

# Energiewende Privat

Georgensgmünd, 26.03.2025

## Wärme, Strom und Mobilität im Eigenheim

Alois Hadeier

PARTNER

TEAM ENERGIEWENDE BAYERN



Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie  
Bayerisches Staatsministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



**C.A.R.M.E.N.**

# C.A.R.M.E.N. e.V.

Centrales **A**grar-**R**ohstoff **M**arketing- und **E**nergie-**N**etzwerk e.V.



**Koordinierungsstelle** für Nachwachsende Rohstoffe, Erneuerbare Energien und nachhaltige Ressourcennutzung.

C.A.R.M.E.N. e.V. bündelt Informationen und bietet kostenfreie, neutrale Beratung für alle Interessengruppen. Das Netzwerk ist Teil des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe (**KoNaRo**) in Straubing.



# C.A.R.M.E.N.-Abteilungen



Sachverständigenrat  
**Bioökonomie Bayern**

# C.A.R.M.E.N. e.V.



## Beratung und Koordinierung

Biomasse / NawaRo  
Erneuerbare Energien  
Energieeffizienz

Erstinformation  
Fördermöglichkeiten

## Öffentlichkeitsarbeit

Publikationen  
Vorträge  
Veranstaltungen  
Exkursionen  
Messen  
Internetauftritt

Technologie- und  
Informationstransfer

## Vernetzung

Mitarbeit in Verbänden  
Vernetzen von Betreibern

Begutachtung,  
Betreuung und  
Evaluierung  
einschlägiger Projekte

# Energiewende privat – Erneuerbare Energien im Privathaushalt

1. Aktuelle Situation

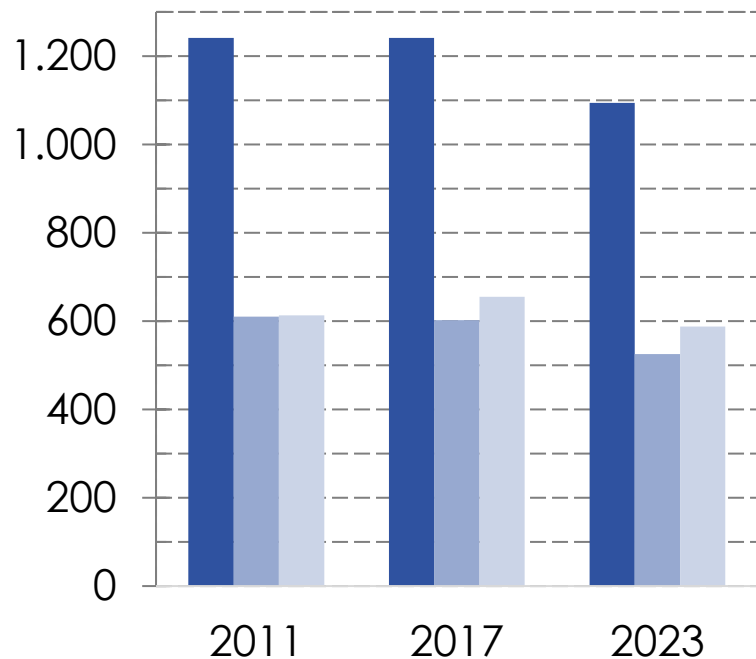
2. Photovoltaik und Eigenverbrauchsoptimierung

3. Solarstrom für Wärme und Mobilität

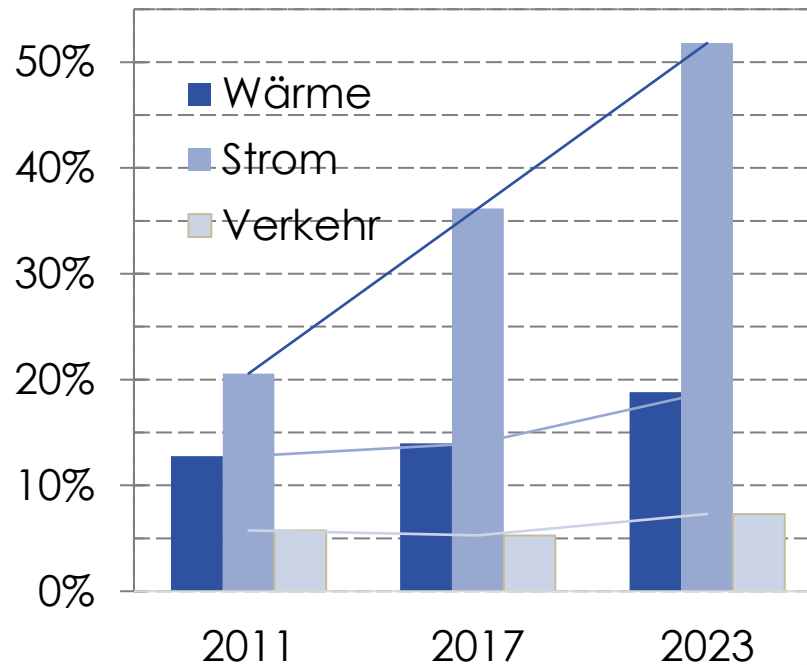


# Wie weit sind wir bei der Energiewende?

## Bruttoenergiebedarfe in TWh

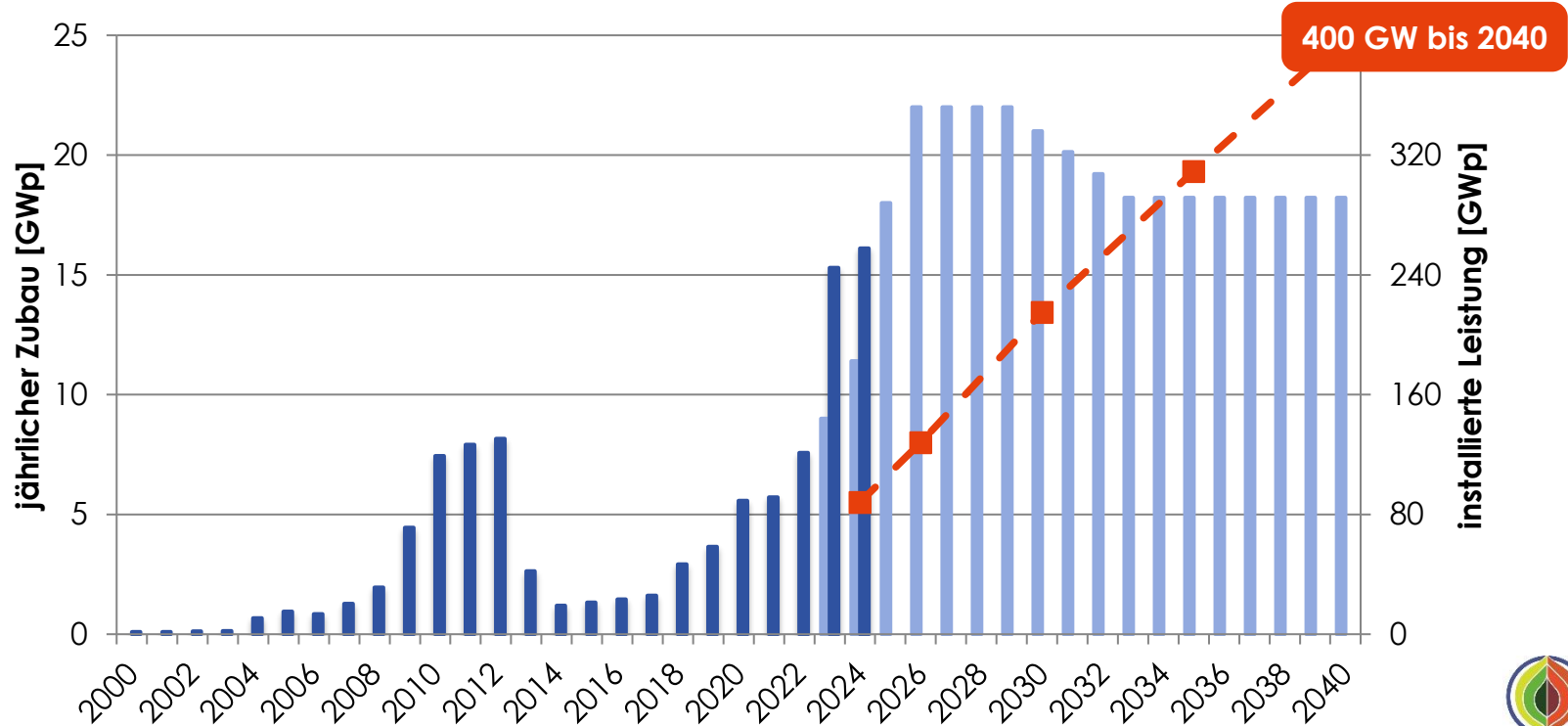


## Anteil erneuerbarer Energien an Bruttoenergiebedarfen



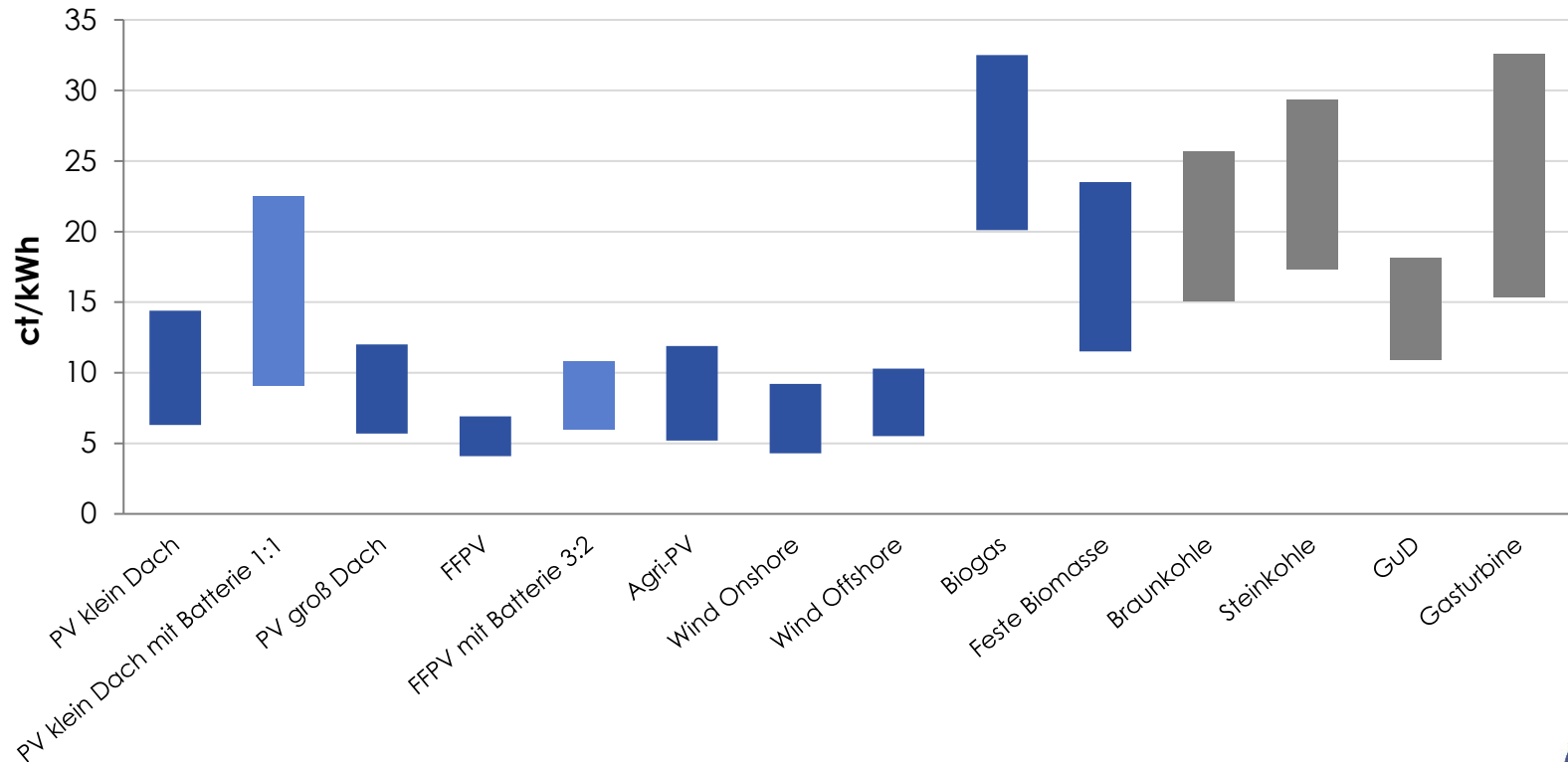
# Ausbauziele Photovoltaik

## Erforderlicher Zubau zur Erreichung der Ziele nach § 4 EEG



Eigene Darstellung nach BNetzA, § 4 EEG 2023

# Stromgestehungskosten nach Energieträger

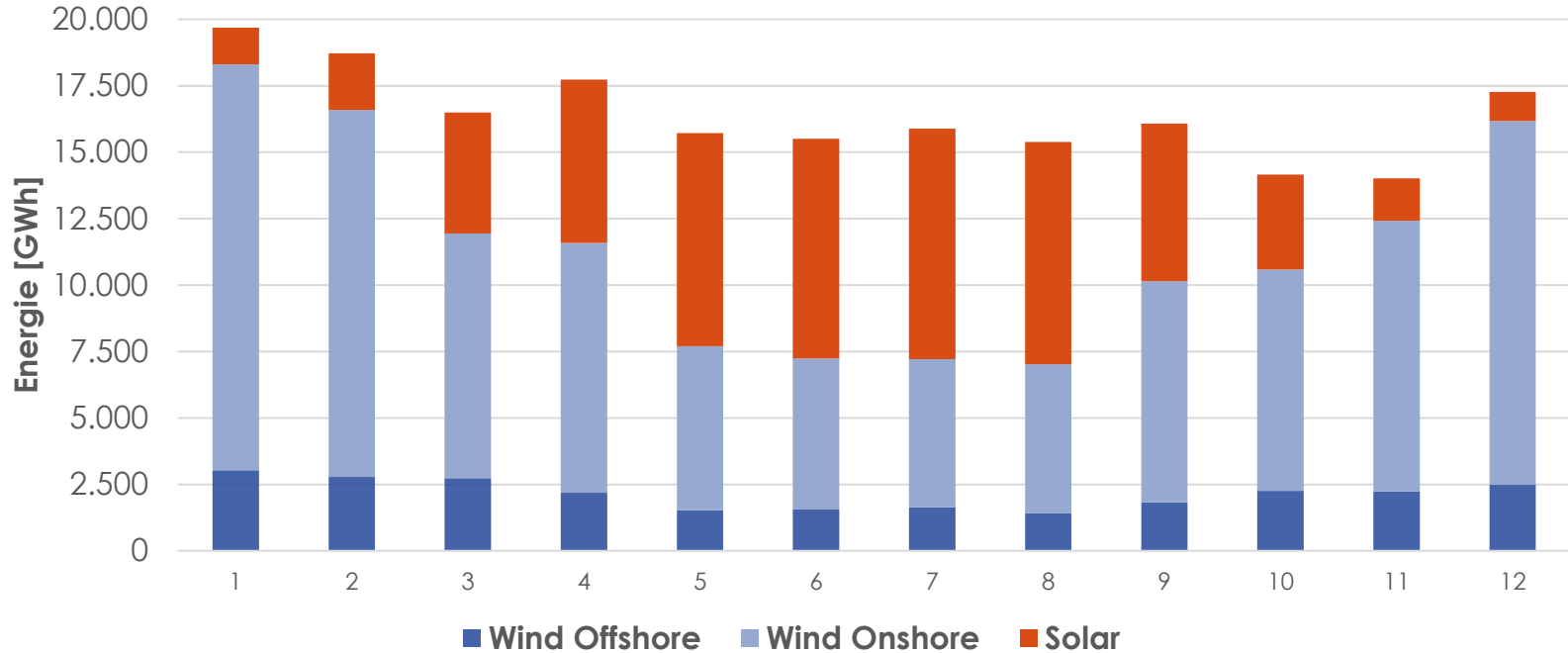


Quelle: Eigene Darstellung nach Daten <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html> (Juli 2024)



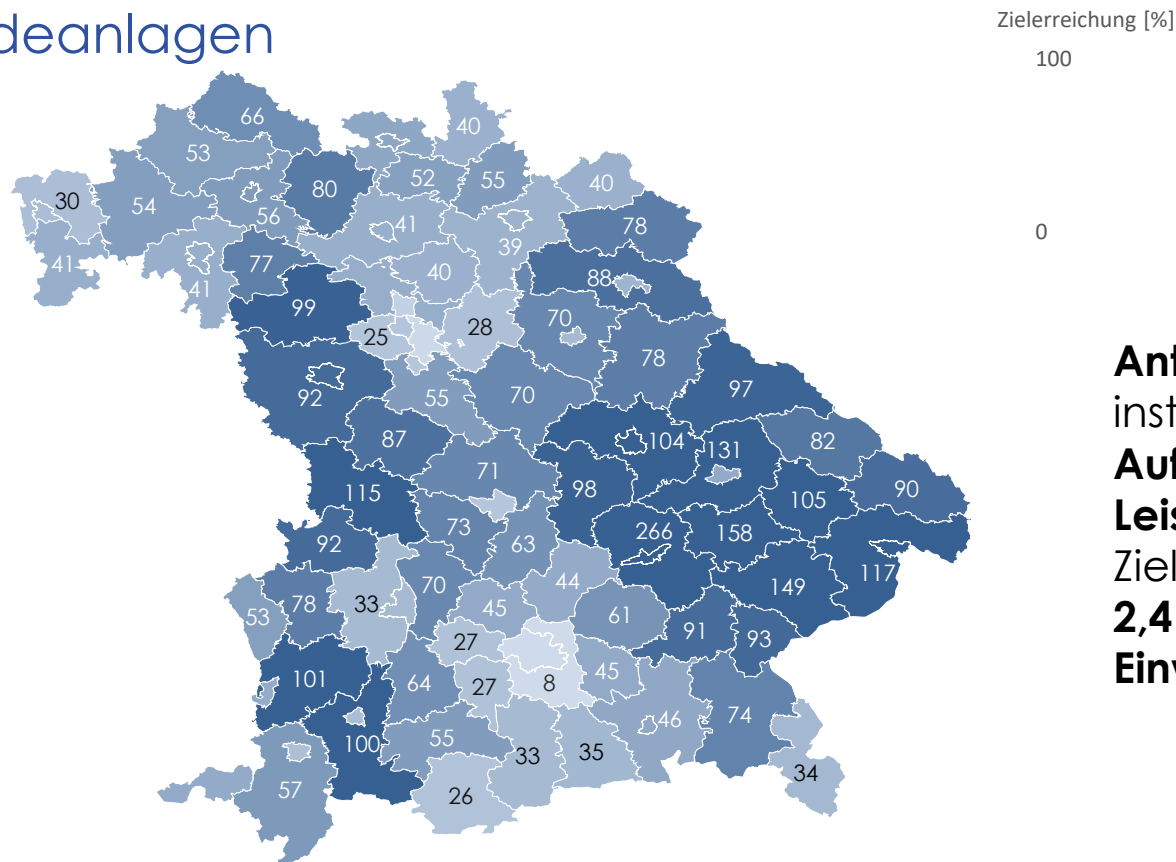
# Wind- und Solarstromerzeugung 2024

## Monatliche Erzeugung 2024



# Stand des Ausbaus in den Landkreisen

## Gebäudeanlagen



**Anteil**  
installierter  
**Aufdach-PV-**  
**Leistung** am  
Zielwert von  
**2,4 kWp pro**  
**Einwohner**

Datenquelle: eigene Auswertung nach [RND](#), Marktstammdatenregister, Destatis, Stand: 08.08.2024

Unterstützt von Bing  
© GeoNames, Microsoft, TomTom

10

# Energiewende privat – Erneuerbare Energien im Privathaushalt

1. Aktuelle Situation

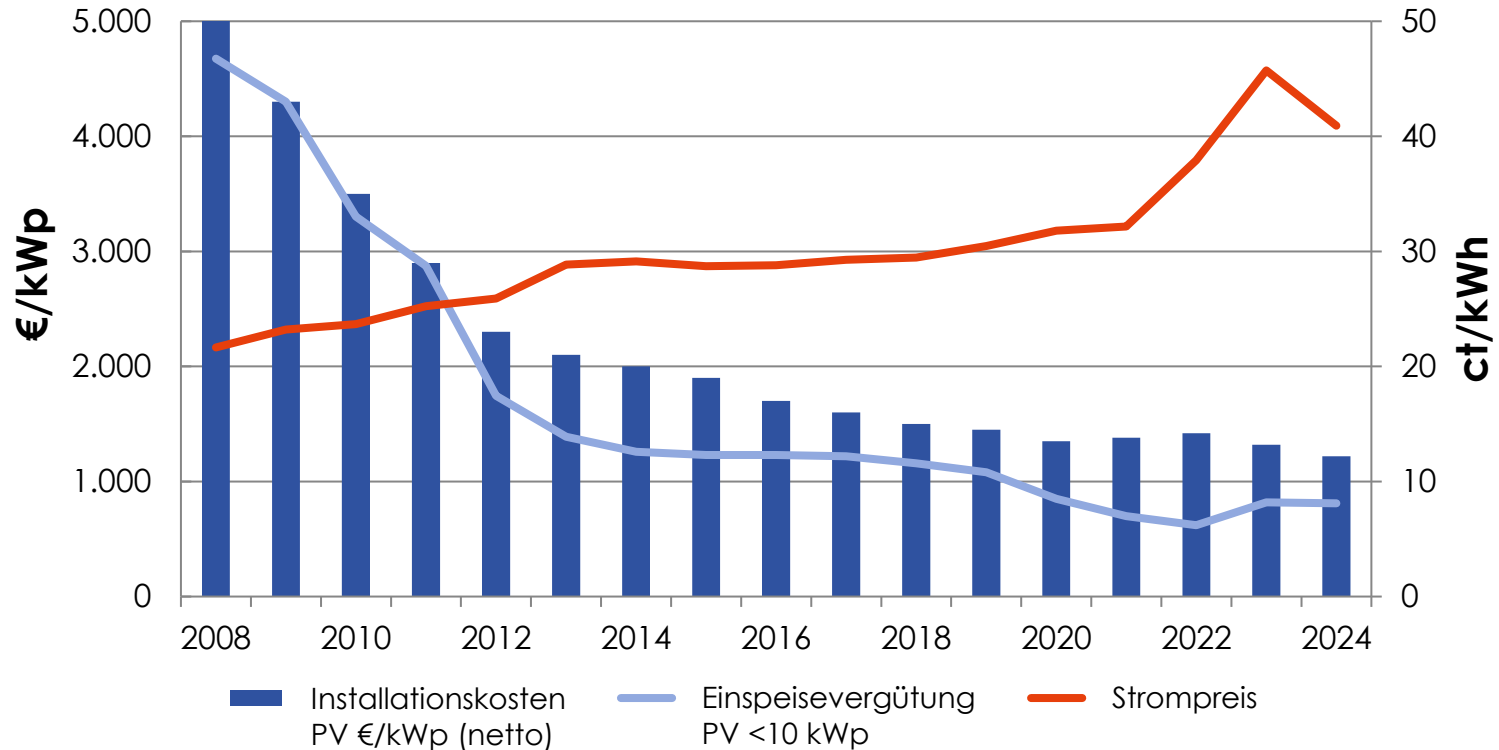
2. Photovoltaik und Eigenverbrauchsoptimierung

3. Solarstrom für Wärme und Mobilität



# Entwicklung

## Vergütungs- und Preisentwicklung von PV-Kleinanlagen



# Vergütungssätze EEG bis 100 kW<sub>p</sub>

- Anspruch für 20 Jahre + restliches Inbetriebnahmejahr

## Festvergütung bis 100 kW<sub>p</sub>

Februar 2025 – Juli 2025

### Überschusseinspeisung

### Volleinspeisung

	Anlagen auf Gebäuden und Lärmschutzwänden		Sonstige Anlagen	
Anzulegender Wert in ct/kWh	≤ 10 kW <sub>p</sub>	≤ 40 kW <sub>p</sub>	≤ 100 kW <sub>p</sub>	≤ 100 kW <sub>p</sub>
	7,94*	6,88*	5,62*	6,39*

	Anlagen auf Gebäuden und Lärmschutzwänden		Sonstige Anlagen
Anzulegender Wert in ct/kWh	≤ 10 kW <sub>p</sub>	≤ 100 kW <sub>p</sub>	≤ 100 kW <sub>p</sub>
	12,60*	10,56*	6,39*

\* Vermarktungsprämie in Höhe von 0,4 ct/kWh bereits abgezogen, Pflicht zur Direktvermarktung ab 100 kW<sub>p</sub>  
Keine Berücksichtigung der Erhöhung um 1,5 ct/kWh für Anlagen ab 40 kW<sub>p</sub> aus dem Solarpaket 1, da beihilferechtliche Genehmigung durch EU-Kommission noch aussteht

# Das „Solarspitzengesetz“ 2025

## Auswirkungen auf Anlagen unter 100 kWp

Gültig für Neuanlagen mit Inbetriebnahme ab 25. Februar 2025

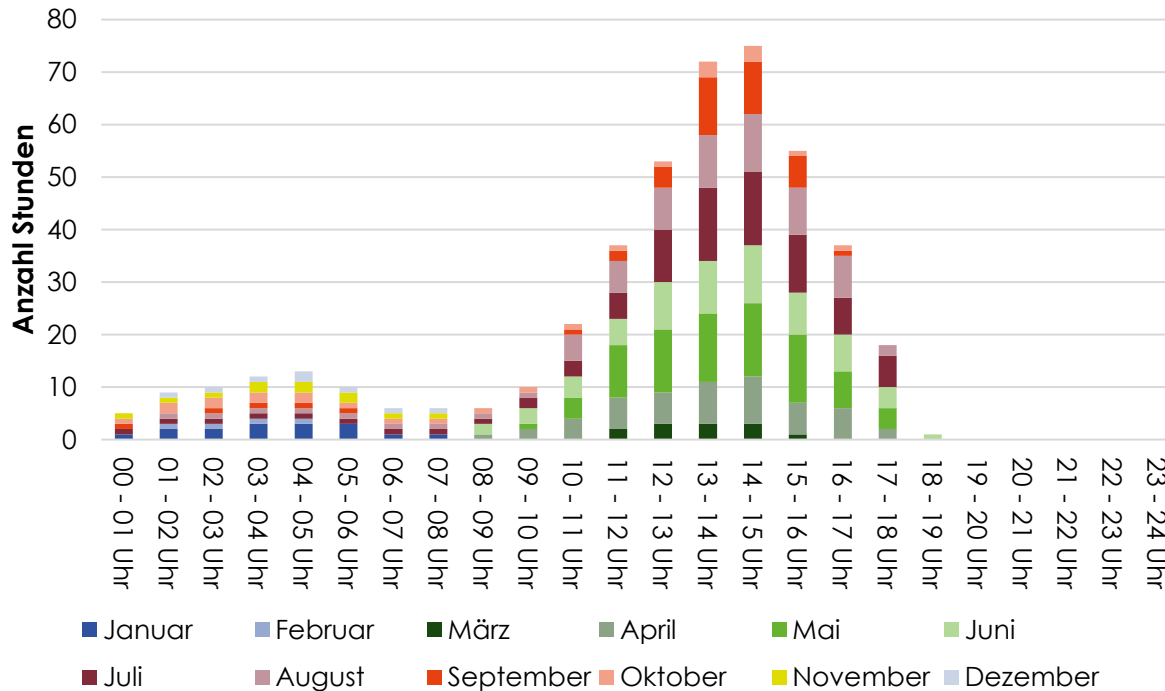
- Ausweitung der Regelungen zur **Fernsteuerung** bzw. **Begrenzung der Einspeiseleistung**:
  - Ausstattung für Anlagen ab 7 kWp mit intelligenten Messsystemen und einer Steuerungseinrichtung am Netzanschlusspunkt
  - Bis Einbau eines iMSys + Steuerbox: Begrenzung der Einspeiseleistung auf 60 % der install. Leistung
  - Anlagen ab 25 kWp (bis 100 kWp): Fernsteuerungseinrichtung durch Netzbetreiber (z.B. Funkrundsteuerempfänger) zusätzlich zur Begrenzung auf 60 %
- **keine EEG-Förderung in Zeiten negativer Börsenstrompreise**
  - Ab Folgejahr nach Einbau eines intelligenten Messsystems + Steuerungseinrichtung
  - Kompensation: Verlängerung des EEG-Vergütungszeitraums in Abhängigkeit von der Häufigkeit negativer Börsenstrompreise (1/4 h-Basis)
  - Freiwilliges Optieren zu neuen Regelungen bei Bestandsanlagen: Vergütungserhöhung um 0,6 ct/kWh\*

Quellen: §§ 9, 51, 51a und 100 Abs. 46 + 47 EEG (neu), § 29 Abs. 1 MsBG (neu)

\* nach beihilferechtlicher Genehmigung

# Negative Strompreise

## Verteilung negativer Strompreise 2024 (Stundenbasis)



- zunehmende Kannibalisierung, v.a. bei Süd-Anlagen
- kein Ausgleich über EEG in Zeiten negativer Börsenstrompreise

→ solarorientierter Eigenverbrauch, Energiemanagement und Speicherung bei solaren Erzeugungsspitzen werden immer wichtiger!

# Preisobergrenzen intelligente Messsysteme

## Max. Kosten für Anschlussnutzer:

Preisobergrenze	Verbrauch in kWh/Jahr	Erzeuger in kW
30 €/a	<i>Optionale Ausstattung</i>	
40 €/a	> 6.000 – 10.000	-
50 €/a	Steuerbare Verbrauchseinrichtung	-
50 €/a	> 10.000 – 20.000	< 7 - 15
110 €/a	> 20.000 – 50.000	> 15 - 25
140 €/a	> 50.000 – 100.000	> 25 - 100
Angemessen	> 100.000	> 100
50 €/a	<i>Steuerungseinrichtung</i>	
100 € (einmalig)	<i>Vorzeitiger Einbau (Frist: 4 Monate nach Beauftragung)</i>	



# Möglichkeiten der PV-Installation

- **Auf-Dachanlagen**

- Schrägdach
- Flachdach



- **Gebäudeintegriert**

- Fassadenintegration
- Dachintegration

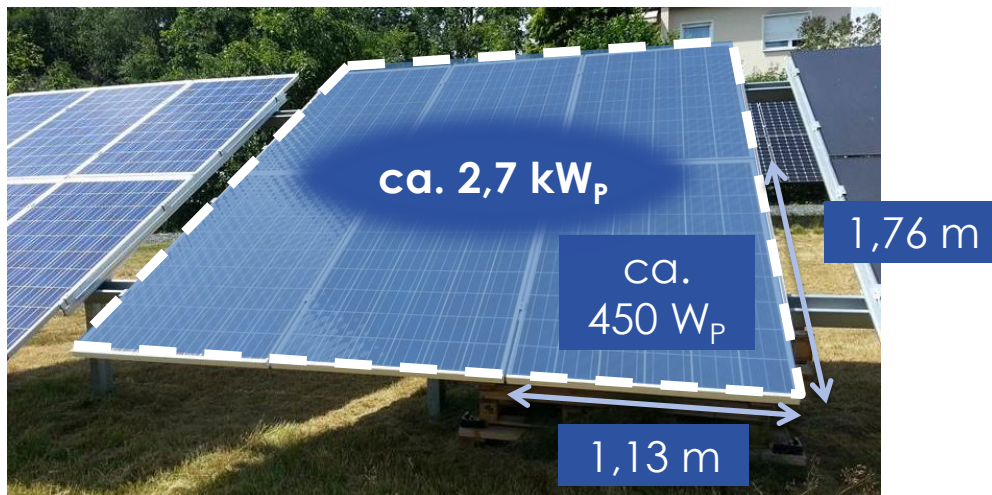


- **Freifläche**

- Freiflächen-PV
- Besondere Solaranlagen (Agri-PV, Floating-PV, Moor-PV, Parkplatz-PV)



# Flächenbedarf für PV



Jährl. Globalstrahlung  
in D: ca.  
1.000 kWh/m<sup>2</sup>

Modulwirkungsgrad:  
22,5 %

Ergibt:  
225 kWh/m<sup>2</sup>

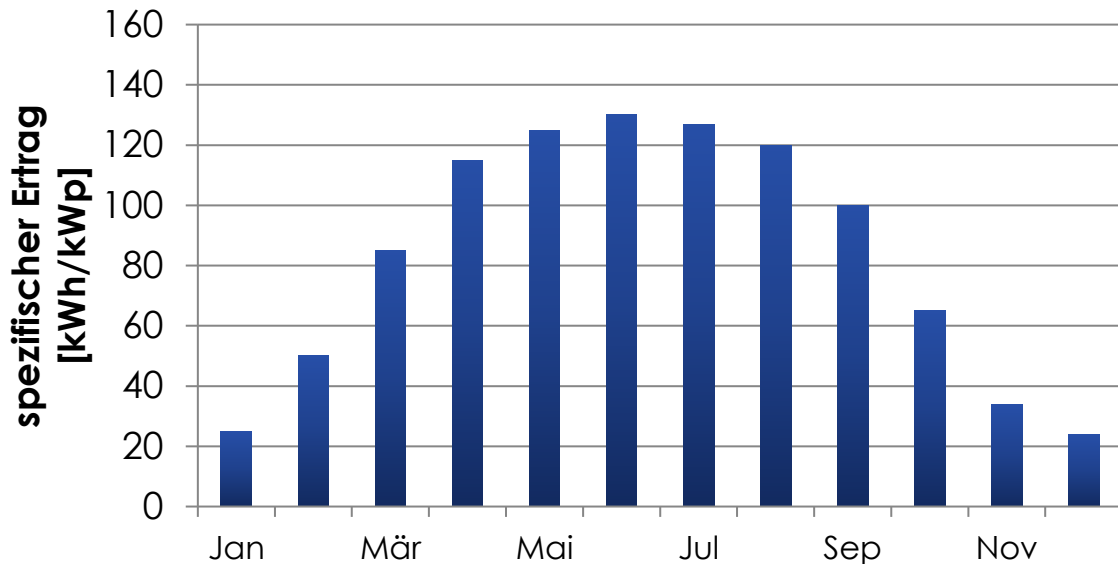
6 Module x 450 W<sub>P</sub> = 2.700 W<sub>P</sub> = 2,7 kW<sub>P</sub>

➔ Ertrag in 1 Jahr: ca. 2.700 kWh

12 m<sup>2</sup> ≙ ca. Strombedarf einer kleinen Familie  
oder  
ca. 13.500 km Fahrleistung mit dem E-Auto\*

# PV-Ertrag

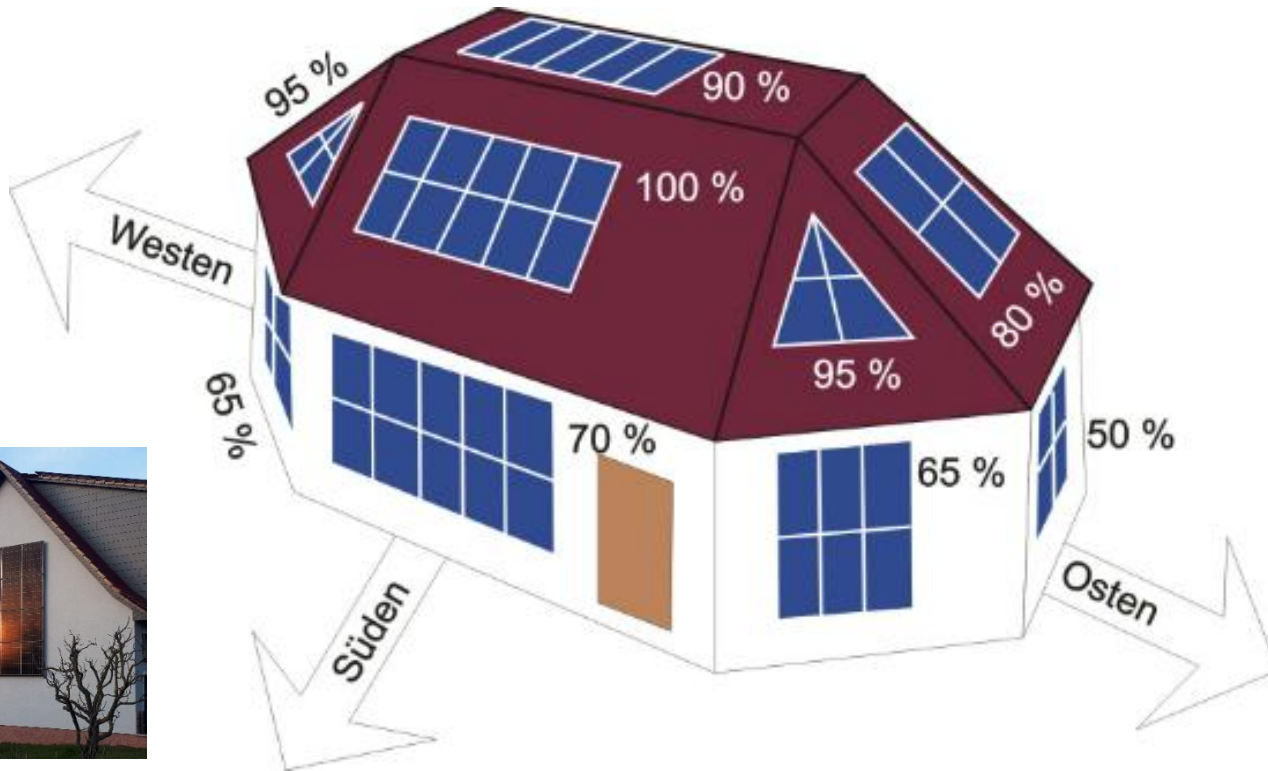
## Beispielhafter Monatsertrag pro kWp



## Einflussfaktoren auf den Jahresertrag

- Globalstrahlung/ Standort
- Temperaturen
- Anlagenleistung
- Modulart, Wechselrichter
- Orientierung, Neigung
- Schnee, Verschmutzung
- Verschattung, Verschattungsmanagement
- Alterungseffekte

# Modulausrichtung



# Kriterien bei der Anlagenplanung

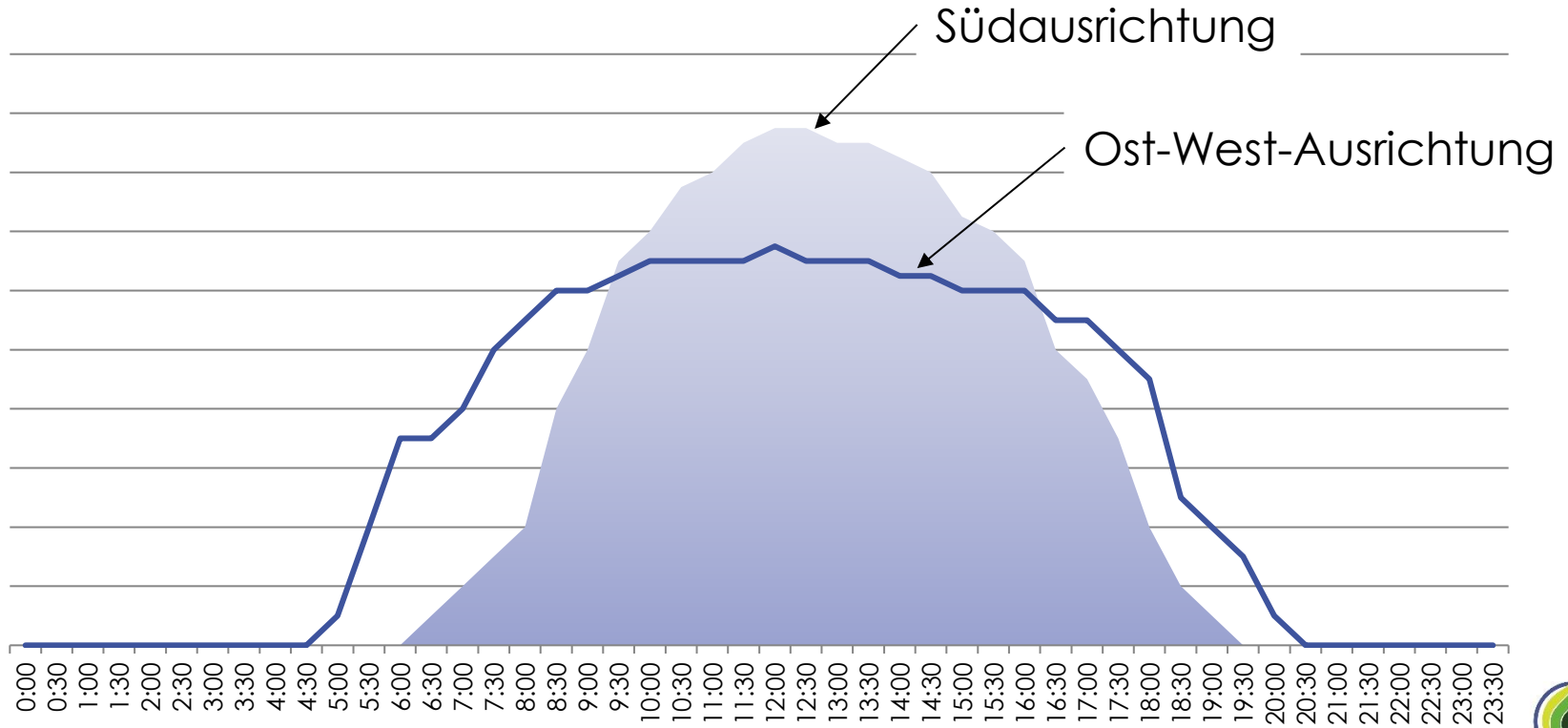
## Ausrichtung:

- Süd: Maximale Gesamterträge, hohe Mittagsspitzen
- Ost/West: Maximaler Eigenverbrauch, gleichmäßigere Ertragsverteilung
- Nord: Bei geringer Dachneigung auch möglich

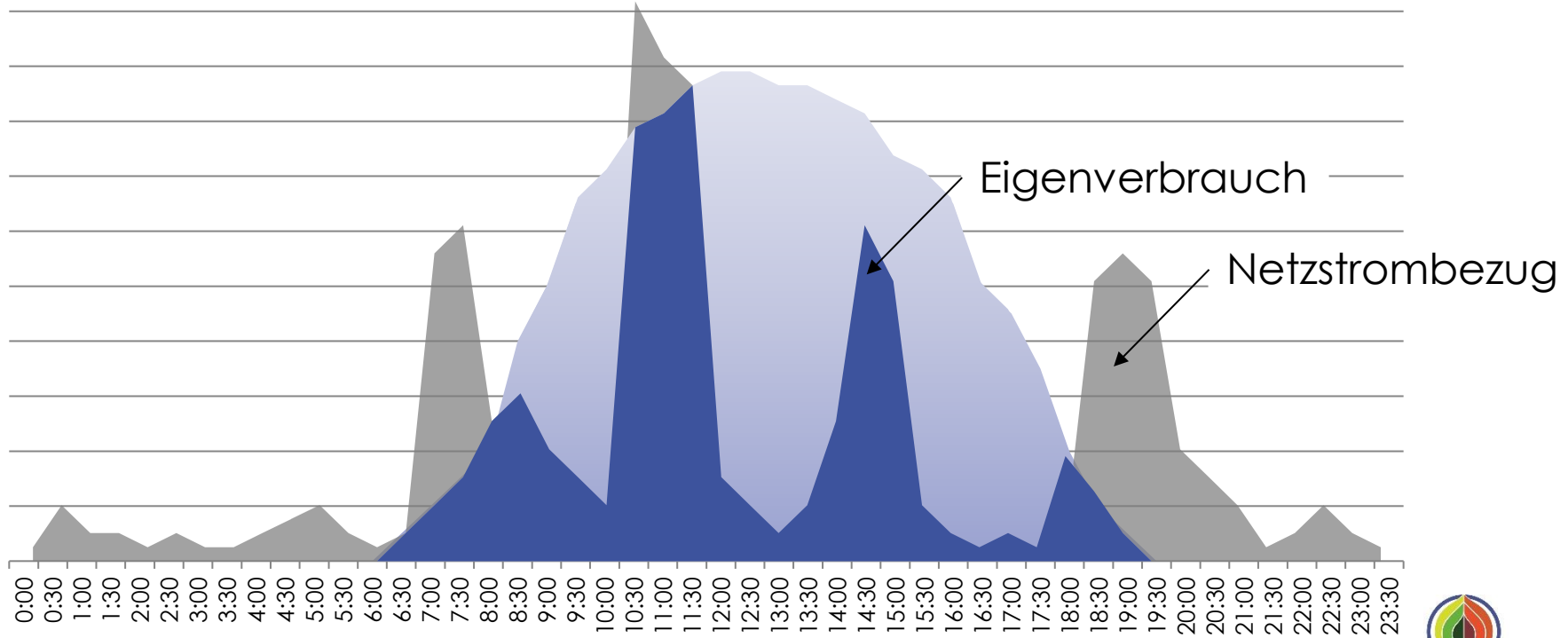
## Dachneigung:

- Geringe DN: geringerer Einfluss der Ausrichtung, geringerer Selbstreinigungseffekt (am besten über 12° DN)
- Höhere DN: Maximale Erträge im Winter
- Verschattung: „Harte“ Schatten aussparen, bei „weichem“ Schatten: Verschattungsmanagement

# Solarstromproduktion im Tagesverlauf



# Solarstromproduktion im Tagesverlauf vs. Last

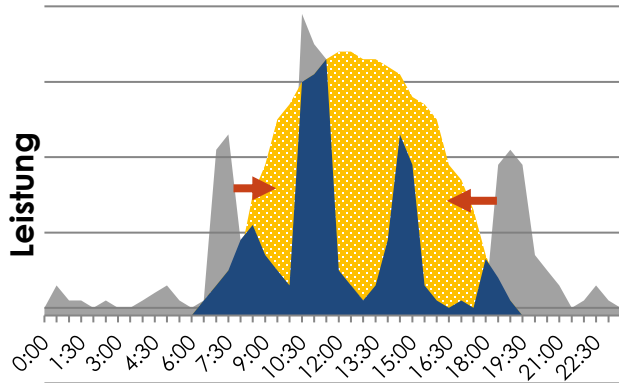


# Eigenverbrauchsoptimierung

## Analyse der Bedingungen

- Wann findet Verbrauch statt?
- Wie können Verbraucher auf die PV-Anlage abgestimmt werden?
- Welche Verbraucher sind geplant?

### Verlagerung von Verbrauch zu Erzeugung



Bildquelle: C.A.R.M.E.N. e.V.

### Elektrifizierung



### Speicherung



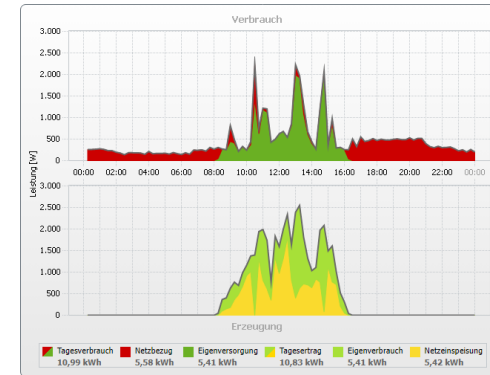


# Intelligentes Energiemanagementsystem

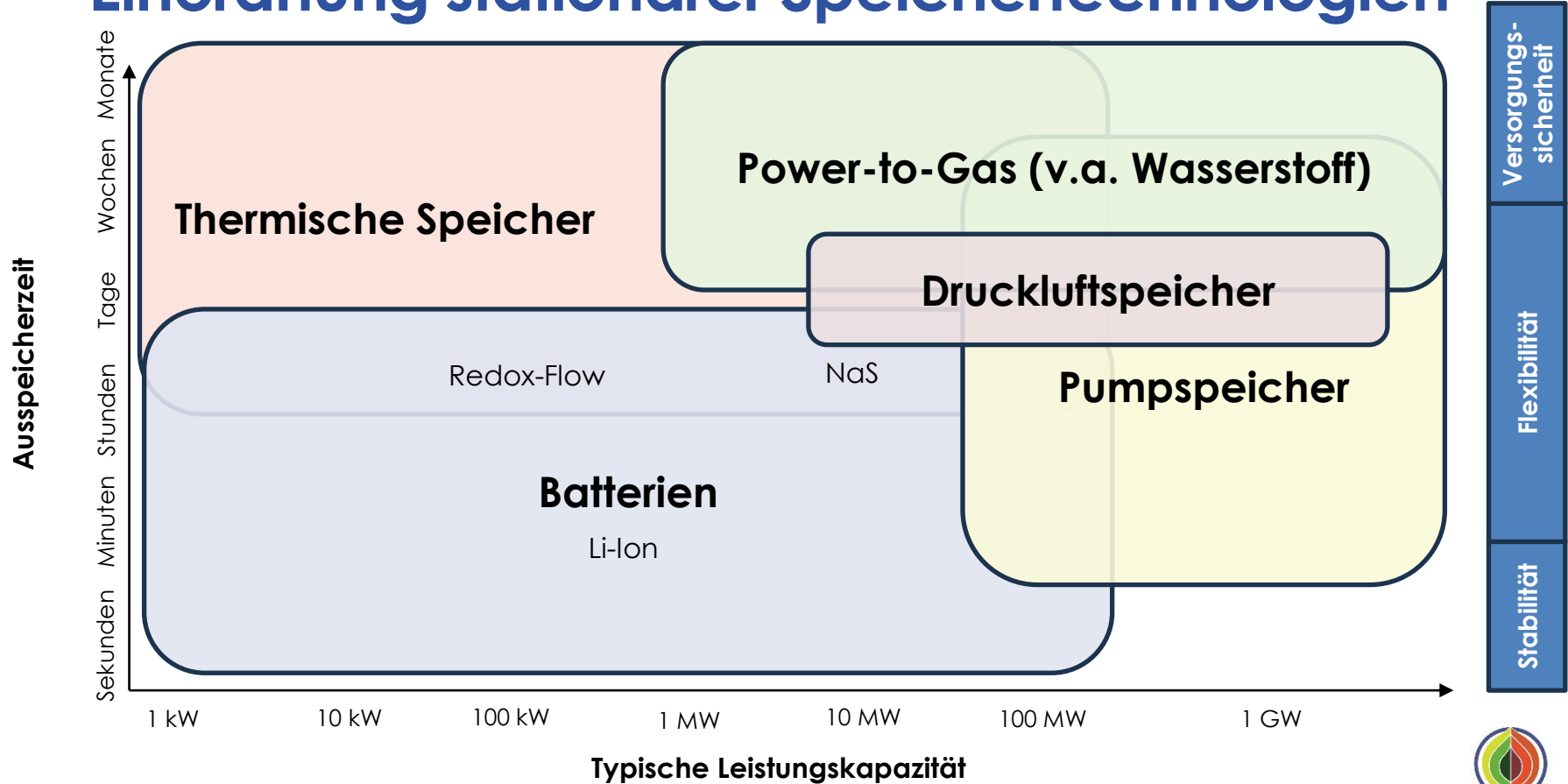
## Funktionen:

1. Misst kontinuierlich:
  - PV-Erzeugung
  - Verbrauch
2. Steuert dynamisch:
  - Wallbox
  - Wärmepumpe
  - andere steuerbare Lasten

→ **Steigert Eigenverbrauch!**



# Einordnung stationärer Speichertechnologien



# Übersicht Energiespeicher

## Energiespeicher

### Stromspeicher

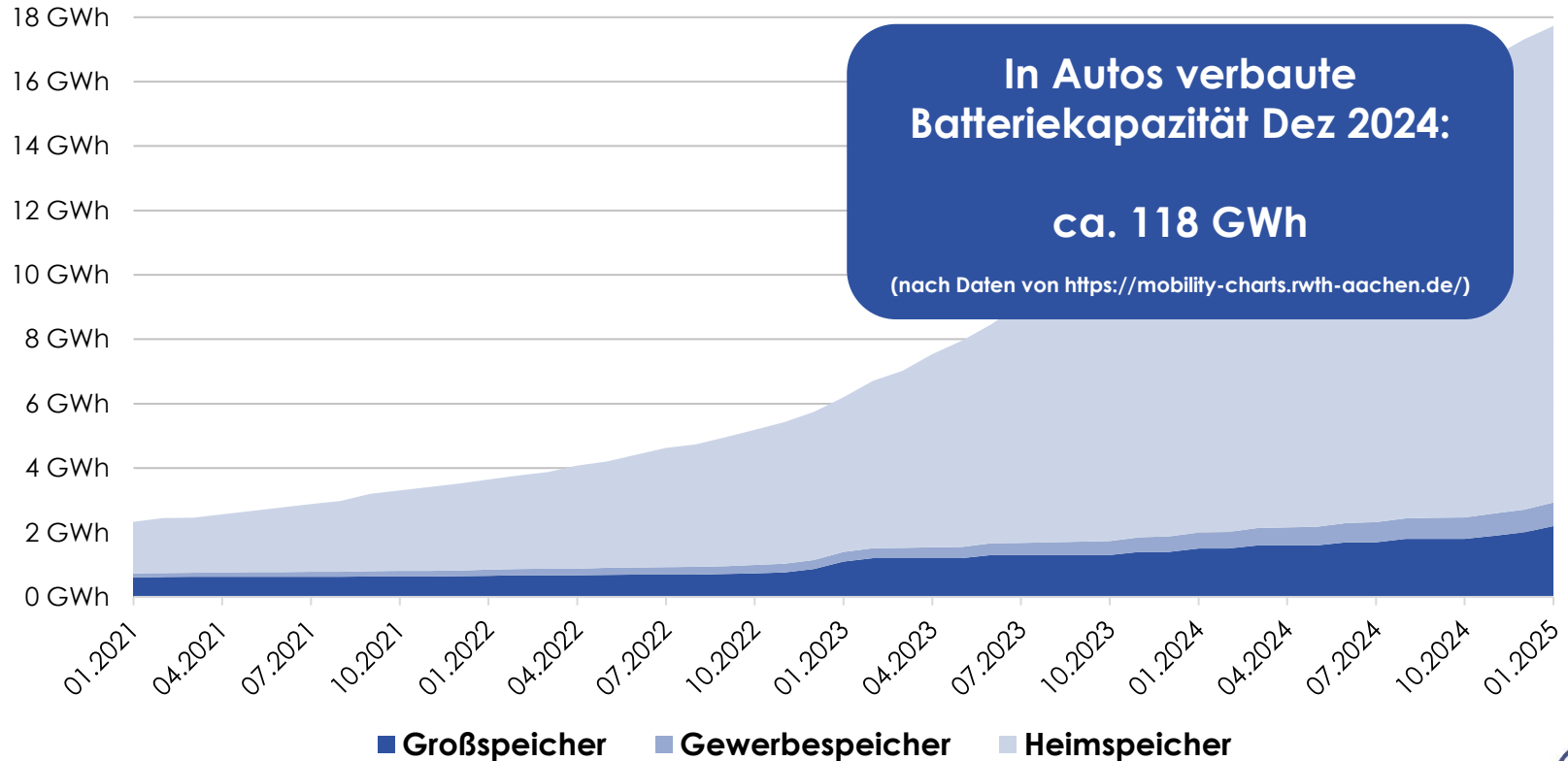
### Thermische Speicher

z.B.  
WW-Speicher  
Feststoffspeicher  
Paraffinspeicher  
Eisspeicher  
Sorptionsspeicher

### Chemische Speicher

z.B.  
Wasserstoff

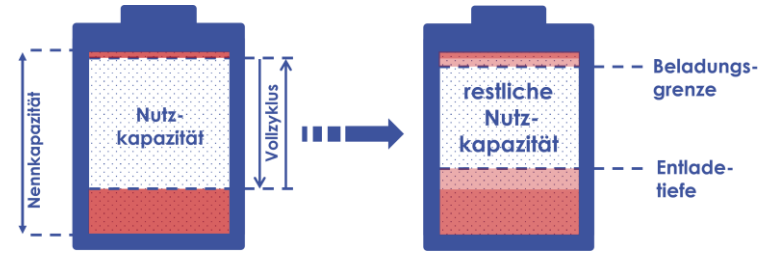
# Entwicklung der station. Batteriekapazität in D (MaStR)



Stand: Januar 2025

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten von [www.battery-charts.de](http://www.battery-charts.de) und Figgenger et al., The development of battery storage systems in Germany: A market review (status 2023), 2023

# Alterung des Speichers

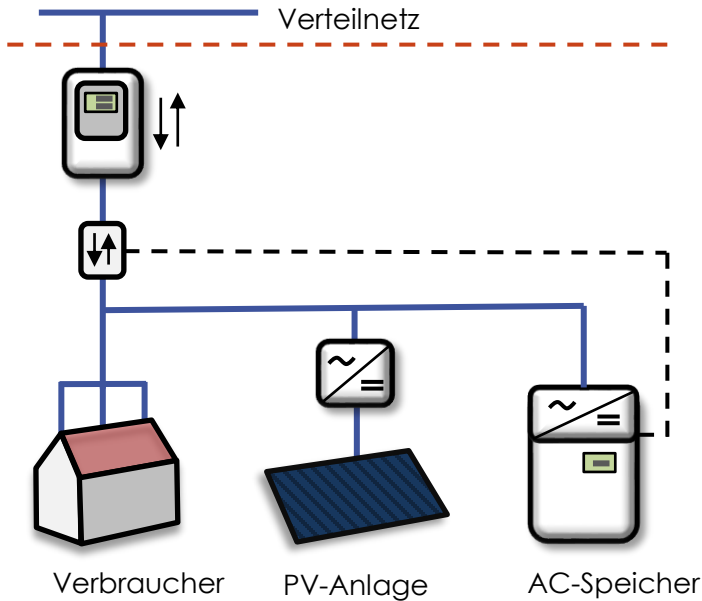


Negative Einflüsse auf Alterung bei Lithium-Speichern:

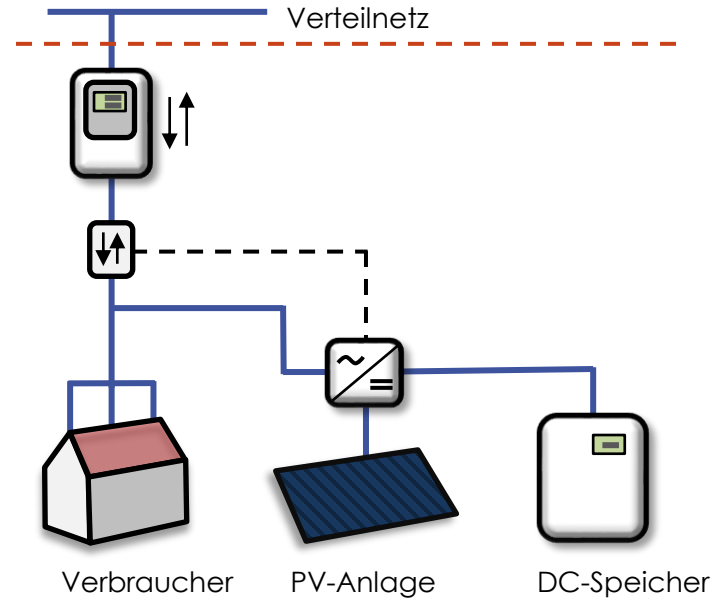
- **Zyklische Alterung:** Hohe Lade- und Entladeströme, Laden bei niedrigen Temperaturen, Zyklentiefe
- **Kalendarische Alterung:** Hohe Temperaturen, lange Verweildauern bei hohen Ladezuständen, ...

Überlagerung von zyklischer und kalendarischer Alterung:  
Realistische Werte für Lithium Batterien im Heimspeicherbereich  
ca. 15 Jahre

# AC- und DC-Kopplung des Speichers

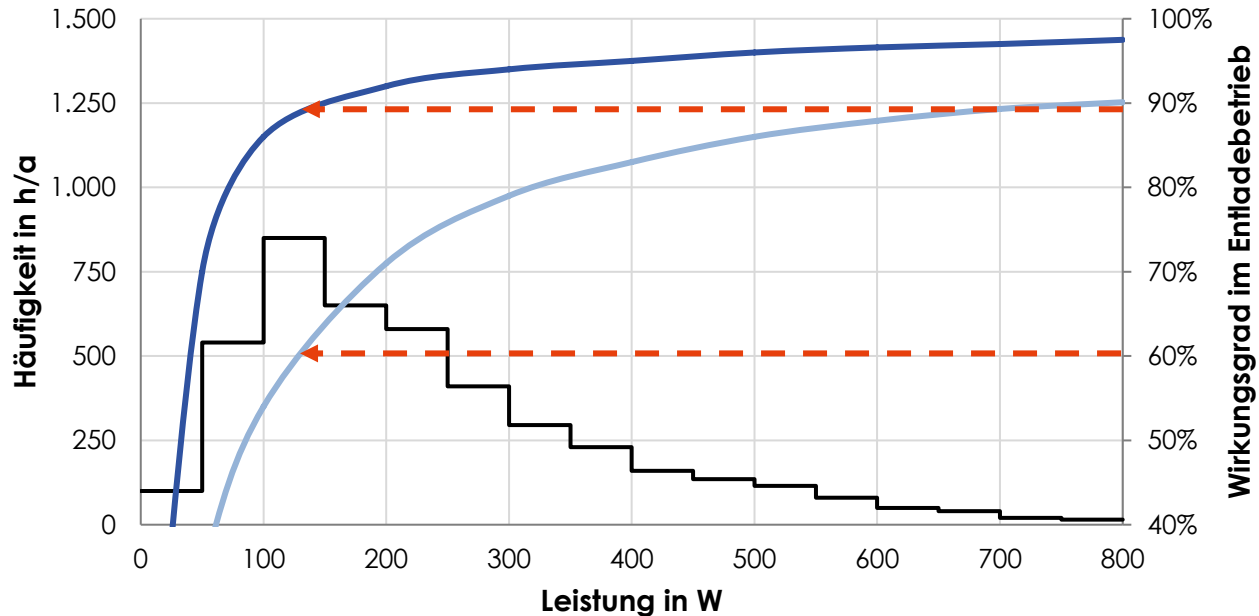


AC-gekoppeltes System



DC-gekoppeltes System

# Teillastwirkungsgrade Hybridwechselrichter



- Häufigkeitsverteilung des Nachtstromverbrauchs
- hocheffizienter Wechselrichter
- wenig effizienter Wechselrichter

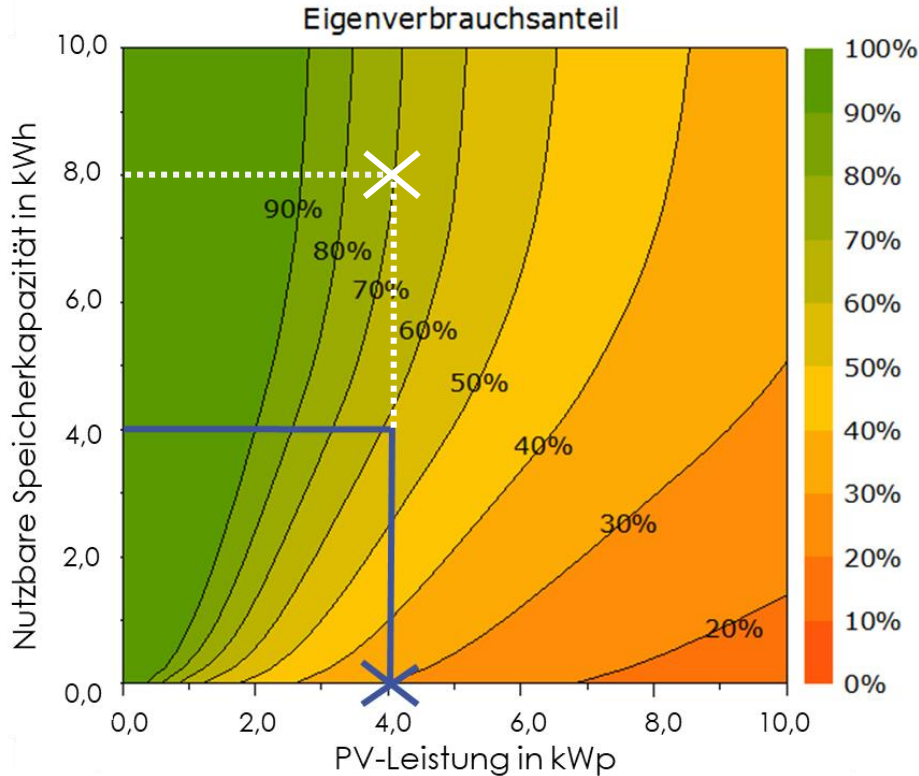
# Richtige Speicherkapazität wählen

- **Speicher zu groß:**
  - unzureichende Nutzung bei höheren Investitionskosten:  
geringere Wirtschaftlichkeit
- **Speicher zu klein:**
  - höhere spezifische Kosten bei kleineren Speichern
  - beschleunigte Alterung bei konstant hohen Ladeverhältnissen
  - hoher Netzbezug
  - Verbrauch zu hoch: Gefahr der Tiefentladung im Winter  
→ Erhaltungsladung aus dem Netz?
- passend zum Lastprofil (Höhe und Zeiten Stromverbrauch)  
und der Anlagenleistung
- gegebenenfalls Berücksichtigen von Notstromfunktionalität





# Dimensionierung eines Batteriespeichers



## Faustformel

für eine eigenverbrauchsoptimierte  
Auslegung

je 1 kWh Speicher-Nutzkapazität  
pro 1.000 kWh Stromverbrauch  
bei mind. 1 kWp PV-Leistung

# EV-Optimierung: Stromspeicher

## Wirtschaftlichkeit abhängig von:

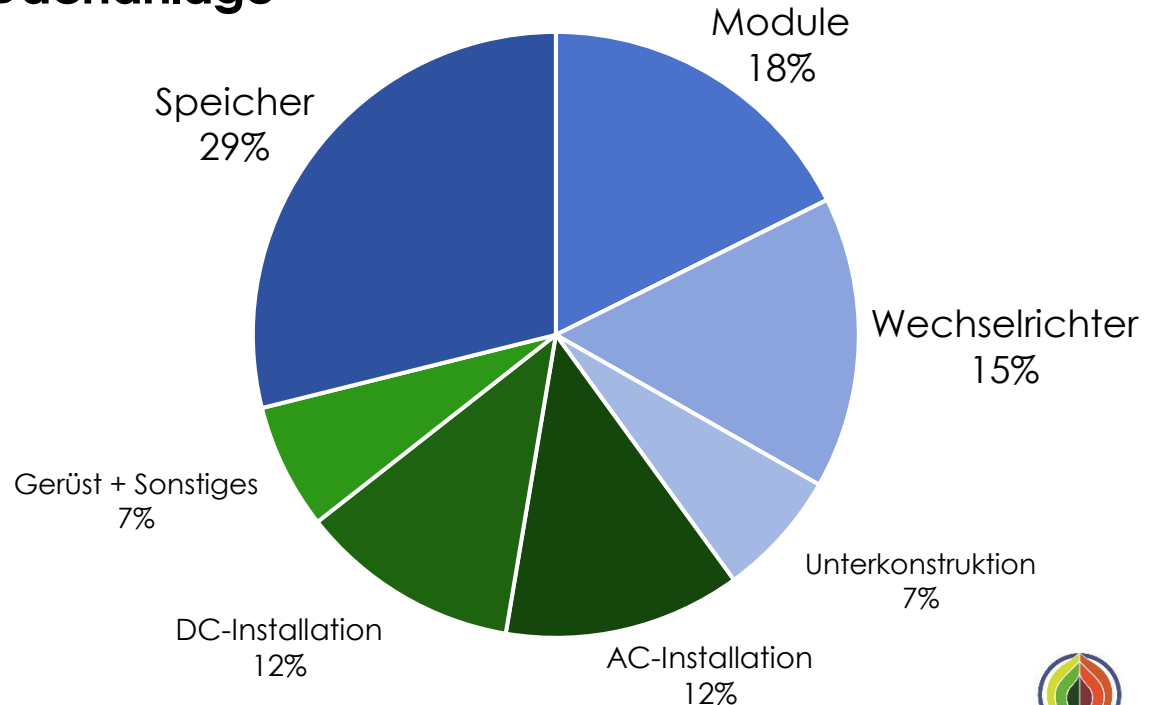
- Preis und Betriebskosten
- Lebensdauer und Alterung
- Peak-Shaving bei Leistungspreis
- Vollzyklen/a
- Wirkungsgrad
- Strompreis
- PV-Vergütung
- Notstromfähigkeit (Minimierung von Kosten durch Stromausfall)
- ...



# Wirtschaftlichkeit

## Kostenbestandteile PV-Dachanlage

- 11 kW<sub>p</sub> installierte Leistung
- 11 kWh Speicherkapazität



Basierend auf Angeboten vom Februar 2024;  
angenommene Gesamtkosten: 17.000 €

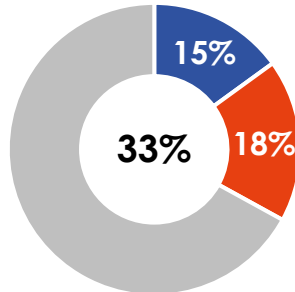
# Autarkie und Eigenverbrauch



Theoretisches Beispiel\*:

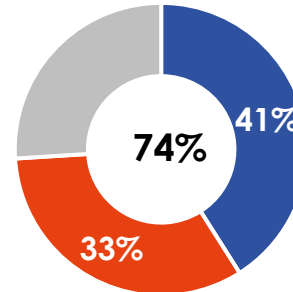
- Photovoltaikanlage mit 10 kWp + Speicher mit 8 kWh
- Jahresstromverbrauch 4.000 kWh
- Standardlastprofil

## Eigenverbrauchsanteil



■ Direktverbrauch ■ Batterieladung ■ Netzeinspeisung

## Autarkiegrad



■ Direktverbrauch ■ Batterieentladung ■ Netzbezug

\*berechnet mit: <https://solar.htw-berlin.de/rechner/unabhaengigkeitsrechner>

# Bsp. 1: Photovoltaik

## Stark vereinfachte statische Beispielrechnung (20 a)

### Anlagendaten PV

- inst. Leistung: **10 kWp**
- Ø Jahresertrag: 9.800 kWh

Stromverbrauch 4.000 kWh  
Strombezugskosten 35 Cent/kWh

### Eigenverbrauch 1.470 kWh

- EV-Anteil: 15 %
- Autarkiegrad: 41 %



# Bsp. 1: Photovoltaik

## Stark vereinfachte statische Beispielrechnung (20 a)

### Anlagendaten PV

- inst. Leistung: **10 kWp**
- Ø Jahresertrag: 9.800 kWh

Stromverbrauch 4.000 kWh  
Strombezugskosten 35 Cent/kWh

### Eigenverbrauch 1.470 kWh

- EV-Anteil: 15 %
- Autarkiegrad: 41 %

**Amortisationsdauer:** 12 a

**Stromgestehungskosten:** 8,1 Cent/kWh

**Rendite:** 8,2 %



### Investitionskosten

- 1.200 €/kWp PV
- Photovoltaik: **12.000 €**

### Betriebskosten (inkl. Ersatzbeschaffung)

- PV-Anlage: **190 € p.a.**

### Einnahmen & Einsparung

- Vergütung\*: **661 € p.a.**
- Einsp. Verbrauch: **515 € p.a.**
- 1.176 € p.a.**

### Unberücksichtigt:

- Preissteigerung
- Strompreiserhöhung
- Finanzierungskosten

\*Einspeisevergütung: 7,94 Cent/kWh

Foto: C.A.R.M.E.N. e.V.

# Bsp. 2: Photovoltaik + Speicher

## Stark vereinfachte statische Beispielrechnung (20 a)

### Anlagendaten PV

- inst. Leistung: **10 kWp**
- Ø Jahresertrag: 9.800 kWh
- Nutzkapazität Sp.: **8 kWh** (Ø 7,2 kWh)

Stromverbrauch 4.000 kWh  
Strombezugskosten 35 Cent/kWh

### Eigenverbrauch 3.234 kWh

- EV-Anteil: 34 %
- Autarkiegrad\*\*: 76 %

ca. 245 Vollzyklen p.a.

**Amortisationsdauer:** 14 a  
**Stromgestehungskosten:** 12,7 Cent/kWh  
**Speicherungskosten:** 26,3 Cent/kWh  
**Rendite:** 7,1 %



### Investitionskosten

- 1.200 €/kWp PV
- Photovoltaik: **12.000 €**
  - Speicher + Inst.: **6.000 €**

### Betriebskosten (inkl. Ersatzbeschaffung)

- PV-Anlage: **190 € p.a.**
- Speicher: **56 € p.a.**

### Einnahmen & Einsparung

- Vergütung\*: **514 € p.a.**
- Einsp. Verbrauch: **1.068 € p.a.**  
**1.582 € p.a.**

### Unberücksichtigt:

- Preissteigerung
- Strompreiserhöhung
- Finanzierungskosten

\*Einspeisevergütung: 7,94 Cent/kWh

\*\*inkl. 15% Verluste

Foto: C.A.R.M.E.N. e.V.

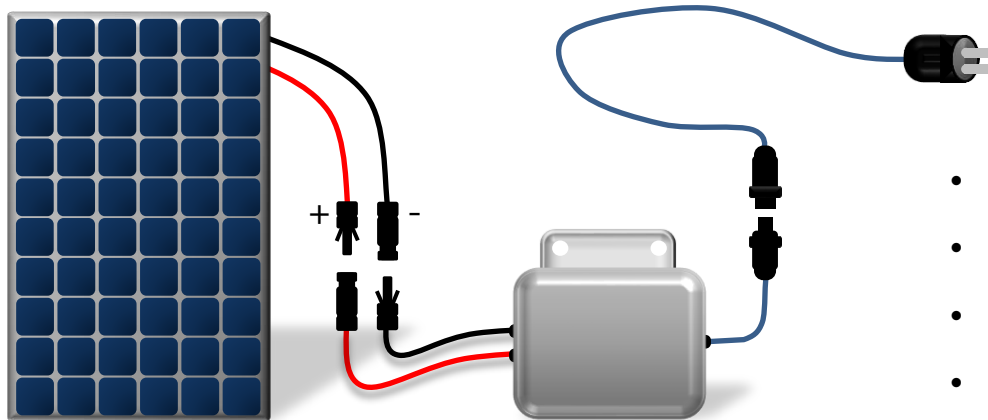


# Balkon-PV – Was ist das?



## Allgemeines

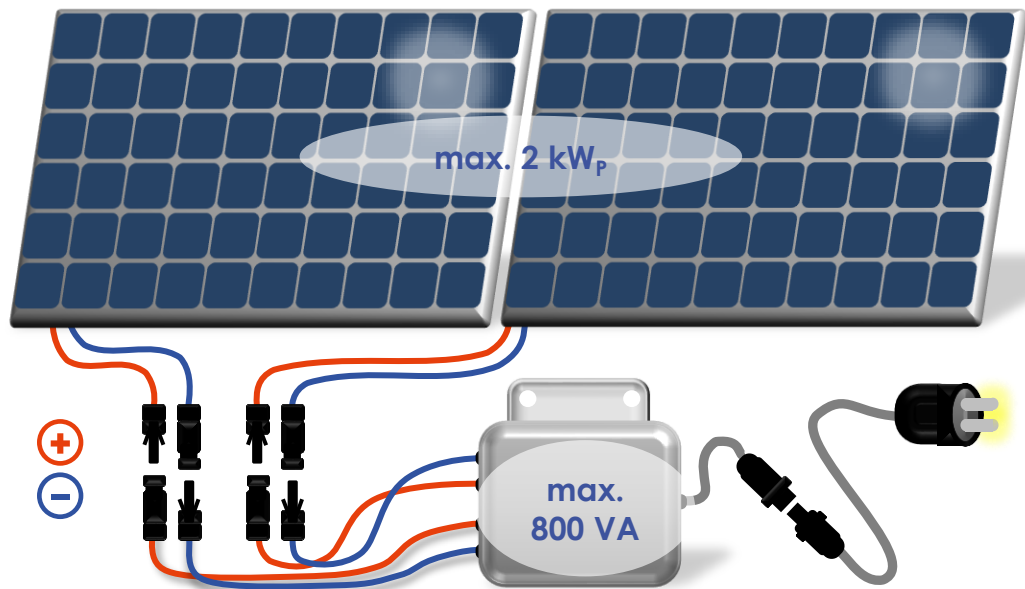
Balkon-PV-Anlage, Balkonkraftwerk, Mini-Solaranlage, Kleinst-PV-Anlage, Stecker-Solargerät, steckerfertige Erzeugungsanlage, Plug&Play-PV, ...



- PV-Modul(e) (häufig 370 – 450 W<sub>p</sub>)
- (Mikro-)Wechselrichter
- Verkabelung und Stecker
- Befestigungsmaterial



# Technisch-rechtliche Vorgaben



## Leistungsgrenze gem. EEG

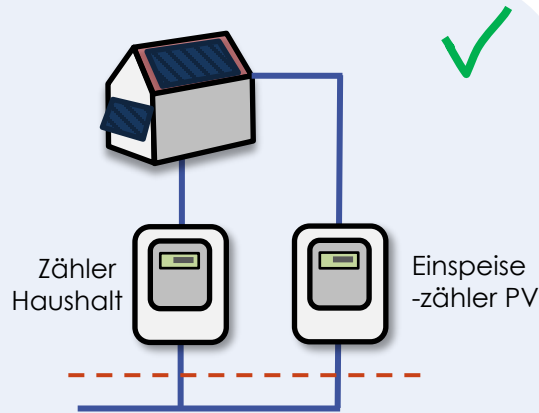
**max. 800 VA Scheinleistung des Wechselrichters**

**max.  $2 \text{ kW}_p$  Modulleistung**

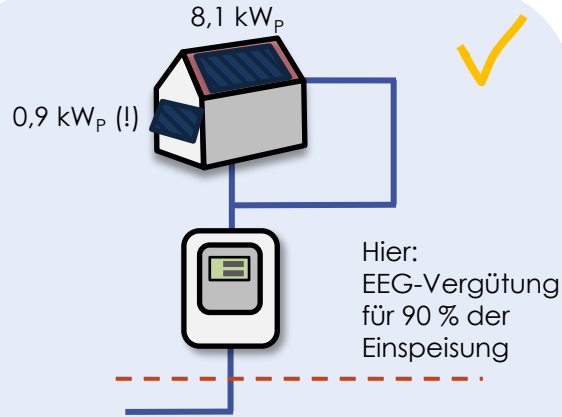
= Obergrenze für vereinfachtes Verfahren  
(Anschluss an Hausnetz und Anmeldung  
durch Anlagenbetreiber)

# Parallelbetrieb mit vorhandener Anlage

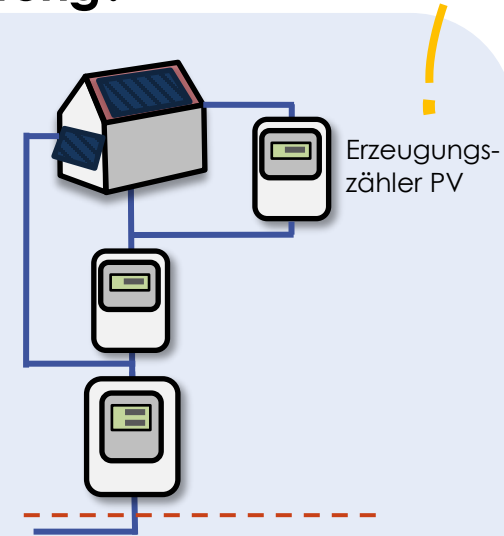
## Balkon-PV zusätzlich zu Bestandsanlage mit EEG-Förderung?



**Fall 1:**  
**Dachanlage mit Volleinspeisung**  
→ keine Wechselwirkungen



**Fall 2: Dachanlage mit  
Eigenverbrauch**  
keine EEG-Vergütung für Balkon-PV  
→ rechnerische Aufteilung der  
Einspeisung anhand der installierten  
Leistung!



**Fall 3: Dachanlage mit gefördertem  
Eigenverbrauch (2009 - 2012)**  
Ggf. wird Einrichten einer  
Zählerkaskade gefordert!

# Wirtschaftlichkeit 2 x 435 W<sub>p</sub>

Direkte Südausrichtung, Balkonanlage mit 80° Neigung



Jahresstrombedarf	2.000 kWh	3.500 kWh
Ø Stromertrag (Simulation)	743 kWh/a	743 kWh/a
Direktverbrauch (Simulation*)	391 kWh/a ( <b>53 %</b> )	508 kWh/a ( <b>68 %</b> )
Überschuss	352 kWh/a	235 kWh/a
Autarkiegrad	20 %	15 %
<b>Einsparung Stromkosten**</b>	<b>129 €/a</b>	<b>168 €/a</b>
<b>Anlagenkosten</b>	<b>500 €</b>	<b>500 €</b>
<b>Amortisationsdauer</b>	<b>3,9 Jahre</b>	<b>3,0 Jahre</b>

\*Simulationen mit PV\*Sol, WR-Leistung 800 VA

\*\*Annahme Strompreis **33 ct/kWh**

Foto: C.A.R.M.E.N. e.V.

# Energiewende privat – Erneuerbare Energien im Privathaushalt

1. Aktuelle Situation

2. Photovoltaik und Eigenverbrauchsoptimierung

3. Solarstrom für Wärme und Mobilität



# Power-to-Heat

## Heizstab

Zusatzheizung im Pufferspeicher – häufig nachrüstbar  
Primärer Wärmeerzeuger wird insb. im Sommer entlastet  
Kosten ca. 1.000 €

~1:1

~ 1:3

## Brauchwasser-Wärmepumpe

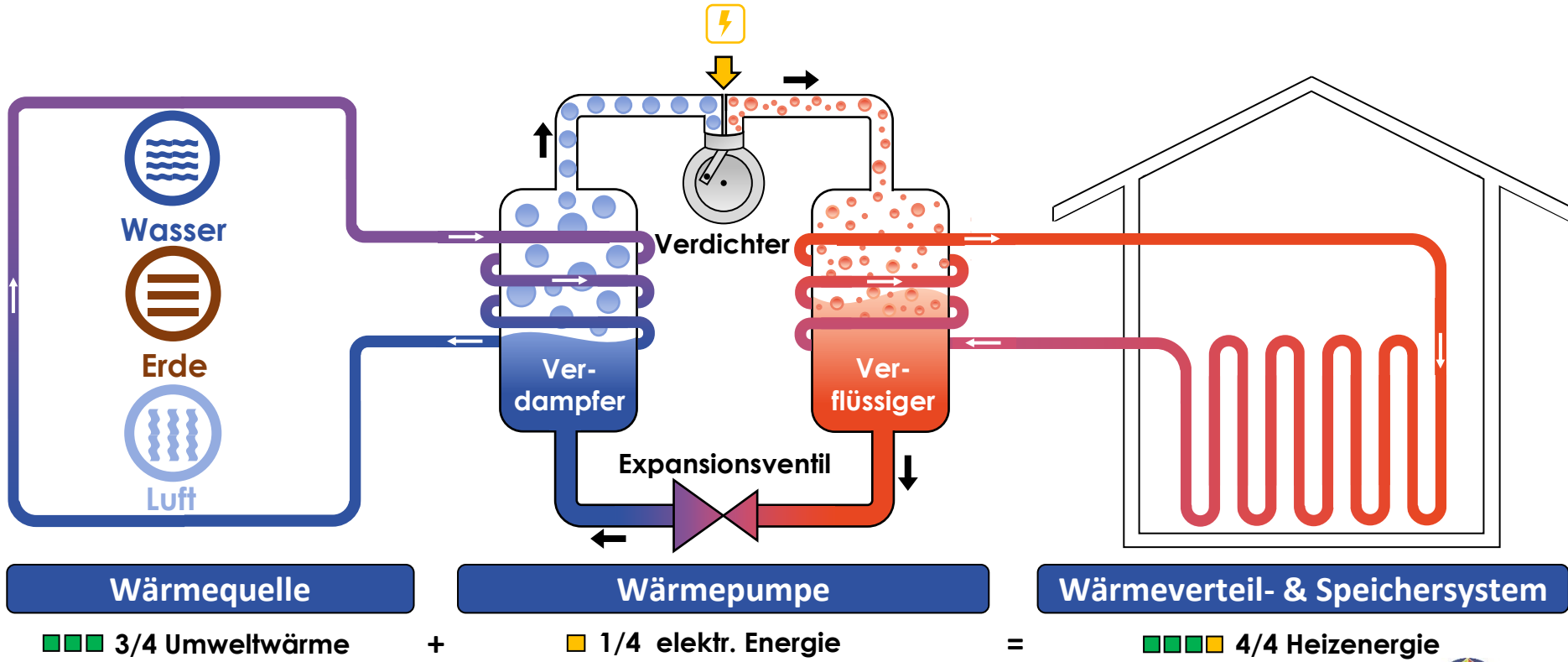
Innenstehende Luft-Wasser-Wärmepumpe (+ Luft-Temperatur)  
Mit Pufferspeicher ca. 200-300 l  
Kosten ca. 2.000 – 3.000 €

## Heizungs-Wärmepumpe

Ansteuerung über EMS, Smart Meter oder Relais am WR  
Einbindung in Steuerung: „SG ready“  
Verschiedene Wärmequellen möglich (v.a. Außenluft, Erdreich, Grundwasser, Abwärme)

~ 1 :  
2,5-4,5

# Das Wärmepumpensystem



# Welche Wärmequellen gibt es?



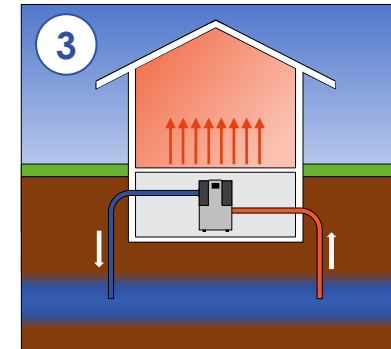
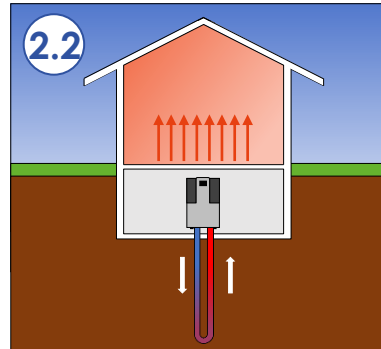
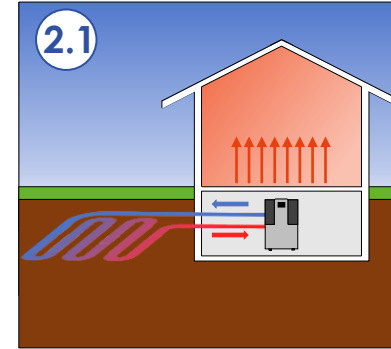
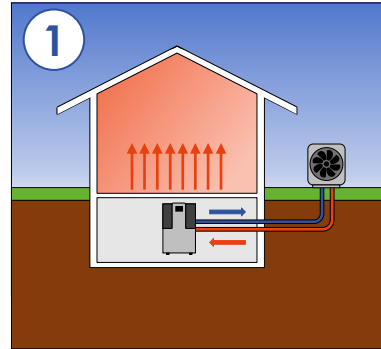
Umgebungsluft (1)



Erdwärme (2)



Grundwasser (3)



→ je höher die Quelltemperatur, desto effizienter das System

# Voraussetzungen für Wärmepumpe

→ je niedriger die Vorlauftemperatur, desto effizienter das System

Max. Vorlauftemperatur 50-60°C, optimal < 35°C (Flächenheizungen)

## Optimierungsmöglichkeiten:

- Anpassung des Wärmeverteilsystems  
(z. B. hydraulischer Abgleich, Austausch alter Heizkörper durch Niedertemperaturheizkörper)
- (Teil-)Sanierung des Gebäudes  
(z. B. Fenstertausch, oberste Geschosdecke dämmen)



# Effizienz der Wärmepumpenanlage

## Coefficient of Performance (COP):

Effizienz einer Wärmepumpe in Betriebspunkt

≙ Normverbrauch Auto

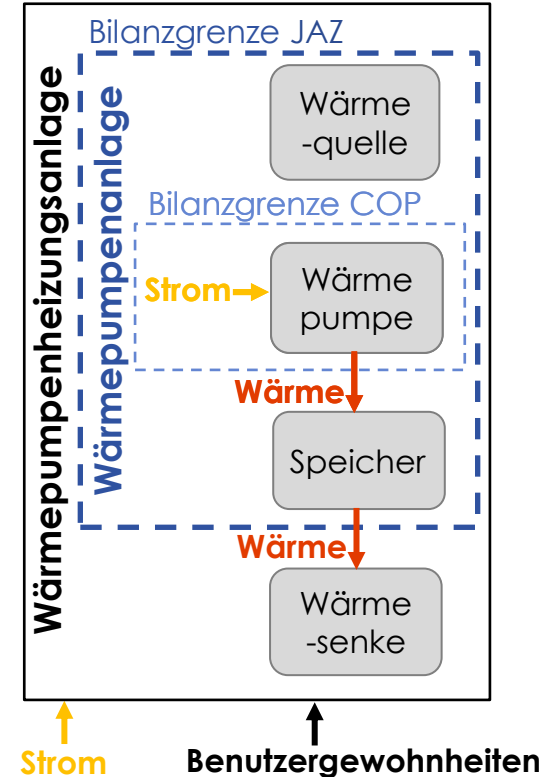
$$\text{COP} = \frac{\text{Heizwärmeleistung [kW]}}{\text{Antriebsleistung [kW]}}$$

## Jahresarbeitszahl (JAZ):

Effizienz des Gesamtsystems, inklusive Hilfsenergie

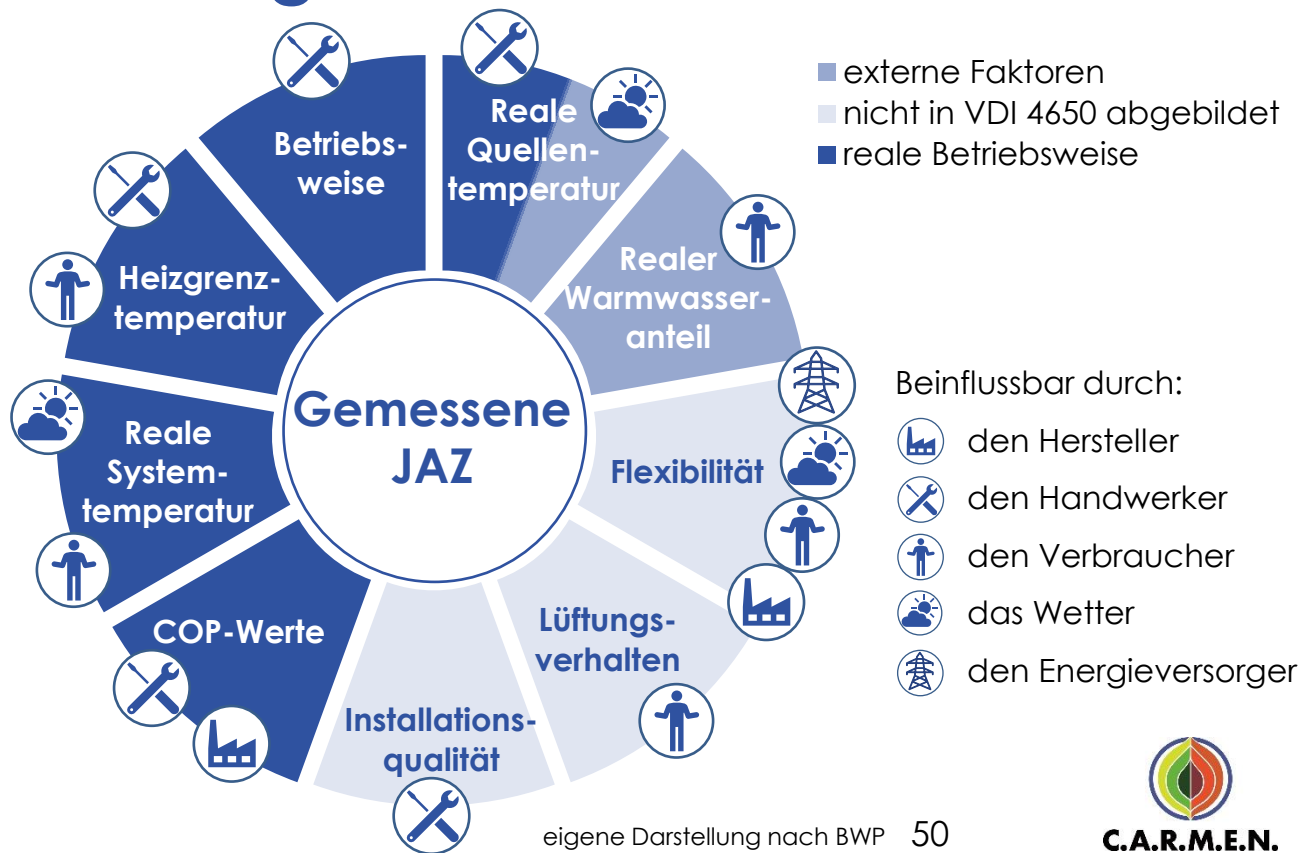
≙ tatsächlicher Verbrauch Auto

$$\text{JAZ} = \frac{\text{erzeugt Heizwärme} \left( \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right)}{\text{Antriebsenergie} \left( \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right)}$$

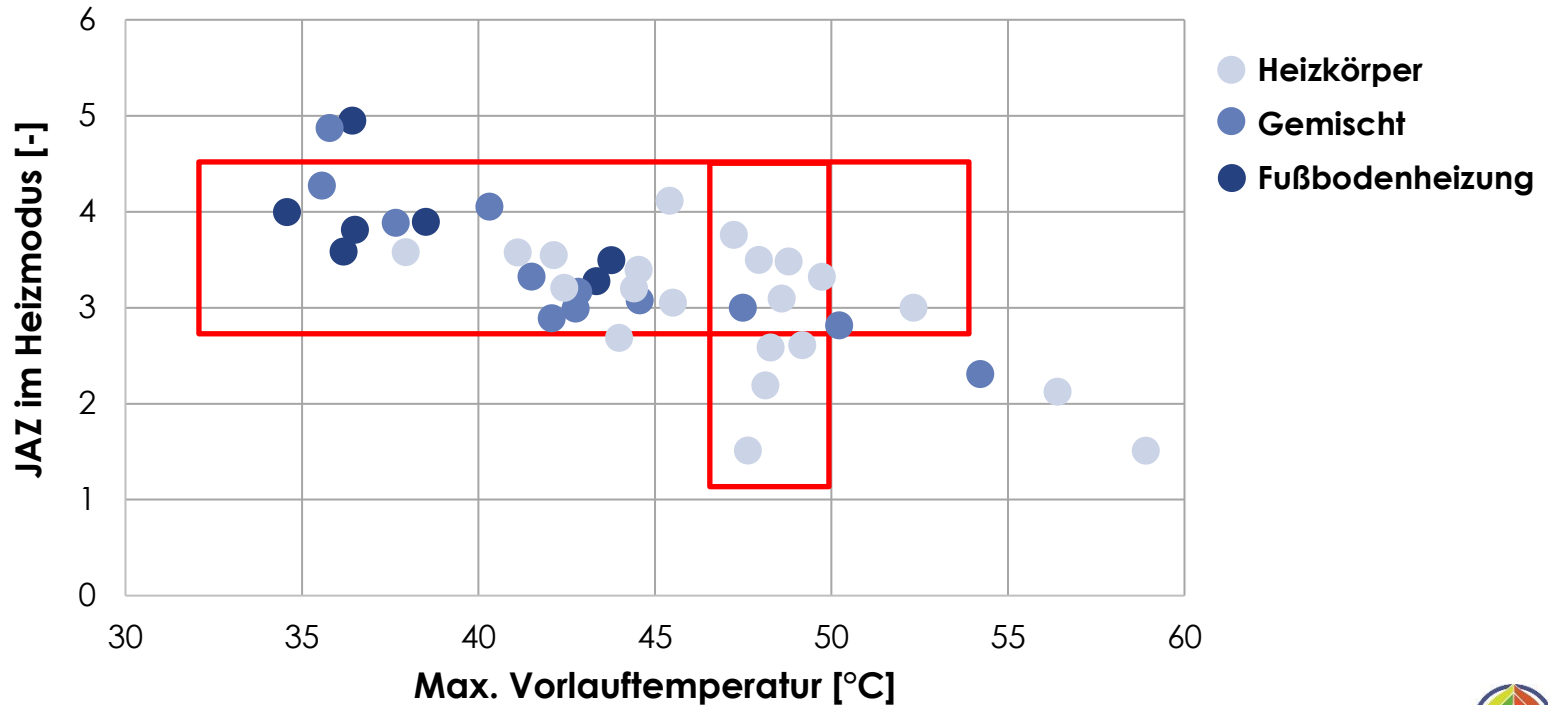


# Einflussgrößen auf die Effizienz von Wärmepumpenanlagen

Ø JAZ im Bestand	
L/W-WP	3,1
S/W-WP	4,1
Quelle: „WPsmart im Bestand“ Fraunhofer ISE	

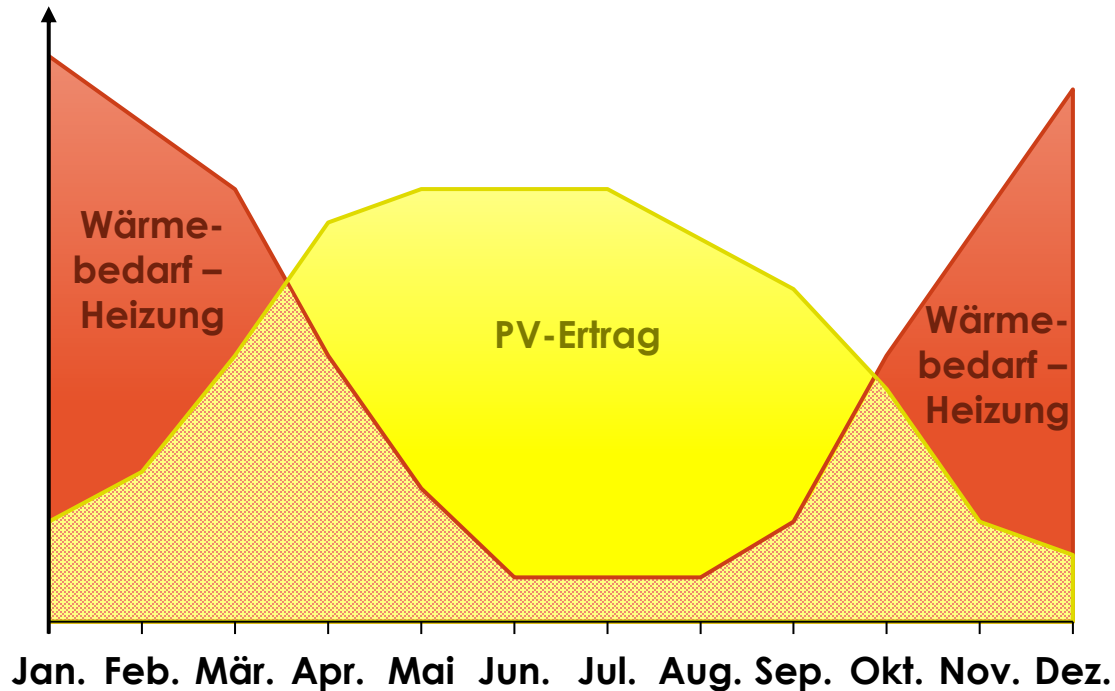


# JAZ in Abhängigkeit von max. Vorlauftemperatur und Wärmeübergabesystem



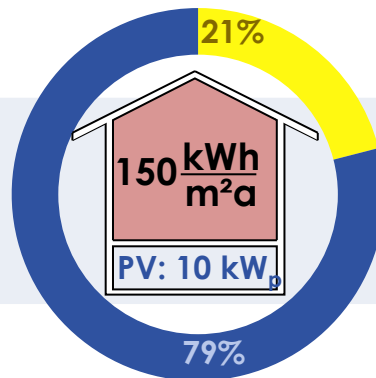
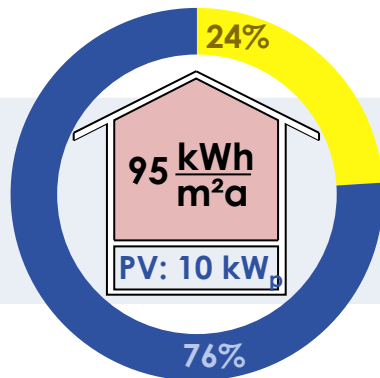
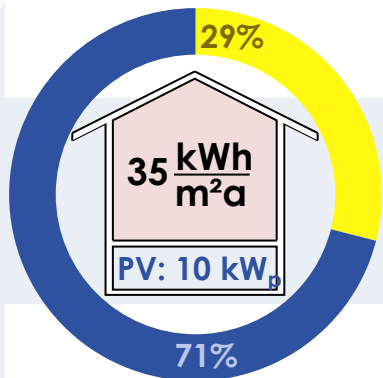
Quelle: eigenen Darstellung nach Fraunhofer ISE 51

# Einsparpotenzial

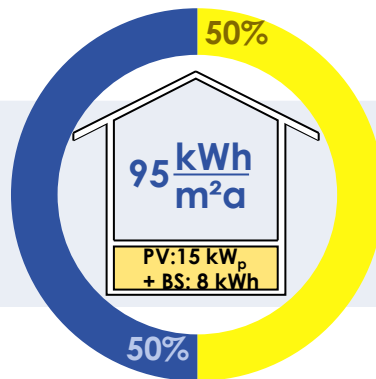
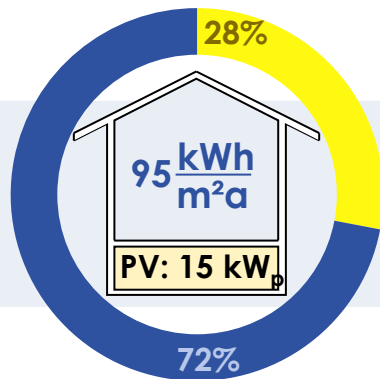
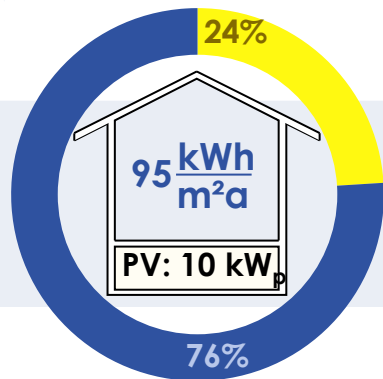


- Sonne und heizen passen nicht optimal zusammen
- Potenzial vor allem in Übergangsmonaten bzw. beim Kühlen im Sommer
- Eigenverbrauchssteigerung  $\emptyset$  15-20%

# Einflussfaktoren auf Deckungsbeiträge



↓ Wärmebedarf Gebäude  
↓  
↑ Deckungsbeitrag PV-Strom



↑ PV-Anlagengröße  
↓  
↑ Deckungsbeitrag PV-Strom

■ PV-Strombezug

■ Netz-Strombezug

Quelle: eigenen Darstellung nach Simulation über HTW Solarisator  
(Annahmen: 4-Personen; 150 m<sup>2</sup>; 4.000 kWh Strombedarf Haushalt; JAZ: 4;  
Batteriespeichereffizienz: 85 %; Strom aus Batteriespeicher priorisiert für WP)

# Reduzierte Netzentgelte

Weitere Informationen

## Energiewirtschaftsgesetz §14a

Möglichkeit der Leistungsreduktion (mind. 4,2 kW garantiert) steuerbarer Wärmepumpe zur Vermeidung von Netzüberlastungen → im Gegenzug Reduzierung des Netzentgelts

### Modul 1

pauschaler Rabatt  
auf Netzentgelt:  
110€ - 190€ im Jahr  
(von Netzgebiet  
abhängig)

### Modul 2

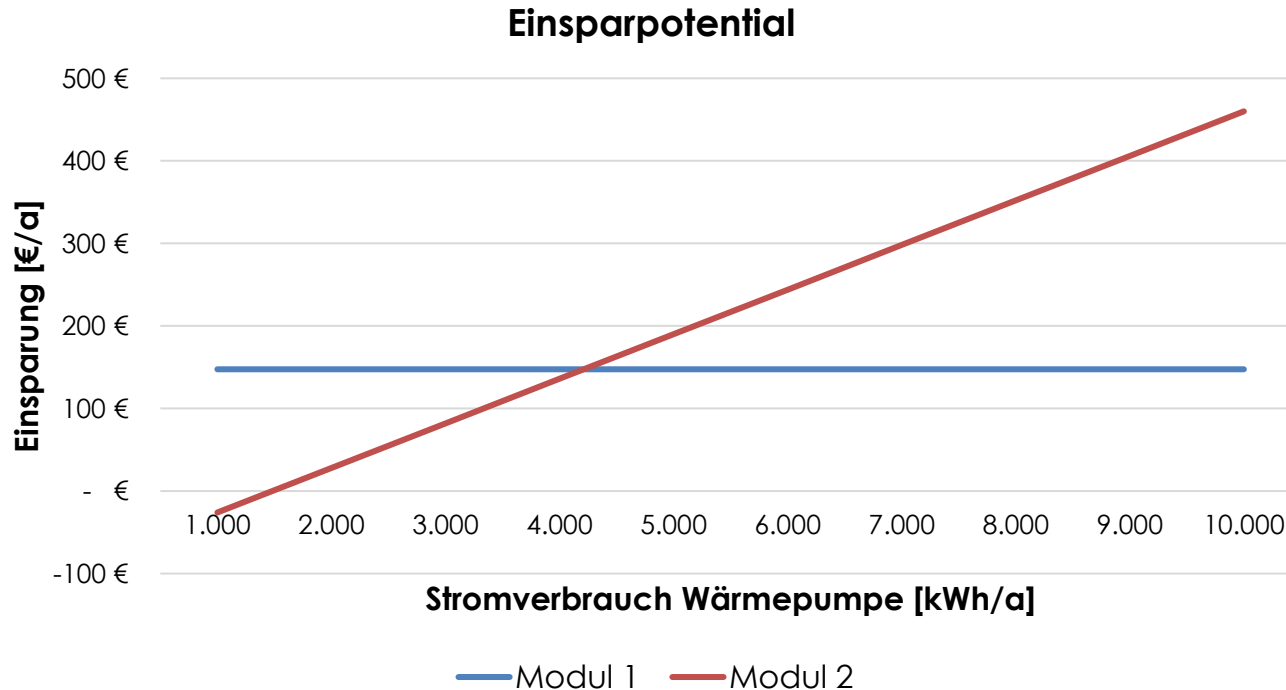
Reduzierung des  
Arbeitspreises des  
Netzentgelts um 60 %  
(extra Zähler nötig)

### Modul 3

zeitvariables  
Netzentgelt möglich  
(in Kombination mit  
Modul 1; ab 2025)

Für vor 2024 eingebaute Verbraucher, für die eine Vereinbarung zur Steuerung durch den Netzbetreiber besteht, gibt es eine Übergangsfrist bis 31.12.2028. Verbraucher ohne Steuerung sind ausgenommen.

# Vergleich der Module



Arbeitspreis Netzentgelt: 9 Cent/kWh; Jährliche Zählerkosten: 50 €\*, Zählerplatzkosten (inkl. Installation): 30 €/a

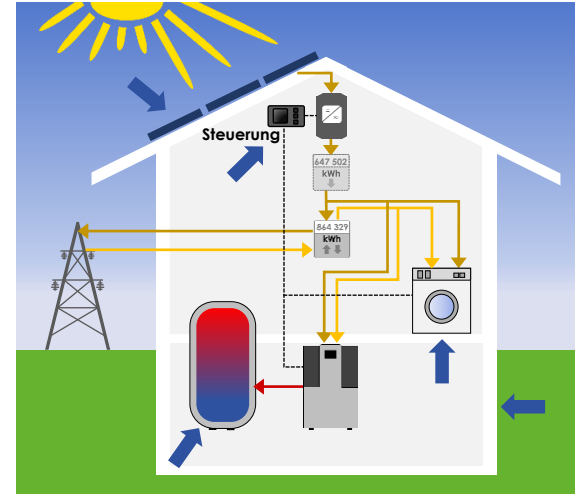
# Empfehlungen Kombination PV+WP

## Einflussfaktoren auf Deckung Strombedarfs:

- Leistung/ Ausrichtung PV-Anlage
- Stromverbrauch Haushalt
- Wärmebedarf des Hauses
- Optimierung Ansteuerung Schnittstellen
- Speichermöglichkeiten

## Auslegungsempfehlung:

- Invertierende Wärmepumpe bevorzugen
- Auslegung der PV-Anlage:
  - Leistung:  $WP\text{-Anschlussleistung} \times 3 \rightarrow \text{ca. } 30\% \text{ Strombedarf der Wärmepumpe über PV}$
  - Steiler Neigungswinkel für mehr Stromerzeugung im Winter





# Power to Vehicle



**Optimale Kombination mit PV:**

**Wallbox mit Steuerung zum  
Überschussladen**

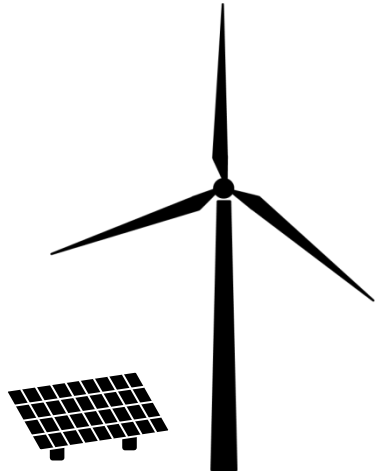


Bildquelle: C.A.R.M.E.N. e.V.



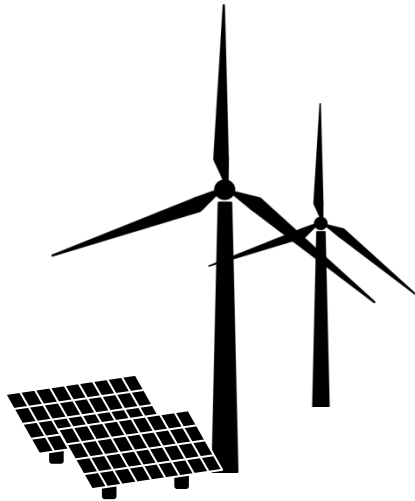
# Effizienzketten – Energie pro 100 km

20 kWh



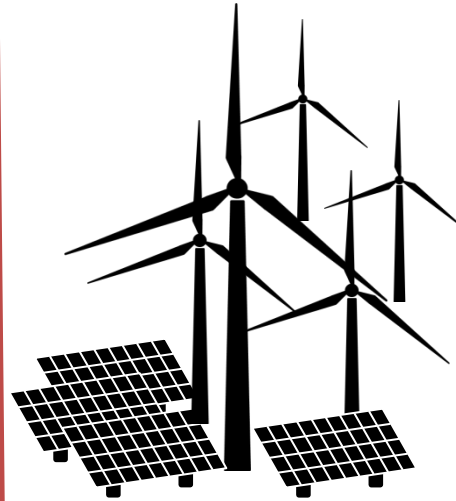
Batterieelektrische  
Fahrzeuge +  
direkte Stromnutzung

31 kWh



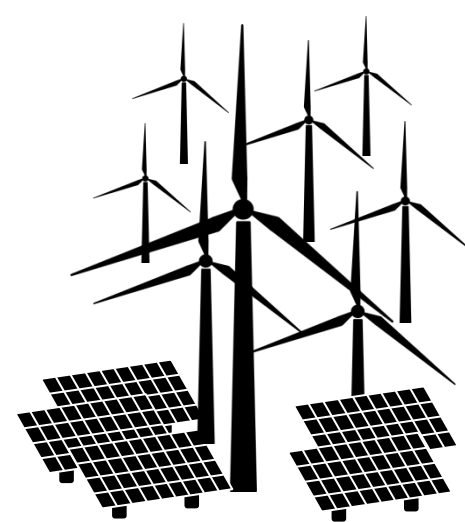
Brennstoffzellen-  
Fahrzeuge +  
Wasserstoff

93 kWh



verbrennungsmotorische  
Fahrzeuge +  
Power-to-Gas

103 kWh

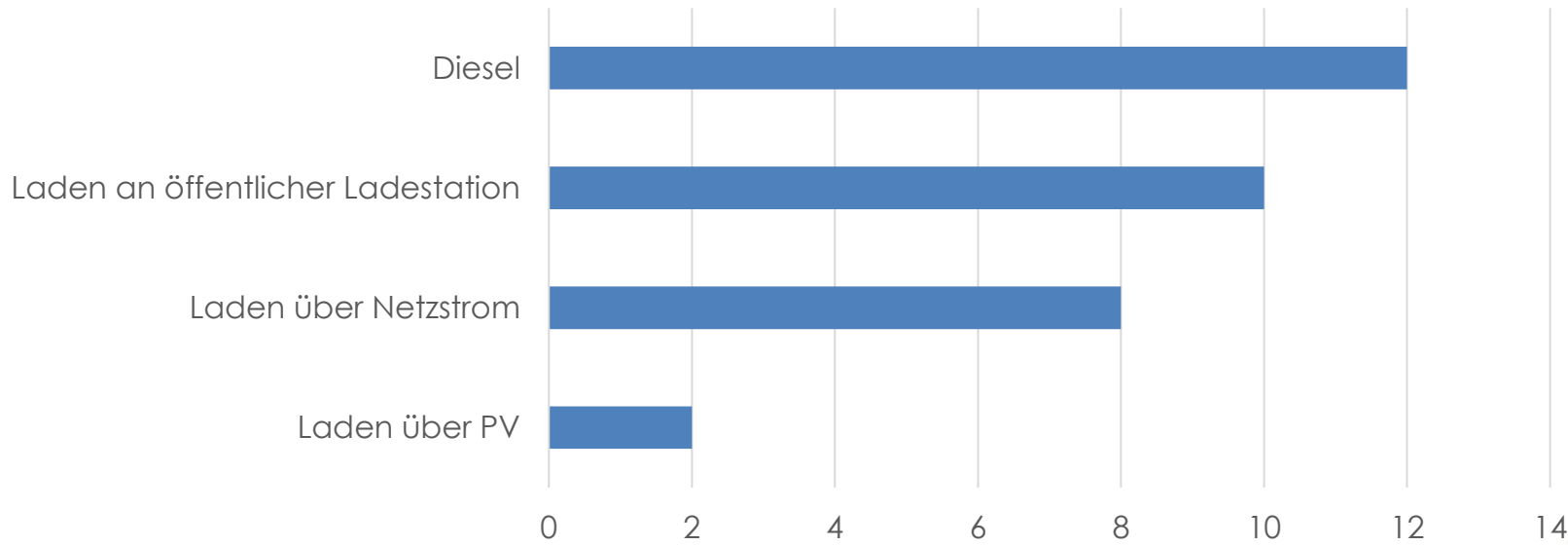


verbrennungsmotorische  
Fahrzeuge +  
Power-to-Liquid

60 kWh  
6l Diesel

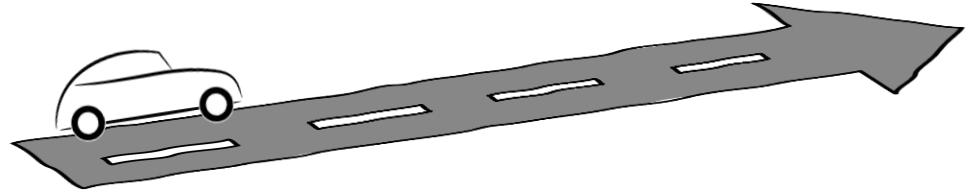
# Kostenvergleich

Energiekosten pro 100 km in €



**Annahmen:** Gestehungskosten PV: 0,1 €/kWh; Stromkosten Netz: 0,4 €/kWh; Stromkosten Ladestation: 0,5 €/kWh; Verbrauch E-Auto: 20 kWh/100 km, Verbrauch Verbrenner-Auto: 6 l/100 km, Dieselpreis: 2,0 €/l

# Reichweite



- Typische Akkukapazitäten E-Auto: 20 – 100 kWh  
→ je höher Akkukapazität, desto höherer solarer Deckungsgrad möglich, aber auch höherer Verbrauch
- Energiebedarf: 15 – 25 kWh / 100 km (inkl. ca. 15 % Ladeverluste)
- Im Winter: ca. 25 – 50 % geringere Reichweite

# Lademöglichkeiten 1

- **Ladekabel Schuko**

- Notlösung / geringere Effizienz
- typ. Ladeleistung 2,3 kW
- Zuleitung und Dose prüfen



- **Normalladen**

- Wechselstrom (AC)
- typ. Ladeleistung 11 kW (22 kW)
- Wallbox mit „PV-Überschussladen“ Funktionalität zu bevorzugen

# Lademöglichkeiten 2

- **Schnellladen**

- Gleichstrom (DC)
- CCS-Ladestation (EU, rechts), CHAdeMO (Asien)
- typ. Ladeleistung 20-50 kW
- Nachteil: Hohe Anschaffungskosten für Ladestation



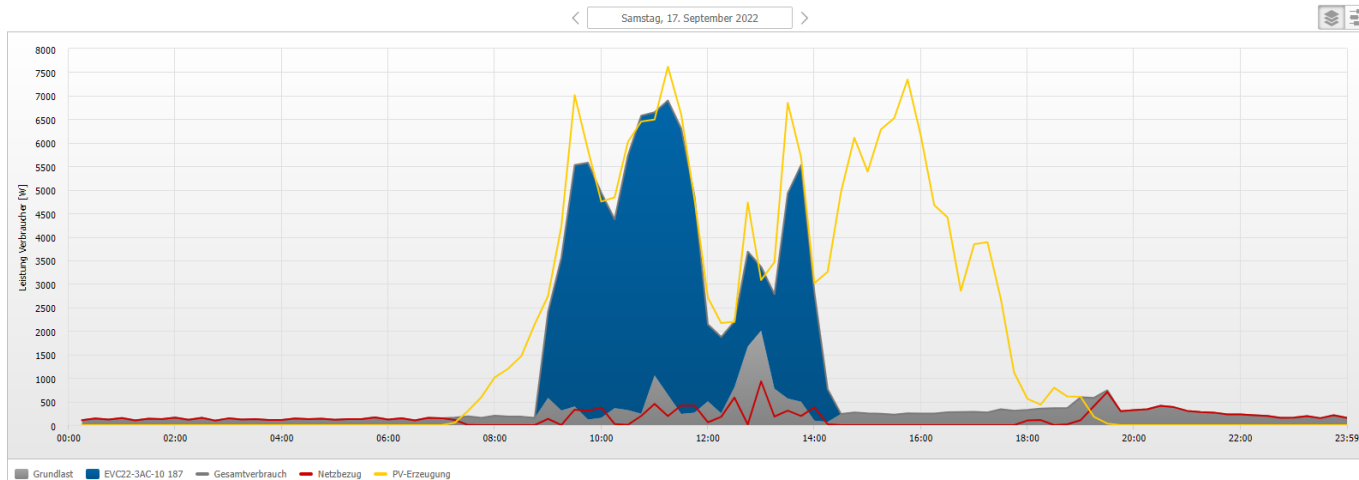
**Generell:**

- Ladeleistung abhängig von Auto, Ladestation und individueller Ladekurve
- Min. Ladeleistung dreiphasig i. d. R. 4,1 kW (6 A pro Phase)
- Ladeverluste geringer bei höherer Ladeleistung
- PV-Anlage ausreichend groß dimensionieren



# Private Ladelösung: Wallbox

- Sinnvolle Größe: AC bis 11 kW (3x 230 V, 16 A)
- Verschiedene Ladeleistungen einstellbar
- Anmeldepflicht beim Netzbetreiber, ab 12 kVA Zustimmungspflicht
- Bei PV mit Eigenverbrauch: Anpassung der Ladeleistung an PV-Überschuss: langsam / dynamisch Laden



# Beispiel: PV-Laden zuhause



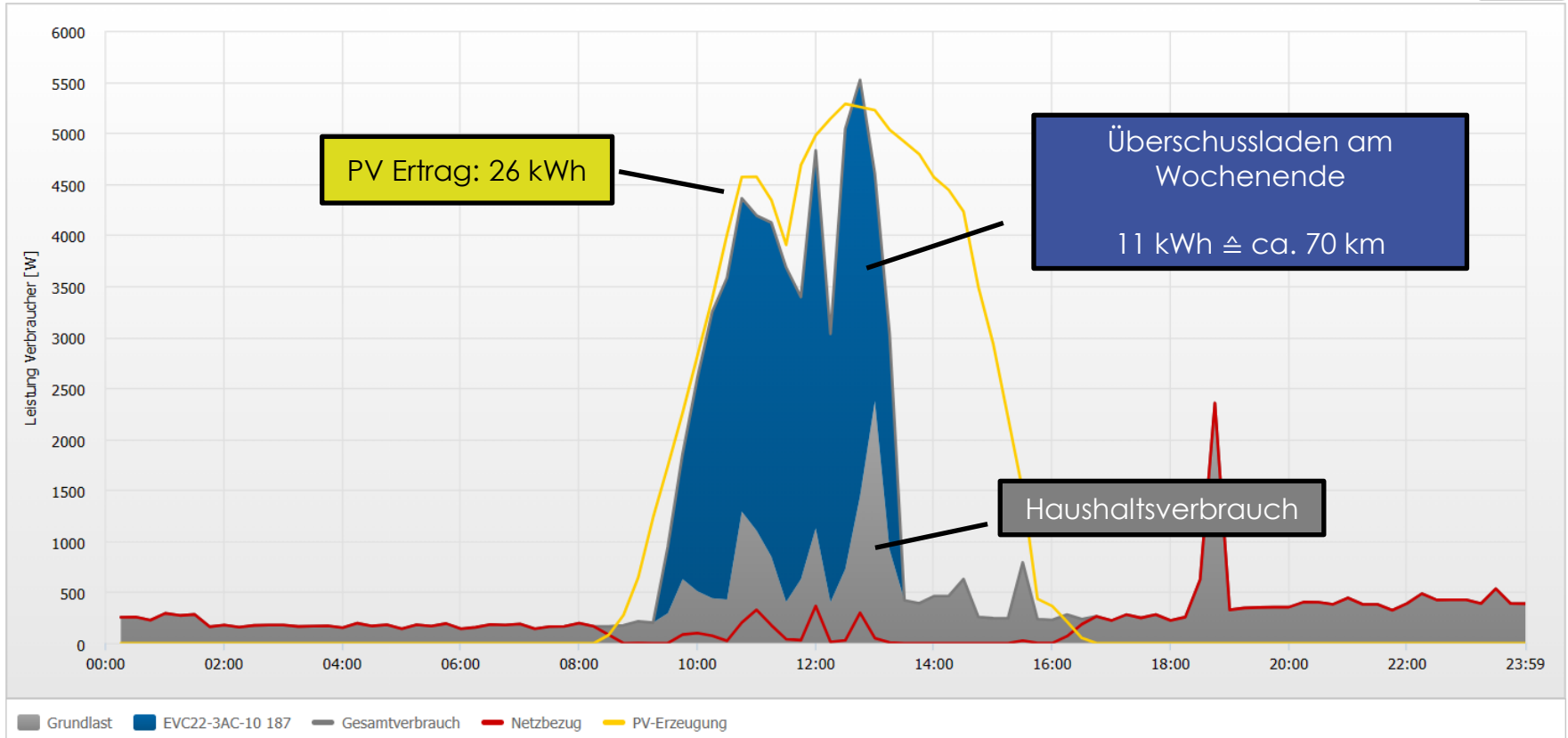
## Rahmenbedingungen

- **PV:** nach Süd/West und Nord/Ost, 16°, **20 kWp**
- **Eigenverbrauch:** typischer Familienhaushalt (ca. 4000 kWh/a)
- **Ladeleistung:** max. 7,2 kW
- **Intelligent Laden:** Steuerung über Smart Home (Berücksichtigung des Haushaltsverbrauchs, Warmwasser im Sommer über Heizstab)  
E-Auto am Wochenende und Abends zu Hause



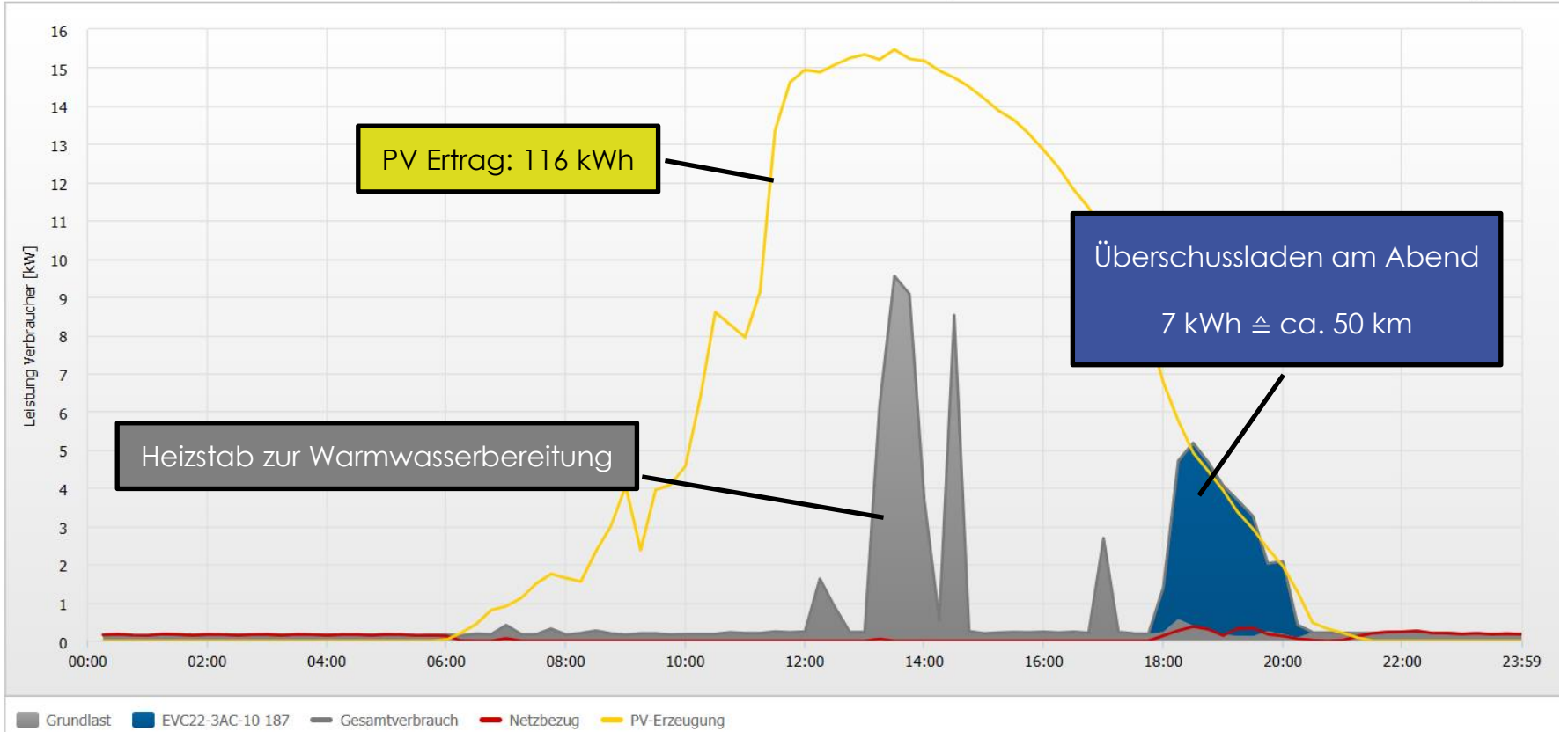
# Laden im Winter

< Sonntag, 01. Januar 2023 >



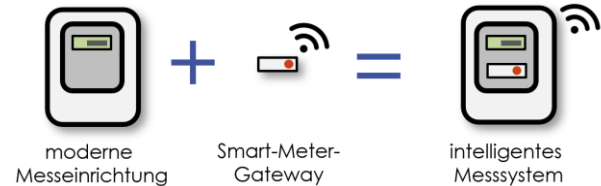
# Laden im Sommer

< Donnerstag, 23. Juni 2022 >

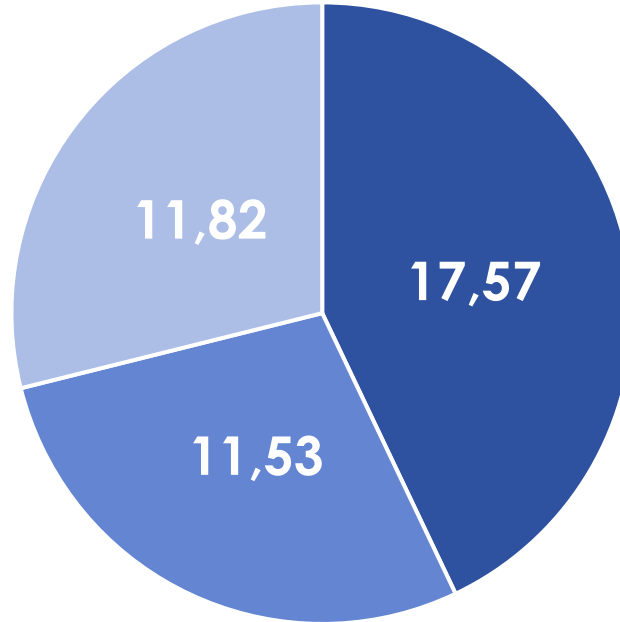


# Exkurs: Dynamische Stromtarife

- Voraussetzung:
  - Intelligentes Messsystem / Smart Meter
  - Stabile Internetverbindung
- Unterscheidung:
  - Zeitvariabler Tarif: oft Preiskorridor für Tarif oder monatlicher Mittelwert
  - Dynamischer Tarif: meist stundengenaue Abrechnung zu aktuellen Börsenstrompreisen
- Vorteile:
  - Günstiger Strom für flexible Verbraucher mit hoher Transparenz
  - Strom zu niedrigen Börsenstrompreisen auch oft sehr sauber
  - Gute Ergänzung zu eigener PV-Anlage für Winter bzw. Windstromzeiten
- Nachteile:
  - Evtl. höhere Entgelte für Smart Meter
  - Risiko höherer Börsenstrompreise geht auf Nutzer über



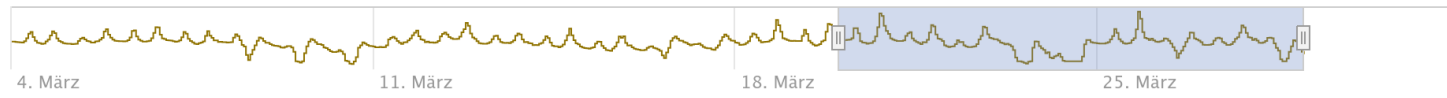
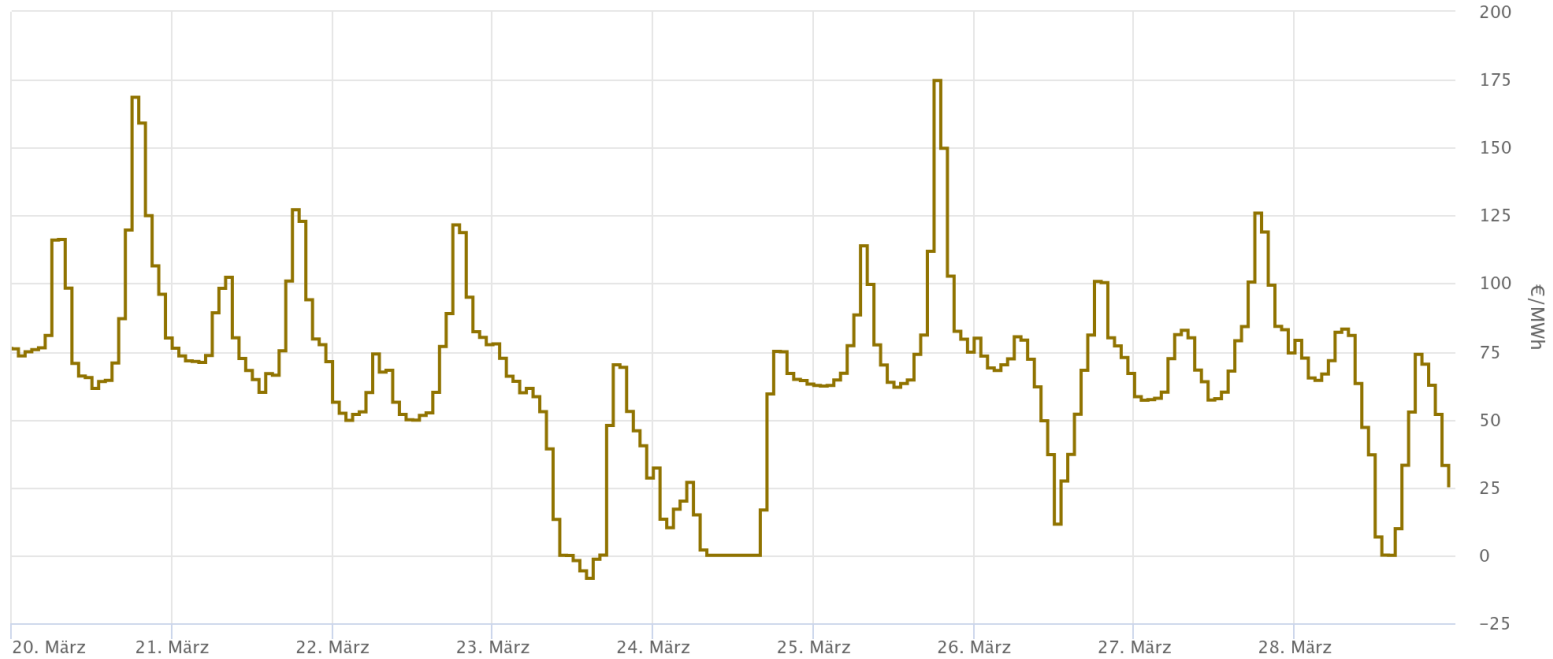
# Strompreiszusammensetzung Haushaltskunden in ct/kWh



**Gesamt:  
40,92 ct/kWh**

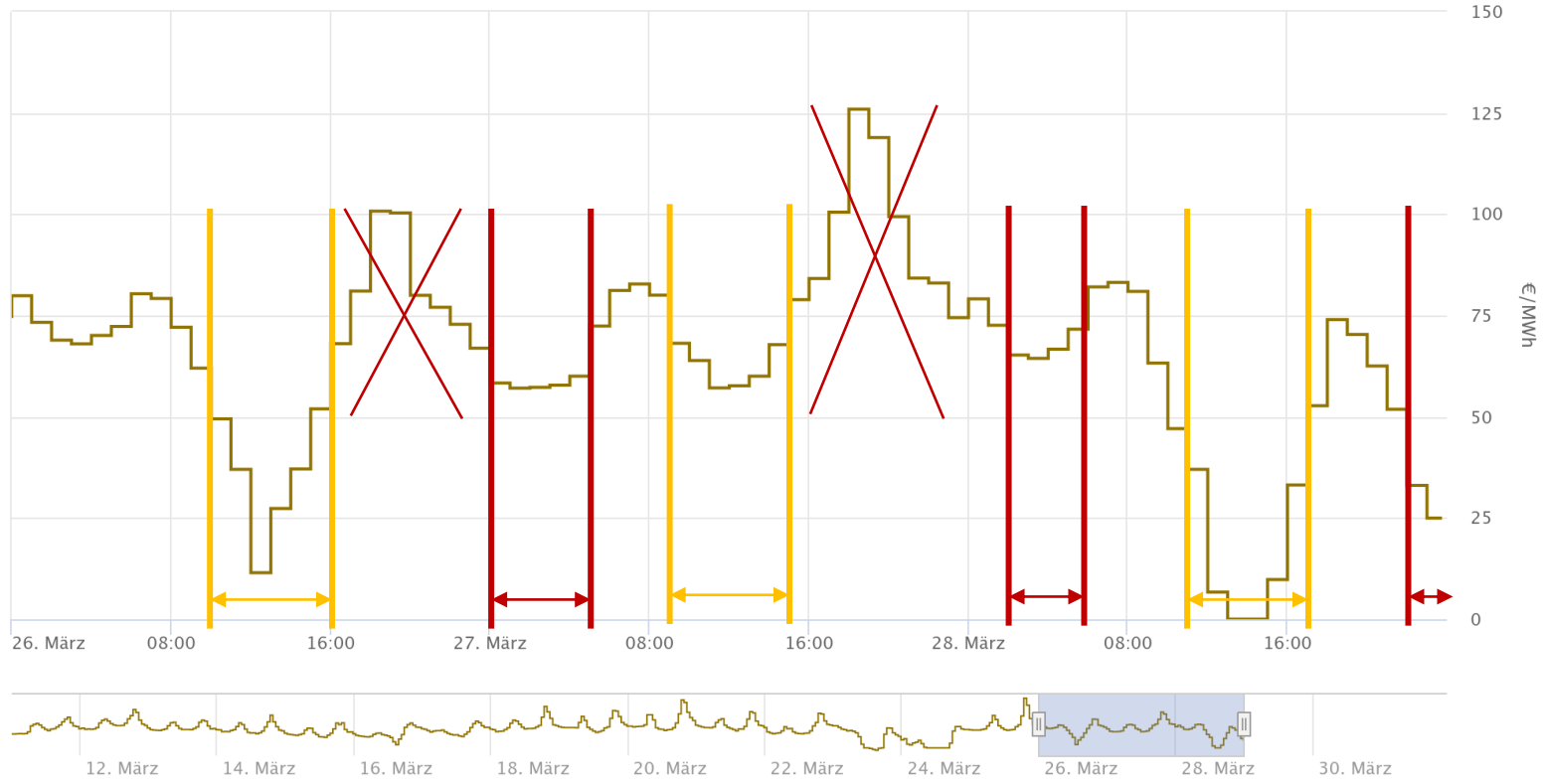
- Beschaffung, Vertrieb und Marge
- Netzentgelte inkl. Messung und Messtellenbetrieb
- Steuern, weitere Abgaben und Umlagen

# Aktueller Verlauf Börsenstrompreise



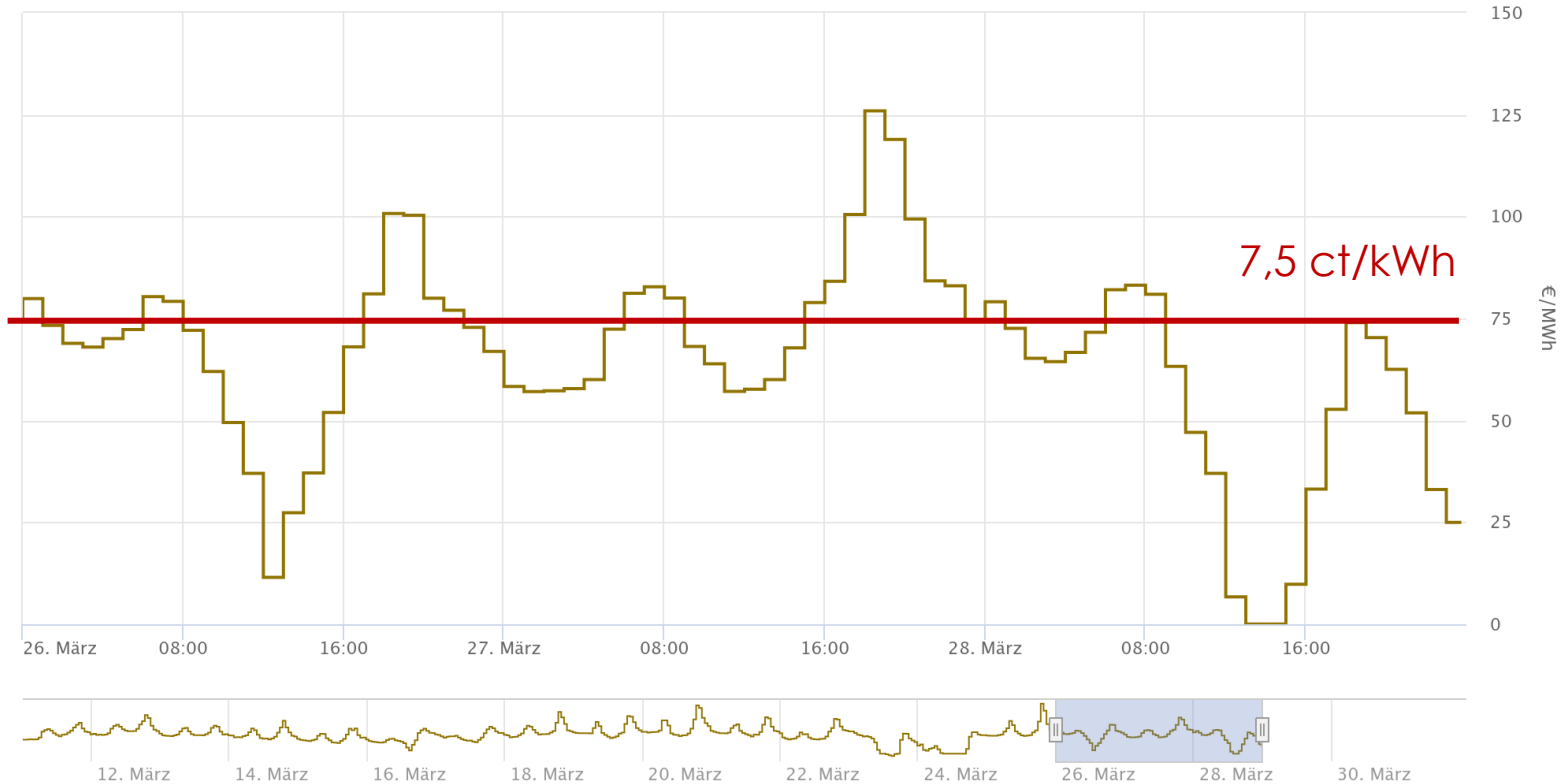
Quelle: Bundesnetzagentur | SMARD.de

# Aktueller Verlauf Börsenstrompreise



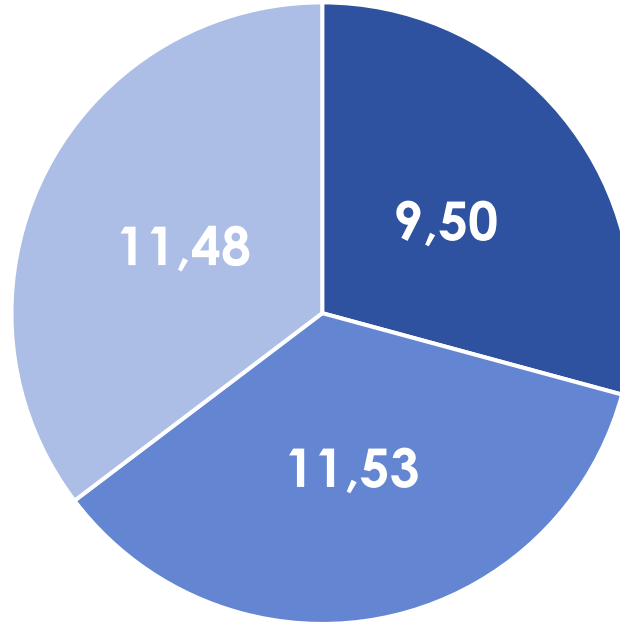
Quelle: Bundesnetzagentur | SMARD.de

# Aktueller Verlauf Börsenstrompreise



Quelle: Bundesnetzagentur | SMARD.de

# Strompreiszusammensetzung Haushaltskunden in ct/kWh

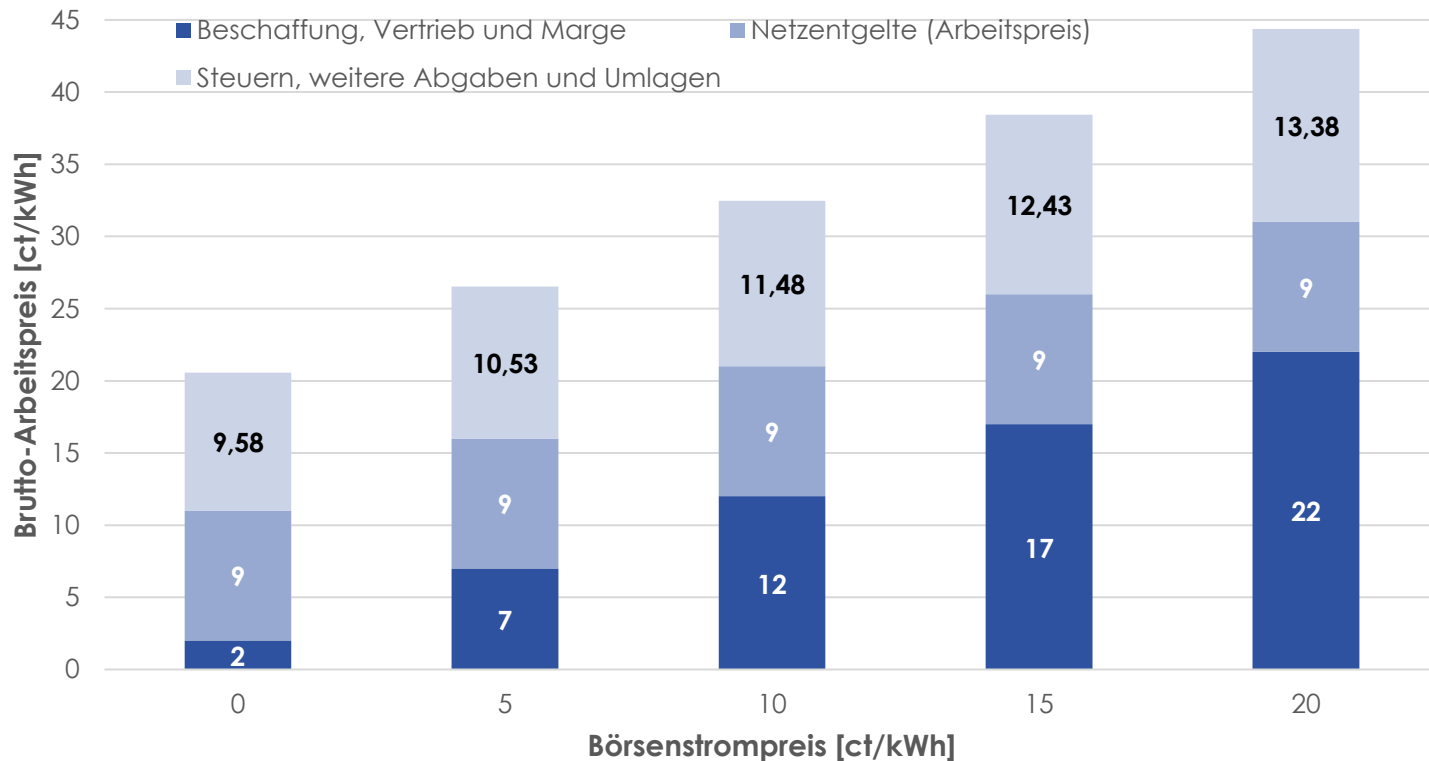


**Gesamt:  
32,51 ct/kWh**

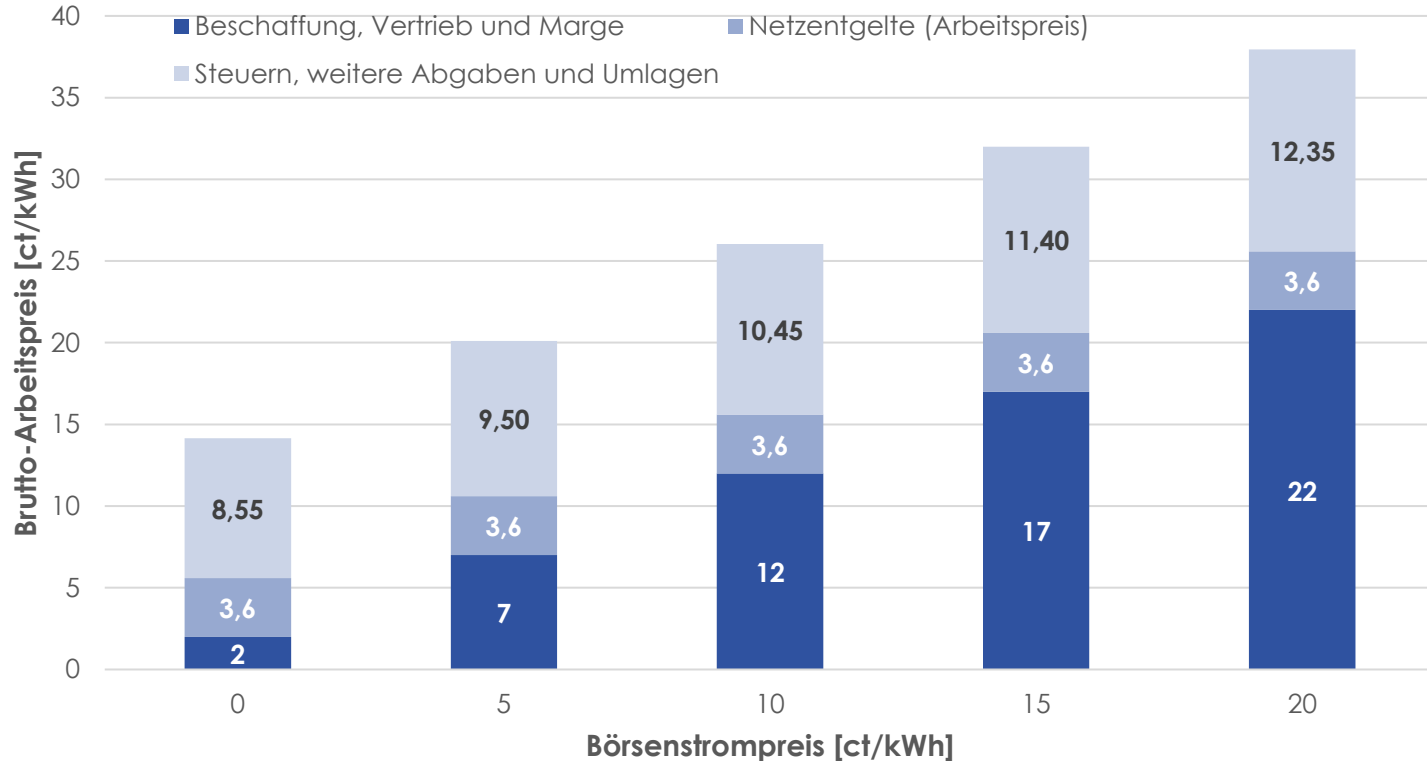
- Beschaffung, Vertrieb und Marge
- Netzentgelte inkl. Messung und Messtellenbetrieb
- Steuern, weitere Abgaben und Umlagen



# Strompreis (Arbeitspreis) je nach Börsenstrompreis

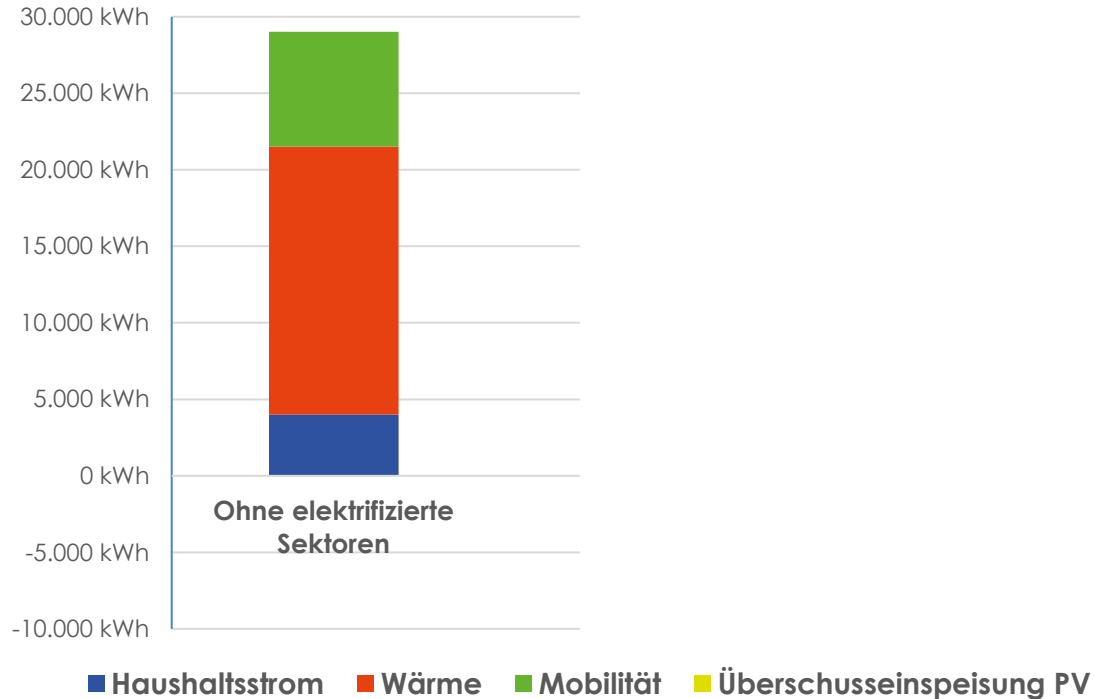


# Strompreis (Arbeitspreis) mit reduzierten Netzentgelten\*



# Sektorenkopplung mit Photovoltaik

## Energiebezug



Quelle: Eigene Berechnung + Simulation

## Ausgangsdaten:

- Haushalt: 4.000 kWh/a
- Haus: 150 m<sup>2</sup>, 100 kWh/m<sup>2</sup>
- PV: 10 kWp, 1.084 kWh/kWp
- Fahrzeug: 15.000 km/a
- Verbrenner: 5 l/100km
- E-Auto: 20 kWh/100km

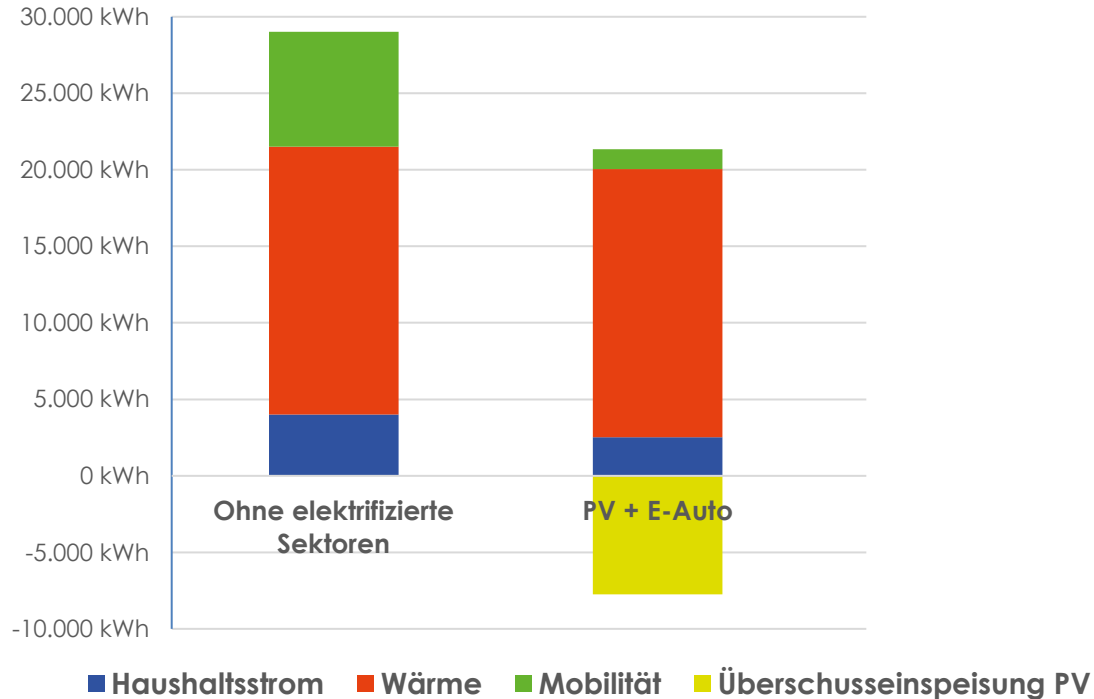
## Eigenverbrauchspotential:

- Nur Haushaltsstrom: ca. 10-15 %
- Mit E-Auto: ca. 30-35 %
- Mit E-Auto + WP: ca. 40 %

Autarkiegrad WP: 25-35 %

# Sektorenkopplung mit Photovoltaik

## Energiebezug



## Ausgangsdaten:

- Haushalt: 4.000 kWh/a
- Haus: 150 m<sup>2</sup>, 100 kWh/m<sup>2</sup>
- PV: 10 kWp, 1.084 kWh/kWp
- Fahrzeug: 15.000 km/a
- Verbrenner: 5 l/100km
- E-Auto: 20 kWh/100km

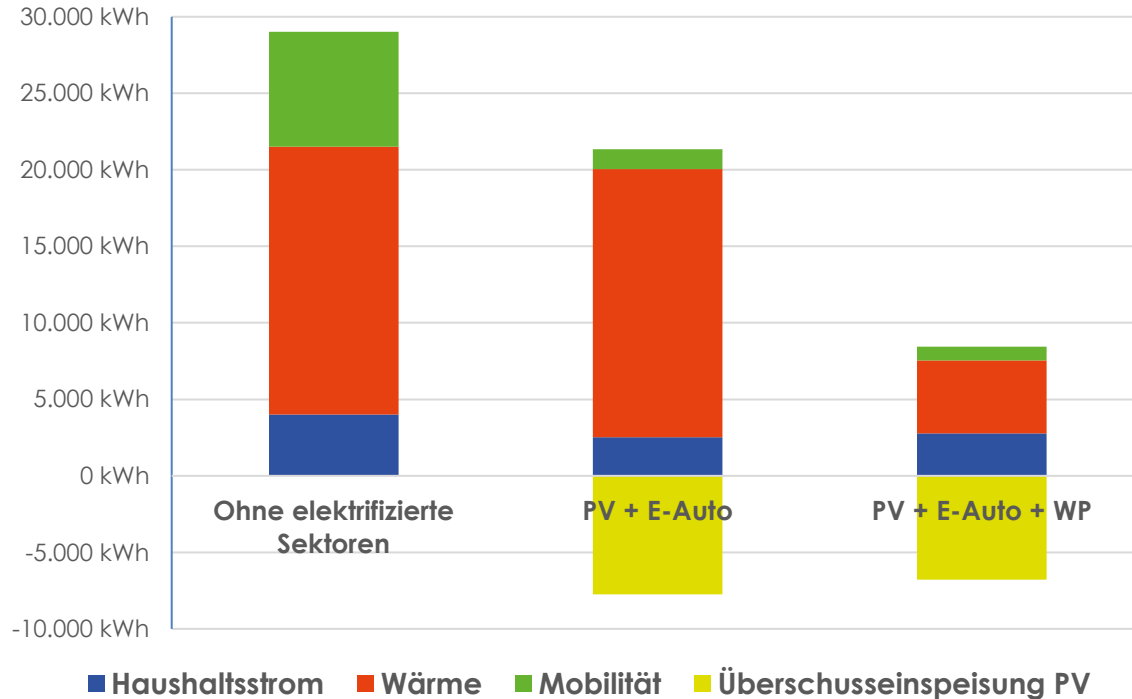
## Eigenverbrauchspotential:

- Nur Haushaltsstrom: ca. 10-15 %
- Mit E-Auto: ca. 30-35 %
- Mit E-Auto + WP: ca. 40 %

Autarkiegrad WP: 25-35 %

# Sektorenkopplung mit Photovoltaik

## Energiebezug



## Ausgangsdaten:

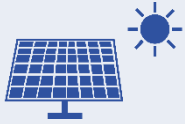
- Haushalt: 4.000 kWh/a
- Haus: 150 m<sup>2</sup>, 100 kWh/m<sup>2</sup>
- PV: 10 kWp, 1.084 kWh/kWp
- Fahrzeug: 15.000 km/a
- Verbrenner: 5 l/100km
- E-Auto: 20 kWh/100km

## Eigenverbrauchspotential:

- Nur Haushaltsstrom: ca. 10-15 %
- Mit E-Auto: ca. 30-35 %
- Mit E-Auto + WP: ca. 40 %

Autarkiegrad WP: 25-35 %

# C.A.R.M.E.N.-Veranstaltungshinweise



C.A.R.M.E.N.-WebSeminar

**„PV-Freiflächenanlagen – Grundlagen und Rahmenbedingungen“**

Am 01.04.2025 um 14:00 Uhr, online

→ [zur Anmeldung](#)



C.A.R.M.E.N.-WebSeminar

**„Batteriespeicher im Eigenheim“**

Am 28.04.2025 um 16:00 Uhr, online

→ [zur Anmeldung](#)



C.A.R.M.E.N.-WebSeminare zur energetischen Gebäudemodernisierung

**„Gebäudehülle“ – „Heizen mit Holz und WP“ – „Split-Klimageräte, Infrarotheizungen und Co.“**

06. – 08.05.2025, jeweils um 17:00 Uhr (online)

→ [zur Terminübersicht](#)

# Energiewende Privat

Georgensgmünd, 26.03.2025

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

C.A.R.M.E.N. e.V.

[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)



**C.A.R.M.E.N.**