

Wärmepumpe trifft Photovoltaik – Heizen mit Erneuerbaren Energien

Altötting, 09.02.2026

Herzlich willkommen!



Alois Hadeier



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

PARTNER

TEAM ENERGIEWENDE BAYERN



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

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

Wärmepumpe trifft Photovoltaik

1. Grundlagen Photovoltaik + Batteriespeicher

2. Grundlagen Wärmepumpe

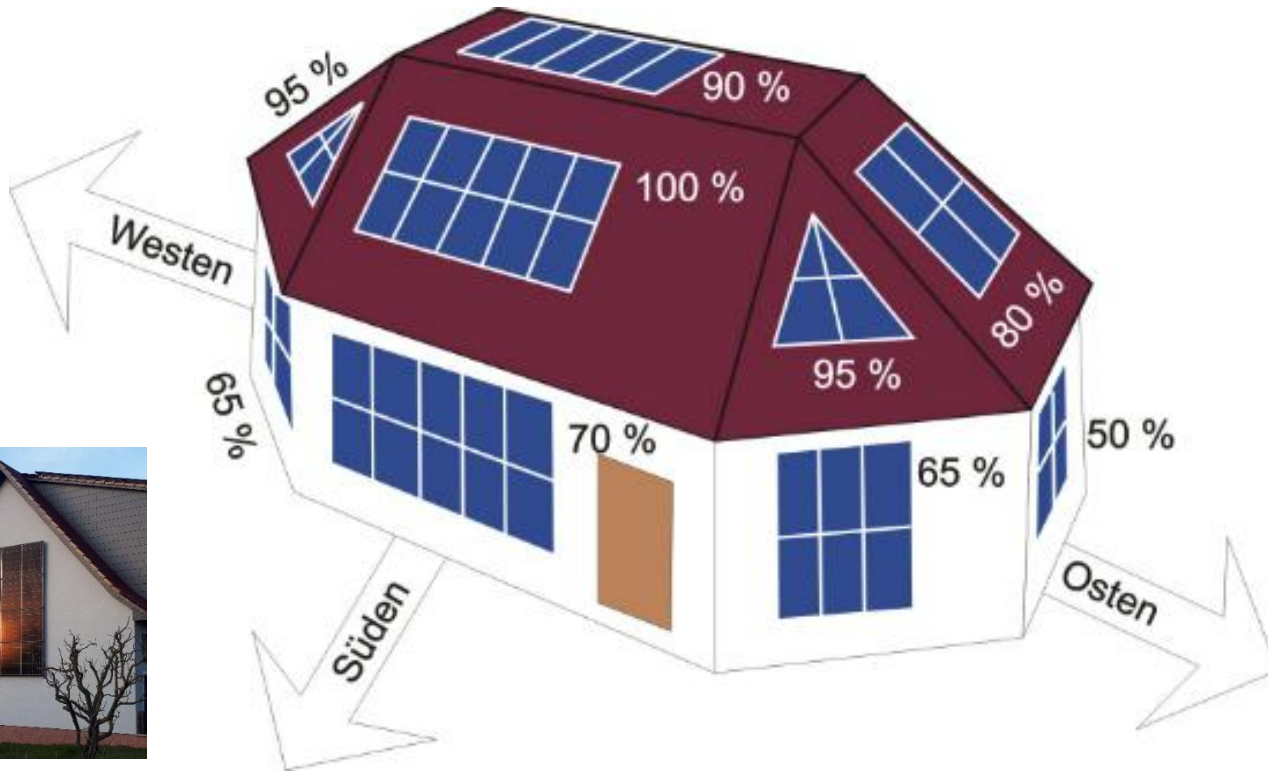
3. Kombinationsmöglichkeiten



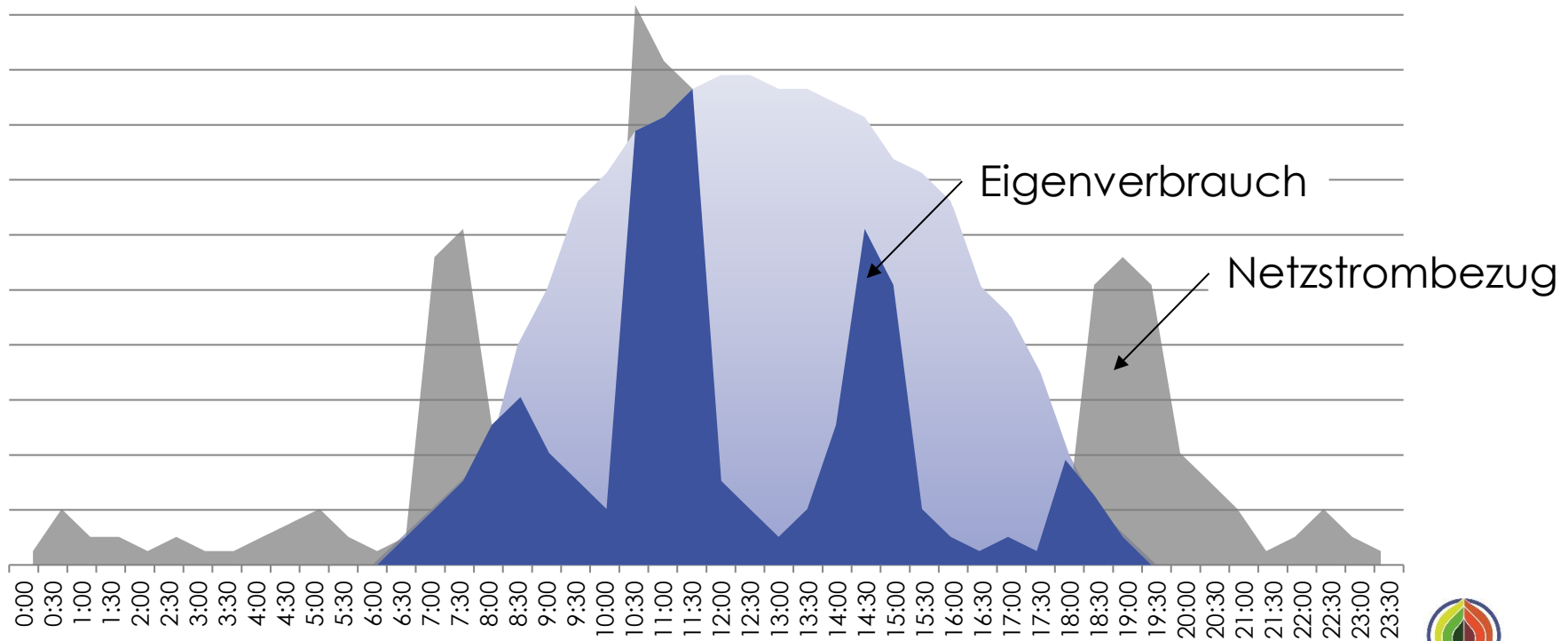
Modulausrichtung



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



Solarstromproduktion im Tagesverlauf vs. Last

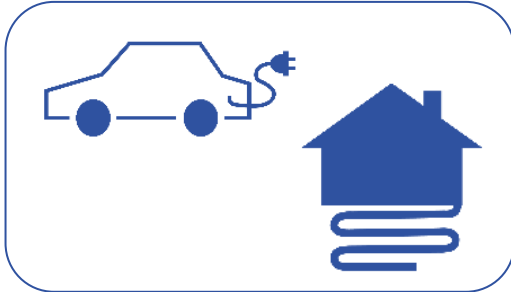


Eigenverbrauchserhöhung

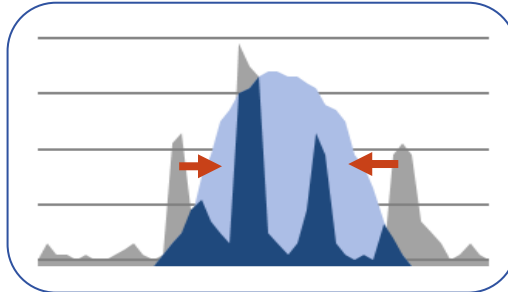
Analyse der Bedingungen

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

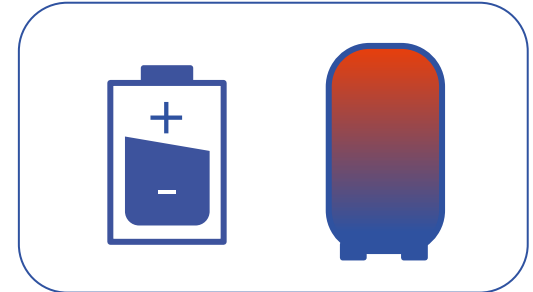
Elektrifizierung



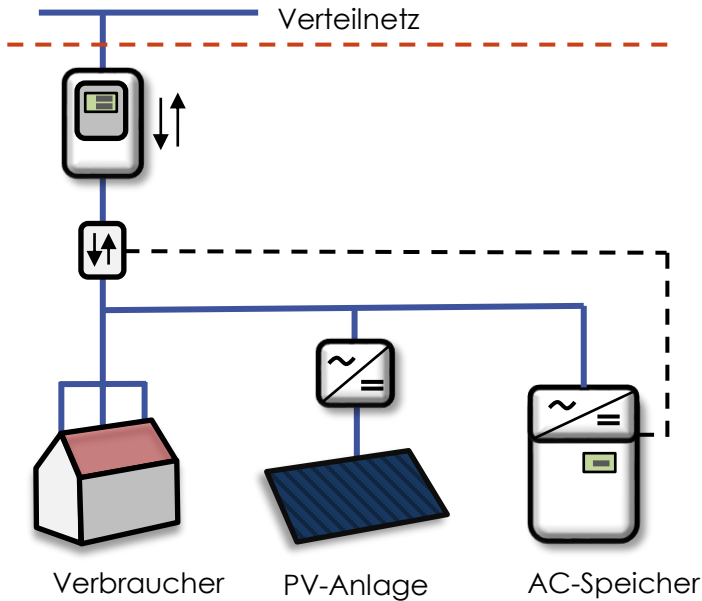
Verlagerung von Verbrauch zu Erzeugung



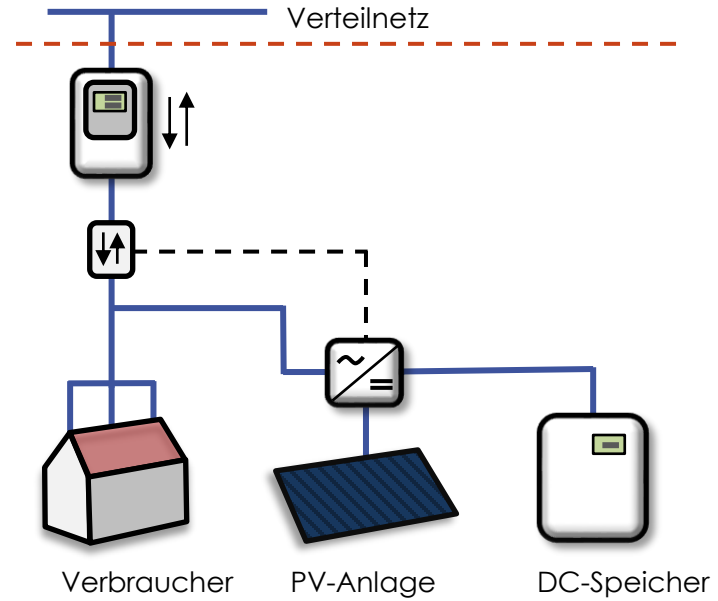
Speicherung



AC- und DC-Kopplung des Speichers



AC-gekoppeltes System



DC-gekoppeltes System

Richtige Speicherkapazität wählen

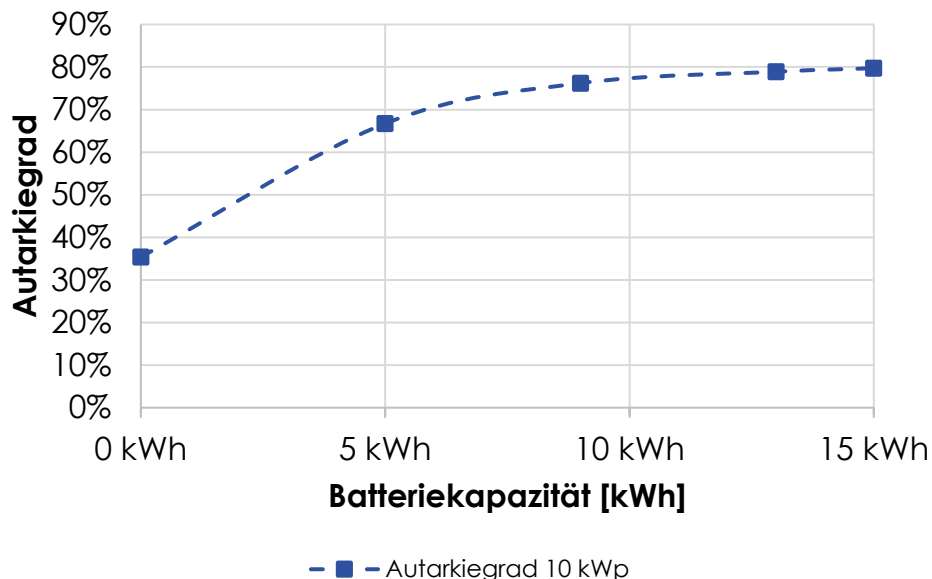
- **Speicher zu groß:**
 - unzureichende Nutzung bei höheren Investitionskosten:
geringere Wirtschaftlichkeit
- **Speicher zu klein:**
 - höhere spezifische Kosten bei kleineren Speichern
 - weiterhin hoher Netzbezug bei hohem Verbrauch
- passend zum Lastprofil (Höhe und Zeiten Stromverbrauch) und der Anlagenleistung
- bei Notstromfunktionalität: Höhere Kapazität notwendig
- Abnahme der Nutzkapazität durch Alterung beachten
- zukünftige Nutzungen mitplanen (dynamische Tarife,...)
- Erweiterbarkeit prüfen



Dimensionierung Speicher

Installierte Leistung: 10 kW_p, Stromverbrauch: 4.000 kWh/a

Vergleich verschiedener Speichergrößen



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

Faustformel

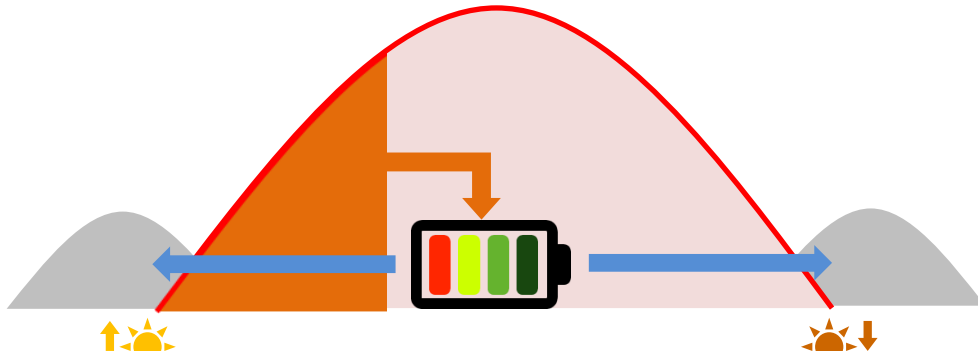
für eine eigenverbrauchsoptimierte
Auslegung

→ ca. 1 - 2 kWh Nutzkapazität
pro 1.000 kWh Stromverbrauch
→ bei mind. 1 kW_p PV-Leistung pro
kWh Nutzkapazität

Bei Heimspeichern:
Spezifische Kosten bei
kleinen Speichergrößen beachten!

Ladestrategien – Netzdienlichkeit

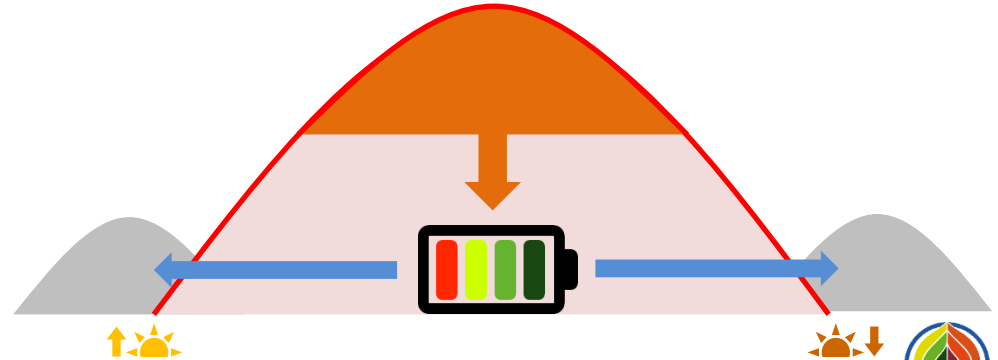
Normales Laden



Beladung des Speichers sobald solare Überschüsse bestehen
→ volle PV-Leistung zur Mittagszeit belastet das Netz

Prognosebasierte Beladung
→ reduzierte „Mittagsspitze“
erhöht Netzkapazität

Netzdienstliches Laden



Wärmepumpe trifft Photovoltaik

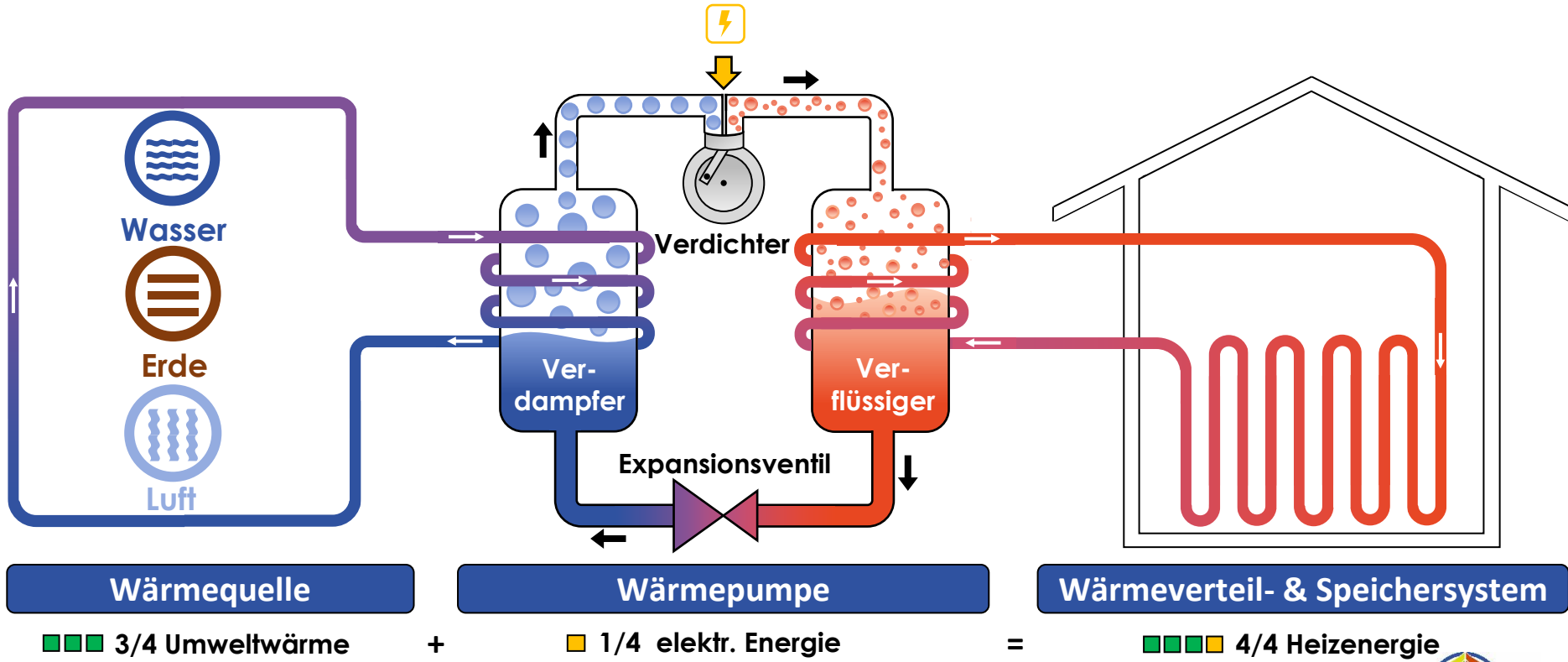
1. Grundlagen Photovoltaik + Batteriespeicher

2. Grundlagen Wärmepumpe

3. Kombinationsmöglichkeiten



Das Wärmepumpensystem



Welche Wärmequellen gibt es?



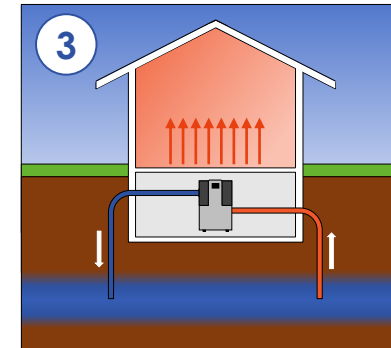
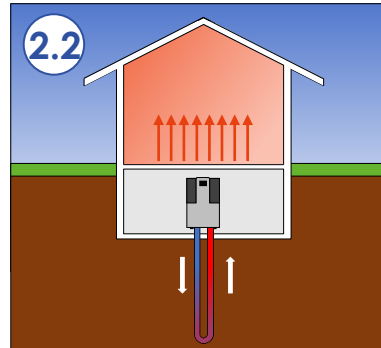
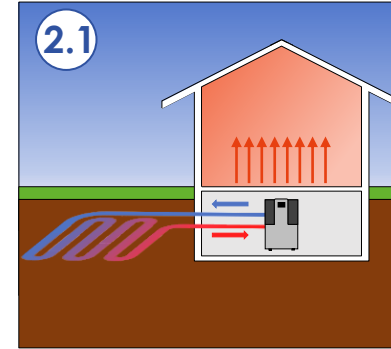
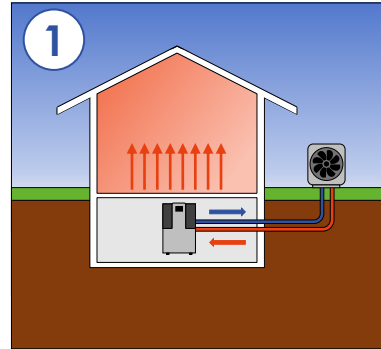
Umgebungsluft (1)



Erdwärme (2)



Grundwasser (3)



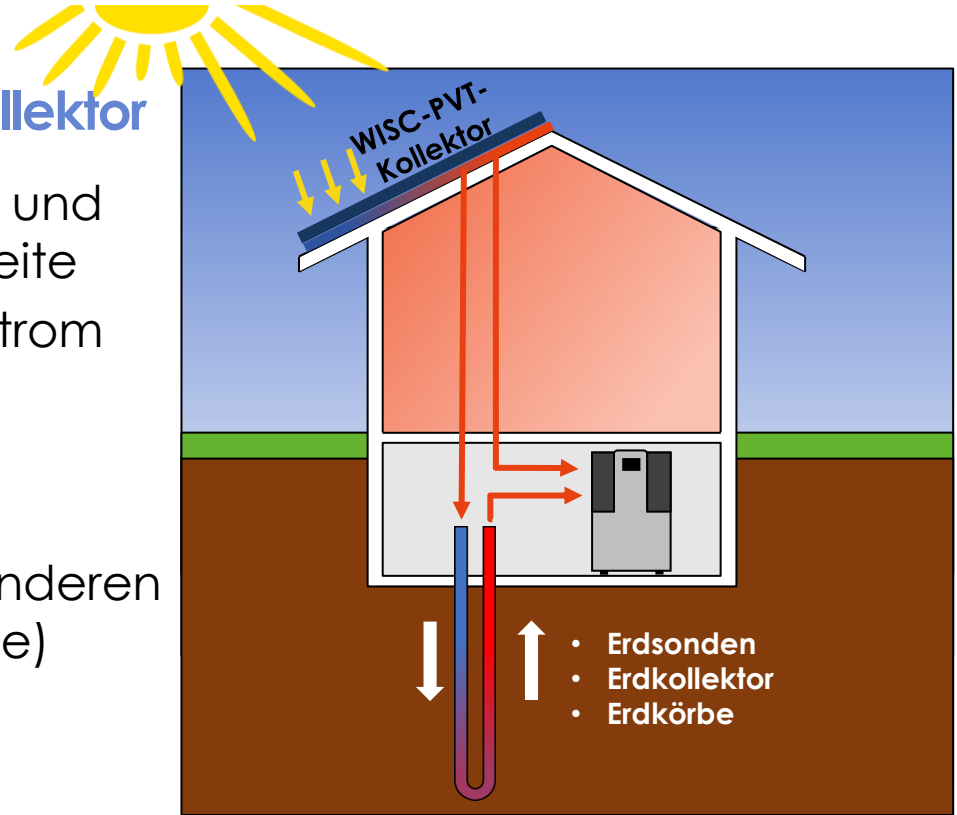
→ je höher die Quelltemperatur, desto effizienter das System



Welche Wärmequellen gibt es?

Photovoltaisch-thermischer Kollektor

- Kombination aus Solarmodul und Solar-Luftabsorber auf Rückseite
- Doppelte Flächennutzung (Strom und Wärme)
- Nutzung von Abwärme und Umgebungswärme
- PVT meist als Ergänzung zu anderen Wärmequellen (z.B. Erdwärme)
- Geräuscharm
- hohe Investitionskosten



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 Geschossdecke dämmen)

Effizienz der Wärmepumpenanlage

Coefficient of Performance (COP):

Effizienz einer Wärmepumpe in Betriebspunkt

≙ Normverbrauch Auto

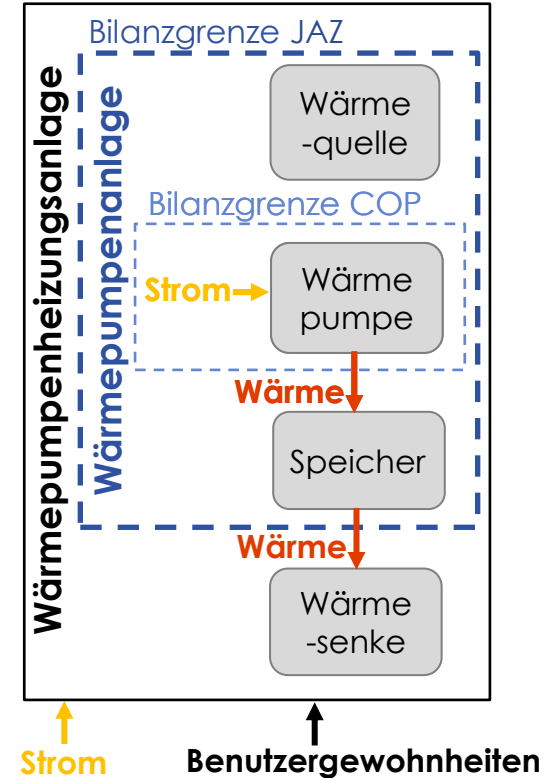
$$\text{COP} = \frac{\text{Heizwärmeleistung [kW]}}{\text{Antriebsleistung [kW]}}$$

Jahresarbeitszahl (JAZ):

Effizienz des Gesamtsystems, inklusive Hilfsenergie

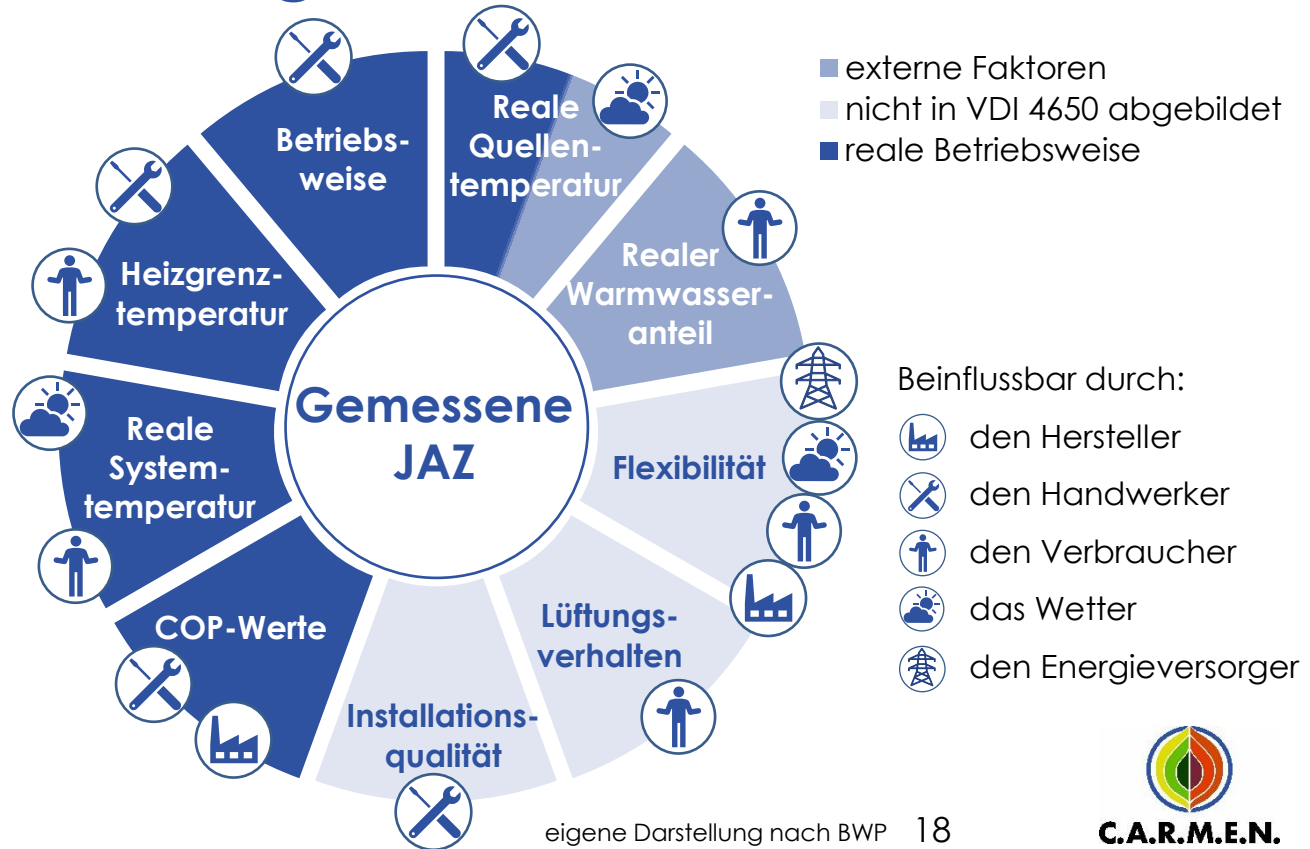
≙ tatsächlicher Verbrauch Auto

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

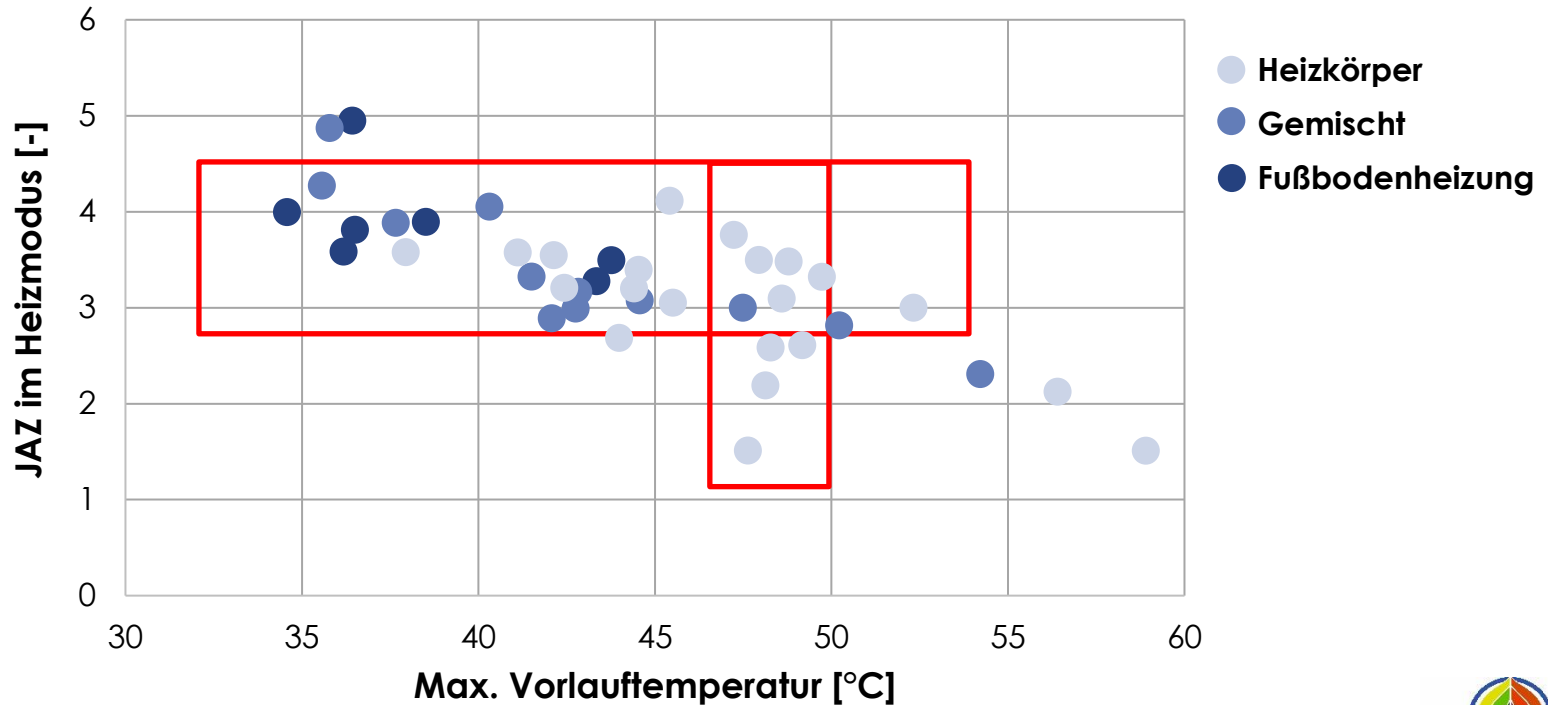


Einflussgrößen auf die Effizienz von Wärmepumpenanlagen

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



Wärmepumpe trifft Photovoltaik

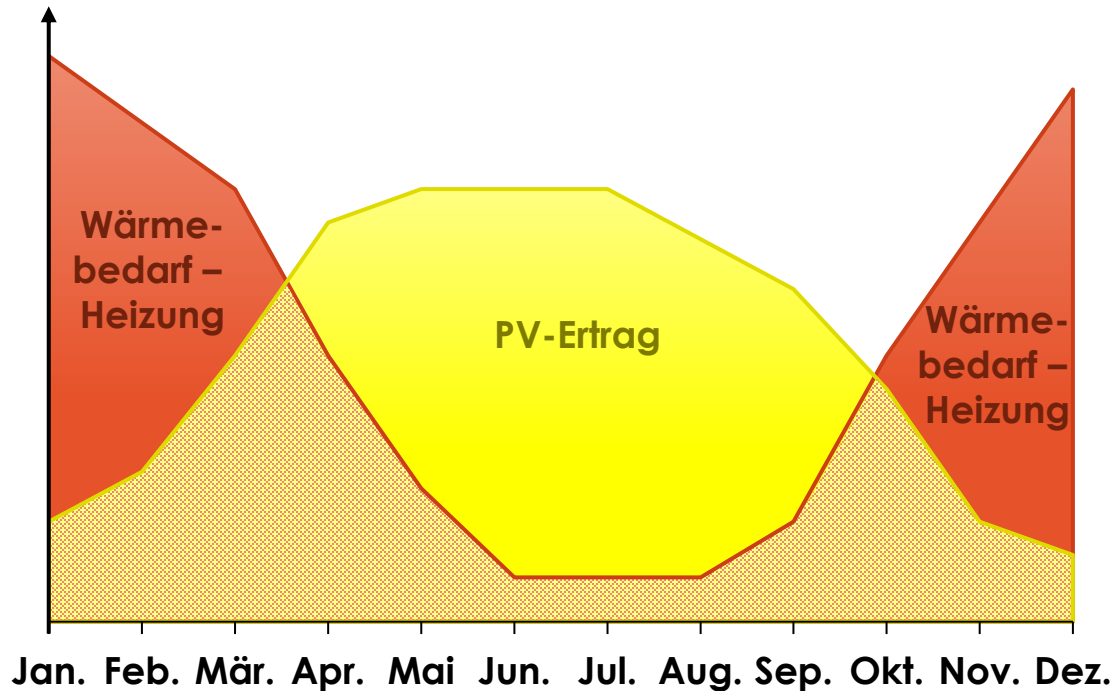
1. Grundlagen Photovoltaik + Batteriespeicher

2. Grundlagen Wärmepumpe

3. Kombinationsmöglichkeiten

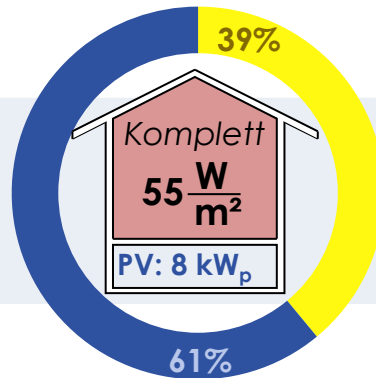
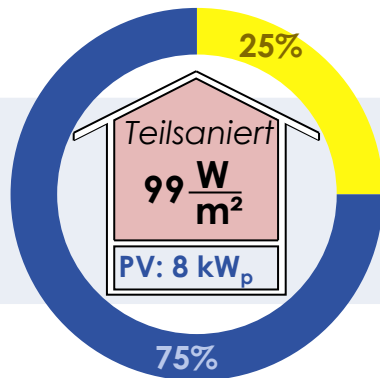
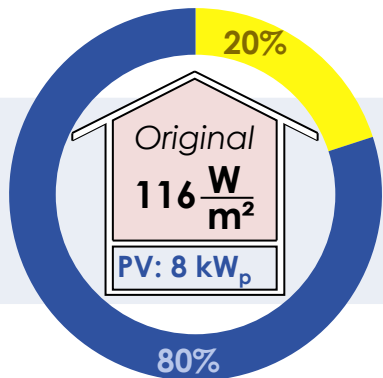


Einsparpotenzial



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

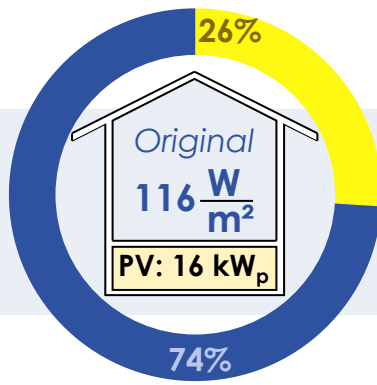
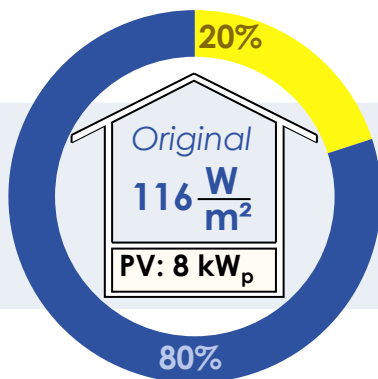
Einflussfaktoren auf Deckungsbeiträge



↓ Wärmebedarf Gebäude



↑ Deckungsbeitrag PV-Strom



↑ PV-Anlagengröße



↑ Deckungsbeitrag PV-Strom

PV-Strombezug

Netz-Strombezug

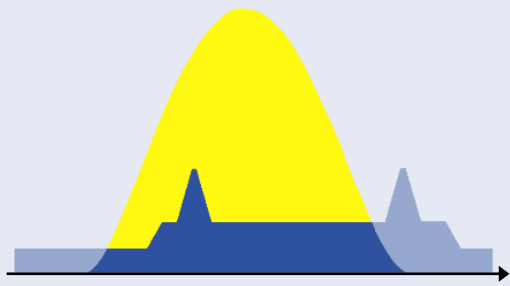
Quelle: eigenen Darstellung nach Simulation aus IWU Studie
(Annahmen: Einfamilienhaus; Baujahr 1960; 137,5 m² Wohnfläche beheizt; 3.500 kWh Strombedarf Haushalt;



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

Kombination PV und Wärmepumpe

Fokus: Effizienz



- Energieeffizienter Normalbetrieb
- Leistungsregelbare Wärmepumpen passen sich an Wärmebedarf an
- Heizzyklen von Strompreis entkoppelt
- Speicher werden auf Solltemperatur geladen

+

Jahresarbeitszahl

○

Eigenverbrauch

○

Speicher

■ PV-Stromerzeugung

■ Netzstrombezug

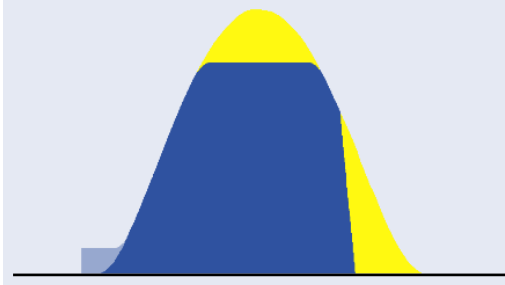
■ PV-Strombezug



Kombination PV und Wärmepumpe

- Strompreisorientierter verstärkter Betrieb
- Maximierung der Eigenstromnutzung
- Nutzung dynamische Stromtarife
- Speicher werden mit höherer Temperatur beladen
- Wärmepumpe arbeitet mit erhöhter Leistung

Fokus: Flexibilisierung



Jahresarbeitszahl

○

Eigenverbrauch

+

Speicher

+

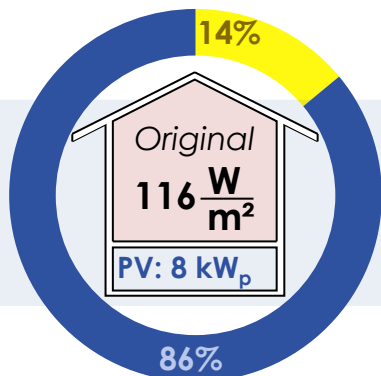
■ PV-Stromerzeugung

■ Netzstrombezug

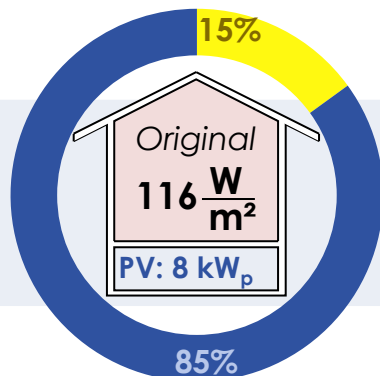
■ PV-Strombezug



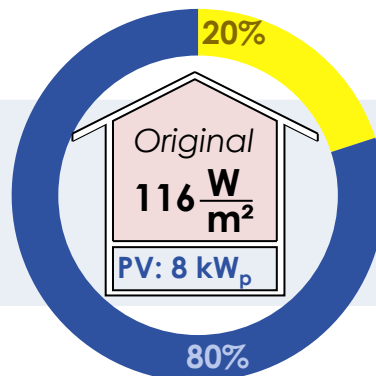
Einflussfaktoren auf Deckungsbeiträge



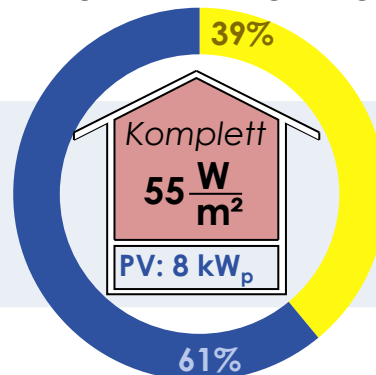
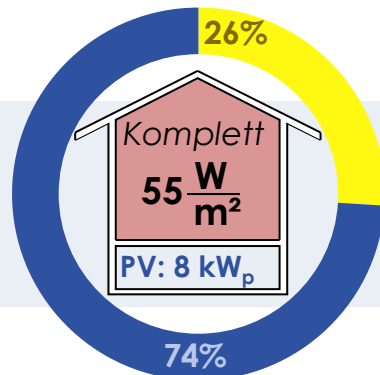
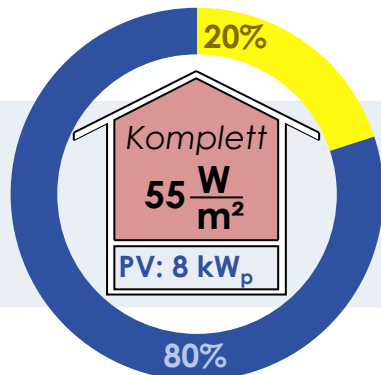
Keine Optimierung



TWW nur Tagsüber



Angepasste Regelung



- **TWW nur Tagsüber:**
TWW-Bereitstellung nur zwischen 9 und 16 Uhr
- **Angepasste Regelung mit Speicherüberhöhung:**
Anhebung der Temperaturen im Pufferspeicher und im TWW-Speicher bei einem Überschuss an Photovoltaik-Leistung (Schwellwertregelung kein EMS)

 PV-Strombezug

 Netz-Strombezug

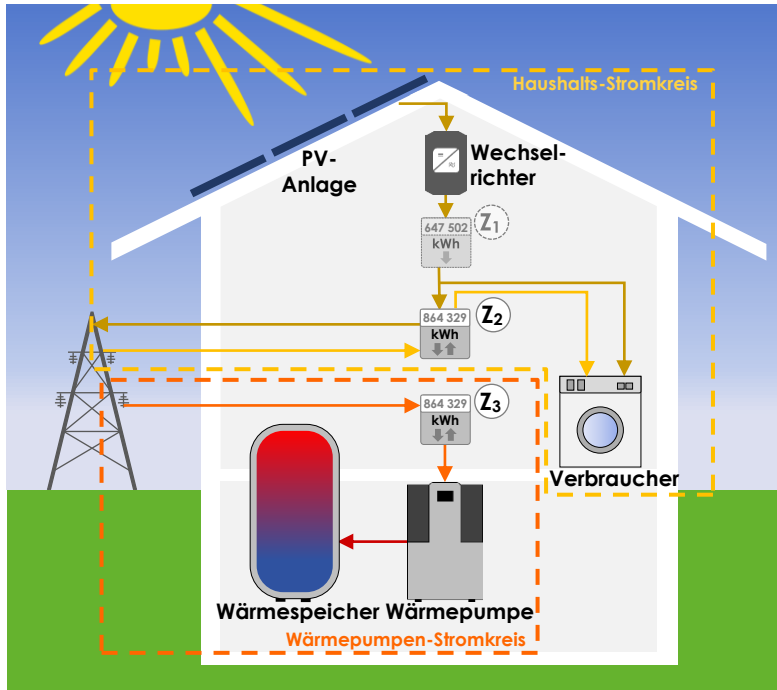
Quelle: eigenen Darstellung nach Simulation aus IWU Studie
(Annahmen: Einfamilienhaus; Baujahr 1960; 137,5 m² Wohnfläche beheizt; 3.500 kWh Strombedarf Haushalt;



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

Konzepte zur Eigenstromnutzung

1. Getrennte Messung



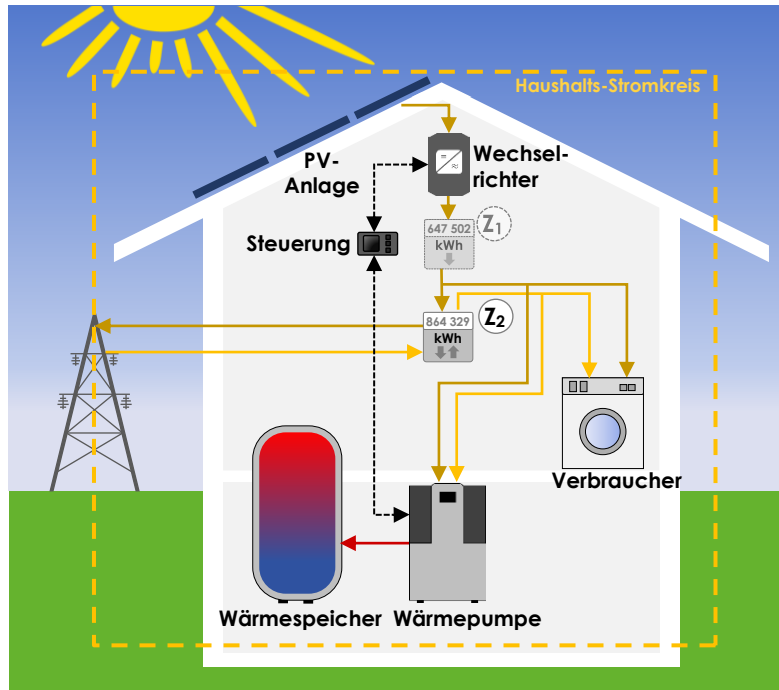
Bildquelle: C.A.R.M.E.N. e.V.

Unabhängige Systeme

- Haushalts-Stromkreis separat von Wärmepumpenstromkreis
- PV-Eigenstromnutzung nur für Haushaltsstrom (oder Wärmepumpe)
- Wärmepumpenstromtarif möglich
- Separater Zähler nötig
- Modul 1 (+ Modul 3), Modul 2

Konzepte zur Eigenstromnutzung

2. Überschusseinspeisung mit gemeinsamer Messung

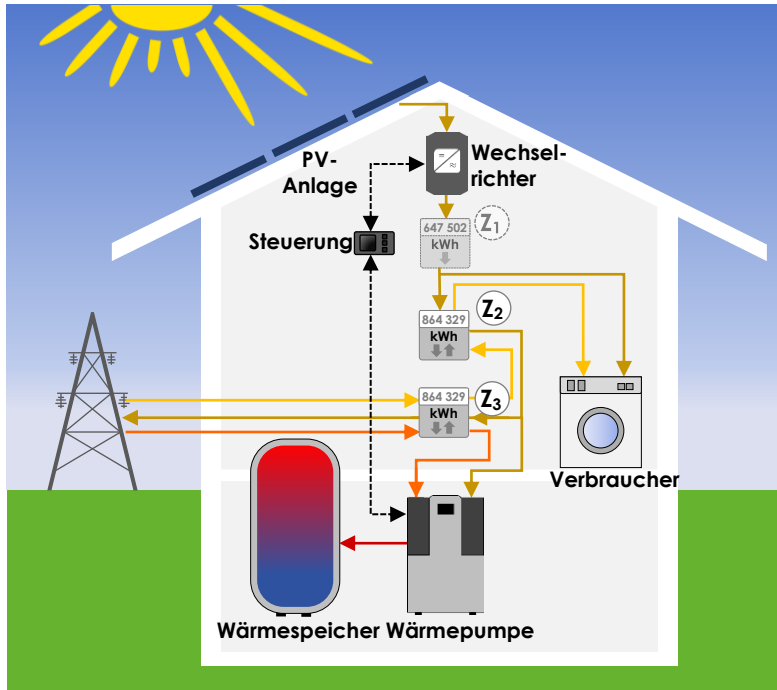


Systemkombination

- PV-Eigenstromnutzung für Haushaltsstrom und Wärmepumpe
- Wärmepumpe wird über Haushaltsstromkreis versorgt
- Kein separater Zähler nötig
- Kein Wärmepumpenstrom möglich
- Modul 1 (+ Modul 3)

Konzepte zur Eigenstromnutzung

3. Überschusseinspeisung mit Kaskadenmessung



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

Systemkombination

- Wärmepumpenstrom und Eigenstromnutzung möglich
- Zähler für Haushaltsstrom und Wärmepumpe befinden sich an einer Stelle (z.B. in Stromverteilerkasten)
- Einverständnis des Netzbetreibers nötig
- Modul 1 (+ Modul 3) oder Modul 2

Abrechnung:

- Netzeinspeisung: Z_{3L}
- Bezug Haushalt: Z_{2B}
- Bezug Wärmepumpe: $Z_{3B} - Z_{2B}$

Schnittstellen zwischen den Systemen

Wärmepumpenseite: SG-Ready-Label

- Schnittstelle zur Einbindung in intelligente Stromnetze (SG = Smart Grid)
- definiert vom Bundesverband Wärmepumpen (BWP) e.V.
- **Funktion bei Warmwasser-WP:**
 - Erhöhung Warmwasser-Solltemperatur → thermische Speicherung
- **Funktion bei Heizungs-WP:**
 - Schaltzustand 1: WP ausschalten/beschränken
 - Schaltzustand 2: Normalbetrieb
 - Schaltzustand 3: Verstärkter Betrieb

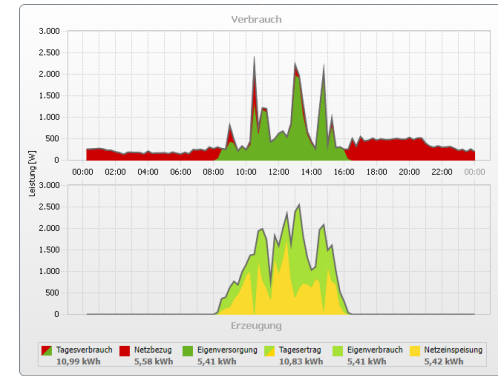
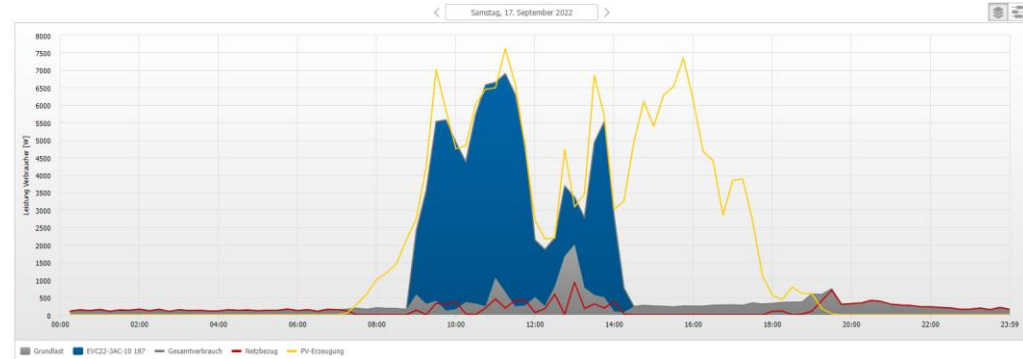


*Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.

Intelligentes Energiemanagementsystem

Funktionen

1. verarbeitet kontinuierlich:
 - PV-Erzeugung
 - Verbrauch
 - Ladezustand Speicher
 - Dynamische Strompreise
2. steuert dynamisch:
 - Stromspeicher
 - Wallbox
 - Wärmepumpe
 - andere steuerbare Lasten



→ **steigert Eigenverbrauch!**

Wärmepumpe trifft Photovoltaik – Heizen mit Erneuerbaren Energien

Altötting, 09.02.2026

**Lassen Sie uns gemeinsam
die Energiewende voranbringen!**

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

Schulgasse 18, 94315 Straubing

Tel: 09421/960-300

contact@carmen-ev.de

www.carmen-ev.de



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