

VORTRAGSREIHE IN KOOPERATION MIT DEM REFERAT FÜR GESUNDHEIT UND DER STIFTUNG STADTÖKOLOGIE

Photovoltaik und / oder Solarthermie - die richtige Mischung!?



AGENDA

- Kurze Vorstellung der Stiftung Stadtökologie
- Solarthermie versus PV
- Thermische Solarenergie für Warmwasser und/oder Heizungsunterstützung
- Möglichkeiten der Photovoltaik
- Batteriespeicher und E-Mobilität
- Welche Speicher gibt es und was ist dabei zu beachten
- Dimensionierung von PV/Solarthermie
- Autarkie oder Wirtschaftlichkeit
- Sommer-und Winterausrichtung

Dipl.-Ing. (FH)

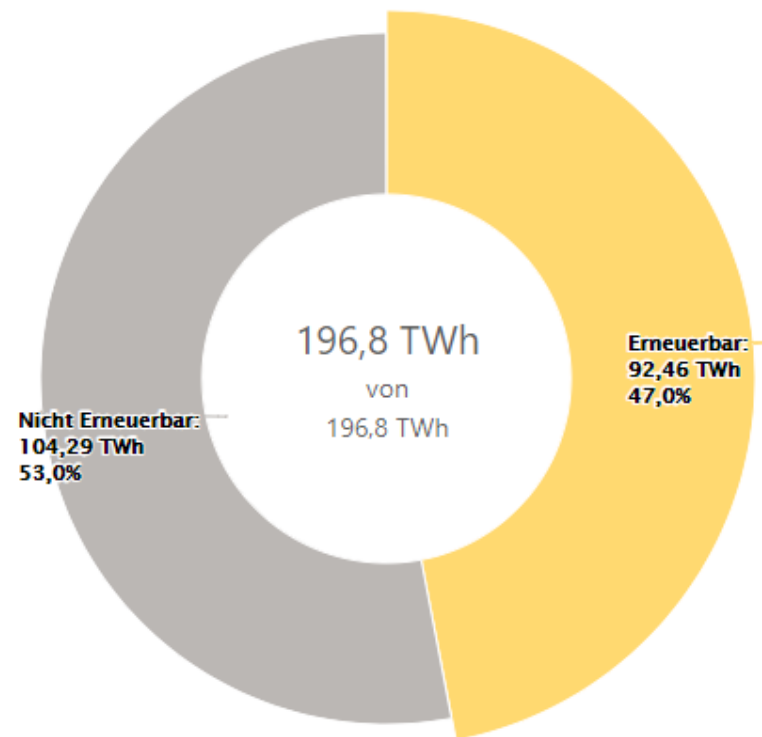
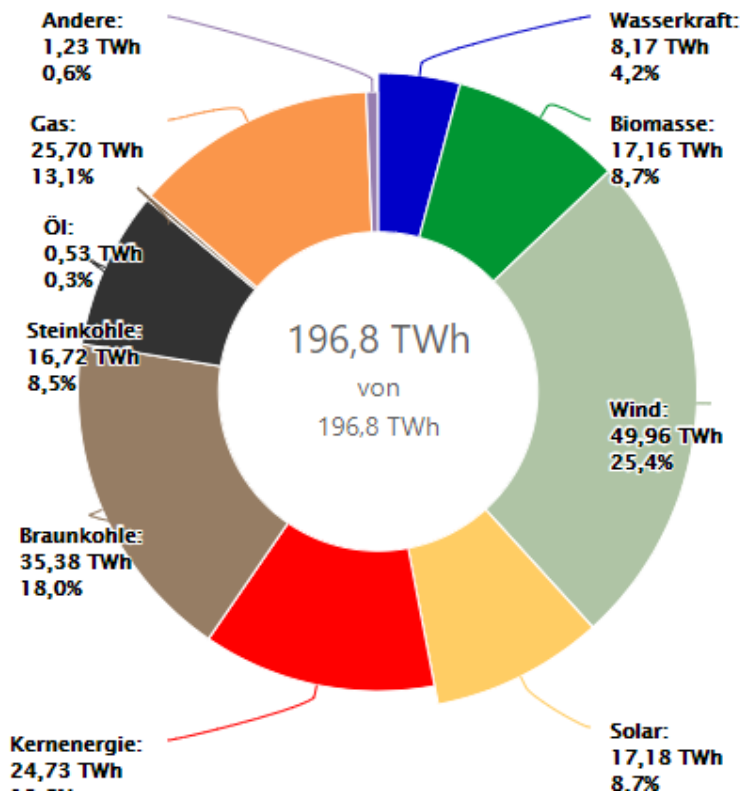
Klaus Richter



- Dipl.-Ing. (FH) – Elektrische Energietechnik
- Zusatzstudium GH Kassel - Rationelle Energienutzung
- Trainer & Business Coach (BDTV)
- Sachverständiger für PV Anlagen
- 30 Jahre Erfahrung im Bereich Solartechnik
- Angestellt bei einem Speichersystemhersteller

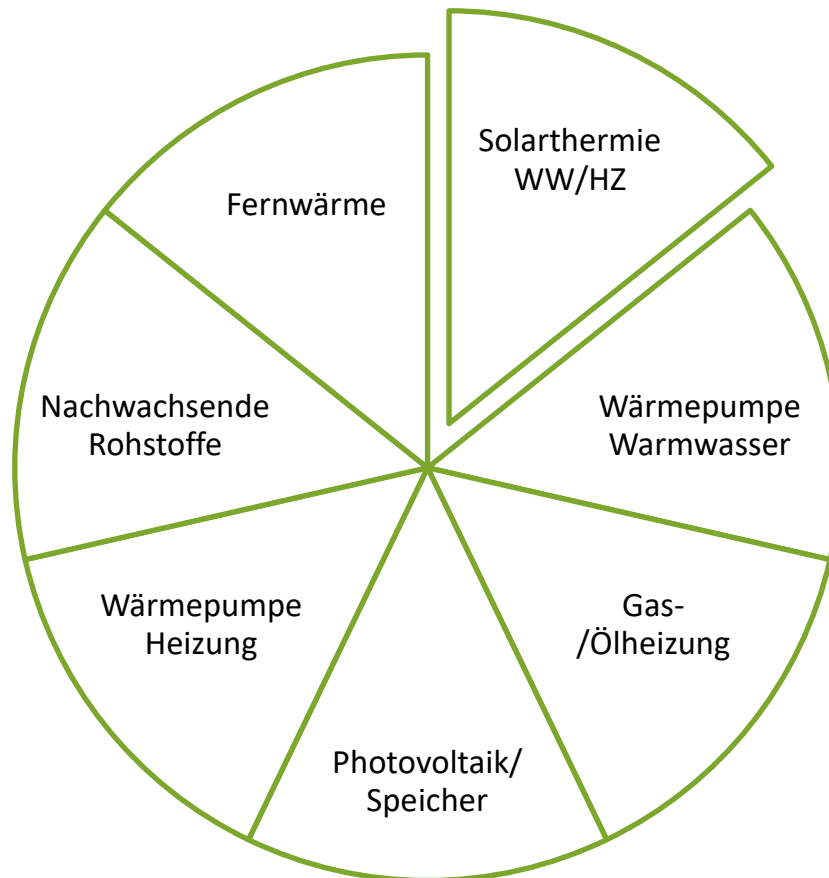
PHOTOVOLTAIK & SOLARTHERMIE





ERNEUERBARE ENERGIE IN DEUTSCHLAND 2021

VIELE WEGE FÜHREN NACH ROM!



Solarthermie auf Wachstum

Ausbaubedarf **Solarthermie**

Anzahl Solarthermieanlagen inkl. Fernwärme

2020

ca. **2,5** Mio.



CO₂-Ersparnis

ca. **2,1** Mio.t

2021–2025

ca. **3,8** Mio.



CO₂-Ersparnis

ca. **3,1** Mio.t

2025–2030

ca. **6,0** Mio.



CO₂-Ersparnis

ca. **5,6** Mio.t

Quelle: BSW

www.solarwirtschaft.de

Marktübersicht 2021

Solarthermie (Solarwärme)-Branche in Deutschland

Kurzprofil zum Ende 2021 (gerundet)

Anzahl der im Jahr 2021 neu installierten Solarwärme-Anlagen ¹	81.000
Bestand installierter Solarwärme-Anlagen Ende 2021 ²	2,5 Mio.
Im Jahr 2021 neu installierte Solarkollektorfläche (brutto) ¹	0,64 Mio. qm
Bestand installierter Solarkollektorfläche 2021 (brutto) ²	21,6 Mio. qm
Im Jahr 2021 neu installierte Solarwärme-Leistung ³	450 MW (th)
Insgesamt installierte Solarwärme-Leistung 2021 ³	15,1 GW (th)
Solarwärmeerzeugung durch Solarwärme-Anlagen im Jahr 2021 ³	8,8 TWh (th)
Netto vermiedene Treibhausgas-Emissionen in CO ₂ -Äquivalenten im Jahr 2021 ⁴	2,5 Mio. Tonnen

Speicherbranche in Deutschland

Kurzprofil zum Ende 2021 (gerundet)

Im Jahr 2021 neu installierte Heimspeicher ¹	141.000
Kumulierte Anzahl der bis Ende 2021 installierten Solarstromspeicher ¹	413.000
Durchschnittliche Kapazität der in 2021 installierten solaren Heimspeicher ¹	8 kWh
Batteriekapazität der in 2021 installierten solaren Heimspeicher ¹	1,1 GWh
Anteil neu installierter PV-Anlagen (bis 10 kWp) in Kombination mit Heimspeicher ²	54 %
Anteil nachgerüsteter Heimspeicher an Speicherinstallationen ³	14 %
In Deutschland im Jahr 2021 neu gemeldete Fahrzeuge mit reinem Elektro-Antrieb (BEV) ⁴	618.500
Zusätzlicher Strombedarf bei 1 / 5 / 10 Millionen Elektrofahrzeugen ⁵	3 / 15 / 30 Mrd. kWh
Notwendige zusätzliche Photovoltaik-Leistung, um Strombedarf von einer Million Elektrofahrzeugen decken zu können ⁶	3 GWp

Photovoltaik (Solarstrom)-Branche in Deutschland

Kurzprofil zum Ende 2021 (gerundet)

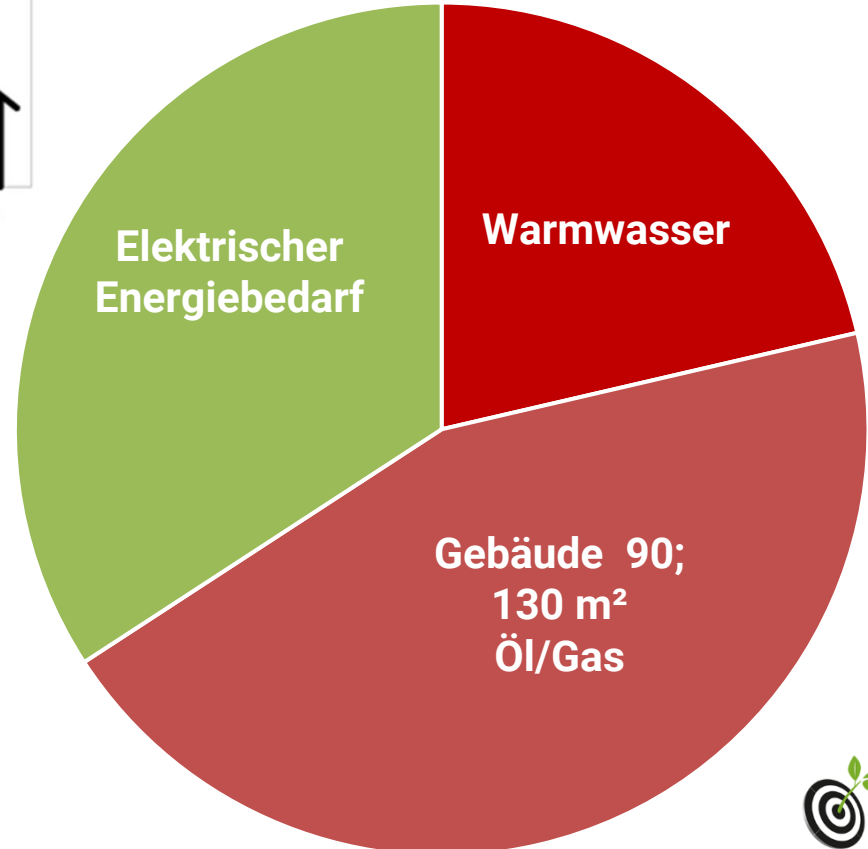
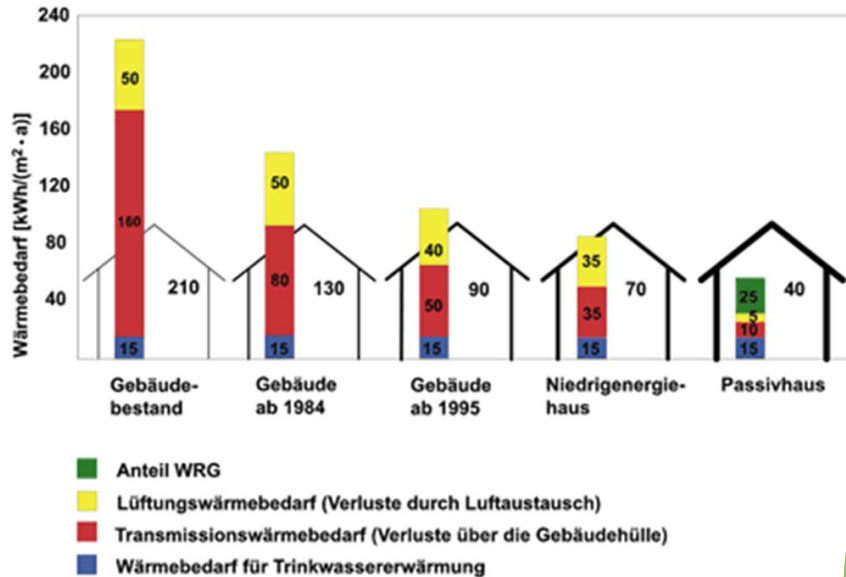
Im Jahr 2021 neu gemeldete Photovoltaik (PV)-EEG-Leistung ¹	5,26 GWp
Im Jahr 2021 neu gemeldete Photovoltaik-Anlagen ¹	235.600
Ende 2021 installierte PV-Leistung insgesamt ²	rd. 59 GWp
Anzahl Ende 2021 installierter Photovoltaik-Anlagen insgesamt ²	2,2 Mio.
Stromerzeugung aus PV-Anlagen ³	50 TWh
Anteil PV-Anlagen an Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung im Jahr 2021 ⁴	10 %
Vermiedene Treibhausgas-Emissionen in CO ₂ -Äquivalenten im Jahr 2021 ⁵	34,4 Mio. t

**Im Jahr 2005:
Geht doch!**



Durchschnittlicher Energiebedarf

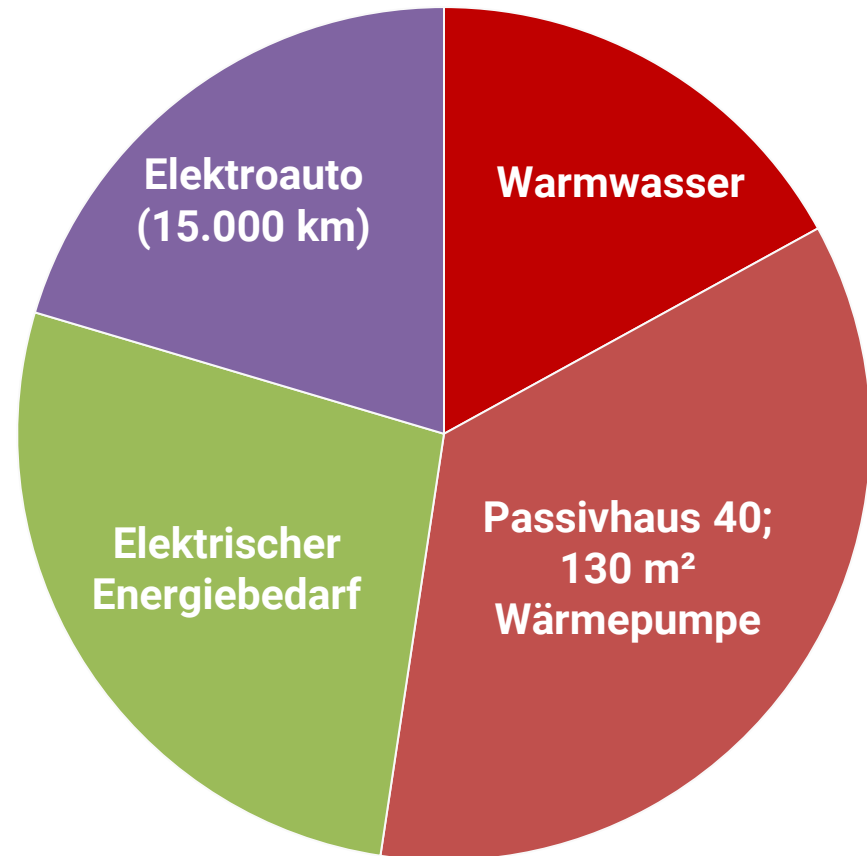
- Einfamilienhaus
2012/2013



Szenario „Modernisiert“ Energieverbrauch

- Energiebedarf
[kWh/Jahr]

Verbraucher	Energiebedarf [kWh/Jahr]
Warmwasser	2500
Passivhaus 40; 130 m ²	5200
Elektrischer Energiebedarf	4000
Elektroauto (40km/Tag)	3000



Staudenschreiner - Beispiel

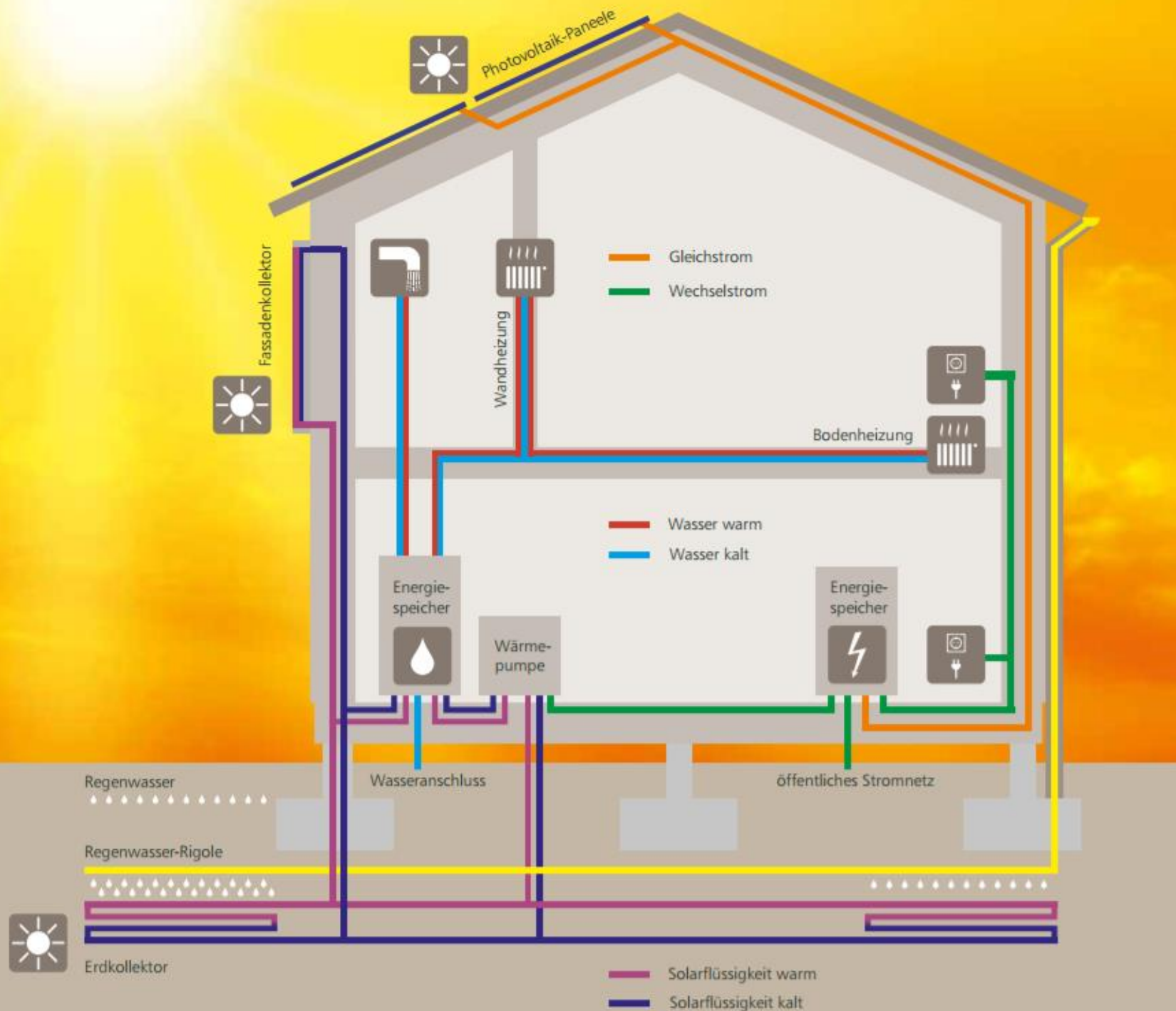


Speicherung im Erdreich



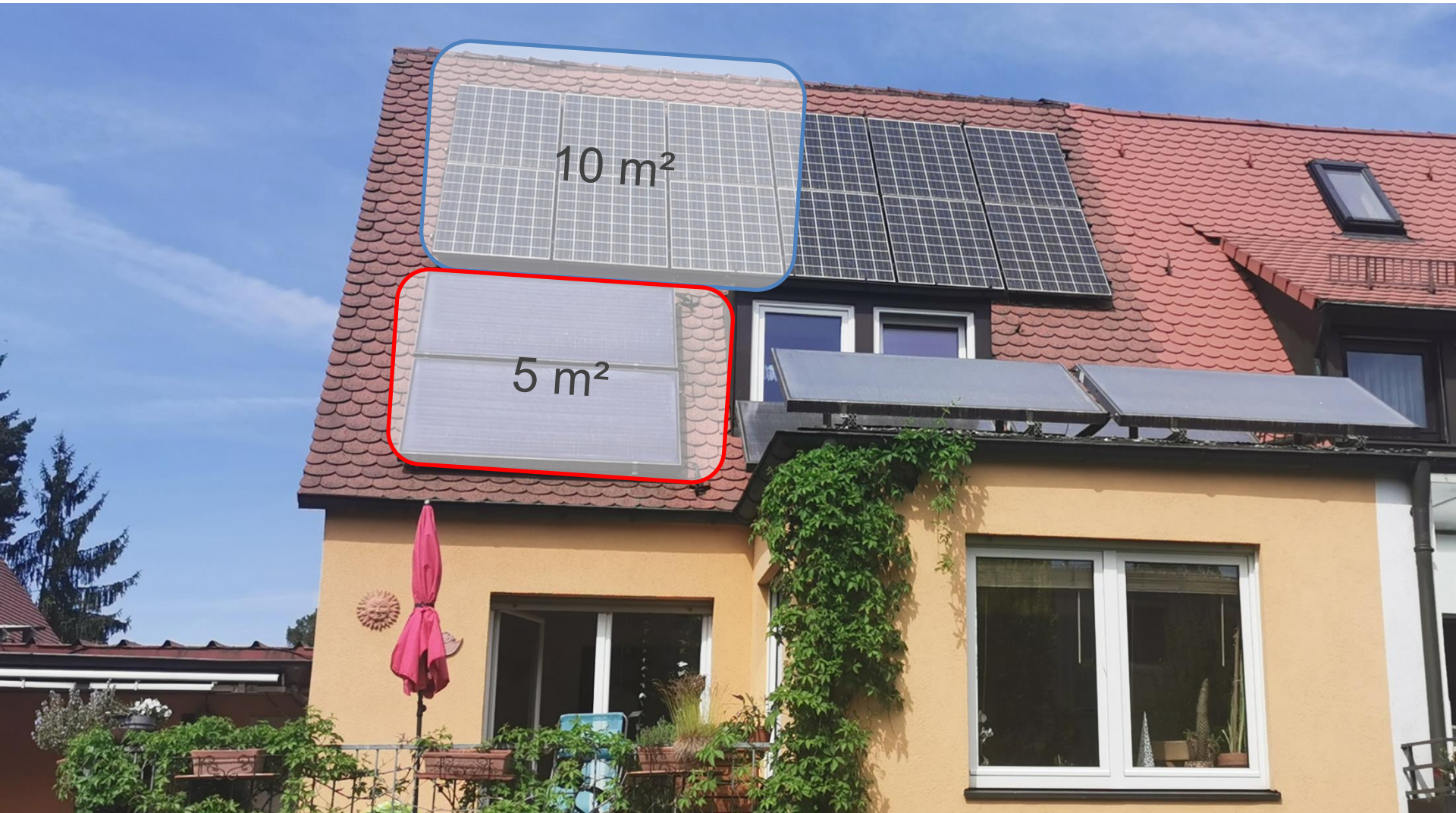
Ein Blick in die Heizzentrale



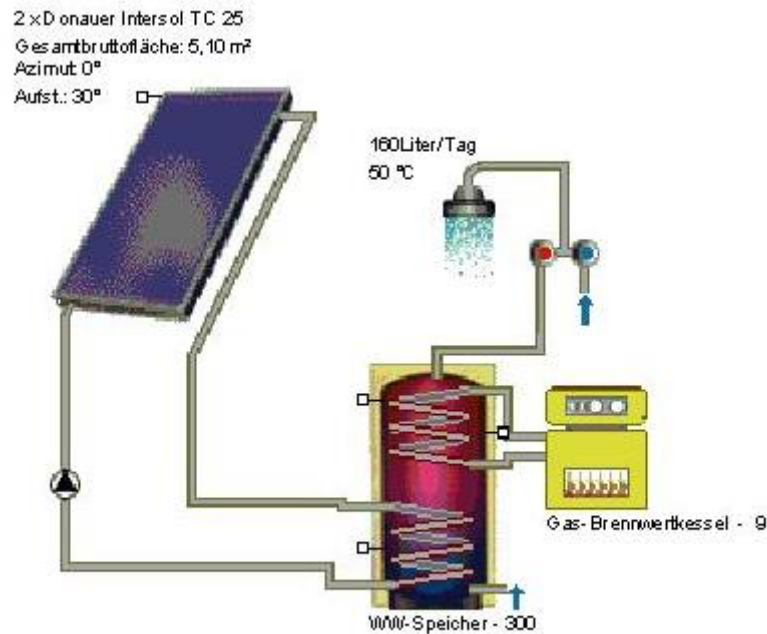


Warmwasserbereitung

mit Photovoltaik oder Solarthermie



Brauchwassererwärmung

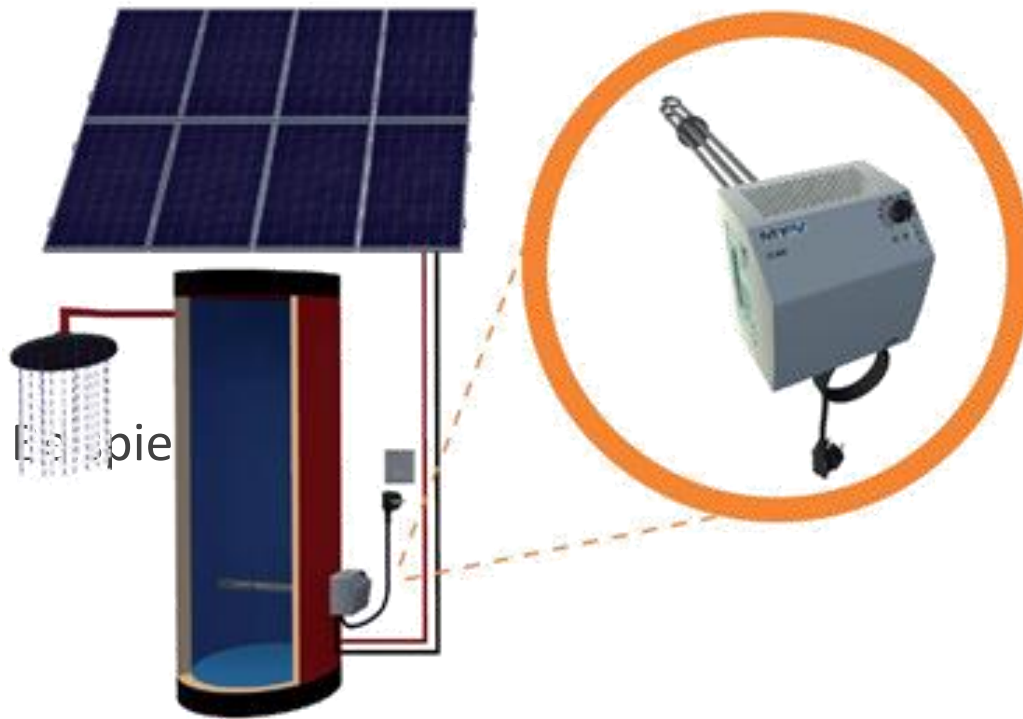


Ergebnisse der Jahressimulation

Installierte Kollektorleistung:	3,57 kW	
Einstrahlung Kollektorfläche:	5,73 MWh	1.225,05 kWh/m²
Abgegebene Energie Kollektoren:	2.232,64 kWh	477,06 kWh/m²
Abgegebene Energie Kollektorkreis:	1.868,73 kWh	399,30 kWh/m²
Energief Lieferung	2719,95 kWh	
Trinkwarmwassererwärmung:		
Energie Solarsystem an Warmwasser:	1868,73 kWh	
Zugeführte Energie Zusatzheizung:	1334,34 kWh	

Einsparung Erdgas H:	222,0 m³
Vermiedene CO ₂ -Emissionen:	469,40 kg
Deckungsanteil Warmwasser:	58,3 %
Anteilige Energieeinsparung (prEN 12976):	58,0 %
Systemnutzungsgrad:	32,6 %

DC Heizstab



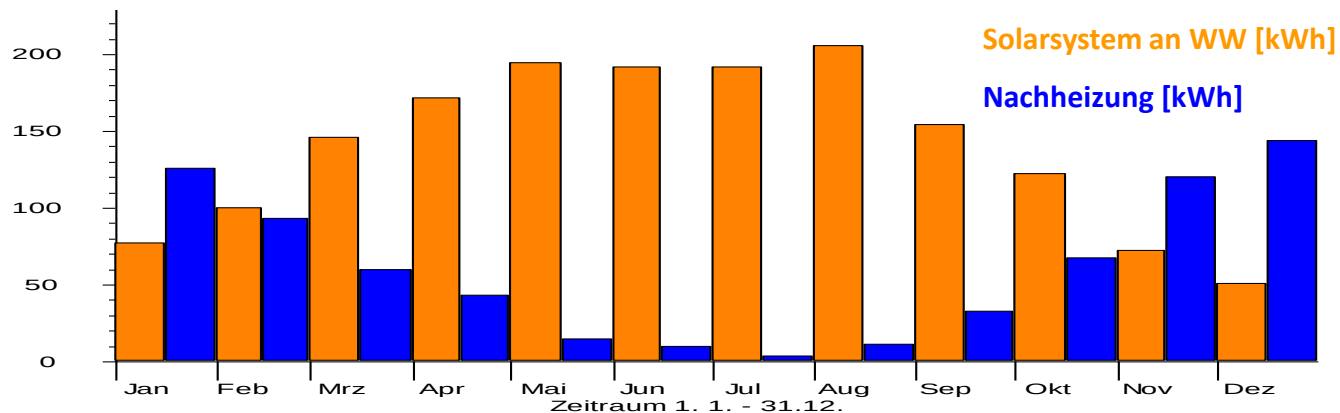
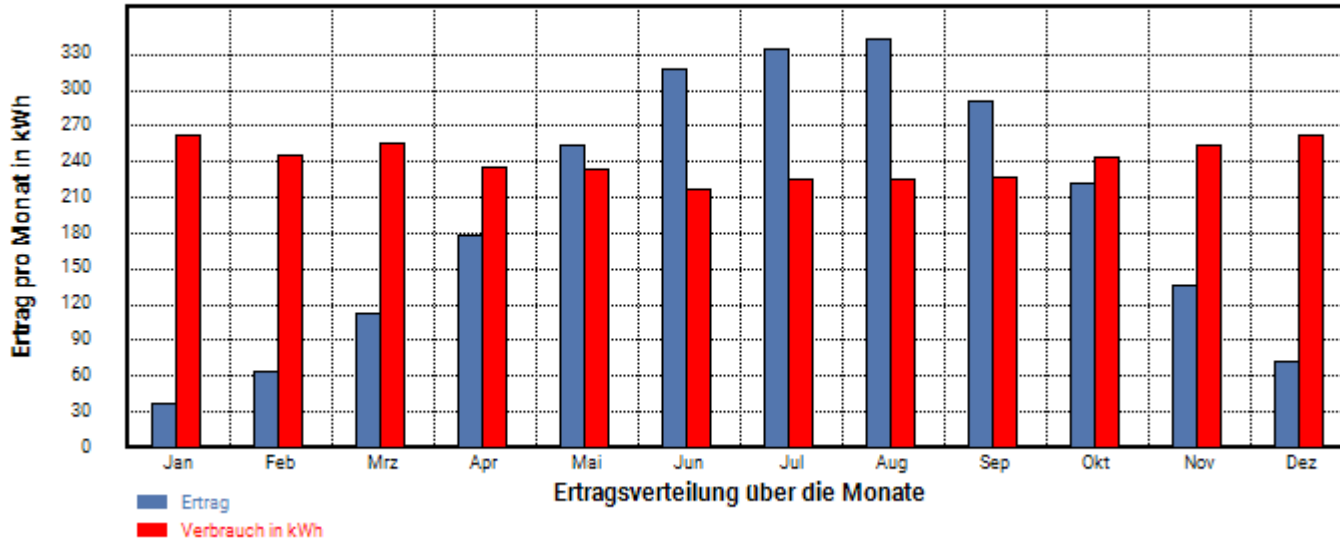
100 % Eigenverbrauch

Bei einer 2kWp-Anlage kann ein 2-4 Personen Haushalt 100 % des selbst erzeugten Solar-Stroms selbst verbrauchen.

Brauchwassererwärmung

Photovoltaik oder Solarthermie

Ertragsprognose



Theoretische Wirkungsgrade



Brauchwasserbereitung

Systemnutzungsgrad

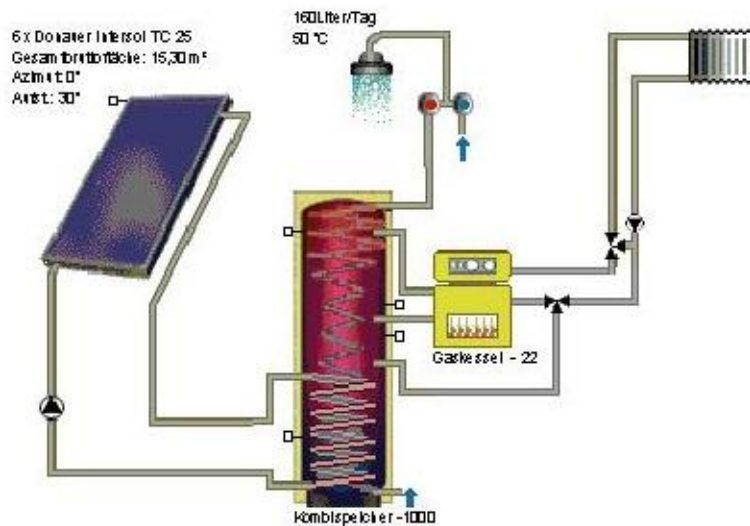


Heizungsunterstützung

Systemnutzungsgrad



Solaranlage zur Heizungsunterstützung



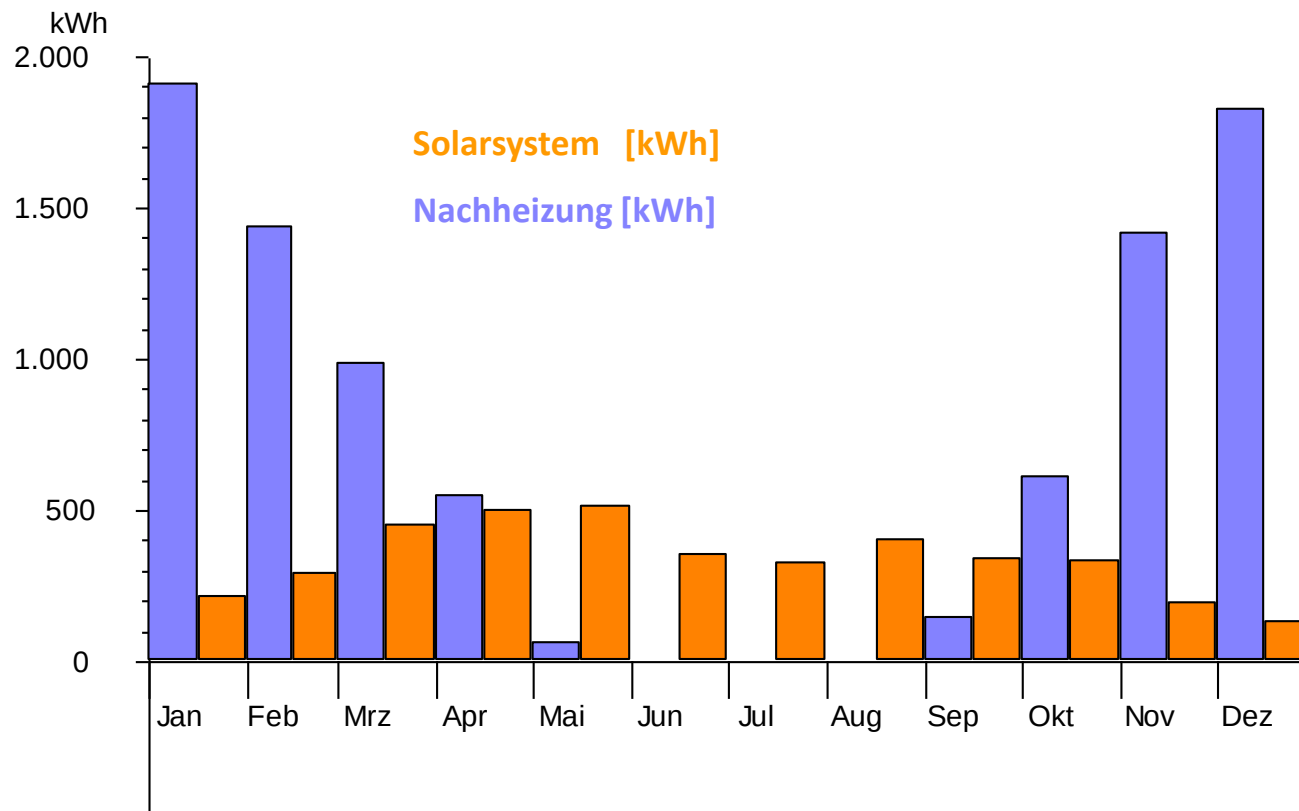
Ergebnisse der Jahressimulation

Installierte Kollektorleistung:	10,71 kW	
Einstrahlung Kollektorfläche:	17,20 MWh	1.225,05 kWh/m²
Abgegebene Energie Kollektoren:	5,06 MWh	360,73 kWh/m²
Abgegebene Energie Kollektorkreis:	4,41 MWh	314,07 kWh/m²

Energiefieferung	2719,95 kWh
Trinkwarmwassererwärmung:	
Energiefieferung Heizwärme:	17,7 MWh
Energie Solarsystem an Warmwasser:	2602,1 kWh
Energie Solarsystem an Heizung:	1807,45 kWh
Zugeführte Energie Zusatzheizung:	17,52 MWh

Einsparung Erdgas H:	599,9 m³
Vermiedene CO ₂ -Emissionen:	1.268,64 kg
Deckungsanteil Warmwasser:	61,6 %
Deckung Gesamt:	20,1 %
Anteilige Energieeinsparung (prEN 12976):	16,1 %
Systemnutzungsgrad:	25,6 %

Solaranlage zur Heizungsunterstützung



Zeitraum 1. 1. - 31.12.



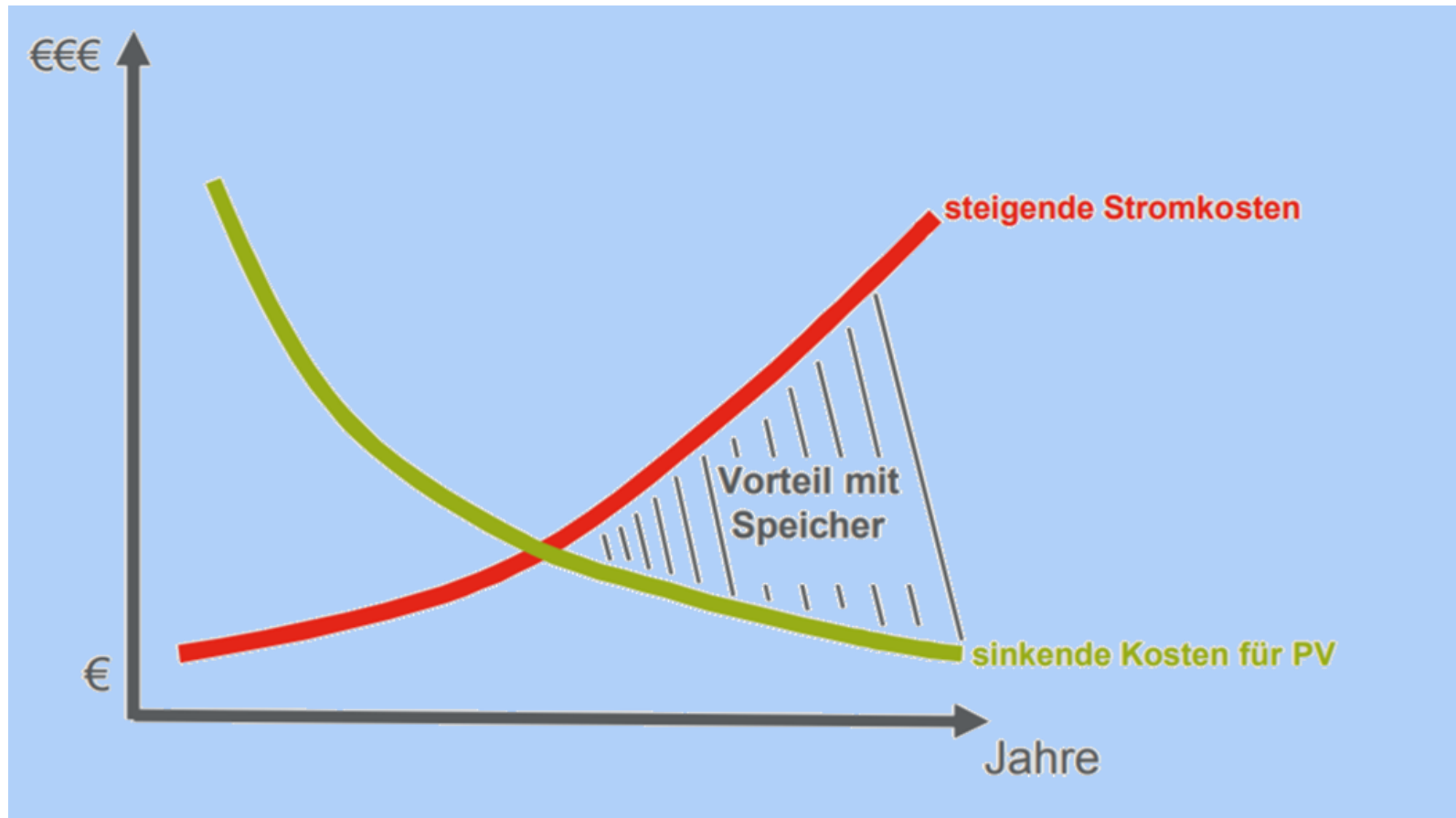
Zahlen Daten Fakten

1kWp

5-7 m²

1000
kWh/a

Verbraucher	Energiebedarf [kWh/Jahr]
Warmwasser	2500
Passivhaus 40; 130 m ²	5200
Elektrischer Energiebedarf	4000
Elektroauto (20.000 km)	4000



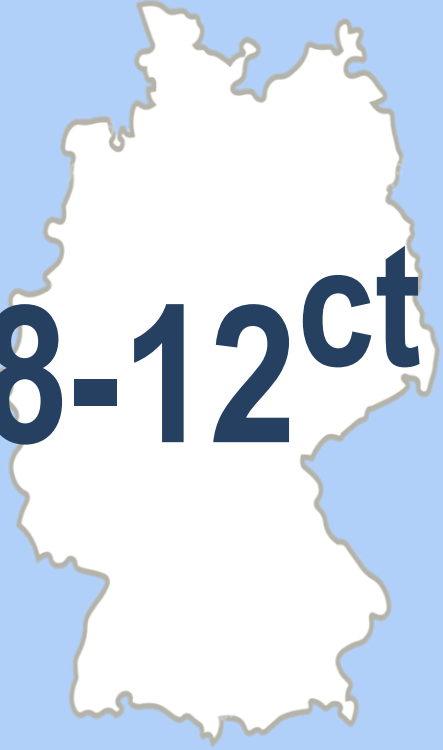
Die Schere geht auf!



STROMKOSTEN 2022

... aktueller Strompreis N-ergie
Tendenz ungewiss

Zahlen Daten Fakten



8-12ct

GESTEHUNGSKOSTEN PV

... kostet derzeit ca. die mit einer
Photovoltaikanlage erzeugte kWh Strom!
Gerechnet auf 20 Jahre Lebensdauer

Zahlen Daten Fakten

Stromgestehungskosten PV

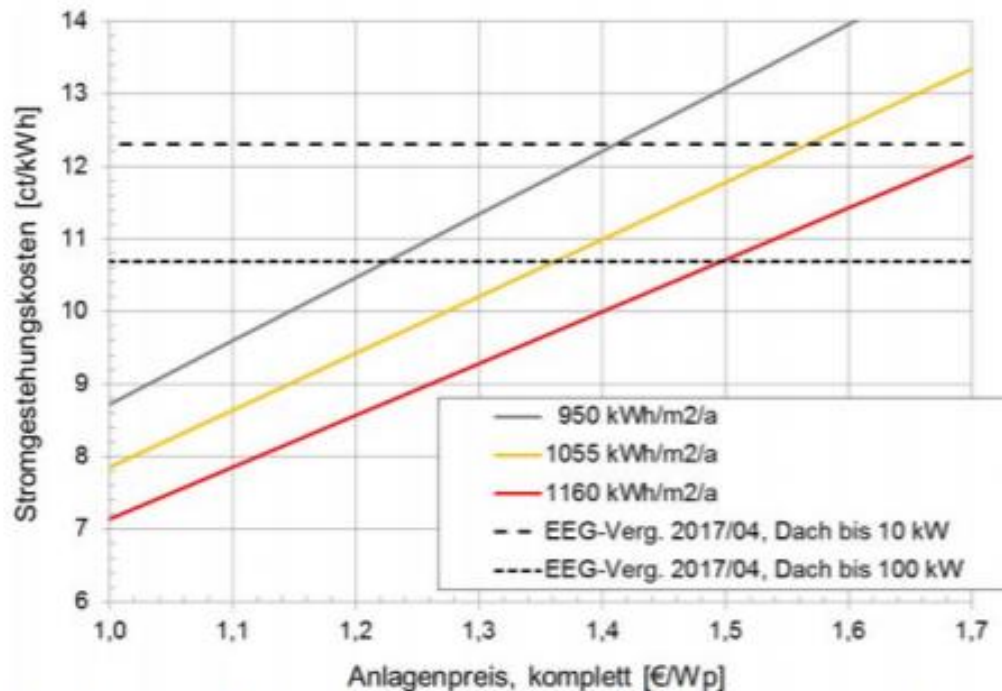
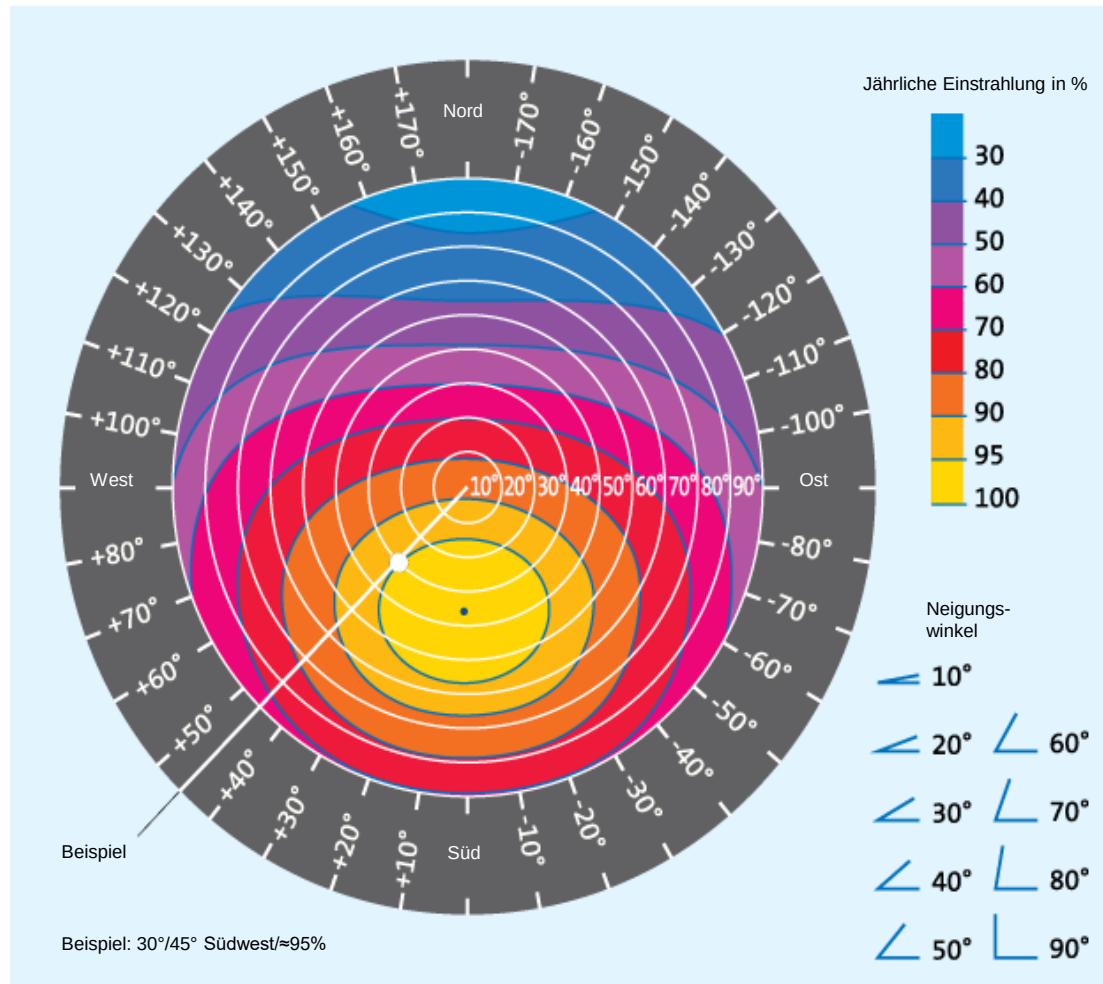


Abbildung 17: Grobe Abschätzung der Stromgestehungskosten für PV-Anlagen unter verschiedenen Einstrahlungsbedingungen

Es wird immer schräger!



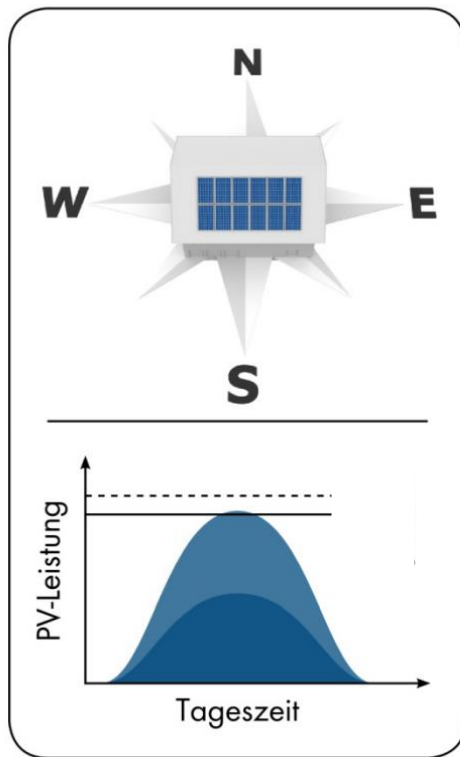
PV-Ertrag in Abhängigkeit von Ausrichtung & Neigung



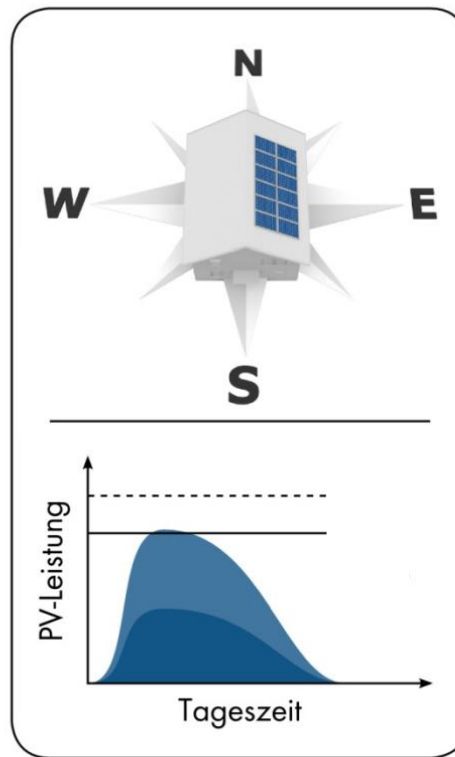
Süden ist kein Muss!

- Muss denn Norden Sünde sein?

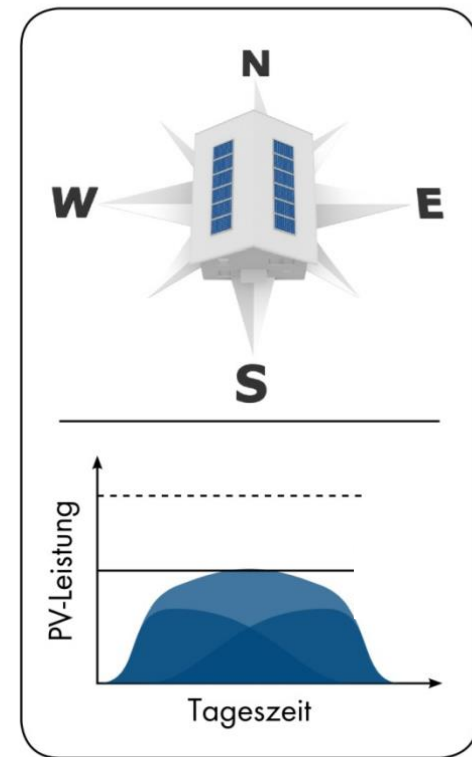
Süd



Ost

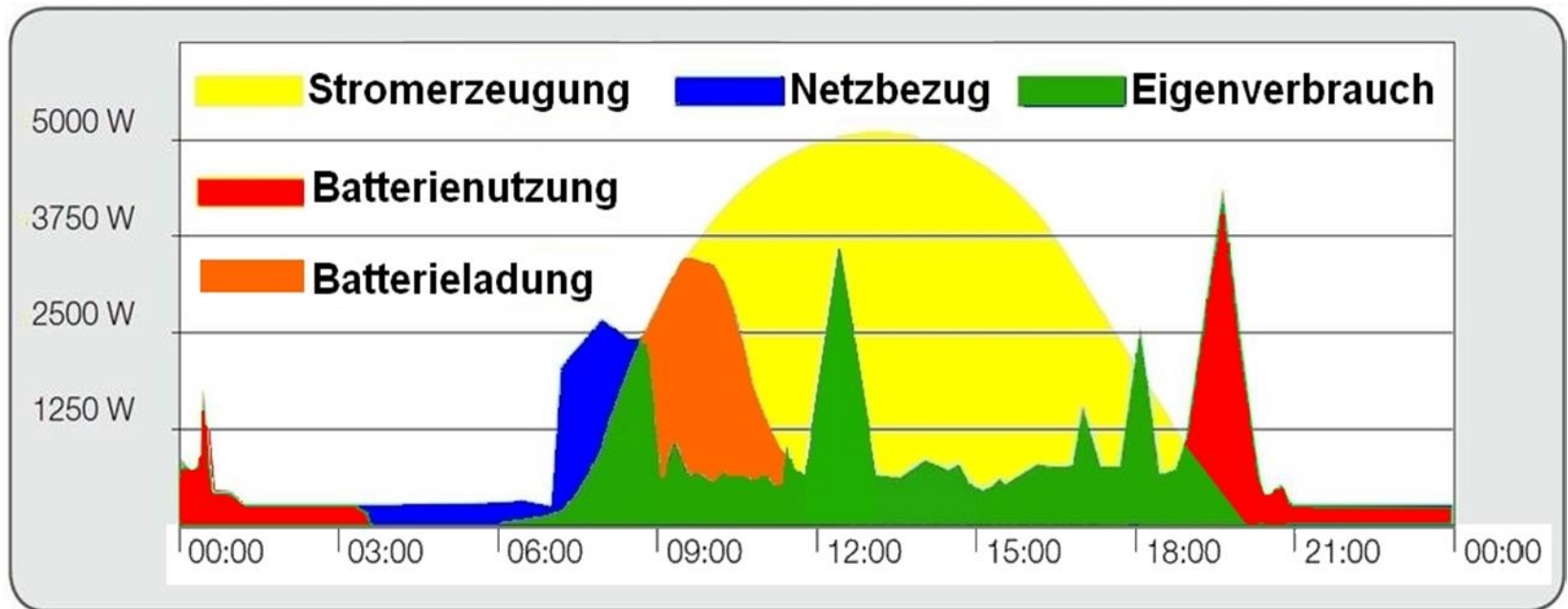


Ost/West



Grundprinzip Eigenverbrauch

Batteriespeichersystem



Praxisbeispiele aus Franken



Anlagenbeispiele



Mehr als 50% entscheiden sich für Batteriespeichersysteme!

Speicherbranche in Deutschland

Kurzprofil zum Ende 2020 (gerundet)

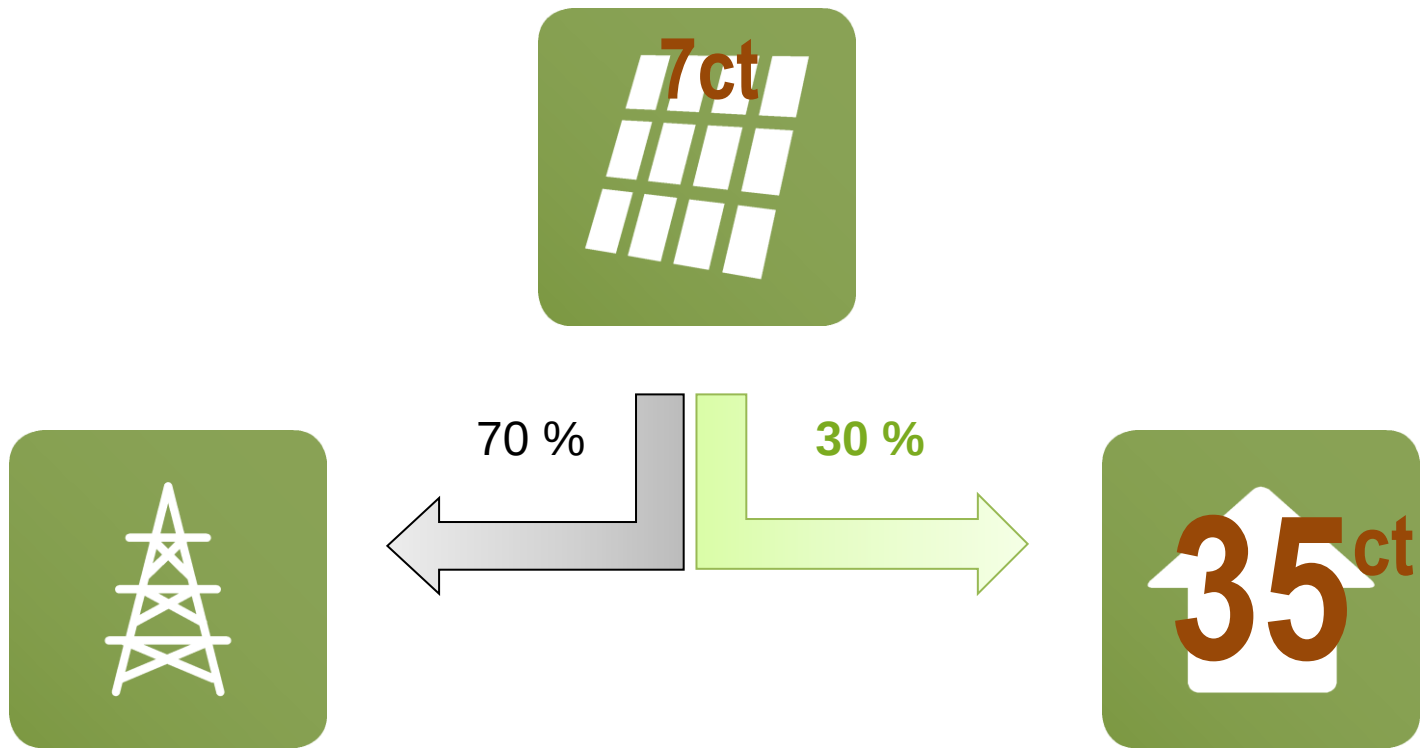
Im Jahr 2020 neu installierte Heimspeicher ¹	88.000
Kumulierte Anzahl der bis Ende 2020 installierten Solarstromspeicher ¹	272.000
Durchschnittliche Kapazität der installierten solaren Heimspeicher ¹	7 kWh
Batteriekapazität aller solaren Heimspeicher ²	1,9 GWh
Anteil neu installierter PV-Anlagen (bis 10 kWp) in Kombination mit Heimspeicher ³	50 %
Anteil nachgerüsteter Heimspeicher an Speicherinstallationen ³	10 %
In Deutschland gemeldete Fahrzeuge mit reinem Elektro-Antrieb (BEV) ⁴	305.000
Anzahl Ladepunkte für Elektrofahrzeuge ⁵	33.000
Zusätzlicher Strombedarf bei 1 / 5 / 10 Millionen Elektrofahrzeugen ⁶	3 / 15 / 30 Mrd. kWh
Notwendige zusätzliche Photovoltaik-Leistung, um Strombedarf von einer Million Elektrofahrzeugen decken zu können ⁷	3 GWp

Speicherkapazität von Solarbatterien Verzehnfachung bis 2030 erforderlich



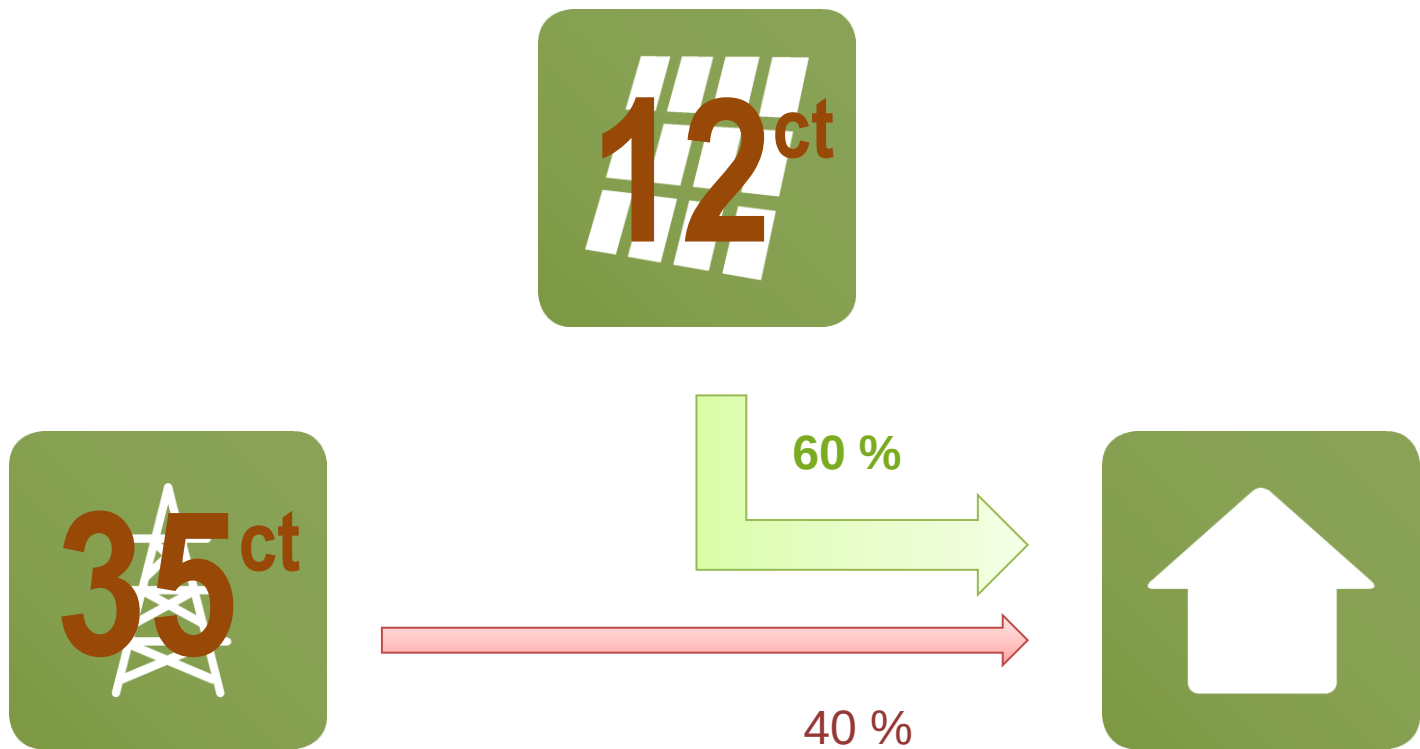
Eigenverbrauch oder Autarkie

*Eine Frage der
Blickrichtung*



Eigenverbrauchsquote

*Eine Frage der
Blickrichtung*



Autarkiequote

*Eine Frage der
Blickrichtung*

Optimierung des Eigenverbrauches

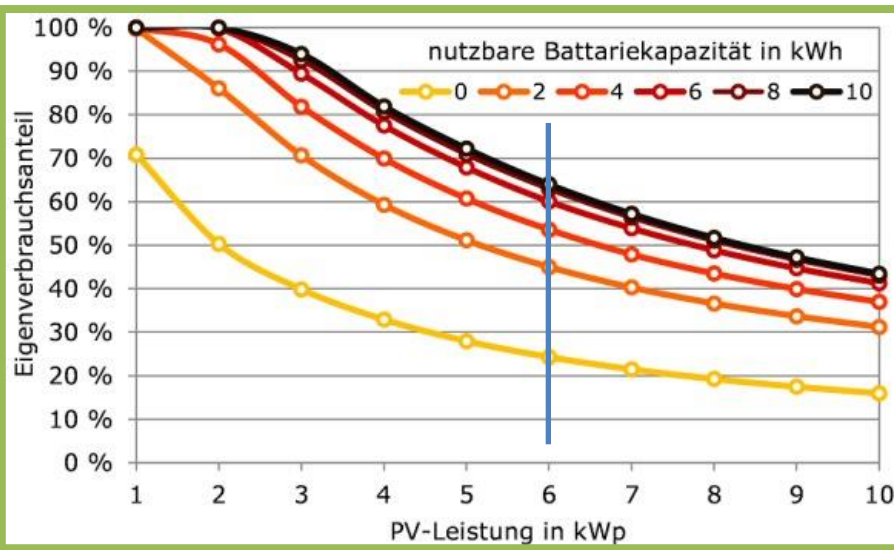
Wovon reden wir?



PV Anlage: 6 kWp | Jahresenergieverbrauch 4750 kWh

Größe Batteriespeicher

*Welche Speichergröße
würden Sie empfehlen?*



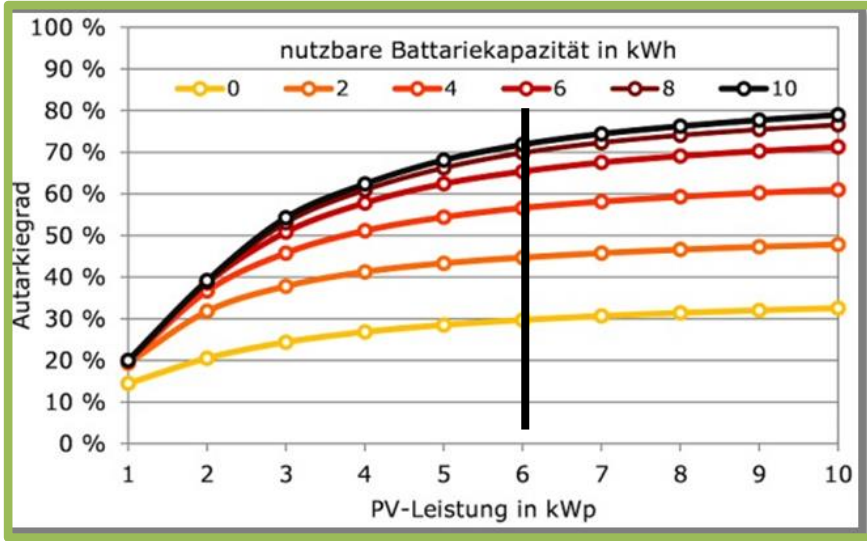
Schon mit kleinen Speichern können Sie viel erreichen!

- Möglichst viel PV Strom selbst nutzen!
- Die wirtschaftliche Lösung!

Eigenverbrauchsanteil in Abhängigkeit von Batteriekapazität und Leistung des Solargenerators

Quelle: Prof. Dr. Volker Quaschnig

Eigenverbrauchs- optimierung



Autarkiegrad in Abhängigkeit von Batteriekapazität und Leistung des Solargenerators

Mit mehr kWp und kWh können Sie bis zu 80% unabhängig werden

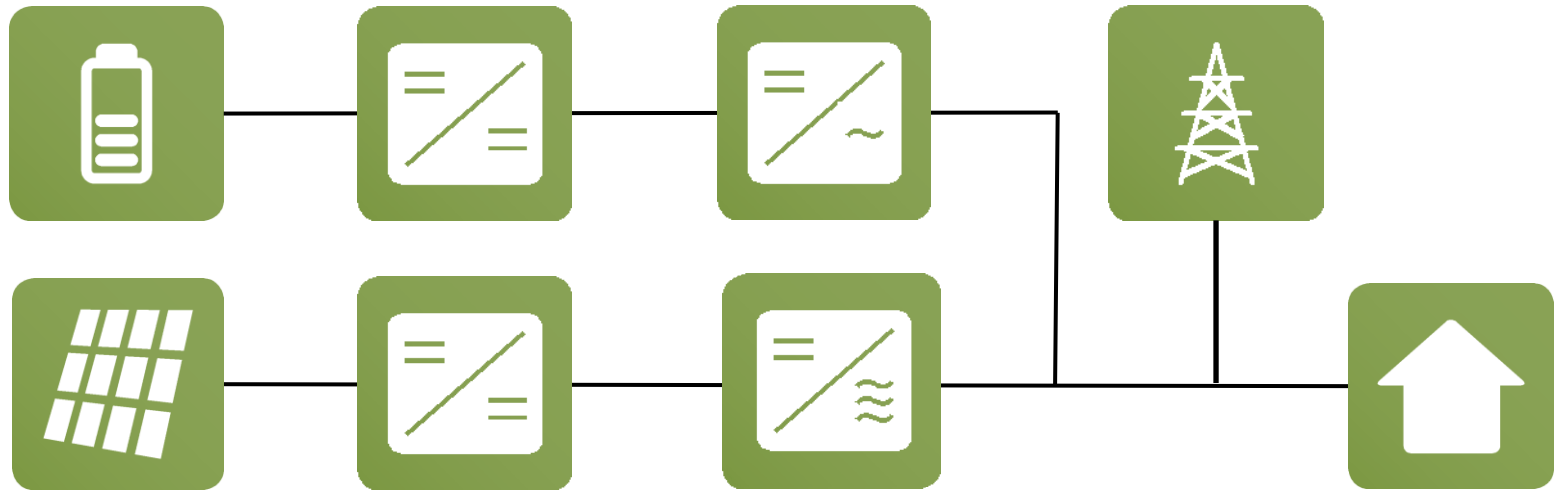
- Möglichst unabhängig sein von Energieversorgern und zukünftigen Energiepreisentwicklungen.
- Energiekosten die kommenden 25 Jahre auf ein Minimum reduzieren.

Quelle: Prof. Dr. Volker Quaschnig

Ihr Weg in Richtung Unabhängigkeit

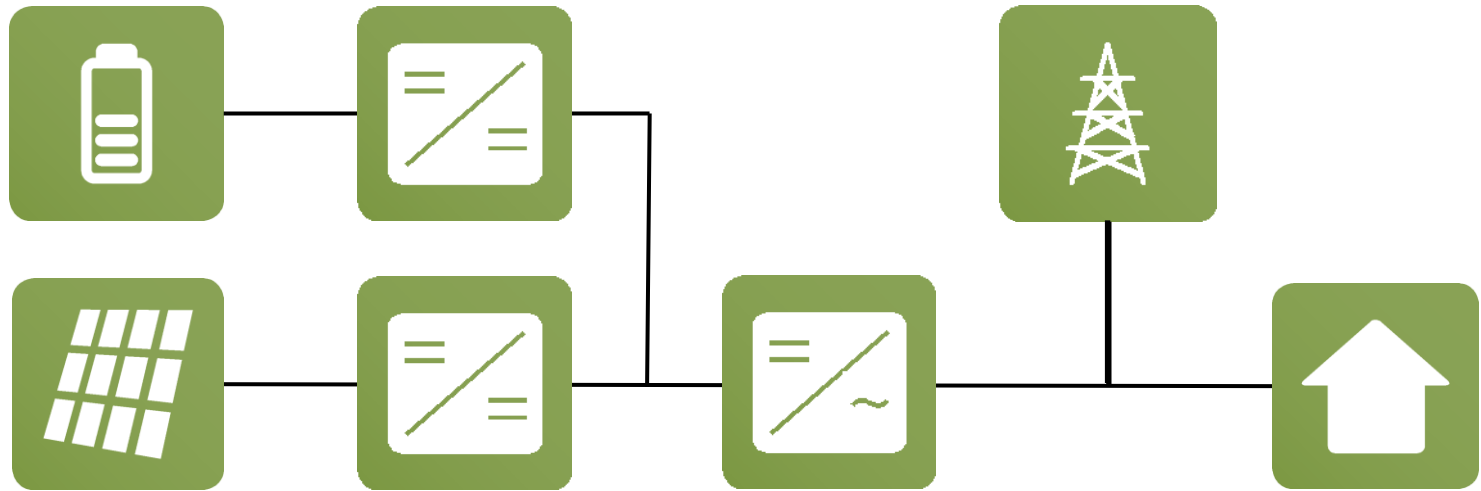
PV Speichersysteme

Ein Überblick



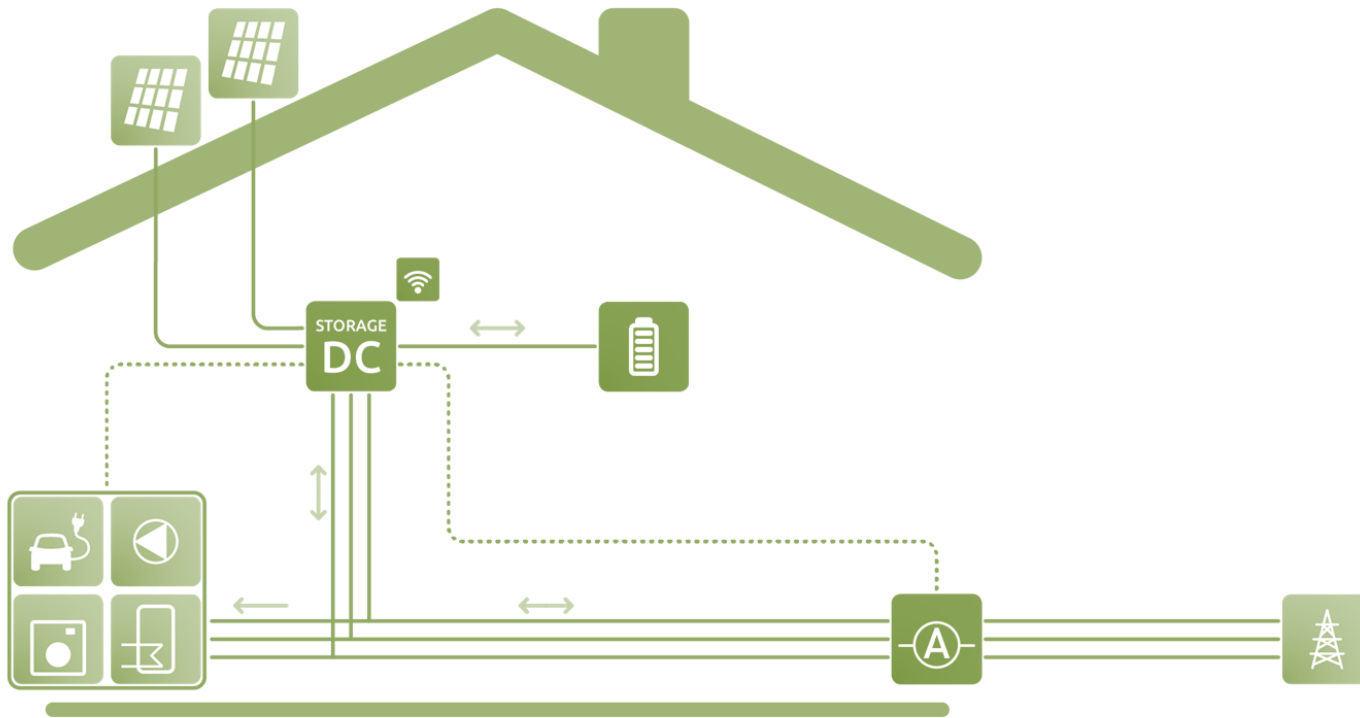
AC-gekoppelte Systeme

*Immer bidirektional
„Hybrid“*

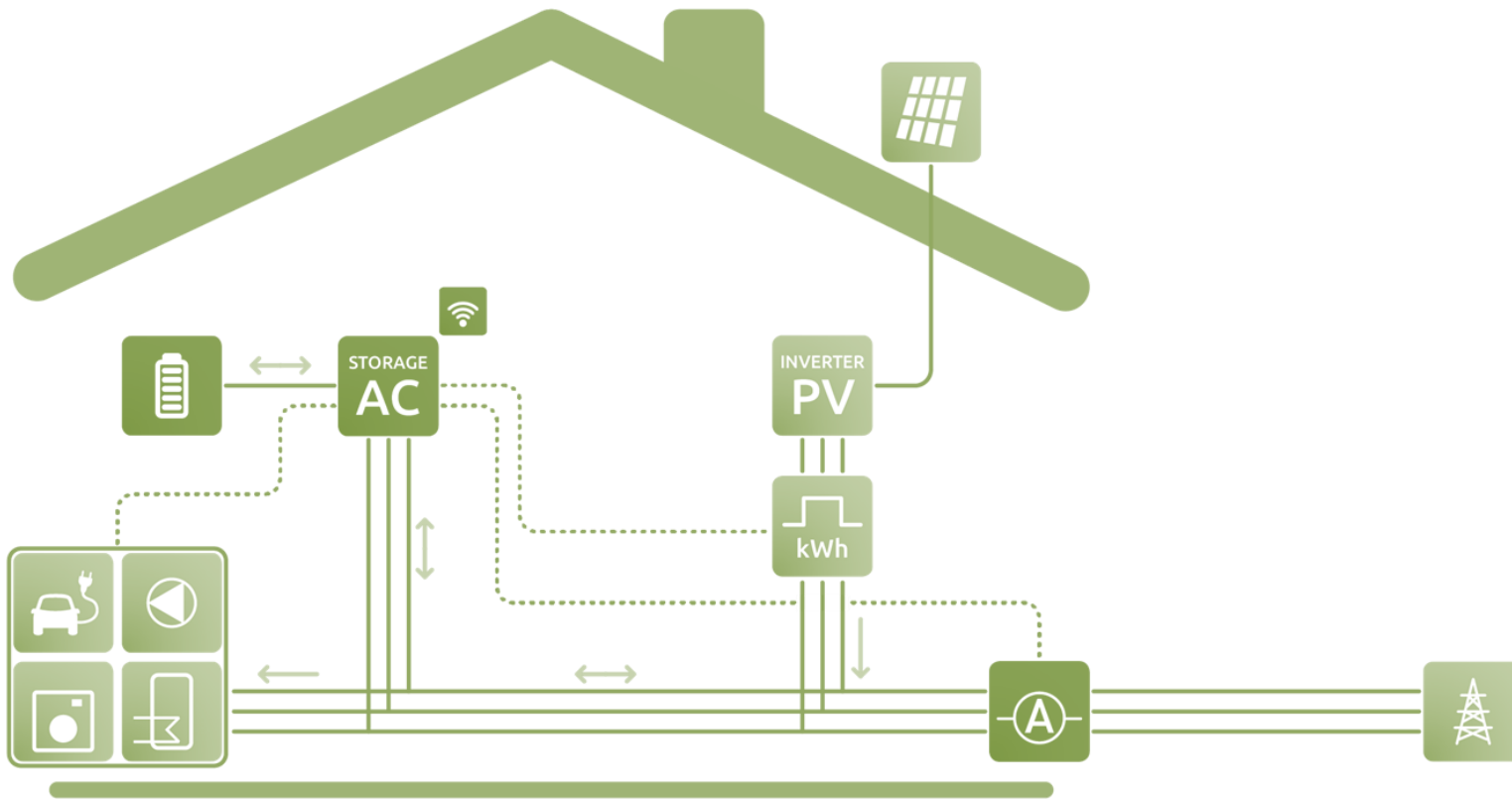


DC-gekoppelte Systeme

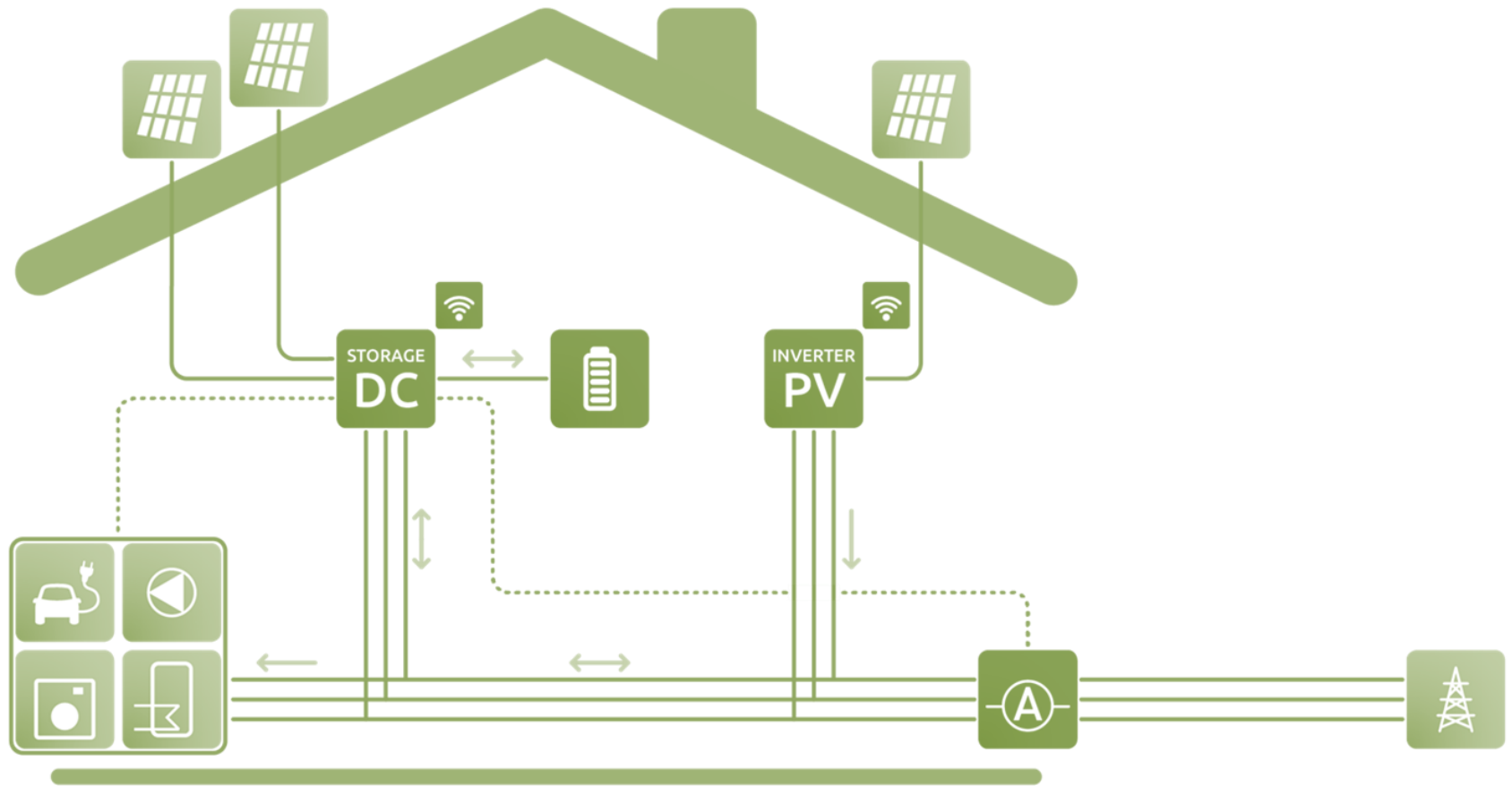
*Uni-/Bidirektional
„Hybrid“*



DC-gekoppelte Systeme



AC-gekoppelte Systeme



DC/AC-gekoppelte Systeme

Lithium-Ionen Batterien

LCO
LTO NMC
LFP NCA
LMO

LITHIUM-IONEN BATTERIEN IM ÜBERBLICK

Schwer den Überblick zu behalten!

LITHIUM-IONEN BATTERIEN IM VERGLEICH

	LCO	LMO	NMC	NCA	LFP
Umwelt	--	++	-	-	++
Sicherheit	-	+	o	--	++
Nennspannung/ V	3,7		3,6 / 3,7	3,6	3,2 / 3,3
Volumetrische Energiedichte Wh/l	320–500	290–340	490–580	480–670	160–260
Gravimetrische Energiedichte Wh/kg	110–180	100–120	180–210	180–250	80–120
Entladestrom C	1–2	3–20	1–10	1–10	10–50
Lebensdauer (Zyklen)	300–1000	1000–1500	500–1000	500–1000	2000–5000
Anschaffungskosten €/kWh Zelle (18650) 04/2014	170	230	200	210	450
Relative Kosten €/kWh /Zyklus	0,17–0,60	0,15–0,23	0,20–0,40	0,20–0,40	0,09–0,25
Anwendungsbereiche	High Energy Home appliance	High Power Power Tools Garden tools Medical application Military Electromobility	High Energy + Power Power Tools Garden Tools Home appliance Medical application Electromobility Energy Storage	High Energy + Power Power Tools Garden Tools Home appliance Electromobility Energy Storage	High Power Power Tools Garden Tools Home appliance Electromobility Military Emergency-Lighting Energy Storage

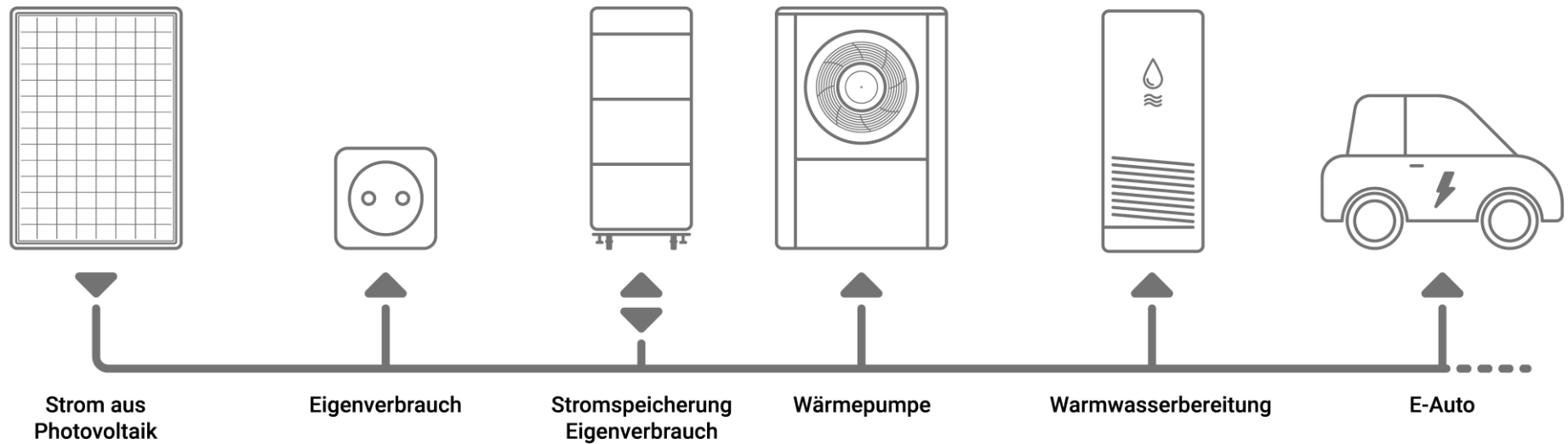
Bewertungsschema:

++ = sehr gut; + = gut; o = befriedigend; - = ausreichend; -- = mangelhaft

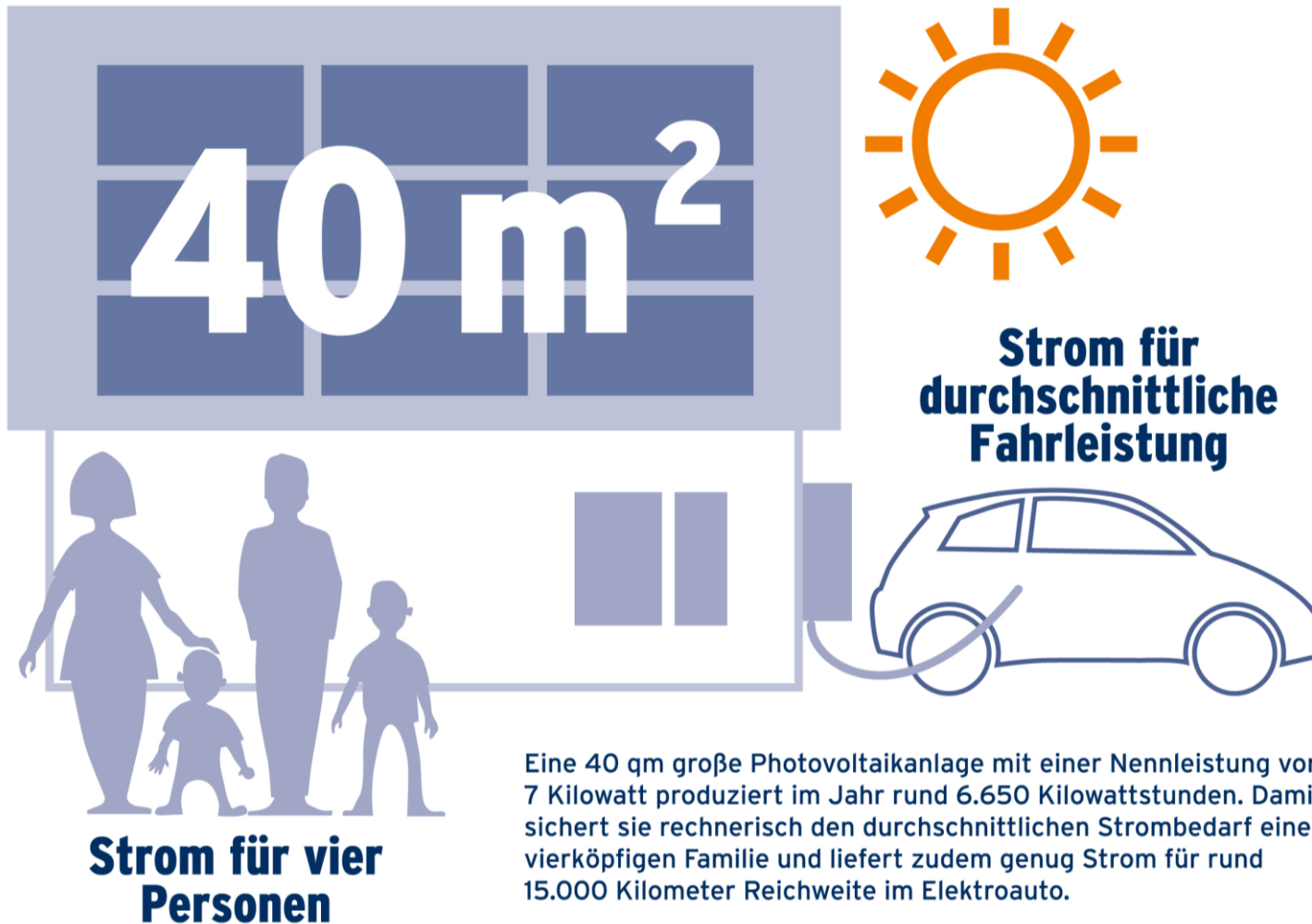


POWER 2 X LÖSUNGEN

Power to X



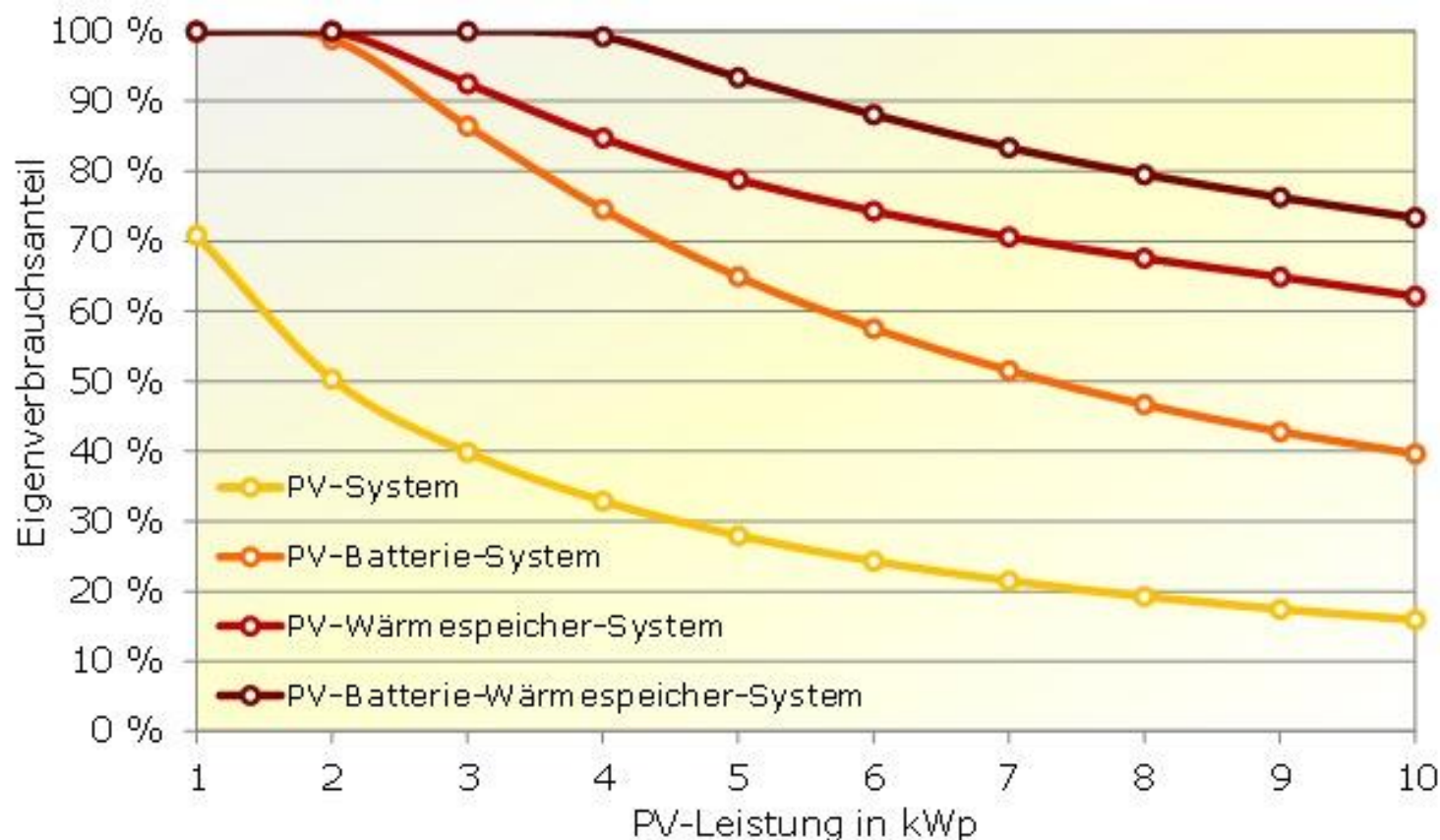
Solardach sichert Strom und Mobilität



100 % Eigenverbrauch ist möglich!



100 % Eigenverbrauch ist möglich!



PV Systeme mit WP ideal betreiben

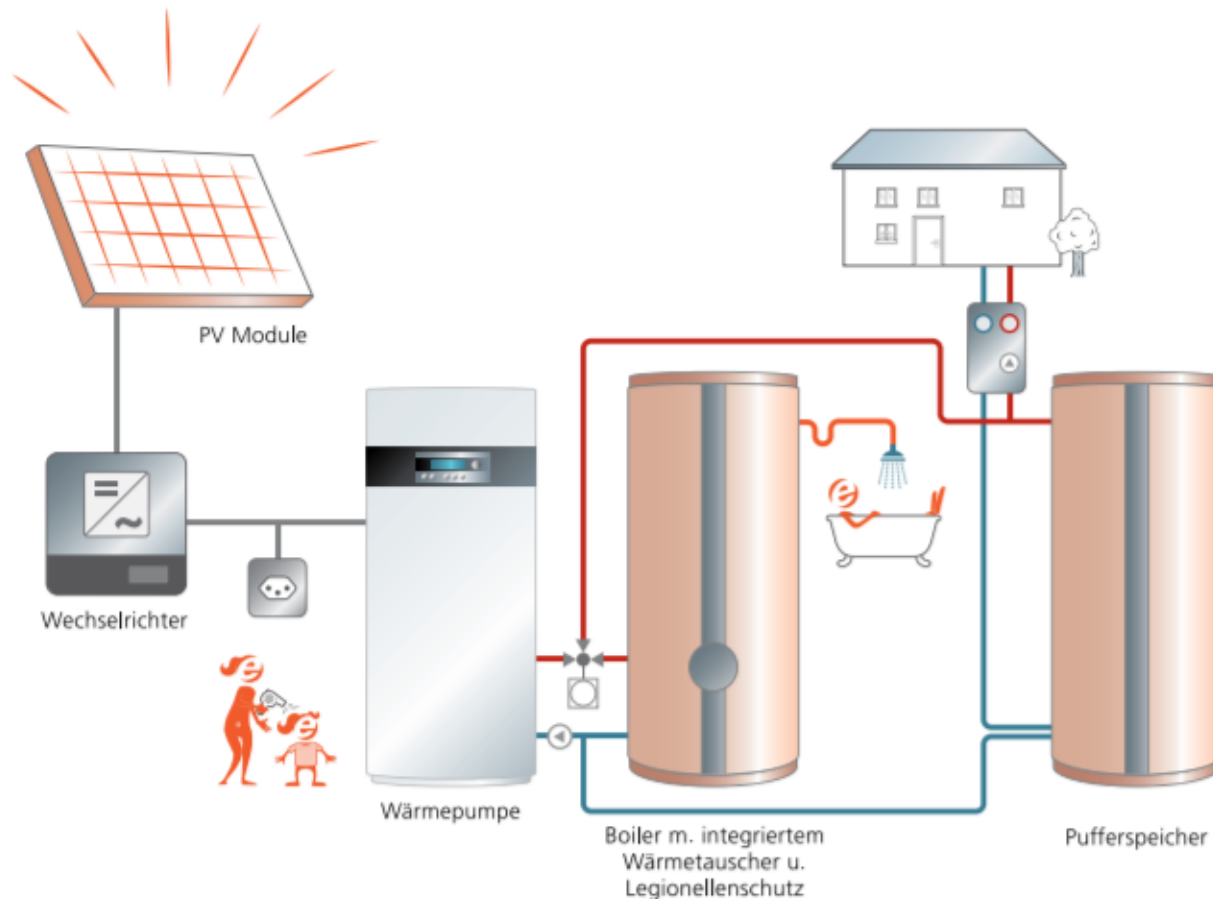


Abbildung 8: Hydraulisches Anschlusskonzept Wärmepumpe mit PV-Anlage (Quelle: VESE).

PV Systeme mit WP ideal betreiben

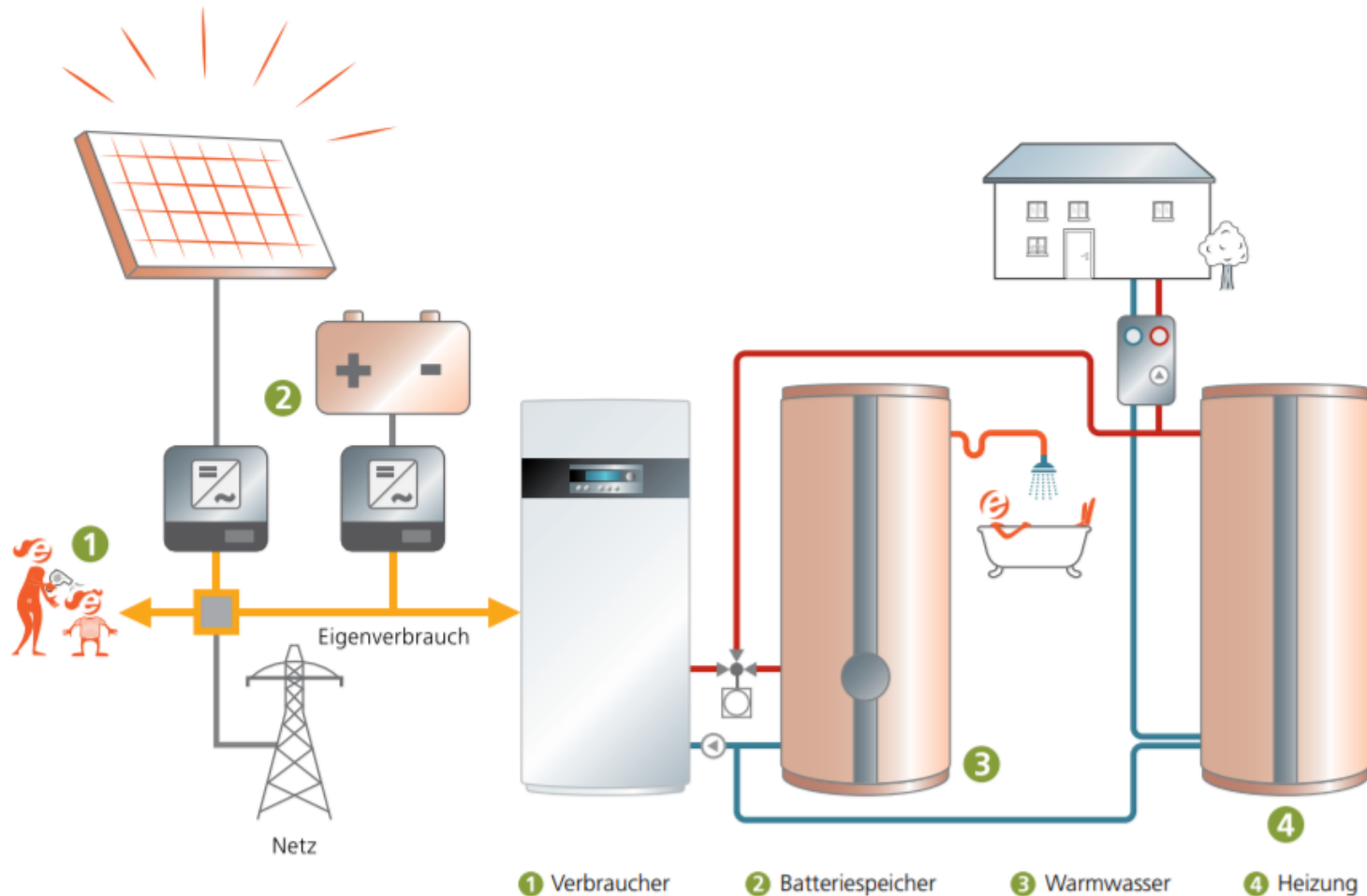


Abbildung 10: PV-System mit Batteriespeicher, Warmwasserspeicher und Wärmepumpe mit SG-Ready-Schnittstelle. Die Nummerierung gibt die mögliche Reihenfolge an, mit der die Komponenten als Speicher für Solarstrom vom Energiemanagement genutzt werden können (Quelle: VESE).

PV Systeme mit WP ideal betreiben

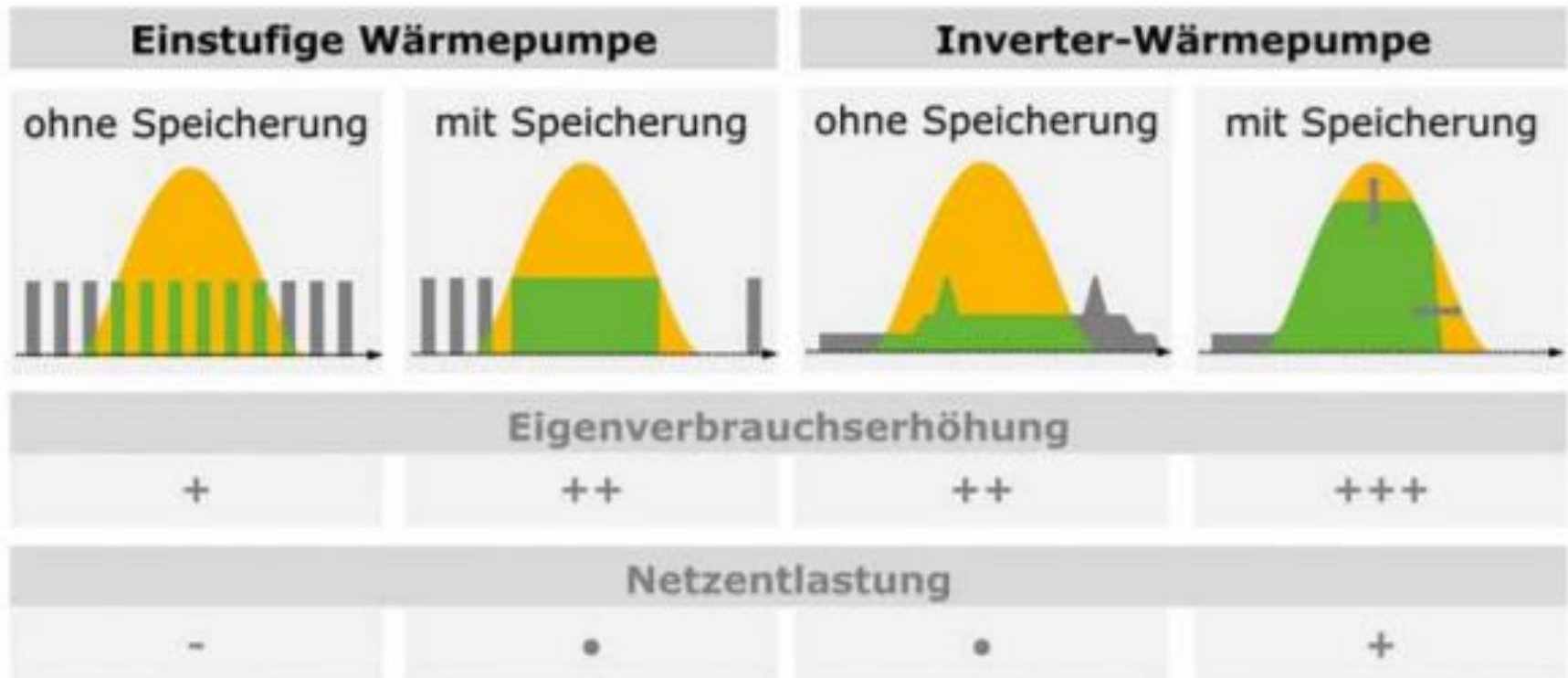


Bild 2: Schematische Darstellung der Betriebsweise von konventionellen einstufigen Wärmepumpen (l.) und regelbaren Inverter-Wärmepumpen (r.) sowie qualitativer Einfluss auf die Eigenverbrauchserhöhung und Netzentlastung.

Batteriespeicher – die Schlüsselkomponente

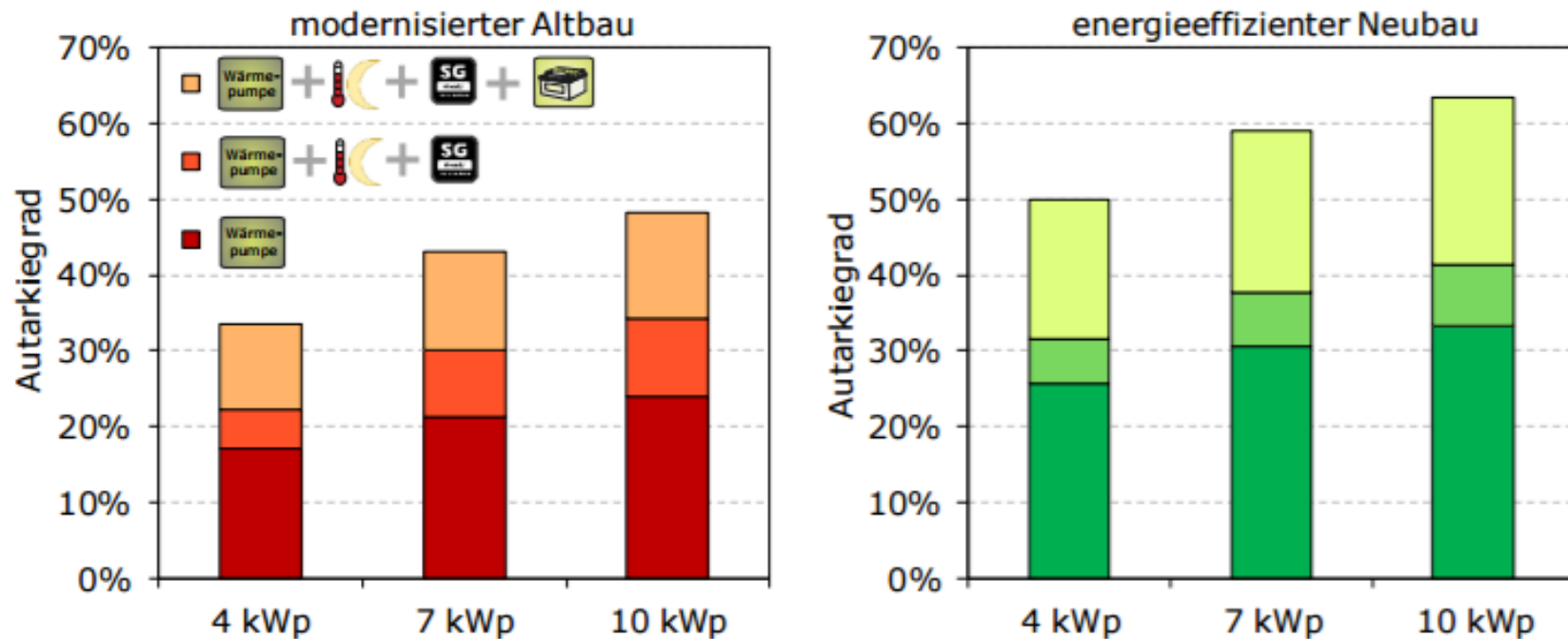
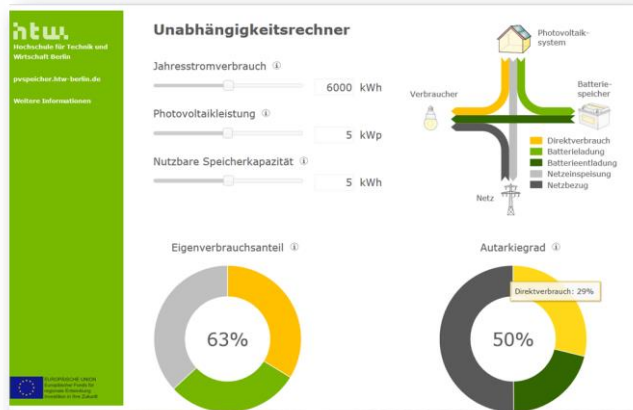


Bild 3 Autarkiegrade zweier Gebäudetypen mit Wärmepumpe in Abhängigkeit der PV-Generatorleistung bei Nachtabsenkung der Raumtemperatur und Nutzung der SG Ready-Schnittstelle sowie Batteriespeicherung (nutzbare Speicherkapazität 6 kWh, Jahresstrombedarf ohne Wärmepumpe 4000 kWh, Wohnfläche 140 m², Jahresheizenergiebedarf 95 kWh/m² (links) und 25 kWh/m² (rechts))

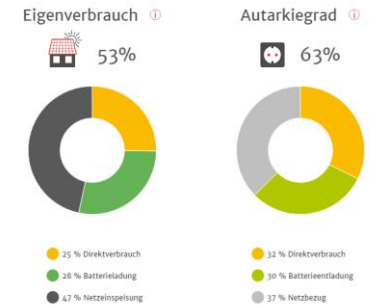
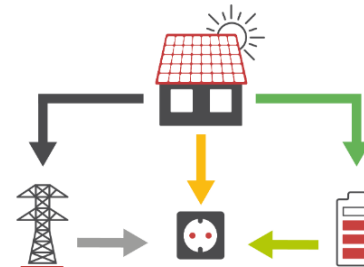
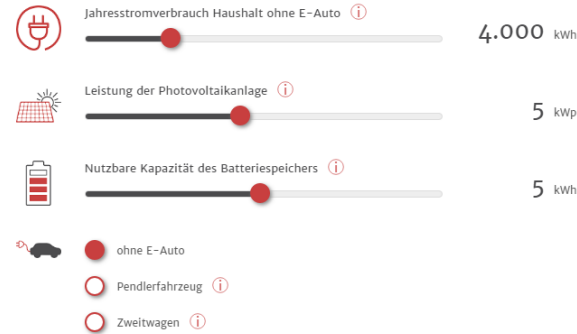
UND DAS KANN
MAN SICH
LEISTEN?



Unabhängigkeitsrechner



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



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

htw Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
University of Applied Sciences

Der Unabhängigkeitsrechner wurde entwickelt von der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
pvspeicher.htw-berlin.de



Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	Fördersatz mit Austausch Ölheizung	Fachplanung
Gebäudehülle ¹	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	20 %		50 %
Anlagentechnik ¹	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	20 %		
Heizungsanlagen ¹	Gas-Brennwertheizungen „Renewable Ready“	20 %	20 %	
	Gas-Hybridanlagen Solarthermieranlagen	30 % 30 %	40 % 30 %	
	Wärmepumpen Biomasseanlagen ² Innovative Heizanlagen auf EE-Basis EE-Hybridheizungen ²	35 % 35 % 35 % 35 %	45 % 45 % 45 % 45 %	
	Errichtung, Erweiterung, Umbau eines Gebäudenetzes Mindestens 55 % Anteil EE im Wärmemix Mindestens 75 % Anteil EE im Wärmemix	30 % 35 %		
	Anschluss an ein Gebäudenetz Mindestens 25 % Anteil EE im Wärmemix Mindestens 55 % Anteil EE im Wärmemix	30 % 35 %	40 % 45 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz Mindestens 25 % Anteil EE im Wärmemix oder Primärenergiefaktor höchstens 0,6 Mindestens 55 % Anteil EE im Wärmemix oder Primärenergiefaktor höchstens 0,25	30 % 35 %	40 % 45 %	
Heizungsoptimierung ¹		20 %		

¹ iSFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplanes (iSFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

² Innovationsbonus: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m³ ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.



bedankt
gracias
obrigado

mercies
dankä

vielen dank

shukran

hvala

tack

thank you

kiitos itsellesi



Ihr Referent:

smart training concepts

Dipl.-Ing. Klaus Richter

info@smarttrainingconcepts.de