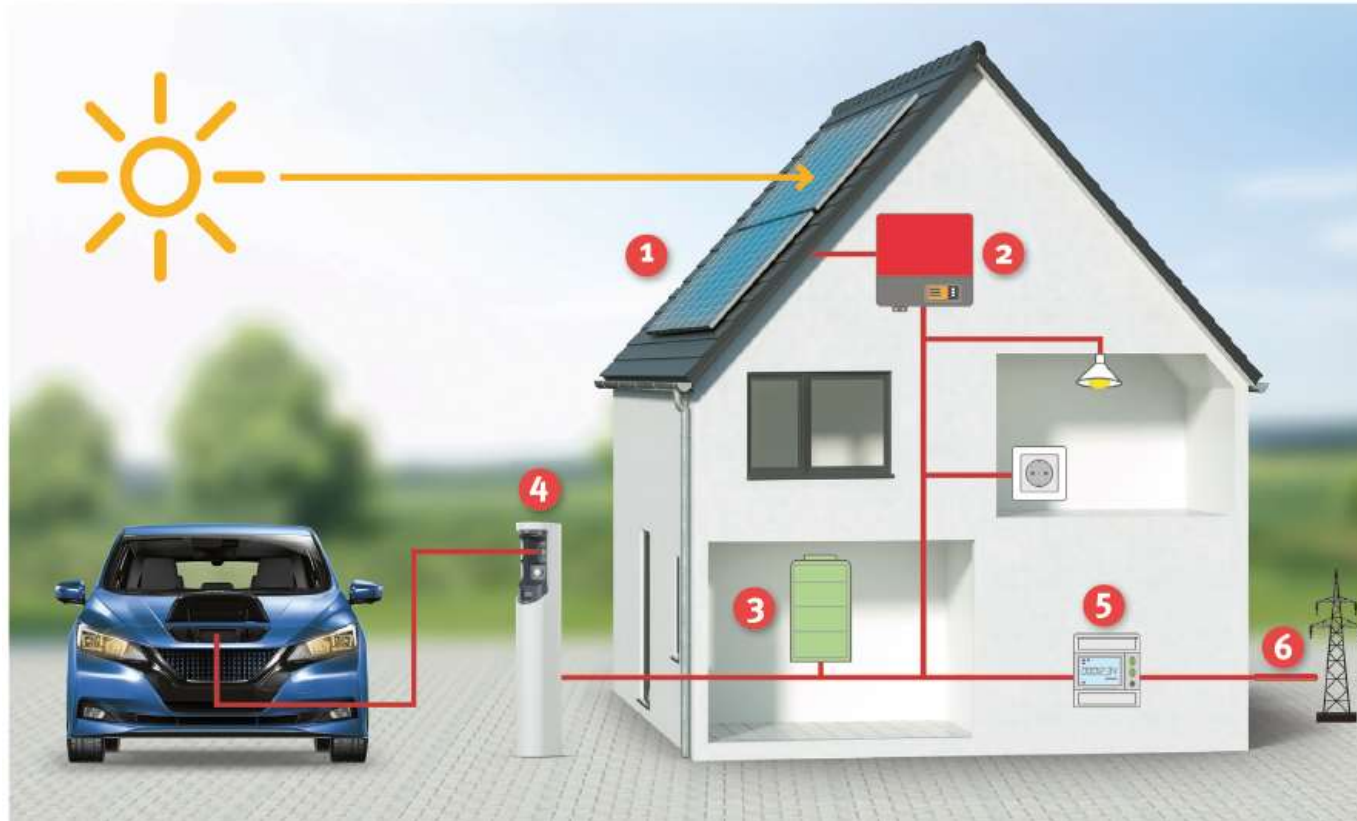


Photovoltaik – Sektorenkopplung in Wohngebäuden

Stuttgart, Herbstforum Altbau, 27. November 2019



Ihr Referent

Dipl.-Kfm. (Univ.) Michael Vogtmann

- Seit 1995 in der Solarbranche
- Vorsitzender Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS), Landesverband Franken e.V.
- Referent und Berater der DGS Solarakademie Franken (PV-Eigenstromnutzung und Geschäftsmodelle, >130 Seminare etc./a))
- Umweltpreis Stadt Nürnberg 2012 für 20 Jahre Solar Engagement

DGS-Franken, Solare Dienstleistungen GbR
www.dgs-franken.de Telefon: 0911 / 376 516 30
mail: vogtmann@dgs-franken.de



**Deutsche Gesellschaft für
Sonnenenergie (DGS)
Landesverband Franken e.V.**



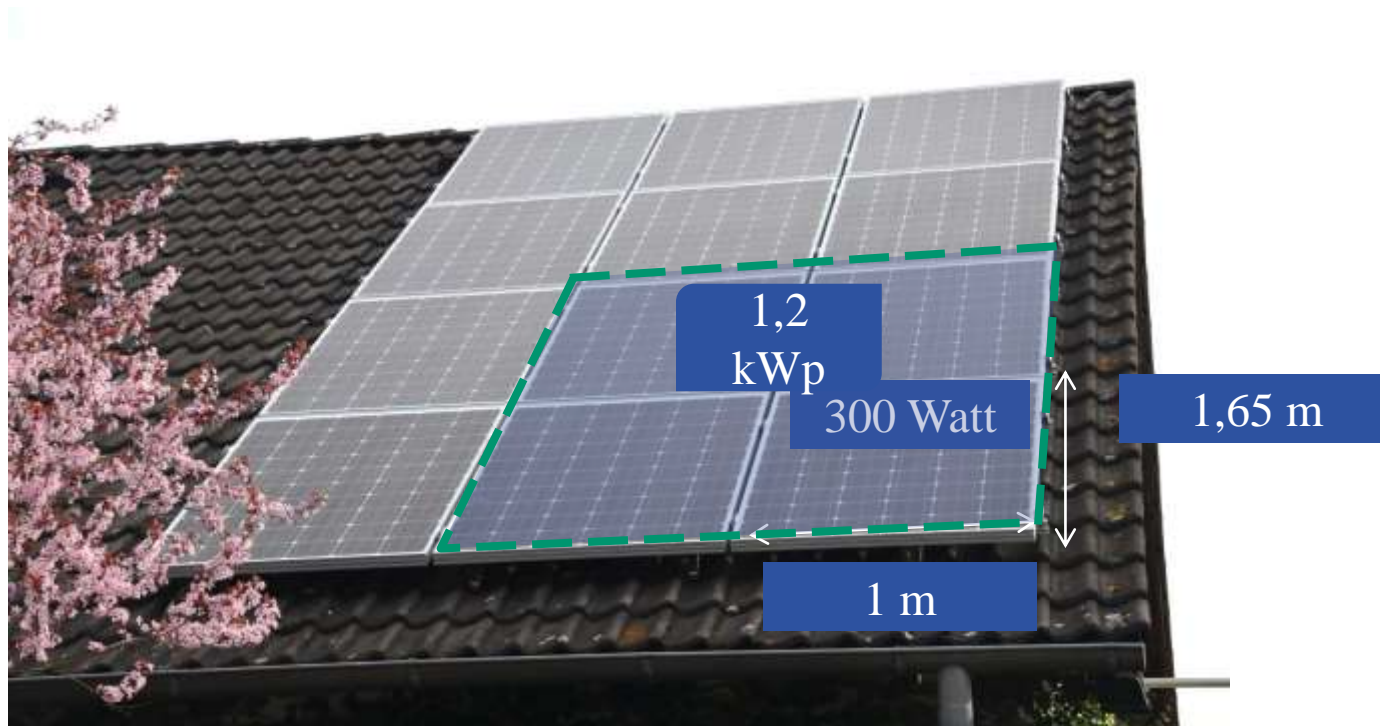
Klimaschutz durch Photovoltaik

1 kWp (6-7 qm) → Ertrag von 800 – 1100 kWh Strom/Jahr

CO₂-Einsparung: 500 kg pro 1000 kWh (Gemis-Wert)

3,6 kWp (25 qm) sparen auf 20 Jahre (nur) 36 Tonnen CO₂!

10 kWp (70 qm) sparen auf 20 Jahre 100 Tonnen CO₂ !



Hier: 12 Module x 300 Watt = 3.600 Wattpeak = 3,6 kWp



Die Wertschöpfung resultiert aus der Strompreisreduzierung durch PV-Eigenverbrauch bei mittelhohen bis hohen Eigenverbrauchsquoten und k(I)einem Gewinn bei Einspeisung!

DGS PV-Stromkostenrechner

Was kostet die Kilowattstunde Solarstrom?

ohne Speicher

mit Speicher

kWp

kWp

kWh/kWp

kWh/kWp

%

%

Jahre

Jahre

€

€

€

€

%

%

9,8 Cent/kWh

18,8 Cent/kWh

Drei Bestandteile: Der Strompreis für Haushalte (Cent/kWh)



Durchschnittlicher Strompreis für einen Haushalt in ct/kWh
Jahresverbrauch von 3.500 kWh



PV-Stromgestehungskosten ca. 10,00 - 25,00 Ct/kWh (mit Speicher)

■ Netzentgelt inkl. Messung, Abrechnung*, Messstellenbetrieb
■ Beschaffung, Vertrieb

* ab 2017 Abrechnung im Netzentgelt enthalten

Quelle: BDEW, Stand: 02/2017



EEG 2017 – Vergütung und EEG-Umlage



EEG 2017 - feste Einspeisevergütungen im Überblick

Inbetriebnahme	Anlagen auf Wohn- / Nichtwohngebäuden und L					
	bis 10 kWp (Ct/kWh)			über 10 kWp bis 40 kWp (Ct/kWh)		
bei einem auf ein Jahr hochgerechneten Zubau bis... (Degression)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)
Ab 1. Okt 2019	10,18			9,90		
Ab 1. Nov 2019	10,08			9,79		
Ab 1. Dez 2019	9,97			9,69		
Ab 1. Jan 2020	9,87			9,59		
Ab 1. Feb 2020 ¹	9,82	9,76	9,72	9,54	9,49	9,45
Ab 1. Mrz 2020 ¹	9,76	9,66	9,58	9,49	9,39	9,31
Ab 1. Apr 2020 ¹	9,71	9,56	9,44	9,44	9,29	9,18

EEG-Umlage: voll (6,405 Ct 2019, 6,76 Ct 2020), vermindert (2,562 Ct 2019, 2,70 Ct 2020), frei (0%)

Eigenversorgung

40 Prozent EEG-Umlage ab 2017

EE- und KWK-Anlagen in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und privaten Haushalten

Keine EEG-Umlage

Kleinanlagen bis 10 kW und 10 MWh/a Eigenverbrauch
 Inselanlagen (keine netzparallelen „Nulleinspeiser“)
 Bisherige Eigenversorger im Bestand

100 Prozent EEG-Umlage

Solarstromlieferung
 Solarer Mieterstrom

Quelle: BSW e.V.

Stromgestehungskosten PV-Anlage ca. 10 kWp mit <10 Ct pari zur EEG-Vergütung



Energiemanagement

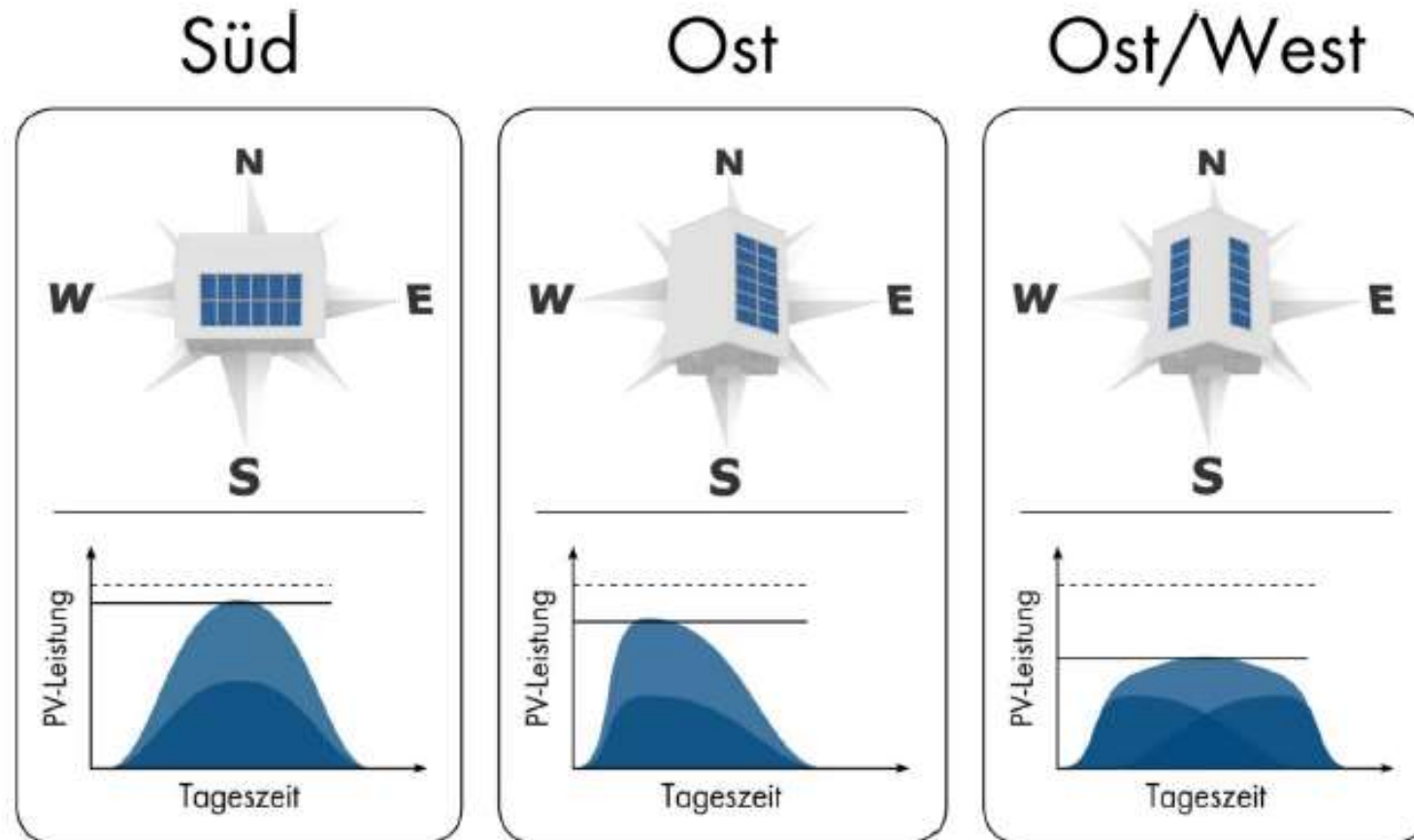
Erhöhung der Autarkiequote

- **Nutzerverhalten + 5 bis 10 %**
Bsp. Wäsche waschen
- **Smart Home + 5 bis 10 %**
Automatisierte Weiße Ware
- **Ausrichtung des Generators + 5 bis 10 %**
Ost / West statt Süd
- **Power-to-Heat + 20 bis 40 %**
direkt-elektrisch, Wärmepumpe
- **Power-to-Power + 20 bis 40 %**
instationär (E-Bike, E-Mobility), stationär (Home-Speicher)



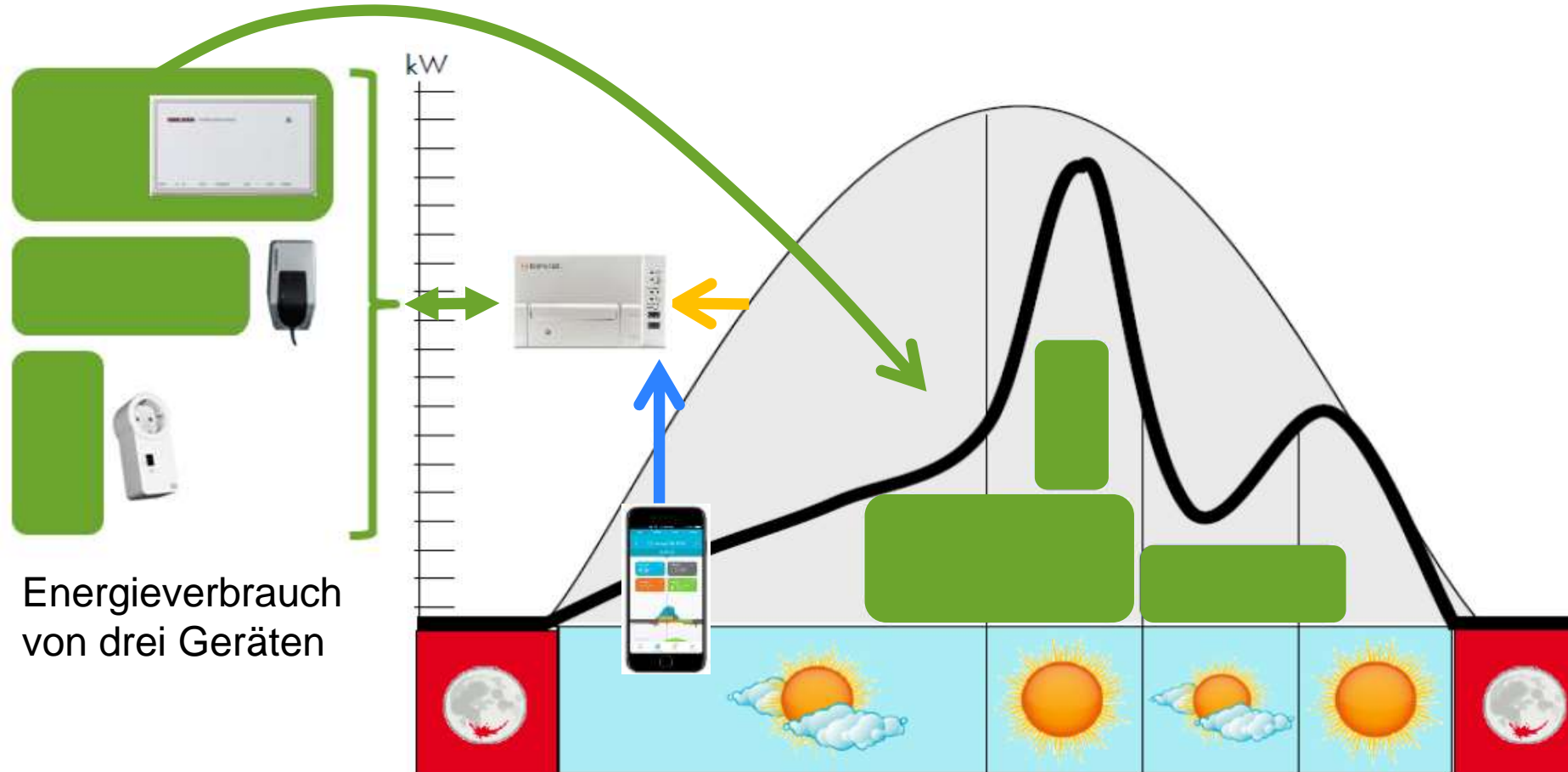
Süden ist kein Muss!

- Muss denn Norden Sünde sein?



Energiemanagement

Smart Home: „Fahrplan“ für elektrische Verbraucher



Einfamilienhaus



➔ Kauft PV mit Speicher

Gruppe 1: Der **Sicherheitsbedürftige**. Er möchte möglichst unabhängig von äußeren Einflüssen sein (mögliche Strompreissteigerungen, u.U. Stromnetzausfälle, Benzinpreisentwicklungen, Geldüberschuß nicht im Focus)



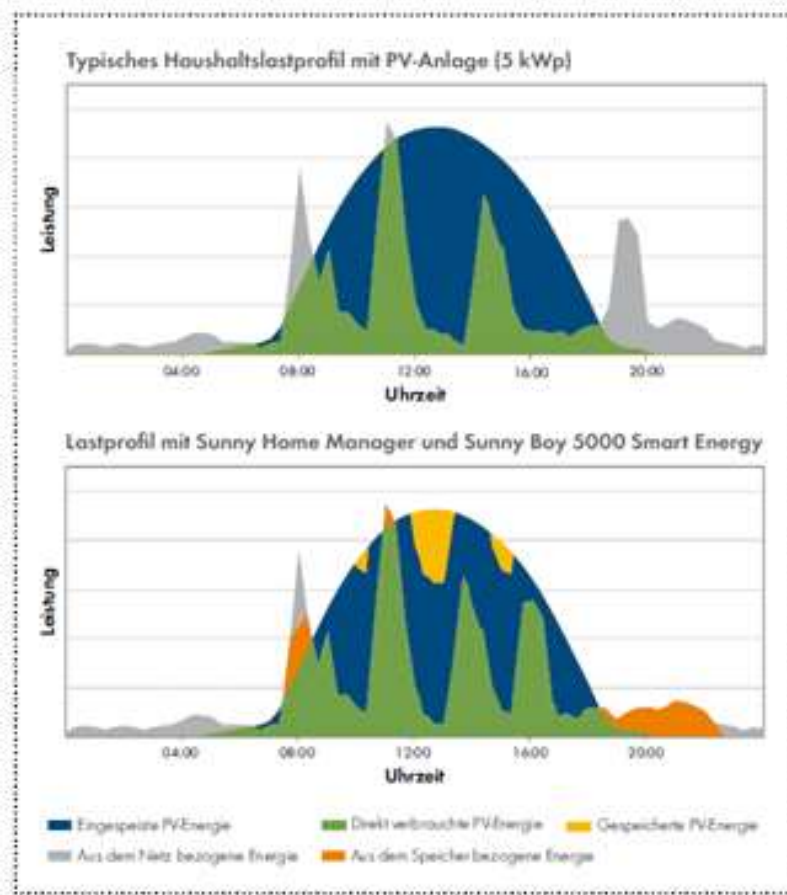
➔ Kauft PV ohne Speicher

Gruppe 2: **Materielle Orientierung:**
Bedeutet meist schnellen hohen Gewinn
(hohe Rendite, kurze Amortisationszeit, hohen Liquiditätsüberschuß)

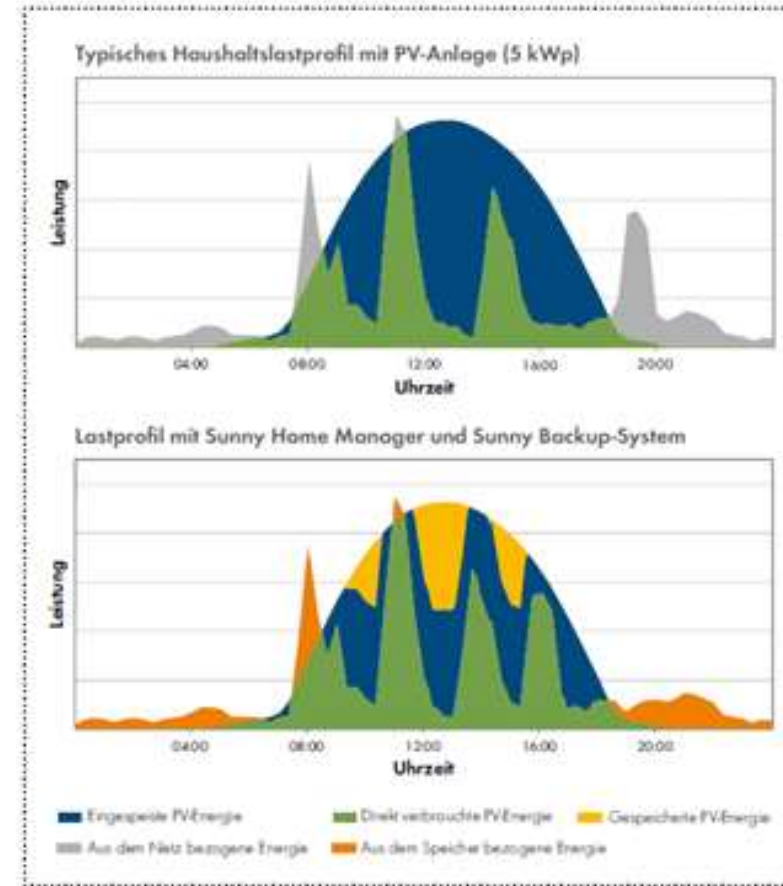


Elektrische Speichersysteme

Kleinspeicher oder „Normal“-speicher“



2 kWh nutzbarer Speicher



4-5 kWh nutzbarer Speicher



Elektrische Speichersysteme

Kleinspeicher oder „Normal“-speicher“

Beispiele für mittelgroße Speicherkonzepte



Kostal Pico Li
z.B 6 kWh nutz. Kap.



Varta element 6
5,7 kWh nutz. Kap.

ca. 5000 € bis 7000 € + USt)



Elektrische Speichersysteme

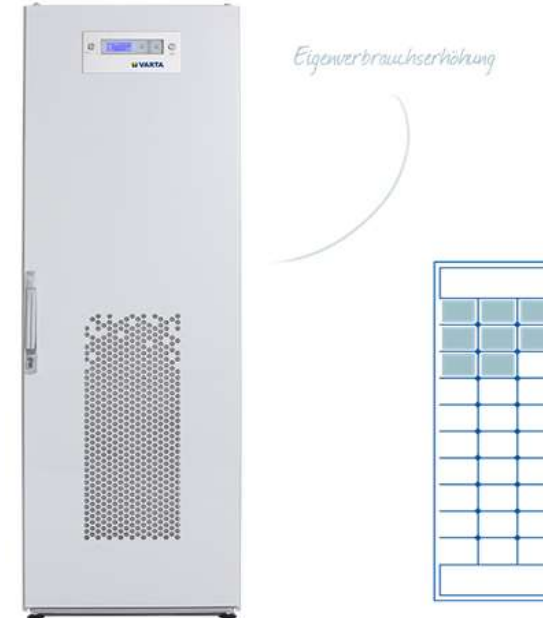
Beispiele für große Speicherkonzepte



E3 DC skalierbar von
5,4 bis 15,4 kWh
bis ca. 13.000 € +USt



Tesla Powerwall
13,2 kWh nutz. Kap.
ca. 9000 € + Ust)



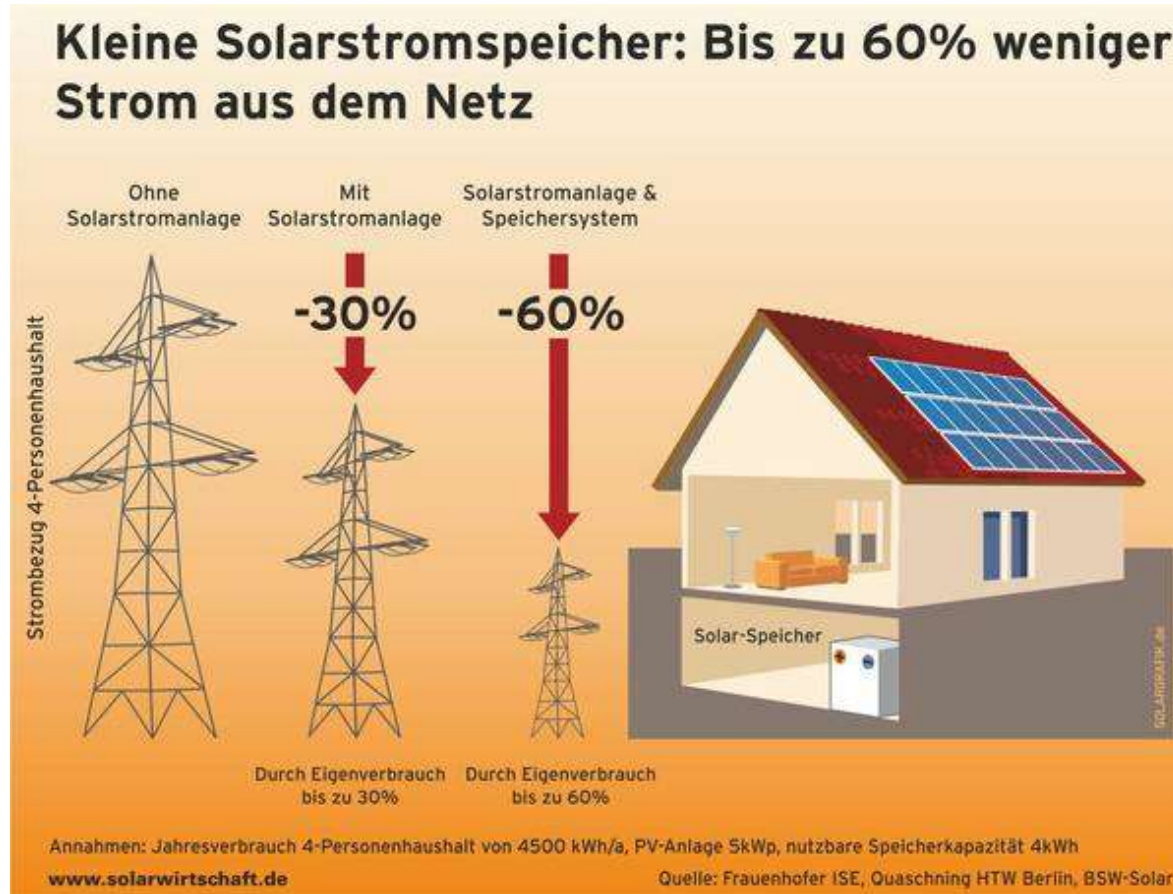
Varta family
bis 13,8 kWh nutz. Kap.
Ca. 12.000 € + Ust.



Bitte anschauen: Der 8 minuten-Film vom Bundesverband Solarwirtschaft:
www.die-sonne-speichern.de/



Faustformeln für 90% Autonomie im Sommer-Hj (4-P-HH):
pro 1 kWp PVA etwa 1 kWh Speicherkapazität
pro 1 MWh Strombedarf/a etwa 1 kWh Speicherkapazität
häufig: 4-6 kWp, 4-6 kWh Akku, 4 bis 5 MWh/a Strombedarf



Power-to-Heat

Thermische Speicherung elektrischer Energie

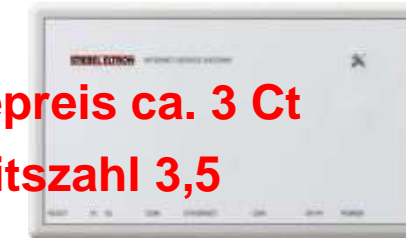


**Heizstäbe: unregelbar
und regelbar (500 – 2500 €)
kWh-Wärmepreis ca. 10 Ct**



**Solargesteuerte
Wärmepumpen
(ca. 3000 €)**

**PV kWh-Wärmepreis ca. 3 Ct
Bei Jahresarbeitszahl 3,5**



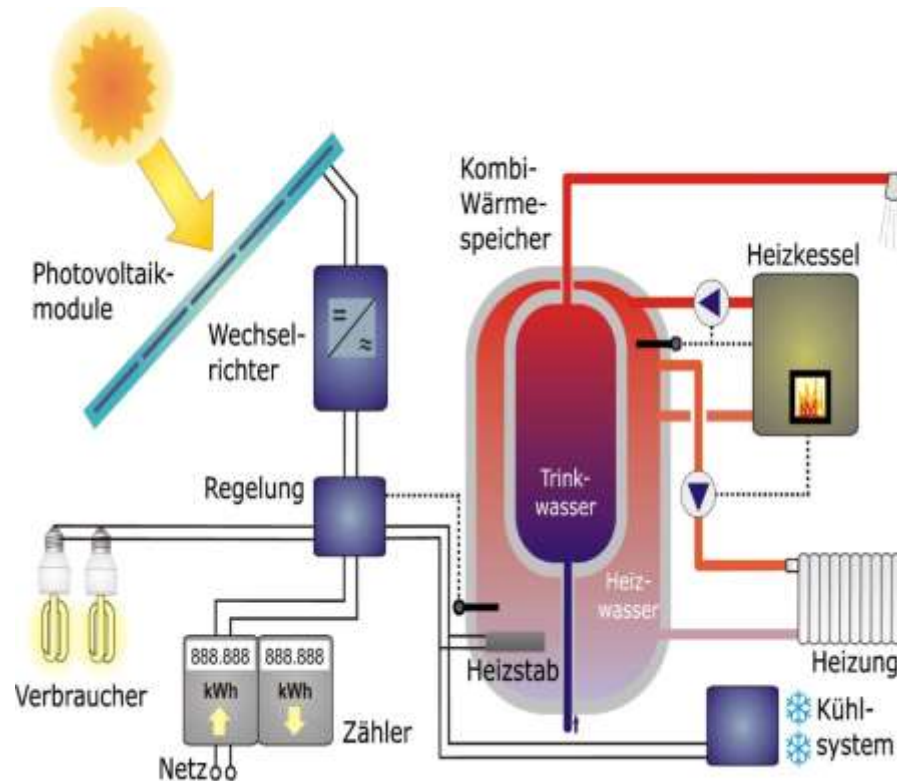
Quellen: Stiebel-Eltron, Celduc, Solarlog, Adamczewski und www.energie-est.de



Power-to-Heat

Thermische Speicherung elektrischer Energie

Stufenlos regelbarer oder stufenweise geregelter Heizstab

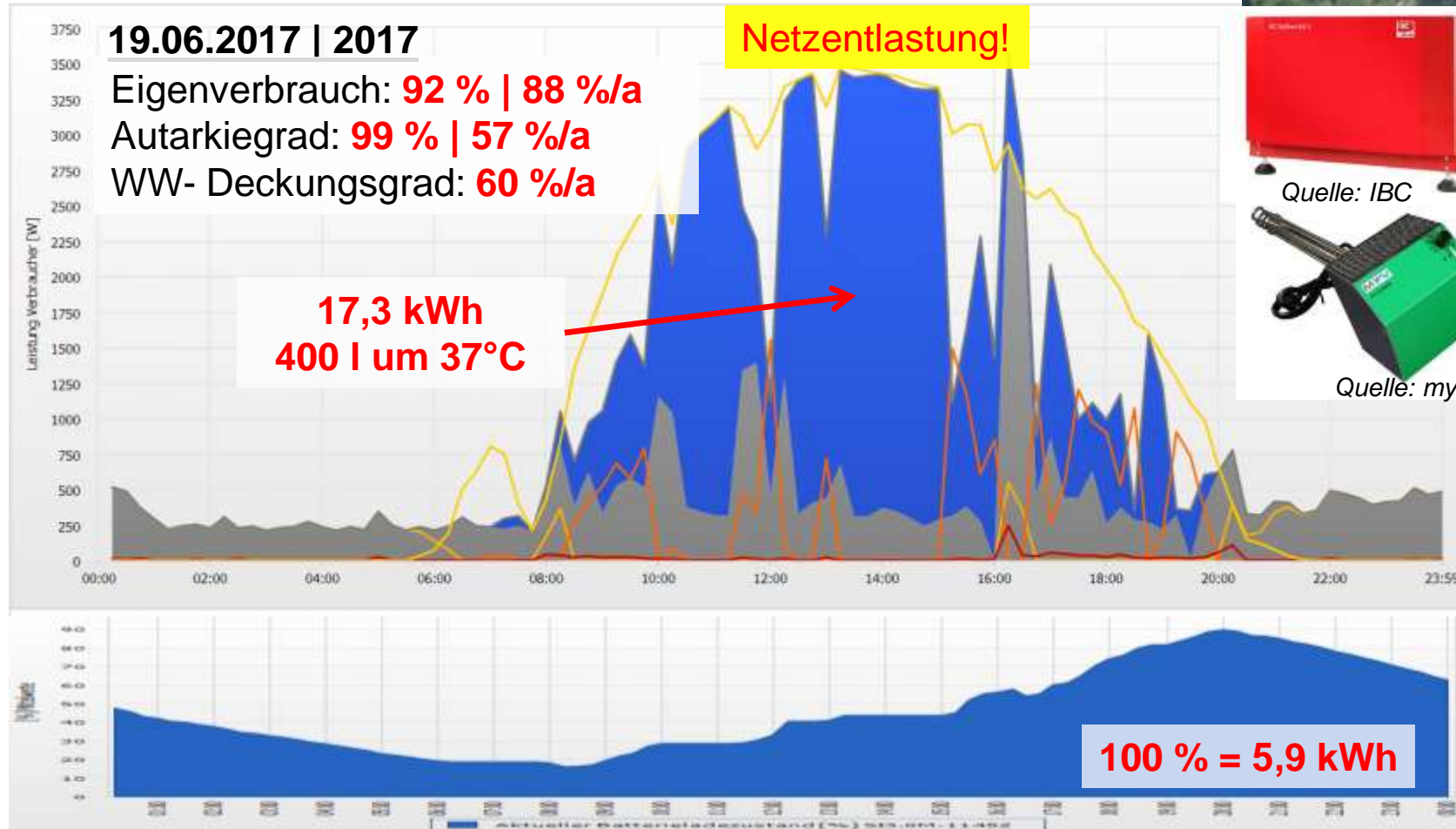


Quelle: Prof. Volker Quaschnig,
HTW Berlin



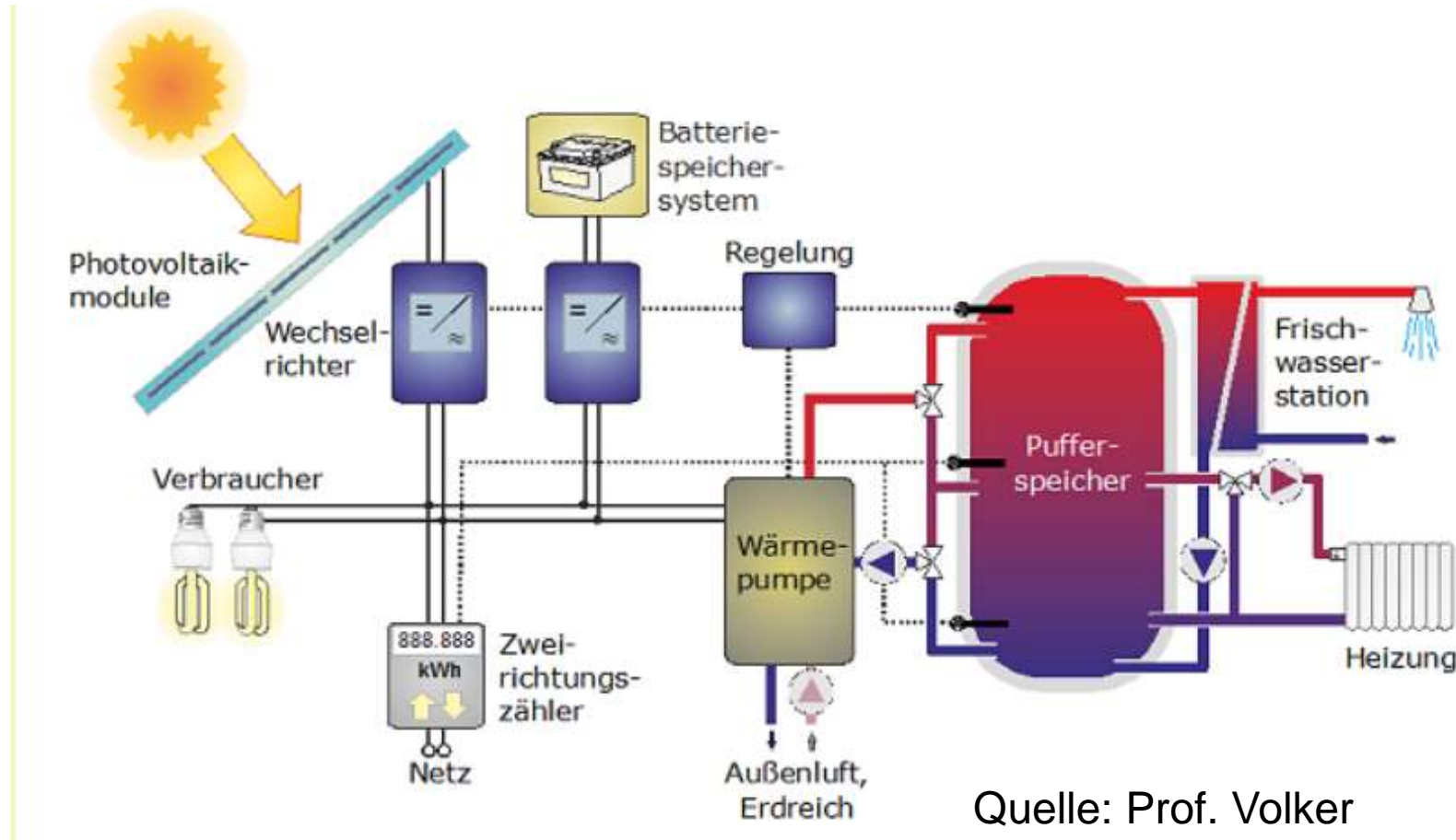
Beispiel: Batteriesystem und Heizstab mit 4 kWp PV

(Priorität 1: Hausstrom 30 Ct/kWh sparen, Priorität 2: über Akku 30 Ct/kWh Hausstrom sparen, Priorität 3: WW <10 Ct/kWh Wärmeenergie sparen)



Power-to-Heat

Solaroptimiert angesteuerte elektrische Wärmepumpe



Quelle: Prof. Volker Quaschnig, HTW Berlin

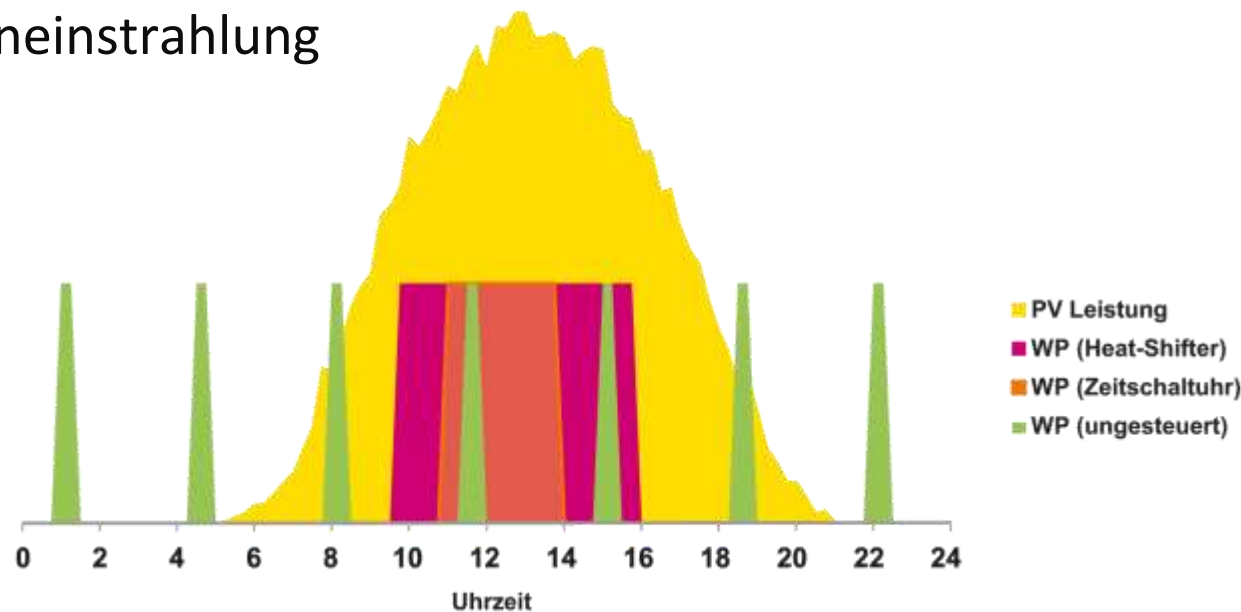
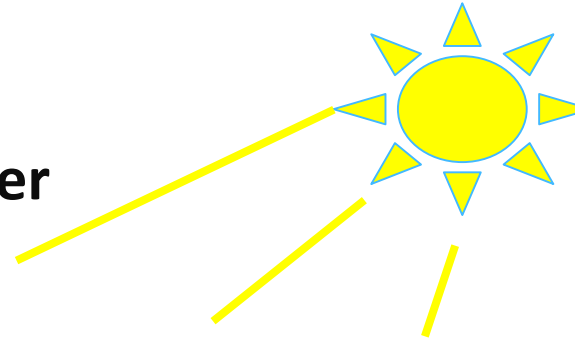


Power-to-Heat

Solaroptimiert angesteuerte elektrische Wärmepumpe

Erster Tag: Funktion bei gutem Wetter

- Optimale Nutzung des PV-Stroms
- Maximale Erwärmung auf 60 °C Wassertemperatur bei guter Sonneneinstrahlung

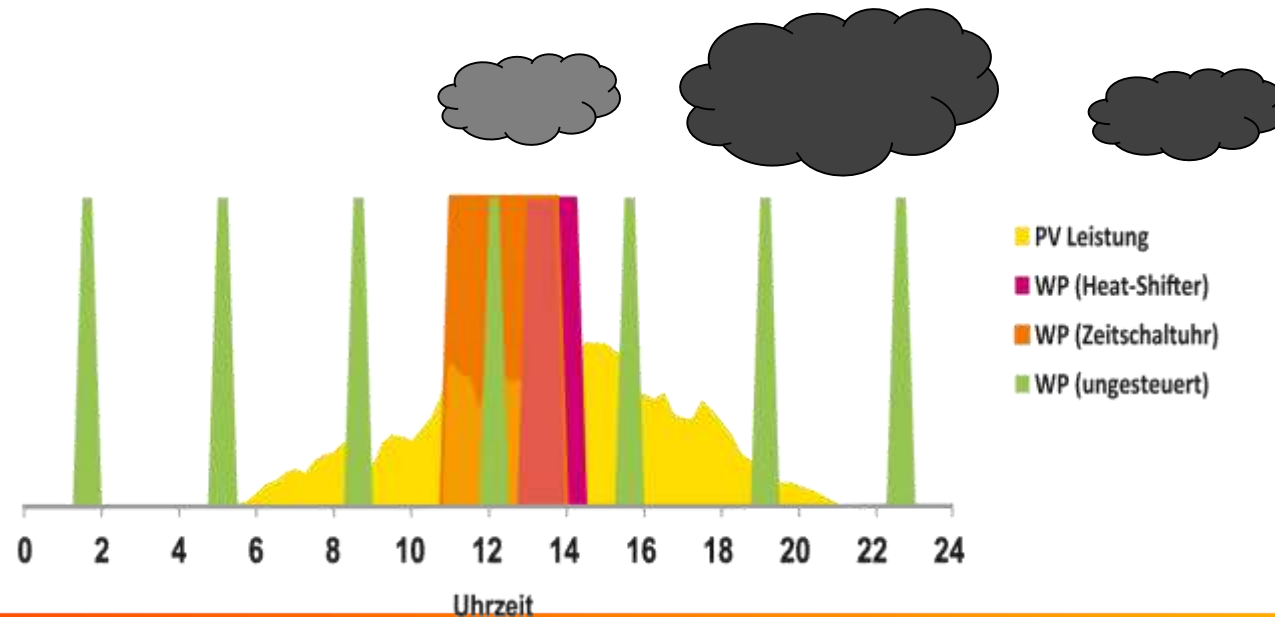


Power-to-Heat

Solaroptimiert angesteuerte elektrische Wärmepumpe

Folgetag: Funktion bei schlechtem Wetter

- Kürzere Laufzeit durch maximale Erwärmung am Vortag
- Mix aus moderater Wassererwärmung und Anpassung an PV-Leistung



kostenloses online-tool für HH-Strom und Power-to-heat

EIGENVERBRAUCHSRECHNER

Standardmodus Expertenmodus FAQ Impressum

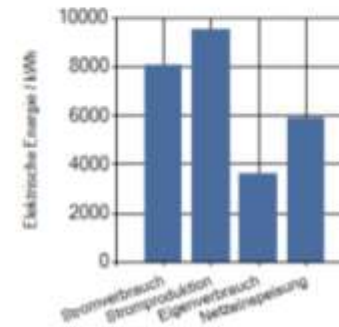
Wie viel Solarstrom von Ihrer Photovoltaikanlage können Sie in Ihrem Wohnhaus verbrauchen?

DC-Leistung (kWp)	<input type="text" value="10"/>	?
AC-Leistung (kW)	<input type="text" value="9"/>	?
Ausrichtung PV-Anlage (°)	<input type="text" value="180"/>	?
Neigung PV-Anlage (°)	<input type="text" value="30"/>	?
spez. Jahresertrag (kWh/kWp), 0 für automatisch	<input type="text" value="950"/>	?
Stromverbrauch Haushalt (kWh)	<input type="text" value="4000"/>	?
Warmwasserboiler vorhanden?	<input type="text" value="Nein"/>	?
Stromverbrauch Boiler (kWh)	<input type="text" value="3200"/>	?
Leistung Boiler (kW)	<input type="text" value="6"/>	?
Wärmepumpe (WP) vorhanden?	<input type="text" value="Ja (solaroptimiert geregelt)"/>	?
Erhitzt WP Warmwasser?	<input type="text" value="Ja"/>	?
Stromverbrauch WP Heizung (kWh)	<input type="text" value="3000"/>	?
Stromverbrauch WP Warmwasser (kWh)	<input type="text" value="1067"/>	?
Leistung WP (kW)	<input type="text" value="3"/>	?
Heizgrenze (°C)	<input type="text" value="12"/>	?
Zeitliche Auflösung	<input type="text" value="1 min"/>	?

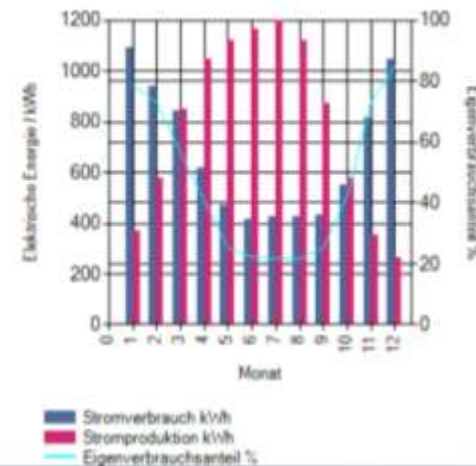
Eigenverbrauch berechnen

Eigenverbrauchsanteil beträgt: 38 %

Ergebnisse pro Jahr



Ergebnisse pro Monat



<http://www.eigenverbrauchsrechner.ch/Expertenmodus.aspx>



PV-Anlagen und Solar-Carports: Ideale Plattform für Elektromobilität!



Was bringt ein Stellplatz im Schnitt?

>10.000km/Jahr!

- Klimaneutral
- CO2-neutral!



$$\begin{aligned}
 \frac{\text{Reichweite}}{\text{Jahr}} &= \frac{900 \frac{\cancel{\text{kWh}}}{\cancel{\text{kWp}}} \times \text{Jahr} \times 3 \times 6 \cancel{\text{m}^2}}{\frac{20 \cancel{\text{kWh}}}{100 \text{ km}} \times 8 \frac{\cancel{\text{m}^2}}{\cancel{\text{kWp}}}} = 10.125 \frac{\text{km}}{\text{Jahr}}
 \end{aligned}$$

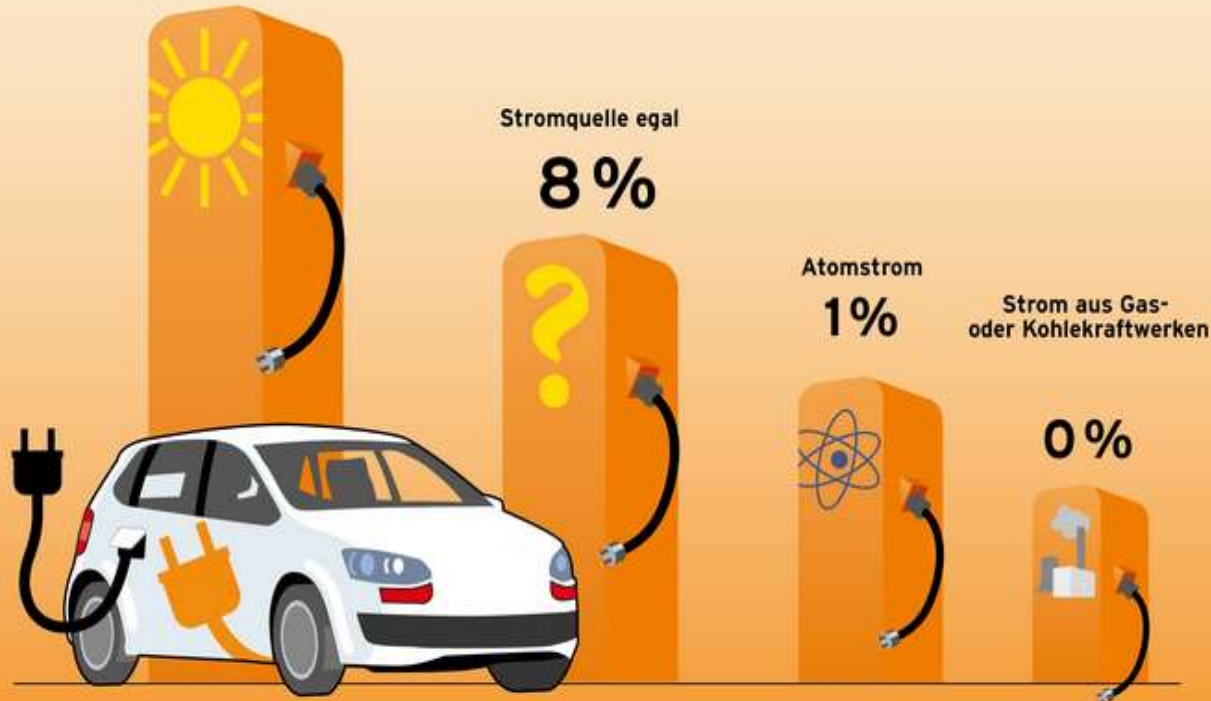


90 Prozent würden Solarstrom tanken

Womit würden Sie bei gleichem Preis vorzugsweise tanken?

Solarenergie und andere
Erneuerbare Energien

90 %



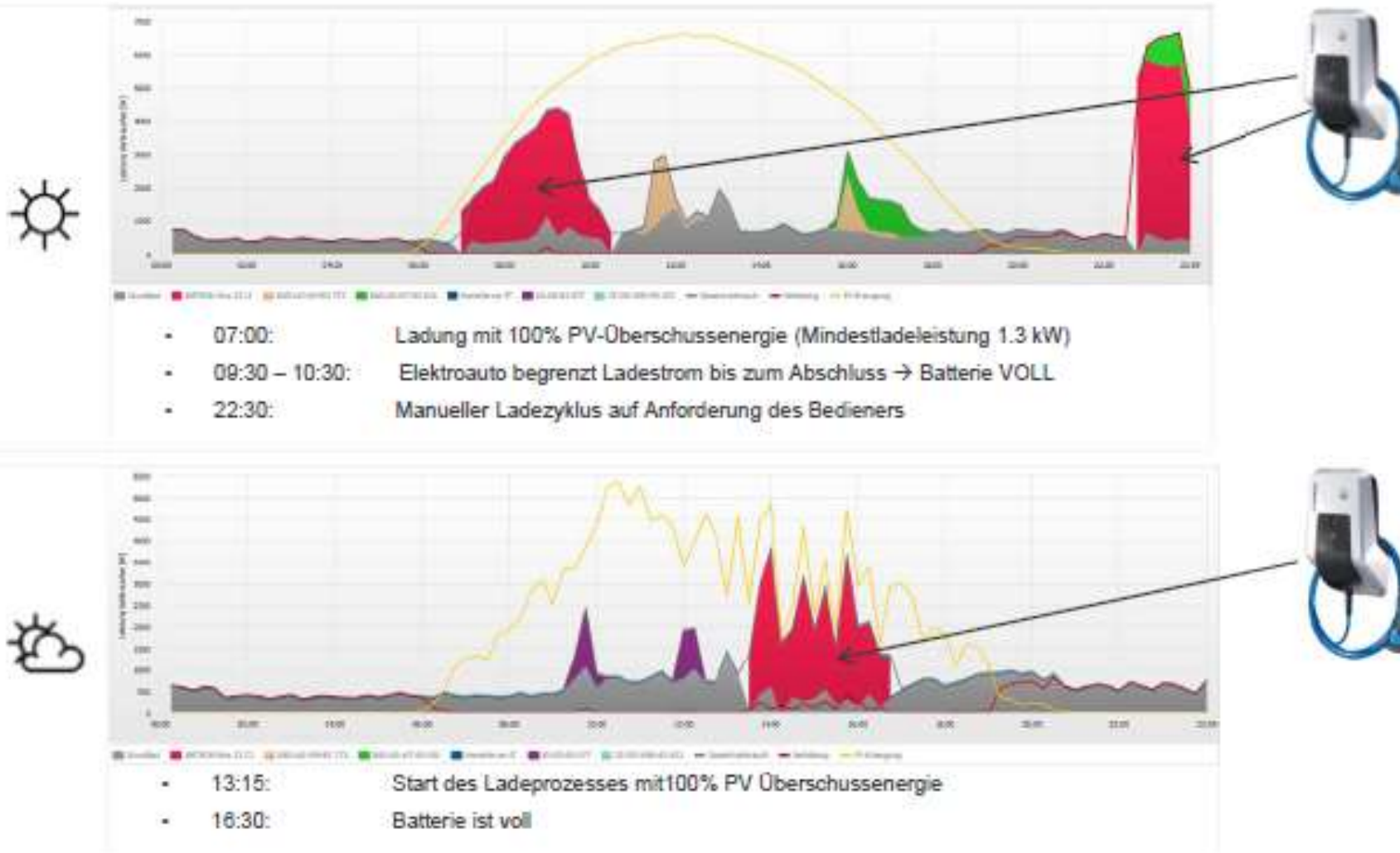
Basis: Autofahrer, für die grundsätzlich die Anschaffung eines Elektroautos in Frage kommt | An 100 Prozent fehlende Angaben = „weiß nicht“ | Forsa-Umfrage im Auftrag des BSW-Solar, 6/2018

www.solarwirtschaft.de

SOLARGRAFIK.de



Beispiele für solaroptimiertes Laden



Eigenverbrauch im Haushalt

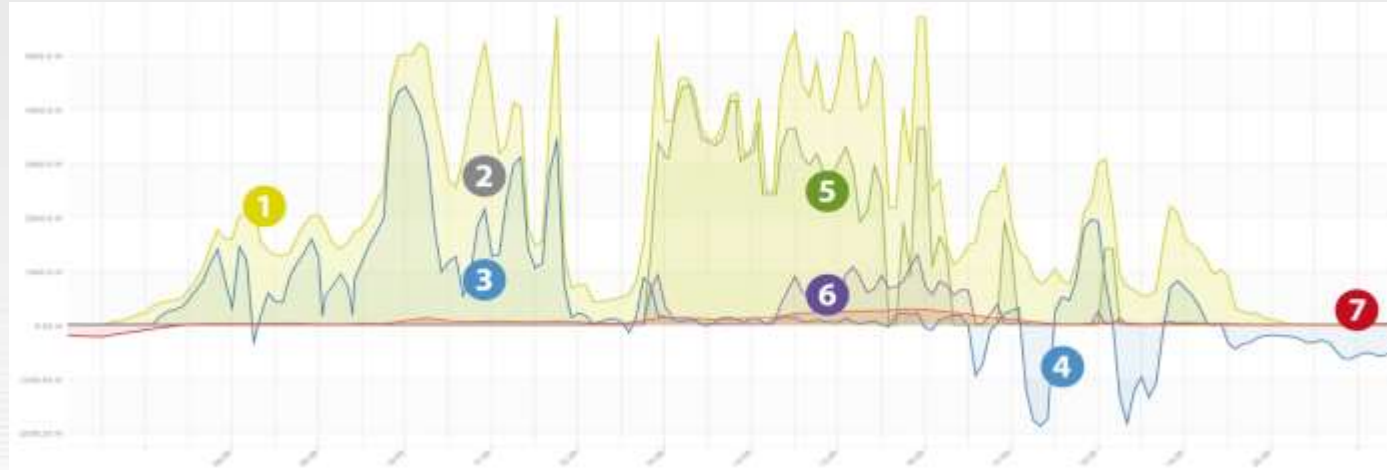
Beispiel: Hans Urban Musteranlage

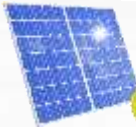



9,8 kWp mit Speicher 15kWh netto






Beispiel: Hans Urban Musteranlage

Regelbeispiele:



-  **1** Wirkleistung PV-Anlage.
-  **2** Überschüssige PV-Wirkleistung wird genutzt für den Verbrauch durch Haushaltsgeräte.
-  **3** Beladung des Speichersystems anhand der zur Verfügung stehenden PV-Überschussleistung.
-  **4** Entladung des Speichers zur Versorgung des Haushalts am Abend.

-  **5** Geregelte Fahrzeugladung, angepasst an den zur Verfügung stehenden PV-Überschuss.
-  **6** Zusätzliche PV-Überschussleistung findet in der Erzeugung von Brauchwasser mittels Heizstab Verwendung.
-  **7** Die Netzeinspeisung bzw. der Netzbezug wird auf ein Minimum reduziert.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit pv@now easy

hier: 10 kWp Neuanlage mit Speicher 8 kWh Nettokapazität

10 kWp, IBN November 2019, EEG-Vergütung 10 Ct/kWh

Ca. 20.000 € netto + USt

950 kWh/kWp

0,3% Moduldegradation

4 PP – HH mit 4500 kWh Strombedarf/Jahr

EK-Finanzierung

2% NK/a

1% NK-steigerung/a

Bezugsstrompreis 2019: 25 Ct Netto (ca. 30 Ct brutto)

Angenommene Preissteigerung: nur 1%/a (evtl. doch mehr??)

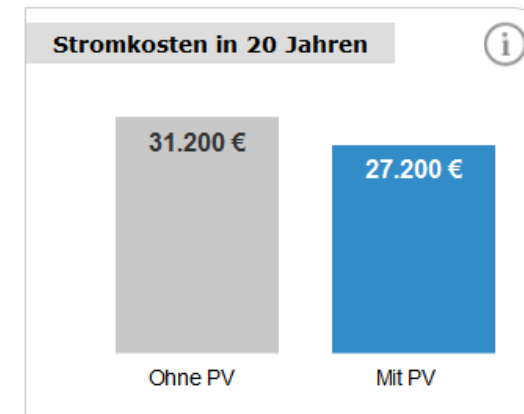
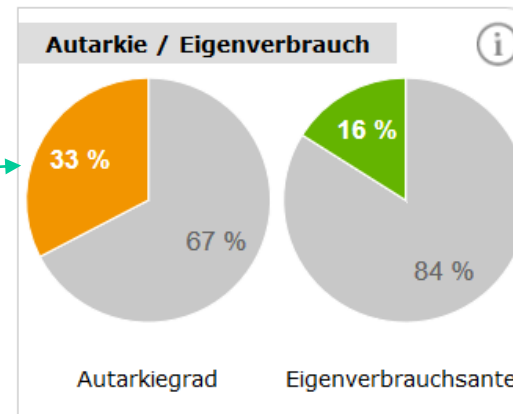
Betrachtungszeitraum 20 Jahre



Familie 1:
 PV-Anlage
 1.200 €/kWp netto
 Kein Speicher
 Kein E-Auto:

	Gesamtstrombedarf			4.500 kWh
	Anlagen-nennleistung			10 kWp
	Speicher-kapazität			kein Speicher
	Elektro-Fahrzeug			kein E-Auto
<hr/>				
	Investitions-summe			12.000 € (+0 %)
	Best-/Worstcase			neutral

Wirtschaftlich sinnvoll,
 aber nur 1/3 Autarkie
 ☹️



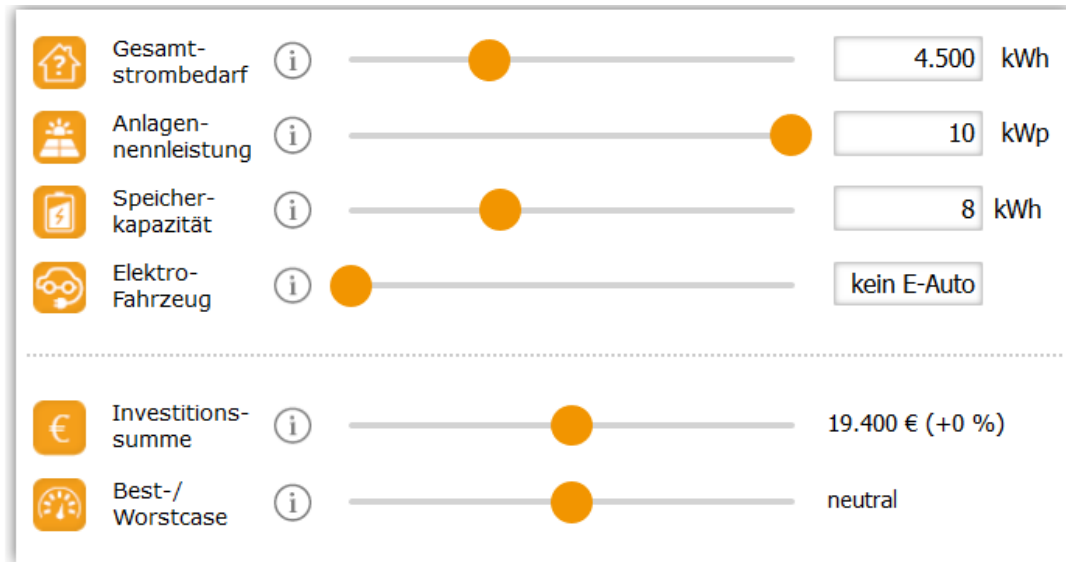
Quelle: www.pv-now-easy.de
 Von DGS Franken

Zusammenfassung

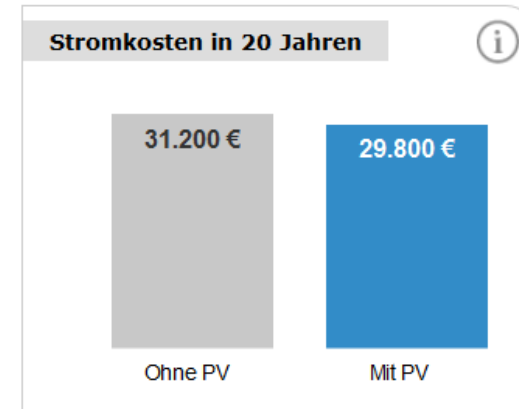
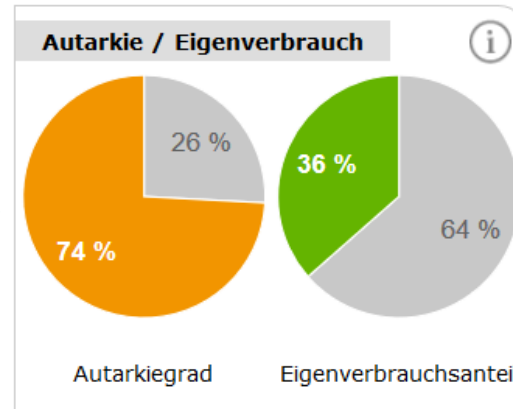
Vorteil/Nachteil durch PV:	4.000 €
Rendite auf Ihr eingesetztes Kapital:	4,2 %
Ihr PV-Strom kostet (brutto) ca.:	13 Cent/kWh



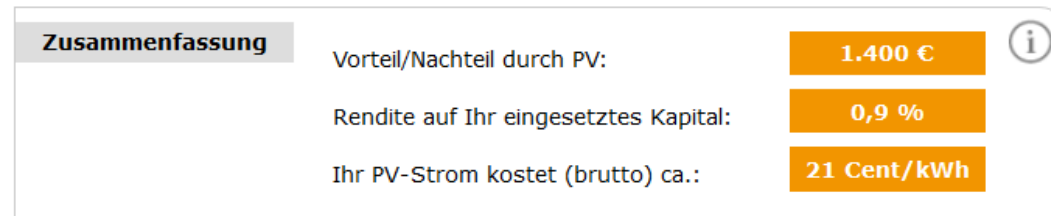
Familie 2:
 PV-Anlage
 1200 €/kWp netto
 8 kWh Speicher
 (7.400 € netto)
 Kein E-Auto:



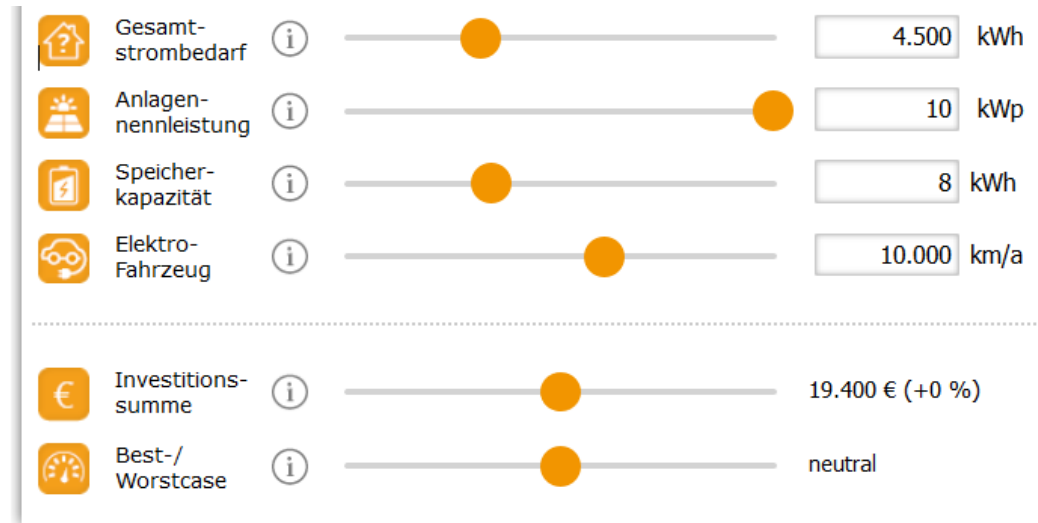
Wirtschaftlich etwas schlechter, dafür aber 3/4 Autarkie 😊



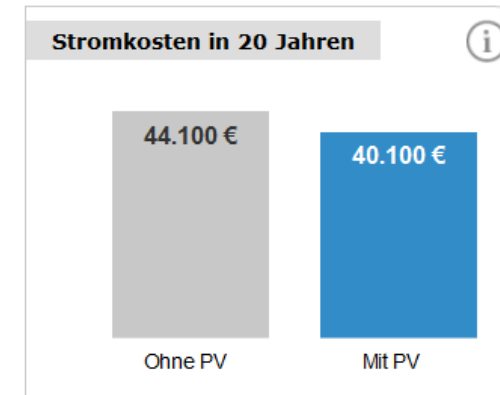
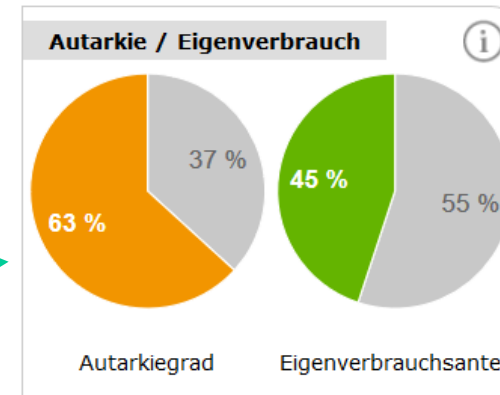
Quelle: www.pv-now-easy.de
 Von DGS Franken



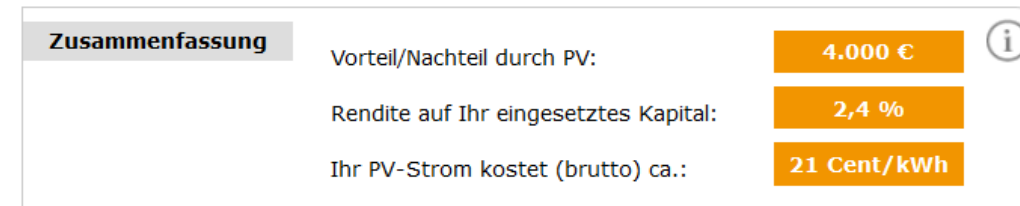
Familie 3:
 PV-Anlage
 1200 €/kWp netto
 8 kWh Speicher
 (7.400 € netto)
 E-Auto 10.000 km/a:



Wirtschaftlich besser,
 dafür incl. E-Auto
 2/3 Autarkie 😊



Quelle: www.pv-now-easy.de
 Von DGS Franken



Auslegungsempfehlung mit E-Auto

- Photovoltaik und Batteriespeicher und E-Auto
- pro 1.000 kWh Stromverbrauch (ohne Autostrom)
- mindestens 1 kWp PV (Modulleistung), bis 10 kWp oder mehr
- ca. 1 kWh Speicher (Nettokapazität)
- **Pendlerfahrzeug: + 0,5 bis 1 kWh Speicher zusätzlich**
- **Zweitwagen:** kein zusätzlicher Speicher



Bilder: Pixabay, Claer - Fotolia, Senec, Salome - Fotolia

Fazit:

Sie beraten Kunden, die (noch ohne E-Auto) für ca. 20.000 €
>70% Hausstromautarkie haben wollen?
<10 kWp mit 4-6 kWh Speicher und evtl. „Power to heat“

Sie beraten Kunden, die als „Berufspendler“ mit E-Auto für ca. 23.000 €
>60% Hausstromautarkie und >50% „solare Mobilität“ haben wollen?
<10 kWp mit 8-13 kWh Speicher

Sie beraten Kunden, die (bei KfW 40+) für 40.000 € für Wärme, HH-Strom, E-Mobilität in Summe
80% Autarkie haben wollen ?
20 kWp mit <20 kWh Speicher, elektrische Wärmepumpe, E-Auto

Ihr Kunde ist oben nicht mit dabei?

Testen Sie selbst unter

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

<https://www.verbraucherzentrale.nrw/solarrechner>

www.pv-now-easy.de

<http://www.eigenverbrauchsrechner.ch/Expertenmodus.aspx>

Solarenergie
als Altersvorsorge
Energie vom Dach ist billiger als aus Steckdose und Tank



Dezember 2019

02.12.2019

Direktvermarktung und Alternativen über 100 kWp (Webinar)

Webinar | Photovoltaik | Für Erfahrene

[> Detailinformationen](#)

03.12.2019

Photovoltaik im Gebäude

DGS Akademie Franken, Auf AEG, Fürther Straße 246c, 90429 Nürnberg

Seminar | Photovoltaik | Für Erfahrene

[> Detailinformationen](#)

05.12.2019

Photovoltaik-Rückstromtechniken (Praxisseminar)

DGS Akademie Franken, Fürther Straße 246c, 90429 Nürnberg

Seminar | Photovoltaik | Für Erfahrene

[> Detailinformationen](#)

06.12.2019

pv@now Software-Schulung (Webinar)

- - -

Webinar | Photovoltaik | Für Einsteiger

[> Detailinformationen](#)



Photovoltaik – Sektorenkopplung in Wohngebäuden

Stuttgart, Herbstforum Altbau, 27.November 2019

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

