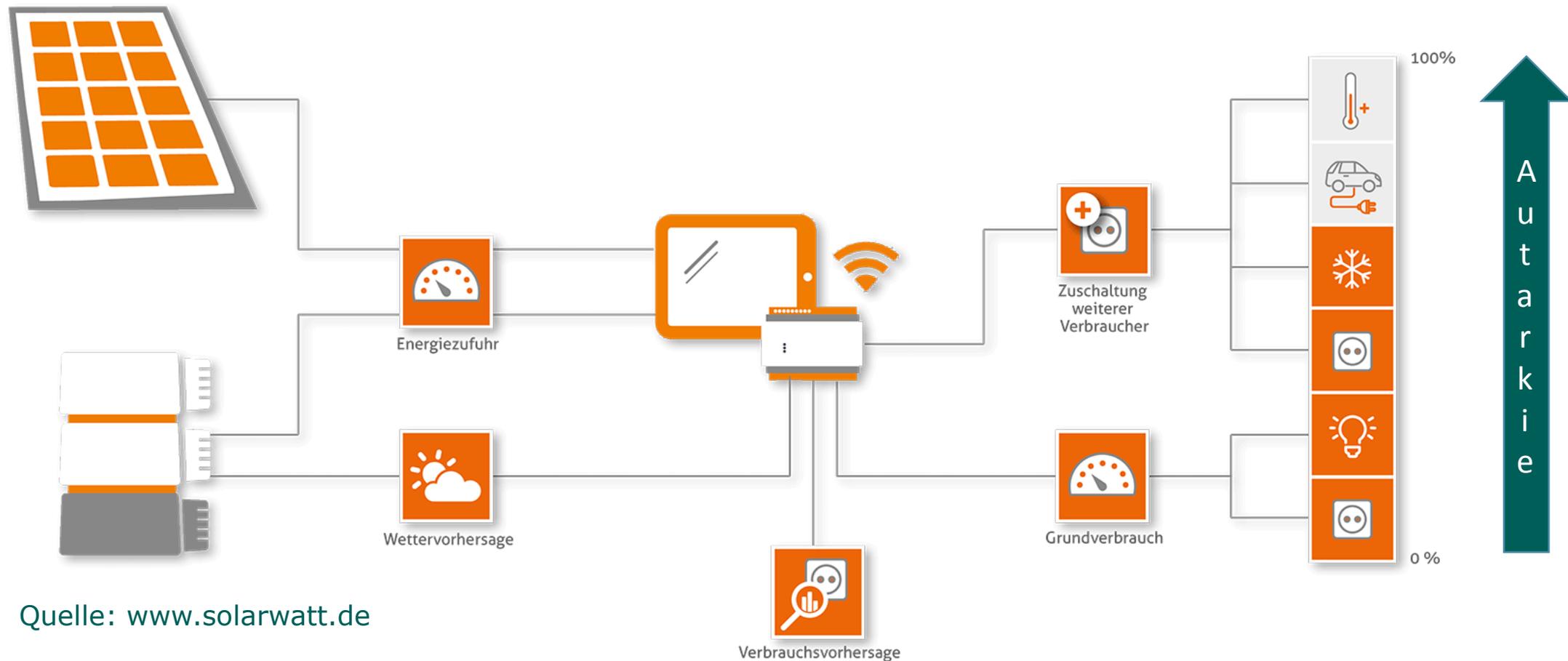


- So. 30.06.2020
- 4-Personenhaushalt
- alle größeren elektrische Verbraucher werden automatisch und manuell tagsüber betrieben

Quelle: SMA - Sunny Portal

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Stromeigenverbrauchs

Energiemanagementsystem (EMS) = „intelligente“ Energiesteuerung



Quelle: [www.solarwatt.de](http://www.solarwatt.de)

## Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Einsatz von **stationären** Solarstromspeichersystemen
  - ermöglichen eine Zwischenspeicherung von Solarstrom und Ersatzstromfunktion
  - benötigt für optimale Nutzung ein Energie- und Batteriemanagement
  - bei richtiger Dimensionierung und Betriebseinstellung hoher Eigenverbrauch möglich



Quelle: [www.kostal-solar-electric.com](http://www.kostal-solar-electric.com)



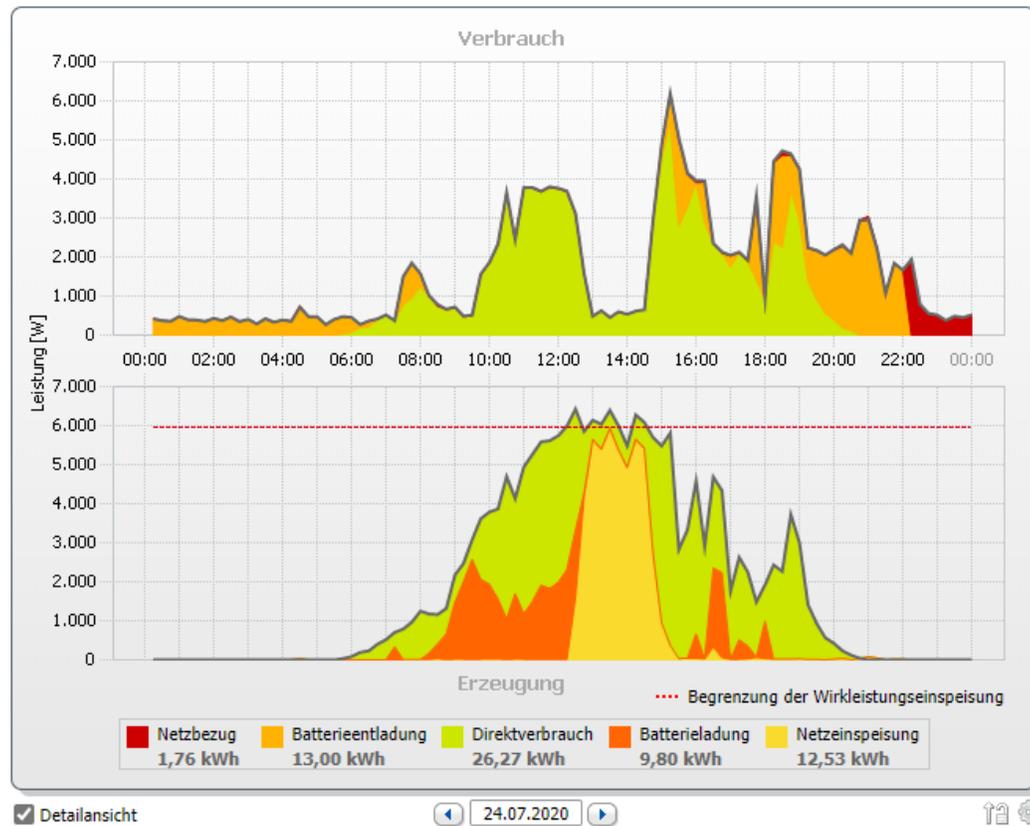
Quelle: [www.sma.de](http://www.sma.de)  
[www.photovoltaik4all.de](http://www.photovoltaik4all.de)



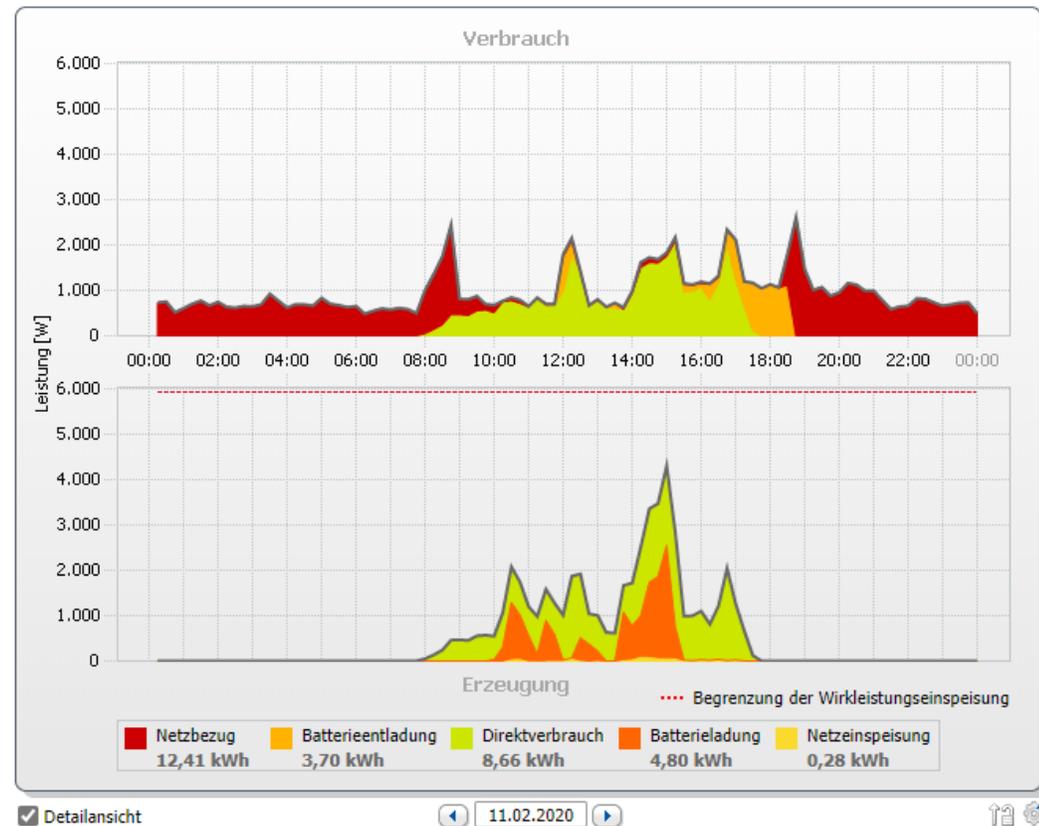
Quelle: [www.solarwatt.de](http://www.solarwatt.de)

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Überwachung von stationären Solarstromspeichersystemen



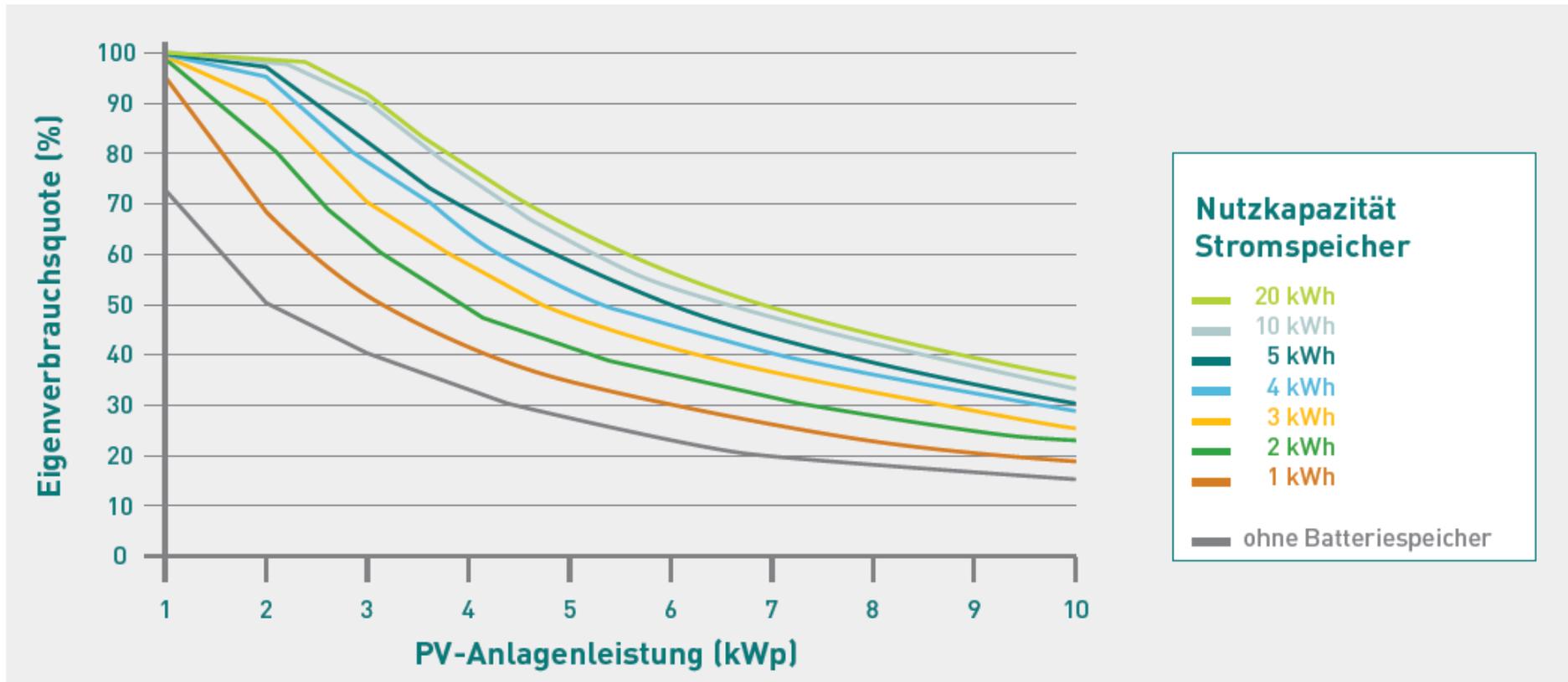
Stromspeichernutzung an einem Sommertag  
Quellen: SMA – Sunny Portal



Stromspeichernutzung an einem Wintertag

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Auslegung von **stationären** Solarstromspeichersystemen



Faustformel bis  
10 kWp PV-  
Anlage:

1 kWp PV-  
Leistung  
= ca. 1 kWh  
Speicher-  
kapazität

**Mögliche Eigenverbrauchsquoten** in Abhängigkeit der Speicher- und PV-Anlagengröße  
Bspl: Stromverbrauch 4.000 kWh/a (1 kWp PV-Anlagenleistung ca. 6 m<sup>2</sup> PV-Modulfläche)

## Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Kombination mit **mobilen Stromspeicher** = z.B. Elektroauto
  - ermöglicht eine Zwischenspeicherung von überschüssigen Solarstrom
  - benötigt ein Energie- und Lademanagement für eine optimale Nutzung
  - mit intelligenten Lademanagementsystem hoher Eigenverbrauch möglich



Quelle: [www.saena.de](http://www.saena.de)



Quelle: [www.solarwatt.de](http://www.solarwatt.de)



Quelle: Elektrobildungs- und Technologiezentrum e. V. (EBZ)

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Kombination mit **Wärmepumpenheizung**
  - 30 - 50 % Deckung des Strombedarfs der Wärmepumpe in Neubauten möglich
    - abhängig u.a. von Heizlast, Heiztemperatur, Größe und Art des PV-Systems
  - WP mit dynamischer Leistungsregelung und intelligente Steuerung optimal
  - manuelle oder automatische Steuerung (Energiemanagement) möglich



PV-Anlage + Luft-Wasser-WP



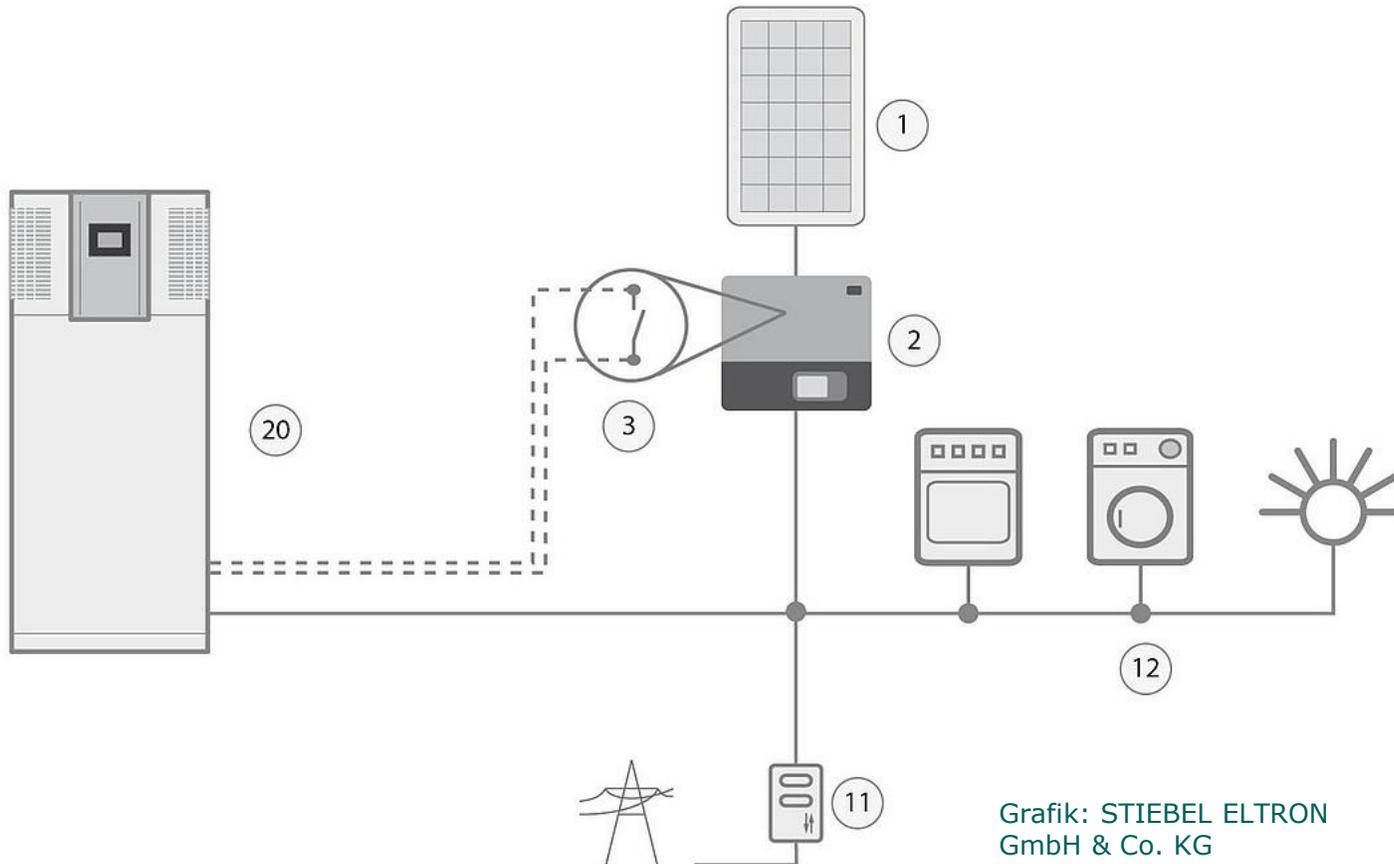
Weitere Informationen:  
**Leitfaden Wärmepumpe -  
Kombination von Wärmepumpe und  
Photovoltaik**

[www.energieagentur.nrw](http://www.energieagentur.nrw)

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Kombination mit **Wärmepumpenheizung**

Beispiel einfache **Relais-Schaltung nach Leistung**



Grafik: STIEBEL ELTRON  
GmbH & Co. KG

Weitere Informationen:  
<https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/photovoltaik/eigenverbrauch/photovoltaik-waermepumpe>

## Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Kombination mit **Warmwasserbereitung bzw. Wärmespeicher**
  - 60 - 75 % Deckung des Warmwasserbedarfs bei EFH mit 4 Pers. möglich
    - abhängig u.a. TWW-Bedarf und Temperatur, Größe und Art des PV-Systems
  - möglich z.B. über TWW-Wärmepumpe, elektr. Ladestation, elektr. Heizstab



Warmwasser-Wärmepumpe  
[www.stiebel-eltron.de](http://www.stiebel-eltron.de)



2 kW-Ladestation  
+ 200 l WW-Speicher



2 kW-Heizstab  
nicht regelbar

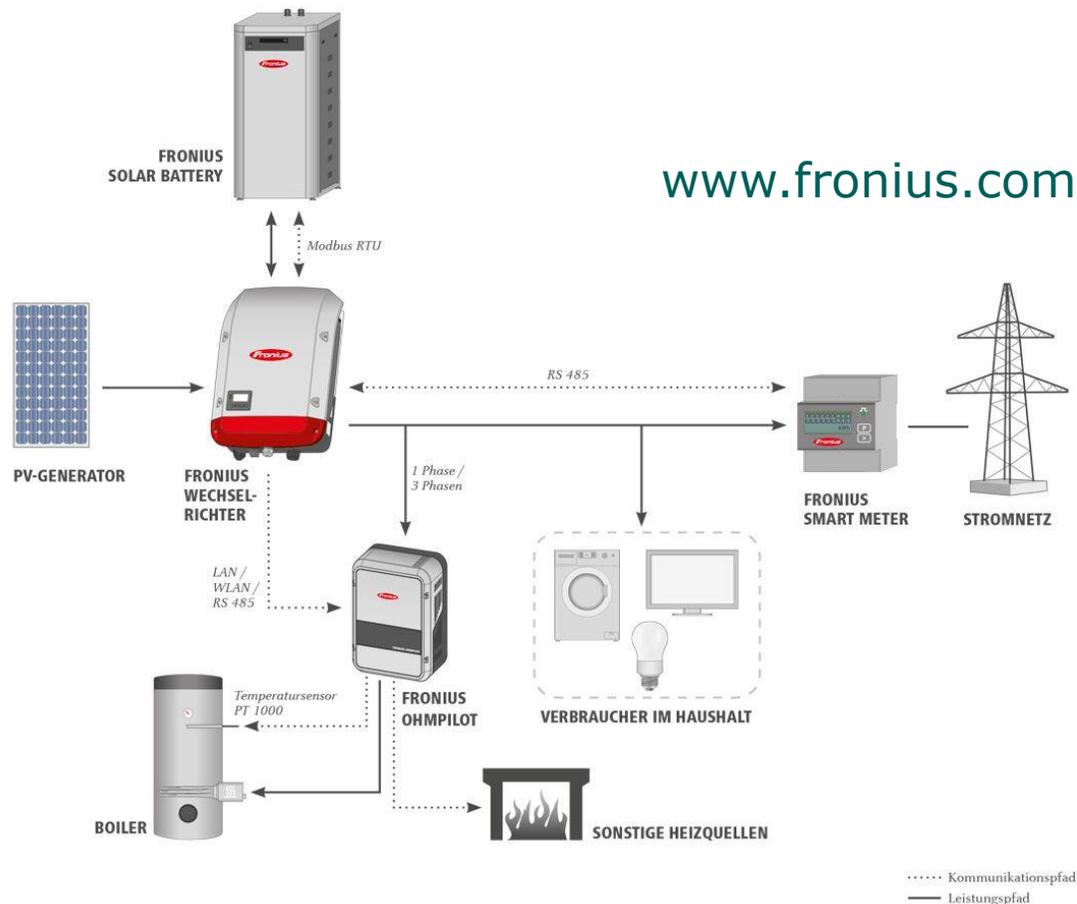


Regelbarer Heizstab  
0 - 3,5 kW (Smart Heater)  
mit Energy Manager  
[www.tq-group.com](http://www.tq-group.com)

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Kombination mit Warmwasserbereitung bzw. Wärmespeicher

## KONFIGURATIONSSCHEMA



**ATON**  
POWER TO HEAT

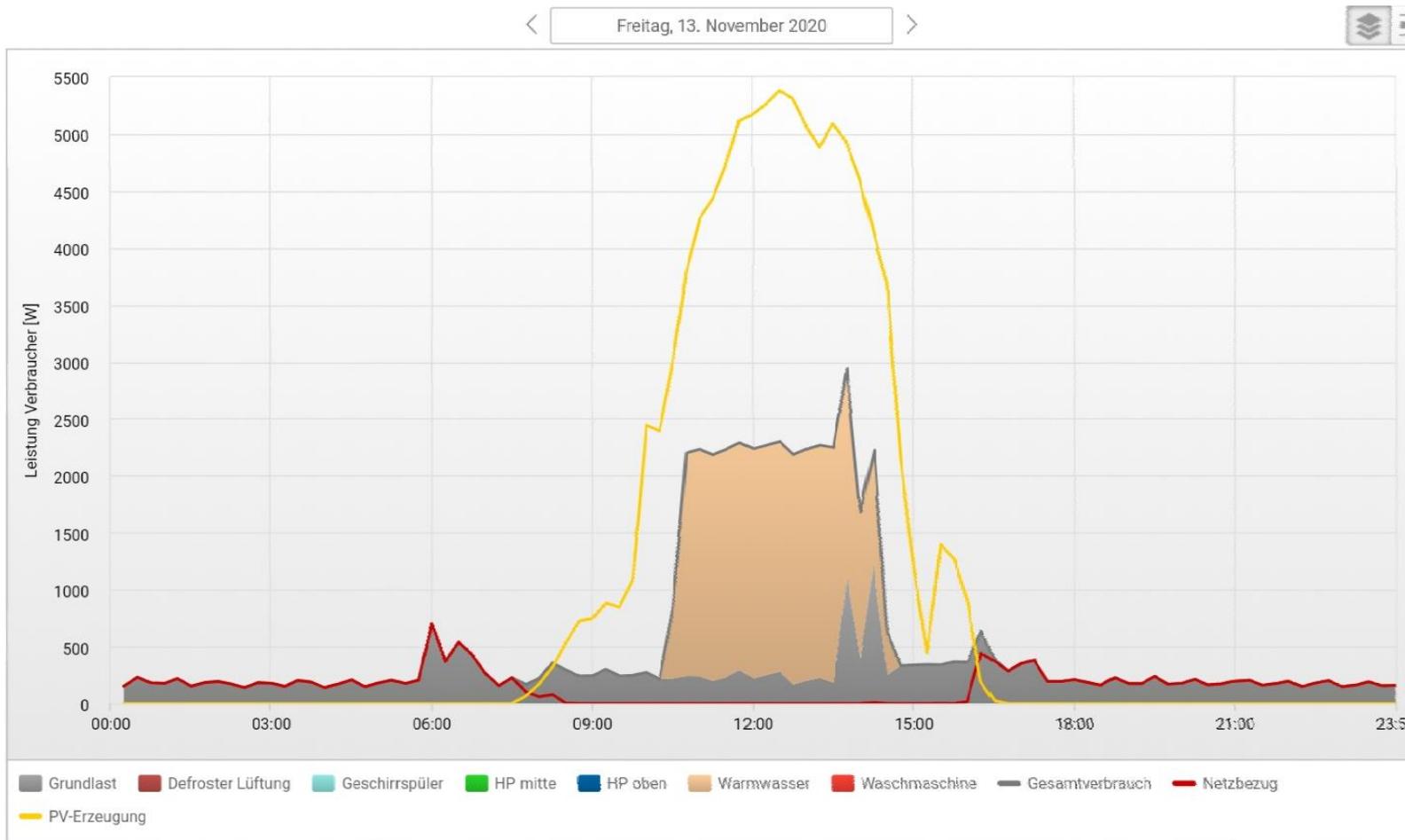
Die einfache  
**All-in-one Lösung**  
zur Nutzung von  
**PV Überschuss**

3 kW Heizstab  
Stromzähler

[www.ta.co.at/aton/](http://www.ta.co.at/aton/)

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

## ■ Kombination mit Warmwasserbereitung - Beispiel



- Fr. 13.11.2020
- 4-Personenhaushalt
- Warmwasserbereitung 100 % über PV-Strom
- $2 \text{ kW} \times 4 \text{ h} = 8 \text{ kWh}$

## Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Kombination mit **Elektroheizung** in gut gedämmten Gebäuden
  - 10 - 30 % Deckung des Wärmebedarfs in effizienten Neubauten möglich
    - abhängig u.a. vom Wärmebedarf, Heiztemperatur, Größe und Art des PV-Systems
  - möglich z.B. über Infrarot- oder elektr. Heizkörper, elektr. Fußbodenheizung



Infrarot-Deckenheizpaneel  
[www.candor-gmbh.de](http://www.candor-gmbh.de)



elektr. Fußbodenheizung  
[www.123heizmatte.de](http://www.123heizmatte.de)

# Möglichkeiten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Kombination mit **Klimageräten**

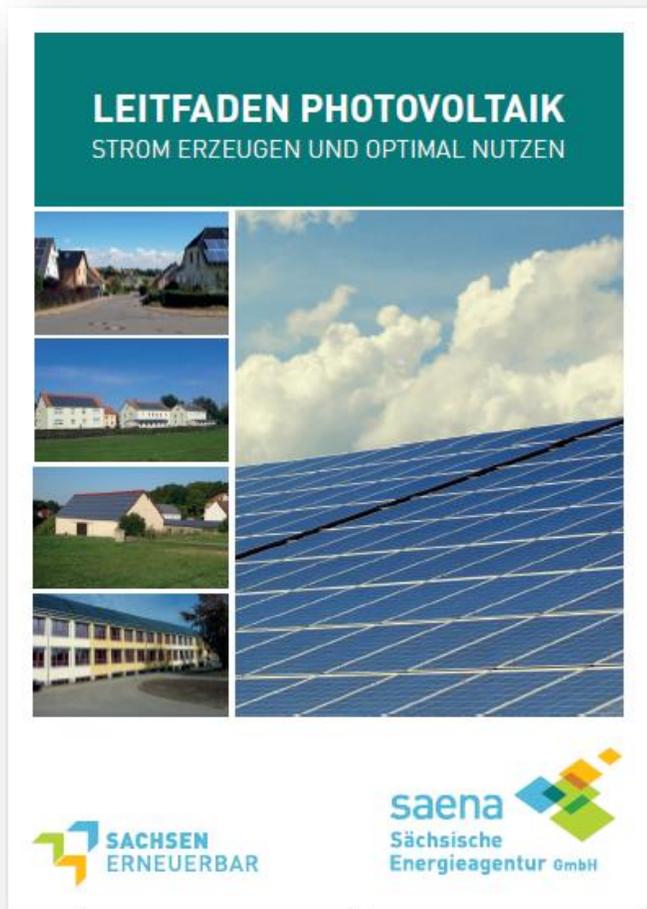
- ideale Kombination da der Tages-Kühlbedarf zum solaren Tages-Ertrag passt
- Leistung des Klimagerätes bzw. Geräte sollte zur Leistung der PV-Anlage passen
- mit dynamischer Leistungsreglung und automatische Steuerung optimal



Klimaanlage mit Außen- und Inneneinheit  
Quelle: Ingenieurbüro Dick, Leipzig

# Hinweise zur Planung, Errichtung und Betrieb

→ Siehe „Leitfaden Photovoltaik“



Broschüre gibt Informationen und Hinweise für die **Planung, Installation und den Betrieb von Photovoltaikanlagen** und zeigt Möglichkeiten zur **Erhöhung des Stromeigenverbrauchs und Praxisbeispiele** auf.

**Kostenfrei download- und bestellbar**  
unter [www.saena.de/broschüren](http://www.saena.de/broschüren)

# Hinweise zur Planung, Errichtung und Betrieb → Siehe „Leitfaden Photovoltaik“



Abbildung 45: Fertige Indach-Anlage mit Glas-Glas-Modulen



Abbildung 23: Verlegung von Solarkabeln in Schutzrohren



Abbildungen 30/31: Befestigungssysteme mit Montageschienen (einlagig) und Dachhaken auf Blechziegeln

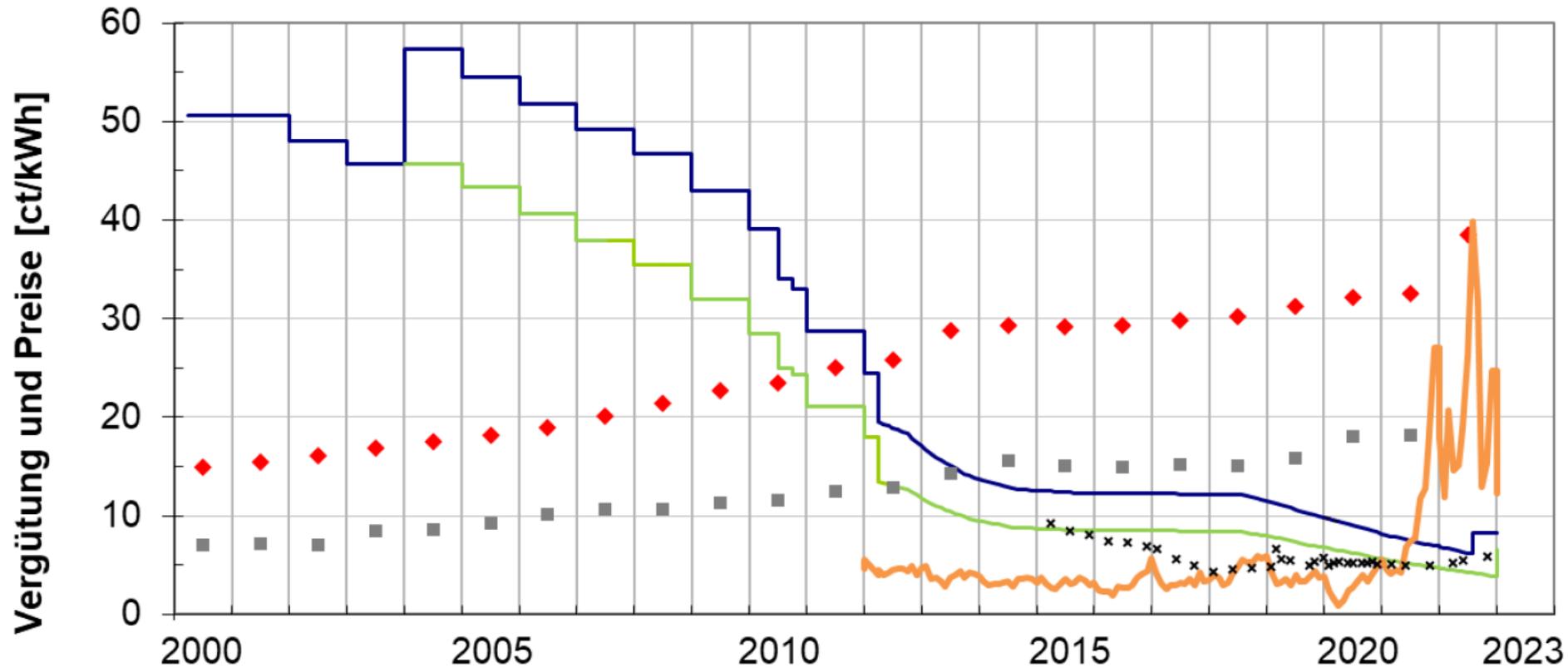


Abbildung 47: Solardachziegel in Dachschieferoptik



Abbildung 35: Anschluss Potentialausgleich am Befestigungssystem

# Förderung Photovoltaik



Quelle: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fraunhofer ISE, Fassung vom 01. März 2023  
 Download: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>

# Förderung Photovoltaik

- EEG-Einspeisevergütung – feste Einspeisevergütung für 20 Jahre für Teileinspeisung, Volleinspeisung und Mieterstrom

Vergütungssätze in Cent/kWh - Feste Einspeisevergütung:				
Inbetriebnahme	Wohngebäude, Lärmschutzwände und Gebäude (§ 48 Abs. 2 EEG)			Sonstige Anlagen (§ 48 Abs. 1 EEG)
	bis 10 kW	bis 40 kW	bis 100 kW	bis 100 kW
ab 01.01.2023 bis 31.01.2024 <sup>5</sup>				
Teileinspeisung (gerundet)	8,20	7,10	5,80	6,60
Volleinspeisung (gerundet) <sup>3</sup>	13,00	10,90	10,90	6,60

3) Erhöhung der anzulegenden Werte bei Volleinspeisung (§ 100 Abs. 14 S. 2 EEG 2021) abzgl. 0,4 Cent/kWh nach § 53 Abs. 1 EEG 2021

Quelle: Bundesnetzagentur, EEG-Registerdaten und -Fördersätze, Tabelle Anzulegende Werte für Solaranlagen [Bundesnetzagentur - Veröffentlichung von EEG-Registerdaten](#)

- ab 1. Januar 2023 keine Umsatzsteuer (Nullsteuersatz)
- Sächsische Förderrichtlinie Erneuerbare Energien und Speicher (FRL EEuS/2023) vom 22. Juni 2023 (keine EEG-Einspeisevergütung)

# Sächsische Förderrichtlinie Erneuerbare Energien und Speicher - FRL EEuS/2023 vom 22. Juni 2023

## Programmteil A) – Zuschüsse für Darlehen für Anlagen zur Produktion von Energie aus erneuerbaren Quellen und Speicher (= Tilgungszuschuss zu einem Investitionsdarlehen)

- Errichtung oder Erweiterung von Photovoltaikanlagen > 30 kWp - 1 MWp
- Einbau, Ersatz oder Erweiterung dezentraler, mit dem öffentlichen Stromnetz dauerhaft gekoppelter, wieder aufladbarer ortsfester Speicher für elektrische Energie für Photovoltaikanlagen > 30 kWp
- Einbau von elektrisch betriebenen Geothermie-Wärmepumpen in Neubauten, die mehr als 50 Prozent der Raumheizung/-kühlung oder Warmwasserbereitung und Raumheizung/-kühlung dienen
- Einbau oder Erweiterung von Wärme-/Kältespeichern in Neubauten, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden

[REVOSax Landesrecht Sachsen - Förderrichtlinie Erneuerbare Energien und Speicher – FRL EEuS/2023](#)

**Noch keine Antragstellung möglich!**

# Sächsische Förderrichtlinie Erneuerbare Energien und Speicher - FRL EEuS/2023 vom 22. Juni 2023

## Programmteil B) – Zuschüsse für steckerfertige Photovoltaikanlagen (= Zuschuss 300 Euro je Stecker-PV-Anlage)

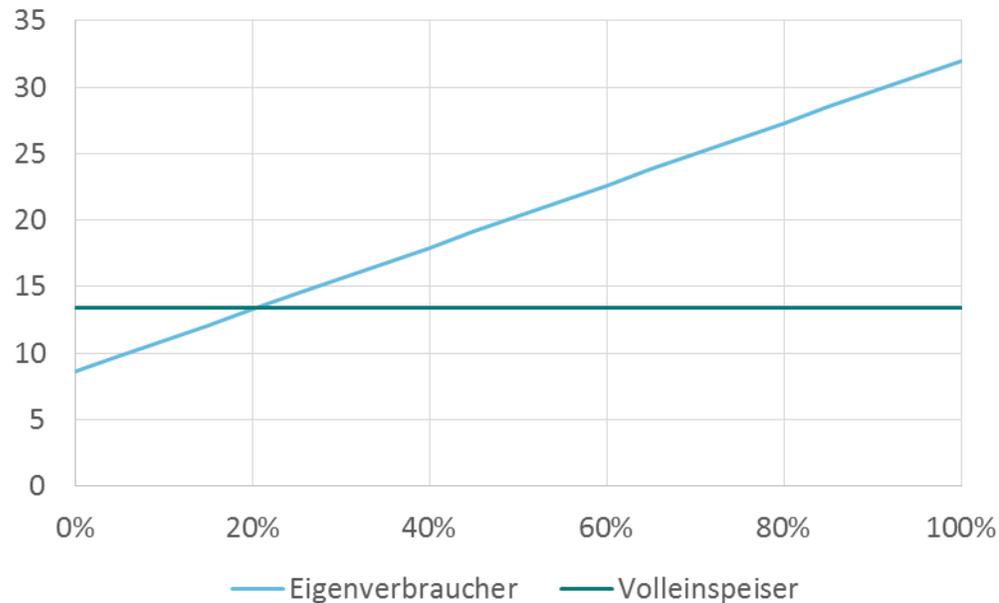
- Begünstigte sind natürliche Personen mit Erstwohnsitz und deren Wohneinheit im Freistaat Sachsen
- Stecker-PV-Anlagen mit einer Mindestleistung von 300 Wp (Leistung der PV-Module).
- Die Ausgangsleistung des Wechselrichters darf zum Zeitpunkt des Vorhabenbeginns die jeweils gültige Obergrenze der technischen Norm VDE-AR-N 4105 nicht überschreiten = aktuell max. 600 Watt
- Je antragstellender Person, je Stecker-PV-Anlage und je Wohneinheit ist nur ein Antrag auf zulässig
- Zuwendungsfähig sind ausschließlich Neuanschaffungen
- ...

Alle Infos unter: [Balkonkraftwerke \(Stecker-PV-Anlagen\) - sab.sachsen.de](https://sab.sachsen.de/Balkonkraftwerke_(Stecker-PV-Anlagen))

**Antragstellung ab 29.08.2023 möglich!**

# Überschussstrom vs. Volleinspeiser

Eigenverbraucher vs. Volleinspeiser in ct/kWh



Optimum hängt ab von Eigenverbrauchsquote, den beidem konkurrierenden Vergütungssätzen und dem Strombezugspreis.

Beispiel hier: 10kWp Anlage, 32ct/kWh  
Strombezugspreis → Volleinspeisung bis 20,5%  
Eigenverbrauch wirtschaftlicher.

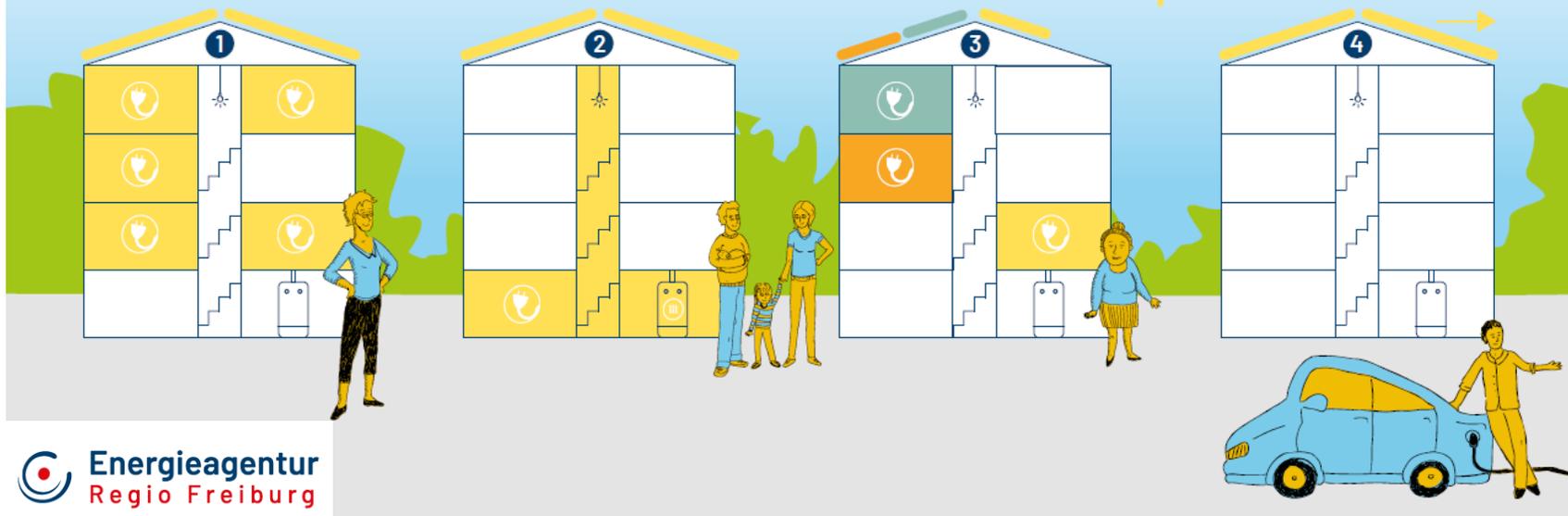
- Zwei Einspeisetypen auf einem Dach sind möglich, aber zwei Zähler erforderlich. „Anlagenzusammenfassung“
- Ein Wechsel zwischen den „Einspeisemodi“ ist jeweils zu Beginn eines Kalenderjahres neu möglich.

# Mieterstrom für Mehrfamilienhäuser

## Betriebskonzepte für Photovoltaik auf Mehrfamilienhäusern

(Stand: Januar 2023)

Mit  
Anleitungen



Energieagentur  
Regio Freiburg

Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) Landesverband Franken e.V. stellt für eine Gebühr **Musterverträge** für verschiedene „PV-Mietmodelle“ zur Verfügung und erklärt diese auch. Ein ausführliches Handbuch mit Musterverträgen und Erklärungen sind im Paket „PV-Strom im Mietshaus“ erhältlich.

Gute Informationen z.B. unter: [PV-Stromlieferung - Energieagentur Regio Freiburg \(energieagentur-regio-freiburg.eu\)](https://www.energieagentur-regio-freiburg.eu) u.a. Leitfaden und in diesem Muster für die erste Beschlussfassung Eigentümerversammlung

# Mieterstrom – EEG-Vergütung

Anzulegende Werte für den Mieterstromzuschlag in Cent/kWh			
Inbetriebnahme	Mieterstromzuschlag (§ 48a EEG 2023)		
	bis 10 kW	bis 40 kW	bis 1 MW
Degression <sup>2</sup>	1,8%		
ab 01.01.2023 bis 31.01.2024 <sup>3</sup>	2,6692	2,4791	1,6692
Rundung	2,67	2,48	1,67

3) Festlegung der anzulegenden Werte in der EEG-Novelle vom 28.07.2022 (§ 48 EEG 2023) abzgl. 0,4 Cent/kWh nach § 53 Abs. 1 EEG 2021

Quelle: Bundesnetzagentur, EEG-Registerdaten und –Fördersätze, Tabelle Anzulegende Werte für Solaranlagen [Bundesnetzagentur - Veröffentlichung von EEG-Registerdaten](#)

# Kosten von Photovoltaikanlagen

**2023 Kosten Aufdach-PV-Anlagen**

1.700 – 2.200 €/kWp (brutto)

**2023 Kosten Lithium-Stromspeicher**

800 – 1.200 €/kWh (brutto)

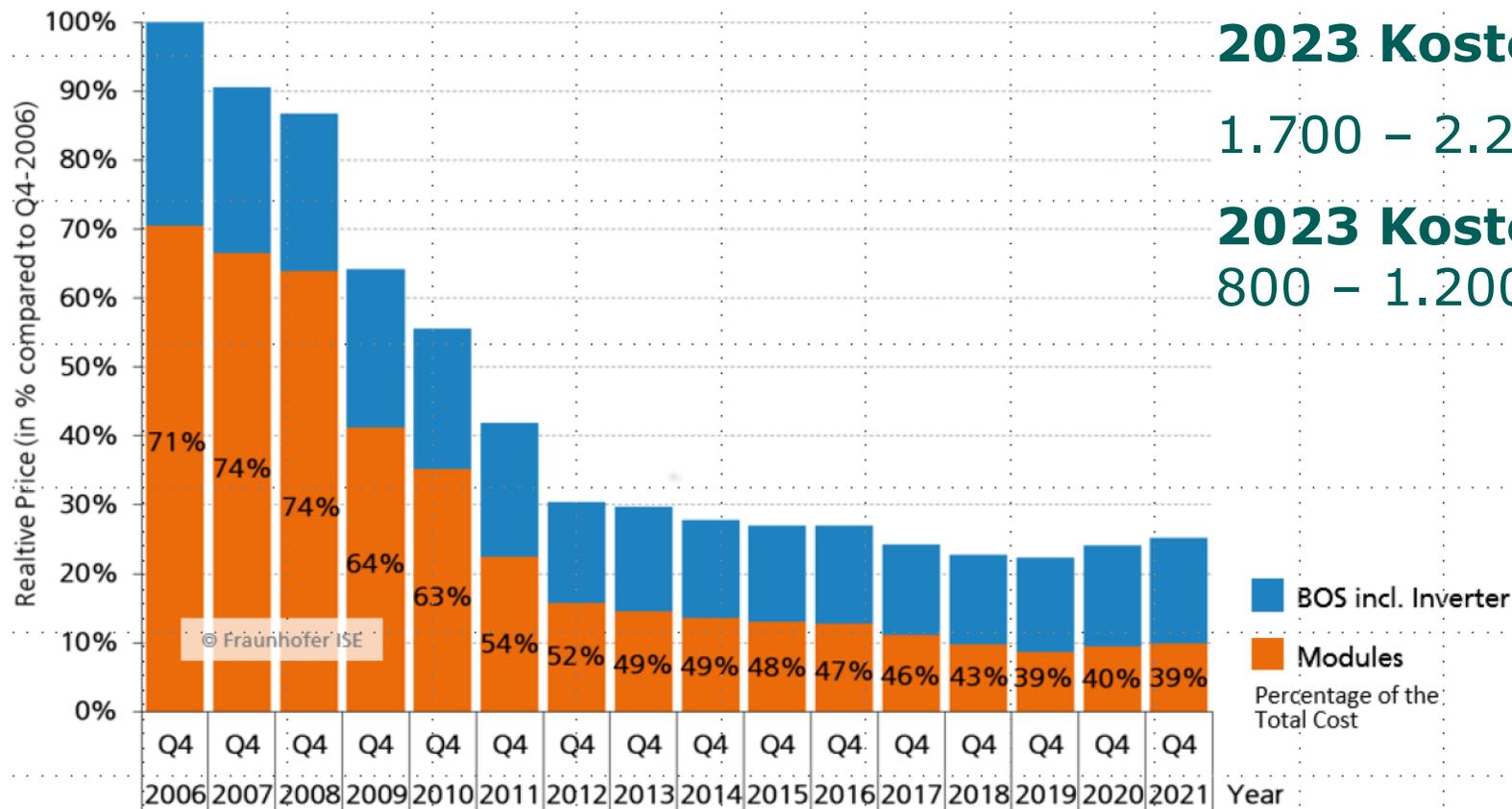


Abbildung 5: Entwicklung des durchschnittlichen Endkundenpreises (Systempreis, netto) für fertig installierte Aufdachanlagen von 10 – 100 kW<sub>p</sub> [ISE5], Daten BSW-Solar.

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf 20 Jahre

## – Rechenbeispiel 10 kWp PV-Dachanlage (ohne Stromspeicher) auf Wohngebäude

Stromverbrauch	6.000 kWh/a
Installierte Leistung	10,0 kW <sub>peak</sub>
Stromertrag	10.000 kWh/a (ca. 9.100 kWh nach 20 a)
Eigenverbrauchsanteil am Solarertrag	30 % (z.B. durch Energiemanagement)
Eigennutzung Strom	3.000 kWh/a
Eingespeicherter Strom	6.500 kWh/a (= Mittelwert bei 0,5% Verlust/a)
Investitionskosten Gesamt	18.000 €
Finanzierungskosten pro Jahr	900 € (ohne Zinsen)
Betriebskosten pro Jahr	150 € (z.B. Austausch Wechselrichter)
Einspeisevergütung auf 20 Jahre	0,078 €/kWh
Einspeisevergütung pro Jahr	507 € (= 6.500 kWh x 0,078 €/kWh)
Stromkostensparnis bei 0,40 €/kWh	1.200 € (0,40 €/kWh Durchschnitt 20 a)
<b>Ausgaben Gesamt</b>	<b>21.000 €</b> (inkl. Austausch Wechselrichter)
<b>Einsparung + Vergütung Gesamt</b>	<b>34.140 €</b>

# Wirtschaftlichkeit

z.B. PV-Stromkostenrechner der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS)

	Anlagennennleistung		<input type="text" value="10,0"/>	kWp
	Spezifischer Jahresertrag		<input type="text" value="950"/>	kWh/kWp
	Jährliche Leistungsminderung		<input type="text" value="0,1"/>	%
	Wirtschaftliche Nutzungsdauer		<input type="text" value="20,0"/>	Jahre
	Investitionssumme gesamt (netto)		<input type="text" value="18.000"/>	€
	Jährliche Betriebskosten (netto)		<input type="text" value="150"/>	€
	Kalkulationszinssatz		<input type="text" value="0,0"/>	%
	<b>Solarstromgestehungskosten</b>		<b>11,2 Cent/kWh</b>	

→ **Wirtschaftlichkeit ist individuell** von jedem Vorhaben abhängig und der Ausgangssituation vor Ort

→ **je höher der Eigenverbrauch umso wirtschaftlicher**, da Solarstromgestehungskosten (20 Jahre gerechnet) niedriger als die Stromkosten mit ca. 30 Cent/kWh (netto) sind

<https://www.dgs.de/service/dgs-pv-stromkostenrechner/>

# Wirtschaftlichkeit – Online SolardachCheck der SAENA

## SolardachCheck

Start
Dach
3
Zusatzinfo

✓

### Wirtschaftlichkeit

Eine Solarstromanlage rechnet sich für Sie: Die jährlichen Einsparungen und Erlöse übersteigen die Kosten für Finanzierung und Betrieb. Durch den Betrieb der Anlage erwirtschaften Sie über einen Zeitraum von 20 Jahren eine mittlere Rendite von 2,4 % p.a.

Möchten Sie einen Batteriespeicher nutzen? ⓘ

Ja
  Nein

Hier können Sie die Leistung der Photovoltaikanlage variieren ⓘ

10,0 kW<sub>peak</sub>

Soll die PV-Anlage über einen Förderkredit finanziert werden? ⓘ

Ja
  Nein

Neu berechnen ↘

[www.saena.de/solardachcheck-8391.html](http://www.saena.de/solardachcheck-8391.html)

## Online-Tools und weitere Infos

**Stromspeicher-Unabhängigkeitsrechner** = schätzt Eigenverbrauch/Autarkiegrad

<https://pvspeicher.htw-berlin.de/unabhaengigkeitsrechner/>

**Marktübersicht für Stromspeichersysteme** = zeigt aktuelle Stromspeichersysteme

[www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/](http://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/)

**Effizienz von Stromspeichern** = Studie zeigt Effizienz akt. Stromspeichersysteme

<https://pvspeicher.htw-berlin.de/veroeffentlichungen/studien/>

## Praxisbeispiel

Nutzung Solarstrom zur Warmwasserbereitung und  
Eigenverbrauchsoptimierung über intelligente Steuerung



- KfW-EH 40 - Baujahr 2013
- 9,54 kWp PV-Anlage monokristal.
- 215 m<sup>2</sup> - 4 Bewohner
- WW-Verbrauch ca. 2.400 kWh/a
- Heizwärme ca. 3.000 kWh/a
- Beheizung nur über wasser-  
geführten Kaminofen im Wohnzi.



## Praxisbeispiel

Nutzung Solarstrom zur Warmwasserbereitung und  
Eigenverbrauchsoptimierung über intelligente Steuerung

Steuerung der Anlagentechnik und Verbraucher über ein **funkbasiertes Energiemanagementsystem** mit Bluetooth-Funksteckdosen (alte Technologie / neu WLAN)



Wechselrichter und Energiemanager u.a. zur Steuerung der Funksteckdosen



Funksteckdose zur Steuerung versch. Verbraucher



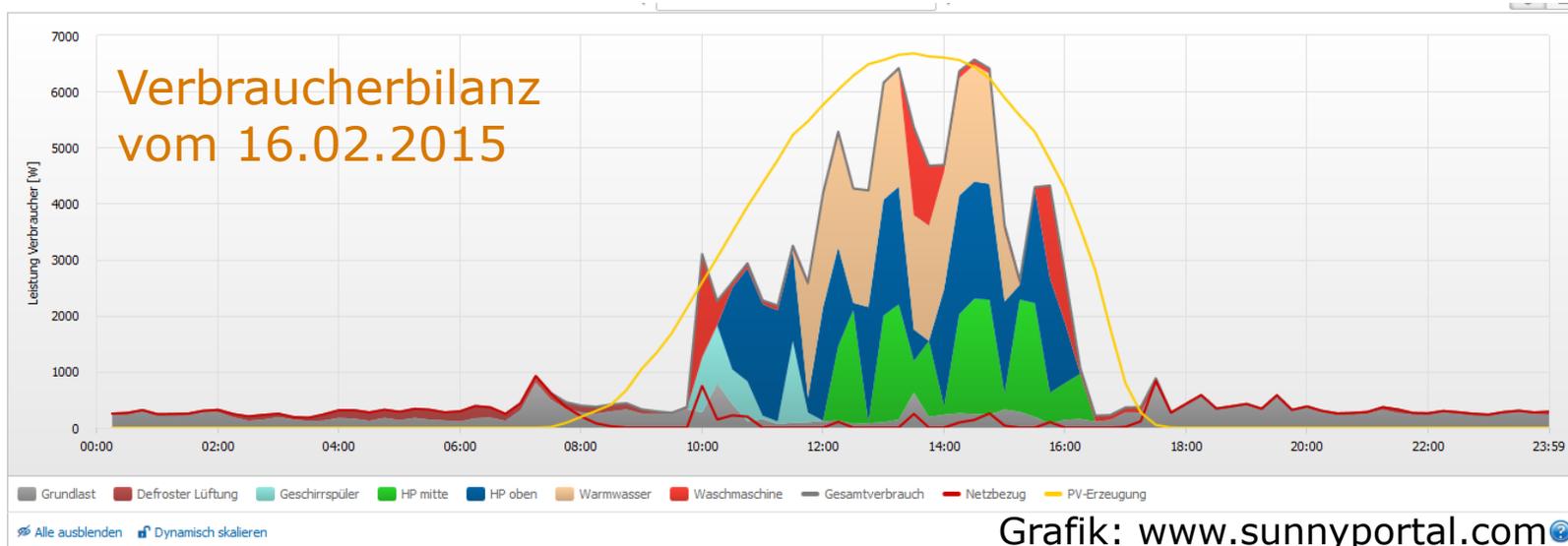
Digitaler Energie- und Zweirichtungszähler im Schaltschrank



Elektr. Ladestation 2 kW für Warmwasserbereitung

# Praxisbeispiel

## Nutzung Solarstrom zur Warmwasserbereitung und Eigenverbrauchsoptimierung über intelligente Steuerung



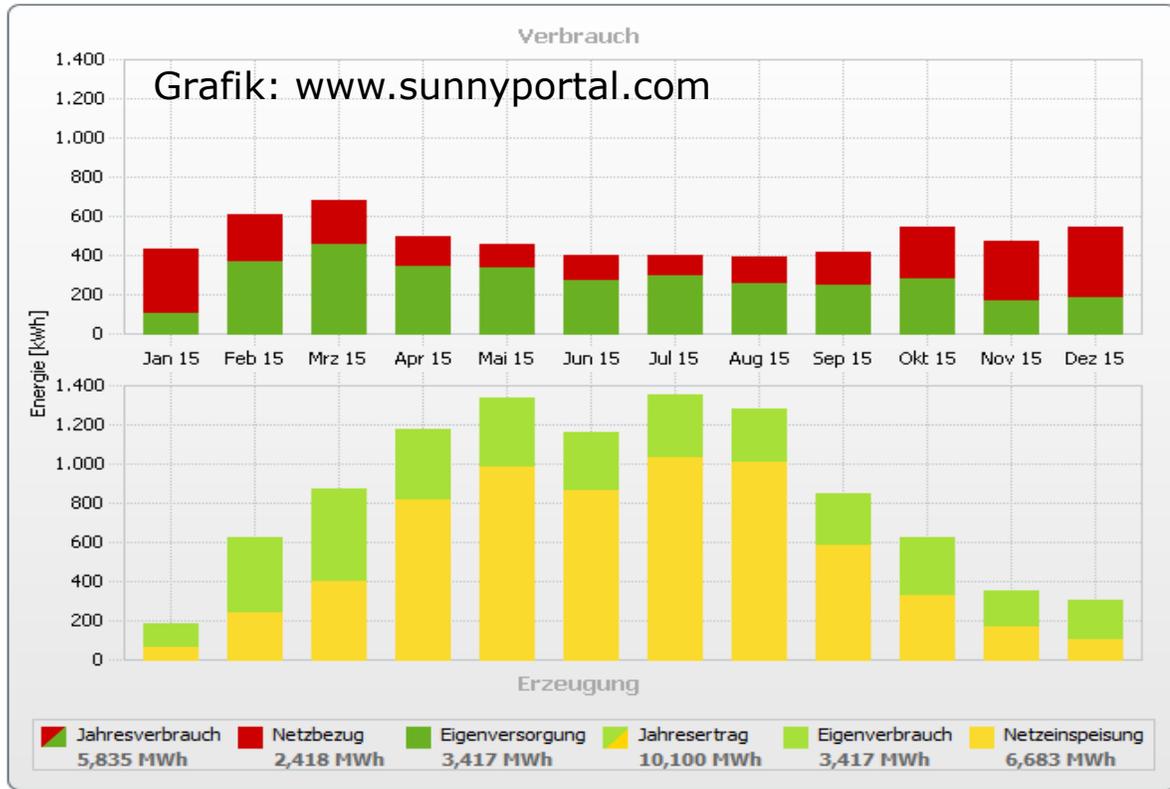
Verbrauchersteuerung  
und Monitoring über ein  
Webportal

Verbraucher	Tagesverbrauch	Konfiguration
Defroster Lüftung	945 Wh	
Geschirrspüler	1280 Wh	
HP mitte	5402 Wh	
HP oben	8869 Wh	
Warmwasser	7004 Wh	
Waschmaschine	2304 Wh	

Verbrauchersteuerung durch  
intelligenten Energiemanager  
abhängig vom Solarertrag

## Praxisbeispiel

Nutzung Solarstrom zur Warmwasserbereitung und  
Eigenverbrauchsoptimierung über intelligente Steuerung



**Energiekostenbilanz 2021** (Neubau 2022)  
für Heizung, Warmwasser und Strom:

PV-Vergütung

$6683 \text{ kWh} \times 0,141 \text{ €} = + 942 \text{ €/a}$   
( $6683 \text{ kWh} \times 0,06 \text{ €} = + 401 \text{ €/a}$ )

Stromrechnung

$2418 \text{ kWh} \times 0,33 \text{ €} = - 798 \text{ €/a}$   
( $2418 \text{ kWh} \times 0,330 \text{ €} = - 798 \text{ €/a}$ )

Kosten Brennholz = - 50 €/a (- 50 €/a)

**Summe = + 94 €/a** (- 447 €/a)

→ Energieüberschuss = 4.265 kWh = „Plusenergie“

→ 59 % Autarkiequote Strom gesamt

→ 69 % Warmwasser über Sonnenstrom → 12 % über Holz

# Praxisbeispiele - Aufdachanlagen



# Praxisbeispiele - Indachanlagen



# Praxisbeispiele – Flachdachanlagen



Abbildung 38: Dachparallele Montage auf Stehfalzblech (Einlegesystem zweilagig)



Abbildung 39: Dachparallele Montage auf Trapezblech



Abbildung 40: Aufgeständerte Montage mit Kunststoffwannen



Abbildung 41: Aufgeständerte Montage mit Kunststoffwannen



Abbildung 42: Aufgeständerte Montage mit Aluminium-Gestellen auf Bitumendach



Abbildung 43: Aufgeständerte Montage mit Aluminium-Gestellen auf Blechdach

Quelle: SAENA Leitfaden Photovoltaik

# Praxisbeispiele - Fassadenanlagen



# Praxisbeispiele - Balkonanlagen



# Praxisbeispiele - Gartenanlagen



# Errichtung einer Photovoltaikanlage – aber wie am Besten?

1. **Machbarkeit** am geplanten Standort prüfen (z.B. Ausrichtung und Dimensionierung)
2. **Angebote einholen** mit Vorgabe gewünschter Anlagenteile (z.B. mit Energiemanagement) und ggf. als optionale Pos. (z.B. Stromspeicher Größe max. 1 kWh/kWp)
3. **Angebote** auf Seriosität und Vollständigkeit **prüfen**, Wirtschaftlichkeit bewerten (ggf. Online-Tools nutzen)
4. geeignetsten **PV-Installateur beauftragen** - vorher noch Zahlungsmodalitäten genau klären
5. **Anmeldung** der Anlage **beim zuständigen Netzbetreiber** über Installateur oder Elektriker?
6. **Installation der Anlage** unter Beachtung des SAENA-Leitfaden Photovoltaik
7. **Abnahme der Anlage** am besten mit einen externen Experten/Gutachter mit Funktionstest
8. Zum Datum der Inbetriebnahme **Meldung der Anlage im [Marktstammdatenregister](#)**
9. **Dokumentation** der Technik und **Einweisung in den Betrieb** durch den PV-Installateur
10. **Überwachung des Betriebs** – selber durch EMS oder durch andere (= Wartungsvertrag)

## Fazit: Errichtung von Photovoltaikanlagen

- ✓ Photovoltaikstrom selber erzeugen und optimal nutzen ist möglich
- ✓ gute Wirtschaftlichkeit erzielbar - besonders bei hohem Eigenverbrauch
- ✓ Onlinetools helfen für eine erste grobe Abschätzung der Sinnhaftigkeit einer PVA
- ✓ Gute Planung und Auslegung passend zum Verbrauch und Nutzungsanforderungen
- ✓ Solarstromspeicher optimal auslegen und in Energiemanagement einbinden
- ✓ Qualitativ fachgerechte Ausführung wichtig am besten mit einem Sachverständigen
- ✓ Energiemanagementsystem für Anlagenüberwachung und Eigenverbrauchs-optimierung ist Stand der Technik = ein muss für neue PV-Anlagen
- ✓ mehrere vergleichbare Angebote einholen

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH

Bürgertelefon: Dienstag 15:00 - 17:00

Donnerstag 09:00 - 11:00

0351 - 4910 3179

E-Mail: [buengerberatung@saena.de](mailto:buengerberatung@saena.de)

Internet: [www.saena.de](http://www.saena.de)

