

Planungsunterlage

Wärmepumpe und Photovoltaik



Inhaltsverzeichnis

1	PV-Optimierung.....	4
2	Vorteile der PV-Optimierung	5
3	Systeme der PV-Optimierung	6
3.1	Heizen mit Wärmepumpe und optimiertem Zeitprogramm	6
3.2	Heizen mit Wärmepumpe und PV-Anhebung	9
3.2.1	PV-Kontakt	10
3.2.2	SG-Ready.....	10
3.3	Heizen mit elektrischem Speicher (Batterie).....	11
3.4	Nutzung einer Warmwasser-Wärmepumpe (über Zeitprogramm oder PV-Anhebung).....	12
3.5	Heizen mit Heizstab	13
4	Was bringt die PV-Optimierung?.....	14
4.1	Zeitprogramm.....	15
4.2	PV-Anhebung über PV-Kontakt oder SG-Ready	15
5	Einstellungen an der WOLF-Wärmepumpe	16
5.1	Zeitprogramm.....	16
5.2	PV-Anhebung.....	17
5.2.1	PV-Anhebung über PV-Kontakt	17
5.2.2	PV-Anhebung über SG-Ready	18
5.2.3	Einzustellende Parameter am Beispiel der Wärmepumpe CHA	19
6	Einstellungen am PV-Wechselrichter	21
6.1	Mindestanforderung.....	21
6.2	Wechselrichter mit potentialfreien Kontakt und internem Relais	21
6.3	Wechselrichter mit potentialfreien Kontakt und externem Relais	22
6.4	Wechselrichter ohne potentialfreien Kontakt	22
6.4.1	Kommunikation über Smart Meter, Router und Funksteckdose	23
6.4.2	Kommunikation über Smart Meter und Multifunktionsrelais.....	23
7	E-Heizstäbe.....	24
7.1	Standard-Heizstab im On-Off-Betrieb.....	24
7.2	Smart Heater	25
7.3	Systemkomponenten. Smart Meter.....	25
7.4	Systemkomponenten. Smart Heater	25
	Glossar	26

1 PV-Optimierung

Durch gesetzliche Rahmenbedingungen ist es für Eigenheime mit Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) häufig wirtschaftlicher, den PV-Strom selbst zu verbrauchen, als ihn ins Stromnetz einzuspeisen.

Die Vergütung pro eingespeister Kilowattstunde liegt in der Regel deutlich unter den Kosten pro entnommener Kilowattstunde Energie. Deshalb sollte ein möglichst hoher Anteil des produzierten PV-Stroms selbst genutzt werden und möglichst wenig Strom vom Netzbetreiber zugekauft werden. Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es zwei Möglichkeiten:

- Stromverbräuche in die Zeit verschieben, in der PV-Strom anfällt
- PV-Strom speichern

Um PV-Strom selbst zu nutzen, muss der produzierte PV-Strom erkannt und bedarfs- und tageszeitabhängig auf die jeweiligen Verbraucher sinnvoll aufgeteilt werden.

- Einfacher: Aktivierung eines Verbrauchers bei anliegendem PV-Strom. Sobald ein individuell eingestellter Schwellwert überschritten wird, wird der Verbraucher aktiviert.
- Intelligenter: Verschiebbare Verbräuche werden in Zeiten gelegt, in denen wahrscheinlich ein Überschuss an PV-Strom vorliegt.

Die Wärmepumpe zählt zu den größten Stromverbrauchern in einem Einfamilienhaus. Durch ihren hohen Energiebedarf kann die Wärmepumpe für die PV-Optimierung priorisiert werden.

In Kombination mit Pufferspeicher und Warmwasserspeicher eignet sich die Wärmepumpe besonders, da überschüssige elektrische Energie thermisch gespeichert werden kann. Dabei wird die Wassertemperatur im Speicher vorübergehend erhöht.

Die nachfolgende Tabelle dient der Veranschaulichung von elektrischen Speicherkapazitäten und dem zugehörigen thermischen Äquivalent. Technische und rechtliche Rahmenbedingungen sind in jedem Fall zu beachten.

Art des Speichers	Aufgenommene Kapazität elektrisch	Übersetzte Kapazität thermisch*	Investitionskosten	Lebensdauer
PV-Batteriespeicher	5–10 kWh	20–40 kWh	ja	5000 Ladezyklen
Batteriespeicher im Elektroauto	20–80 kWh	80–320 kWh	(nein)	5000 Ladezyklen
Pufferspeicher, Warmwasserspeicher	2,5–5 kWh	10–20 kWh	nein	beliebig

* Annahme für die Effizienz der Wärmepumpe: COP-Wert der Wärmepumpe von 4

2 Vorteile der PV-Optimierung

PV-Optimierung bietet viele Vorteile:

Ökonomische Vorteile:

- Eigenverbrauch von PV-Strom ist finanziell sinnvoller als Einspeisung ins Stromnetz.
- Differenz zwischen den steigenden Stromkosten und der sinkenden Einspeisevergütung wird immer größer und damit der finanzielle Vorteil des Eigenverbrauchs.
- Größere Unabhängigkeit von politisch und wirtschaftlich bedingten Schwankungen der Energiepreise.
- Mit Wärmepumpe ist der Eigenverbrauch von PV-Strom deutlich höher und die PV-Anlage amortisiert sich schneller.

Ökologische Vorteile:

- Je nach Nutzung und Auslegung kann eine PV-Anlage mehrere Tonnen CO₂ pro Jahr einsparen.
- In Kombination mit einer Wärmepumpe kann bei entsprechender Regelung der Heizprozess weitgehend CO₂-neutral gestaltet werden.

Weitere Vorteile:

- Größere Autarkie vom Energieversorgungsunternehmen.
- Ein gutes Gewissen durch nachhaltige und zukunftsichere Energielösungen.
- Spaßfaktor an der Eigenheimoptimierung.

3 Systeme der PV-Optimierung

3.1 Heizen mit Wärmepumpe und optimiertem Zeitprogramm

Die energieintensiven Vorgänge der Wärmepumpe werden in Zeiträume gelegt, in welchen mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Überschuss an PV-Strom vorliegt. Zum Beispiel wird die Anti-Legionellenfunktion oder die Warmwasserbereitung vom Abend auf den Nachmittag gelegt. Dazu werden die entsprechenden Parameter der intelligenten Wärmepumpe angepasst. Die genauen Anpassungen hängen von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. Uhrzeit, Jahreszeit und Ausrichtung der PV-Anlage (Ost/West- oder Süd-Ausrichtung). Auch die Außentemperatur ist tagsüber in der Regel höher als nachts. Dadurch wird ein höherer Wirkungsgrad der Wärmepumpe erzielt, wenn z.B. die Warmwasserbereitung in die Tagstunden gelegt wird.

Vorteile:

- Hohe Effizienz der Wärmepumpe wird genutzt (Vorteil gegenüber Heizstab)
- Kein zusätzliches Zubehör erforderlich (z.B. E-Heizstab)
- Keine zusätzliche Installation oder Verdrahtung erforderlich
- Vollständig vom Fachhandwerk umsetzbar, teilweise auch vom Endkunden

Nachteile:

- Tatsächlich auftretende PV-Leistungen bleiben unberücksichtigt

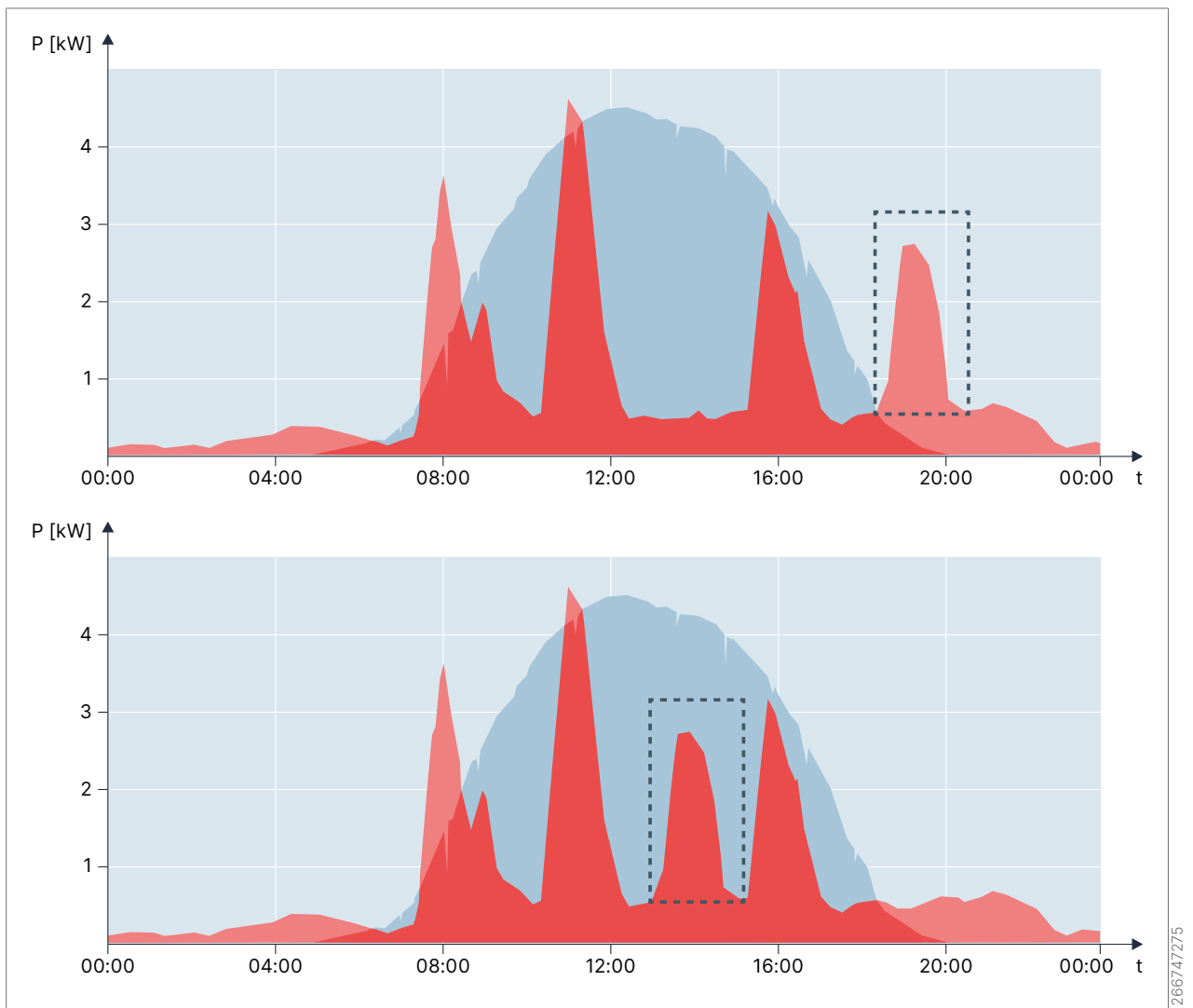


Abb. 1: Durch die Verschiebung von Verbräuchen liegt der Stromverbrauch unterhalb des produzierten PV-Stroms (graue Fläche). Ein größerer Anteil des PV-Stroms wird selbst verbraucht (dunkelrote Fläche) und weniger Netzbezug ist erforderlich (hellrote Fläche).

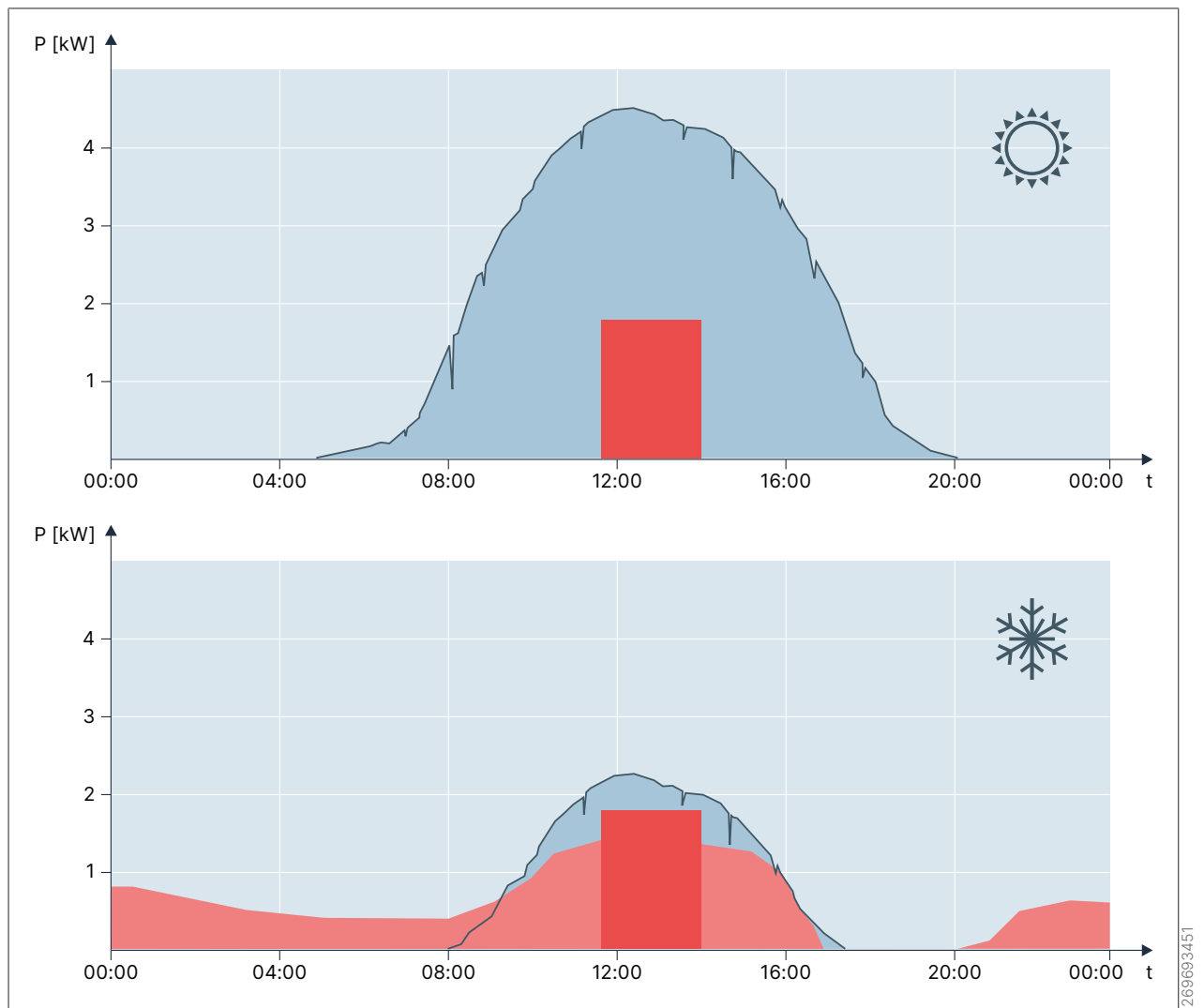


Abb. 2: Im Sommer besteht kein Heizungsbedarf. Die Warmwasserbereitung wird in die Zeit hoher PV-Stromproduktion gelegt und vollständig durch PV-Strom gedeckt (dunkelrot). Im Winter reicht der produzierte PV-Strom zur Warmwasserbereitung an einem sonnigen Tag gerade aus (dunkelrot). Zusätzlich wird, neben der Warmwasserbereitung, während der PV-Ertragszeiten die Wärmepumpe mit Strom für das Heizen versorgt (hellrot). Dies reduziert den Netzbezug.

3.2 Heizen mit Wärmepumpe und PV-Anhebung

Ein Überschuss an PV-Strom wird von der Wärmepumpe in thermische Energie umgewandelt und gespeichert. Die tatsächlich auftretende PV-Leistung wird von einem geeigneten PV-Wechselrichter erfasst. Bei Erreichen einer in der Software des Wechselrichters zu definierenden Einschaltswelle erhält die Wärmepumpe den Befehl zum Start des PV-Anhebungsprogrammes. Die Solltemperaturen von Pufferspeicher und Warmwasserspeicher werden erhöht. Abends wird der Heizwärme- und Warmwasserbedarf zunächst aus den Speichern gedeckt. Bis die Speichertemperatur auf den Normalwert gefallen ist, pausiert die Wärmepumpe. In dieser Zeit muss kein Strom aus dem Netz zugekauft werden.

Vorteile:

- Hohe Effizienz der Wärmepumpe wird genutzt (Vorteil gegenüber Heizstab).
- Kein zusätzliches Zubehör erforderlich (z.B. E-Heizstab).
- Erhöhung der thermischen Speicherkapazität.
- Tatsächlich auftretende PV-Leistungen werden erfasst.

Nachteile:

- Intensivere Nutzung der Wärmepumpe, auch in Bereichen höherer Temperatur.
- System reagiert träge: Durch voreingestellte Mindestlaufzeiten kann die Wärmepumpe nicht schnell auf Schwankungen des PV-Ertrages reagieren.
- Heizsystem ist auf die höheren Temperaturen zu prüfen/auszulegen, z.B. kann eine Mischerguppe erforderlich sein.
- Energiebedarf der Wärmepumpe ist gegebenenfalls höher als PV-Ertrag (zusätzlicher Netzbezug erforderlich).

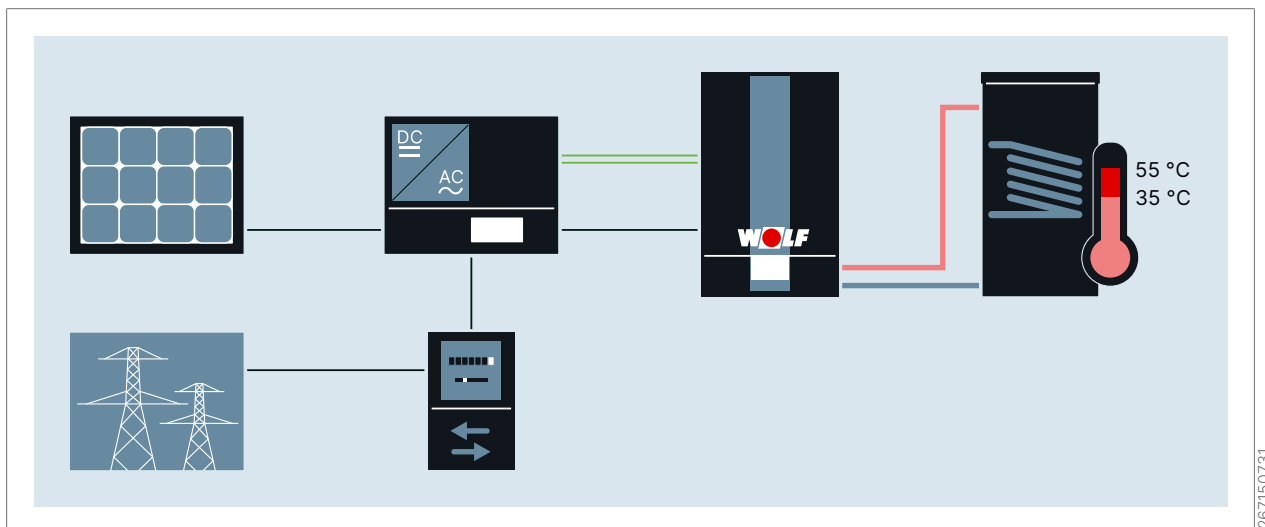


Abb. 3: Der von der PV-Anlage erzeugte Strom wird im Wechselrichter von Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt. Der Zweirichtungszähler misst die ins Stromnetz eingespeiste Energie. Gibt der Wechselrichter einen Einschaltbefehl an die Wärmepumpe, so betreibt der überschüssige PV-Strom die Wärmepumpe, selbst wenn aktuell kein Wärmebedarf besteht. Die Temperatur im Speicher steigt je nach Parameter-Einstellung um bis zu 20 °C.

3.2.1 PV-Kontakt

Der PV-Kontakt ist die gängigste Kommunikation mit herkömmlichen Wechselrichtern.

Ein potentialfreier Kontakt eines geeigneten Wechselrichters gibt bei Erreichen eines eingestellten Schwellwertes den Einschaltbefehl an die Wärmepumpe. Diese schaltet sich auch außerhalb eingestellter Laufzeiten ein. Bei entsprechender Einstellung der Wärmepumpen-Parameter wird in diesem Betrieb die Solltemperatur sowohl für Heizung als auch für Warmwasser erhöht bzw. beim Kühlen auf eine niedrigere Temperatur gesenkt.

Dadurch können, bei entsprechender Kapazität im Pufferspeicher und im Warmwasserspeicher, die Einschaltzyklen außerhalb der PV-Produktionszeiten reduziert werden, da eine größere thermische Energie vorgehalten wird.

Insbesondere bei der Anhebung der Solltemperatur sind bei dieser Variante entsprechende Speichergrößen (Pufferspeicher und Warmwasserspeicher) sowie eine möglichst hohe Spreizung von Ist- und Solltemperatur von Vorteil. Je größer die zur Verfügung stehenden Speicher sind, desto größer ist die thermisch speicherbare Energie.

3.2.2 SG-Ready

SG-Ready oder ausgeschrieben „Smart-Grid-fähig“ ist eine Erweiterung der Funktion PV-Kontakt. Während der PV-Kontakt nur den Einschaltbefehl überträgt, können mit SG-Ready vier Zustände abgebildet werden:

- Normalbetrieb
- Einschaltempfehlung
- EVU-Sperre
- Einschaltbefehl

Durch die SG-Ready-Funktion hat das Energieversorgungsunternehmen (EVU) die Möglichkeit, die Netzauslastung optimal anzupassen. Wenn von den Kraftwerken zu wenig Strom ins Stromnetz eingespeist wird, schaltet das EVU über die EVU-Sperre die Wärmepumpe ab. Die EVU-Sperre kann für maximal 1 bis 2 Stunden (in Ausnahmefällen 3 Stunden) erfolgen. Da während der EVU-Sperrzeiten keine Wärme erzeugt werden kann, ist dies für die Anlagenkonzeption zu berücksichtigen (z.B. durch entsprechende Speicher-Dimensionierung). Wenn von den Kraftwerken mehr Strom als benötigt ins Stromnetz eingespeist wird, sendet das EVU der Wärmepumpe eine Einschaltempfehlung oder sogar einen Einschaltbefehl. Die Stromnachfrage durch Anschalten und Ausschalten von Wärmepumpen zu regulieren ist deutlich schneller als das Stromangebot durch Hochfahren oder Herunterfahren von Kraftwerken zu steuern. Im Gegenzug bekommt der Endkunde vom EVU einen günstigeren Wärmepumpen-Stromtarif.

Wärmepumpen mit SG-Ready-Label verfügen über eine definierte Schnittstelle, über welche sie hinsichtlich Lastmanagement und Netzdienlichkeit angesprochen werden können. Die Funktion SG-Ready wurde ursprünglich für netzseitige Bedürfnisse der EVU entwickelt, wird bei Wärmepumpen aber auch als Schnittstelle für z.B. PV-Anwendungen benutzt.



3.3 Heizen mit elektrischem Speicher (Batterie)

Durch die Verwendung geeigneter Batterien zur Speicherung überschüssiger PV-Erträge kann die Wärmepumpe auch außerhalb der PV-Ertragszeiträume mit günstigem PV-Strom versorgt werden.

Vorteile:

- Elektrische Energie kann im Batteriespeicher deutlich effizienter gespeichert werden.
- Die thermische Ausbeute nach Umwandlung von Strom ist deutlich höher als direkt thermisch in Speicher zu speichern
- Wärmepumpe arbeitet außerhalb der PV-Ertragszeiten im effektiven Niedertemperaturbereich, dadurch höherer Komfort bzw. Komforteinbußen vermeiden (Bei PV-Anhebung arbeitet die Wärmepumpe durch die Überhöhung der Speichertemperaturen im weniger effizienten Hochtemperaturbereich)
- Hohe Effizienz der Wärmepumpe wird genutzt (Vorteil gegenüber Heizstab)

Nachteile:

- Eine leistungsstarke Wärmepumpe kann den Batteriespeicher schnell entleeren. Dann ist der Zukauf von teurerem Haushaltsstrom erforderlich.
- Hohe Anschaffungskosten des Batteriespeichers

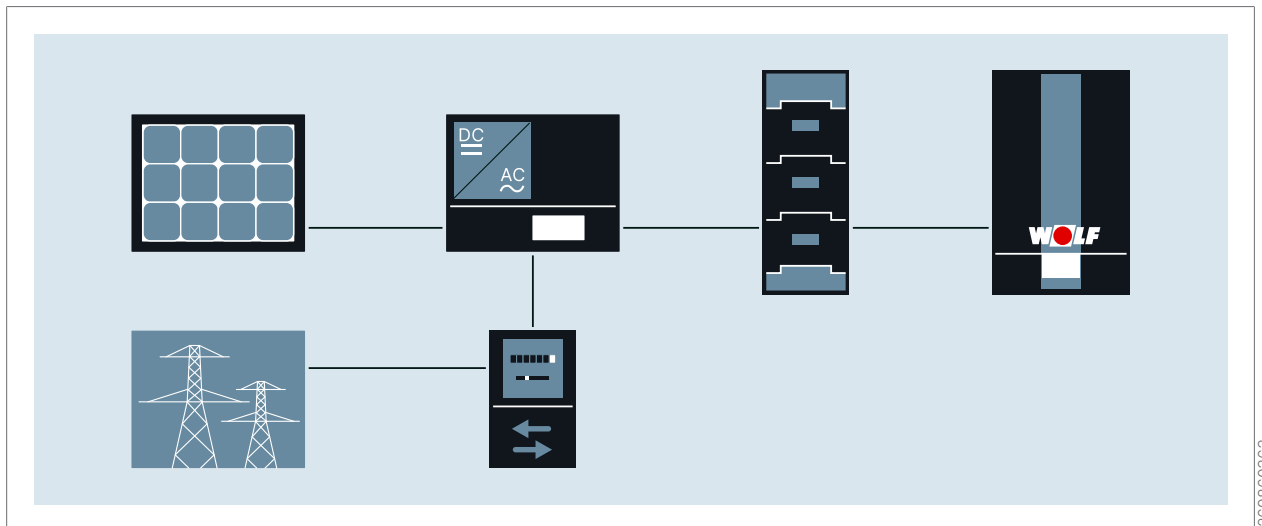


Abb. 4: Nutzung eines Batteriespeichers

269860363

3.4 Nutzung einer Warmwasser-Wärmepumpe (über Zeitprogramm oder PV-Anhebung)

Bei Niedrigenergiehäusern nimmt der energetische Anteil zur Bereitung von Warmwasser einen sehr großen Anteil ein. Wird mit überschüssigen PV-Erträgen gezielt eine Warmwasser-Wärmepumpe (mit vergleichsweise niedrigem Energiebedarf) betrieben, kann so der PV-Überschuss in Form von thermischer Energie gespeichert werden.

Vorteile:

- Hoher Wirkungsgrad der Warmwasser-Wärmepumpe
- Hohe Effizienz der Wärmepumpe wird genutzt (Vorteil gegenüber Heizstab)
- Unabhängig vom primären Heizsystem

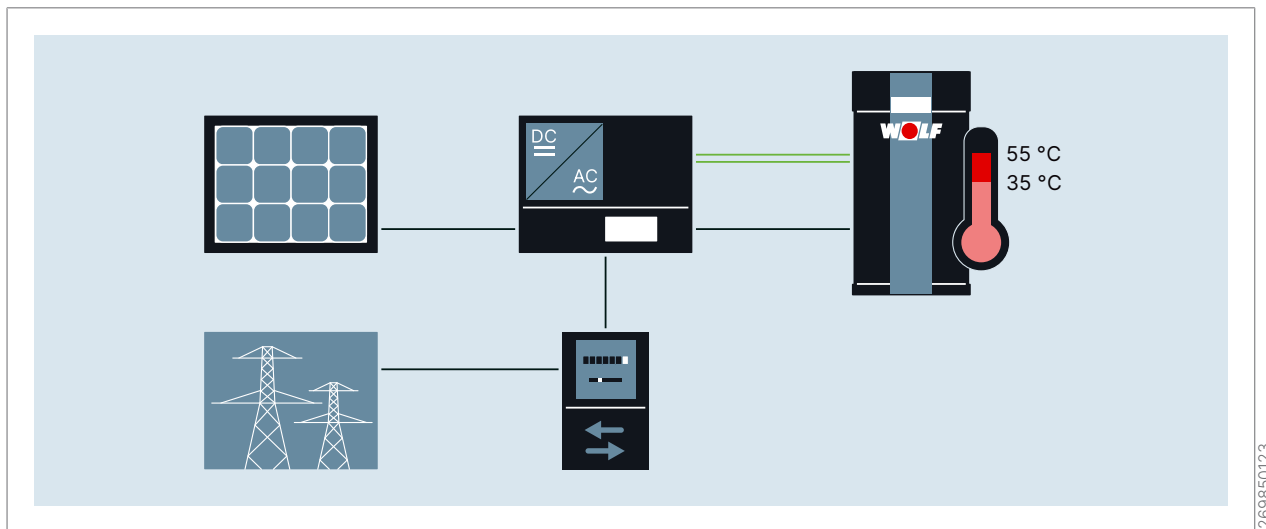


Abb. 5: Nutzung einer Warmwasser-Wärmepumpe mit PV-Anhebung

3.5 Heizen mit Heizstab

Die vorliegende PV-Überschussleistung wird von einem intelligenten Stromzähler (Smart Meter) erfasst. Die in der individuellen Software des Smart Meters festgelegte Schaltlogik steuert daraufhin einen intelligenten Heizstab (Smart Heater) an. Der im Pufferspeicher oder Warmwasserspeicher installierte Smart Heater gibt die PV-Überschussleistung an das Wasser ab.

Vorteile:

- Sehr schnelles/reaktives System. Netzbezug wird vollständig vermieden
- Auch für Heizsysteme ohne Wärmepumpe geeignet

Nachteile:

- PV-Energie kann lediglich 1:1 in thermische Energie umgewandelt werden
- Vergleichsweise hoher Investitionsaufwand

Das Heizen mit E-Heizstab hat verschiedene Anwendungsfälle:

- Kleine PV-Anlage: Der zu erwartende PV-Ertrag liegt deutlich unter der benötigten Leistung der Wärmepumpe. Ein Einschaltbefehl zur PV-Anhebung (Überhöhung der Speichertemperatur) wäre unwirtschaftlich, da hierfür neben dem PV-Ertrag zusätzlich Netzbezug erfolgen müsste. Eine Umwandlung überschüssiger PV-Energie in thermische Energie über E-Heizstab ist in diesem Fall sinnvoll.
- Keine Wärmepumpe: Erzielt die PV-Anlage Ertragsüberschüsse, so kann auch in herkömmlichen Heizsystemen (Öl, Gas, Biomasse) durch den Einsatz eines E-Heizstabes zugeheizt werden.
- Fehlende Kommunikation/Inselanlage: Ist es nicht möglich die Wärmepumpe mit der PV-Anlage zu koppeln, so kann der Einsatz eines E-Heizstabes im Pufferspeicher in der Regel einfach realisiert werden (z.B. PV-Module mit Micro-Wechselrichter, d.h. Anlage ohne zentralen Wechselrichter).

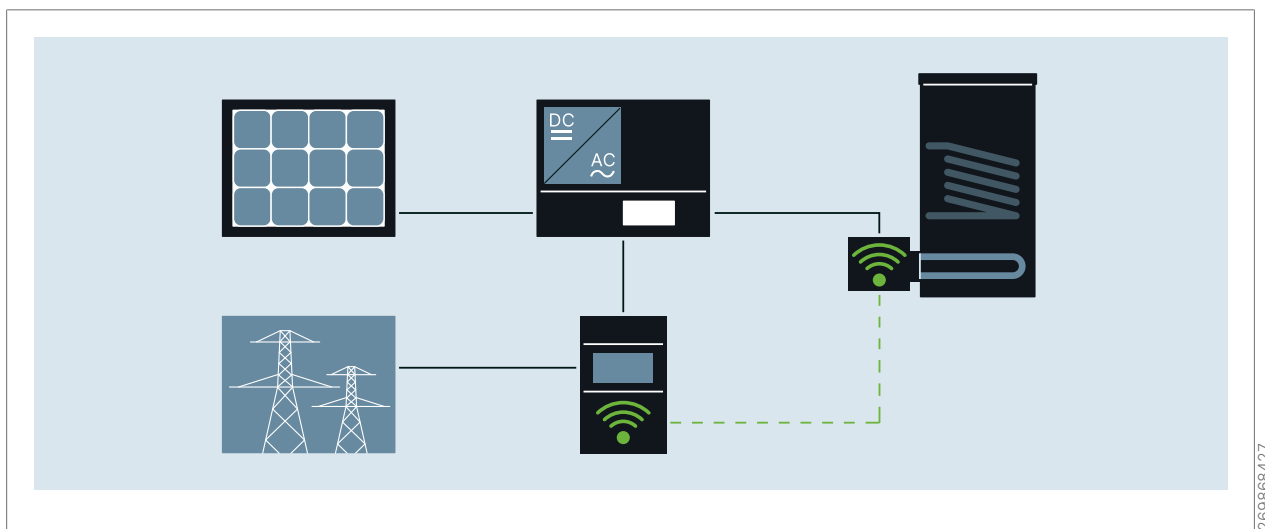


Abb. 6: Heizen mit Heizstab: Das Smart Meter misst wie viel PV-Strom erzeugt wird und kommuniziert die Menge an den Smart Heater. Der Smart Heater nutzt dann genau diese Strommenge, um Wasser im Pufferspeicher zu erwärmen.

269868427

4 Was bringt die PV-Optimierung?

Für die Beispiele gelten folgende Annahmen:

- Mittlerer jährlicher Eigenverbrauch für Wärme der Wärmepumpe pro m² Wohnfläche: 35 kWh/(m² * a)
- Wohnfläche: 150 m²
- Mittlerer jährlicher Eigenverbrauch für Wärme der Wärmepumpe: 35 kWh/(m² * a) * 150 m² = 5250 kWh/a
- Energieverbrauch für Warmwasser: 700 kWh/(Person * a) * 4 Personen = 2.800 kWh/a
- Energieverbrauch für Heizen und Warmwasser: 5250 kWh/a + 2.800 kWh/a = 8.050 kWh/a
- Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe: 3,5
- Gesamt: 8.050 kWh/a / 3,5 = 2.300 kWh/a
- PV-Anlage mit 5,5 kW_p

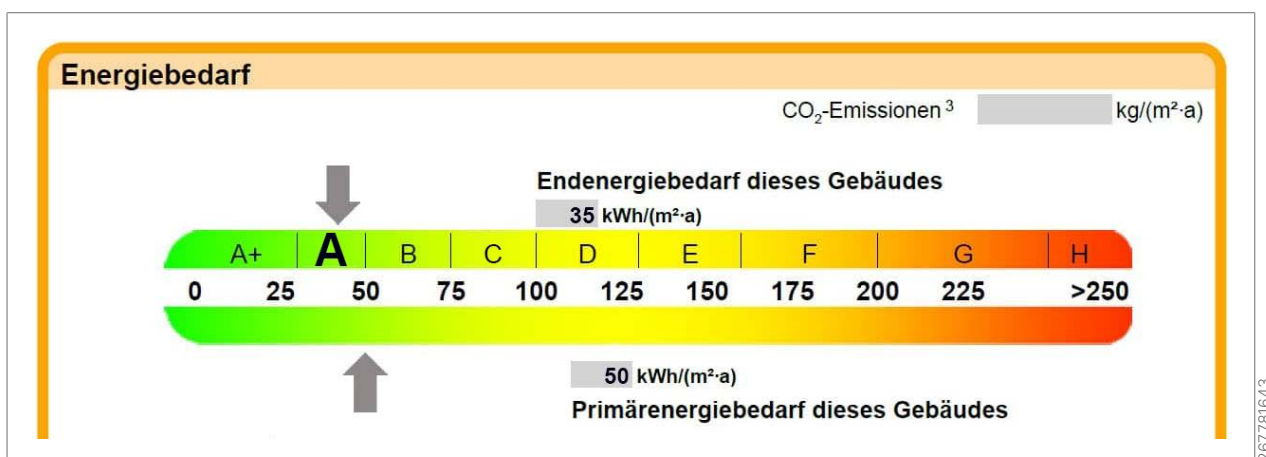


Abb. 7: Ausschnitt aus dem Energieausweis für Wohngebäude

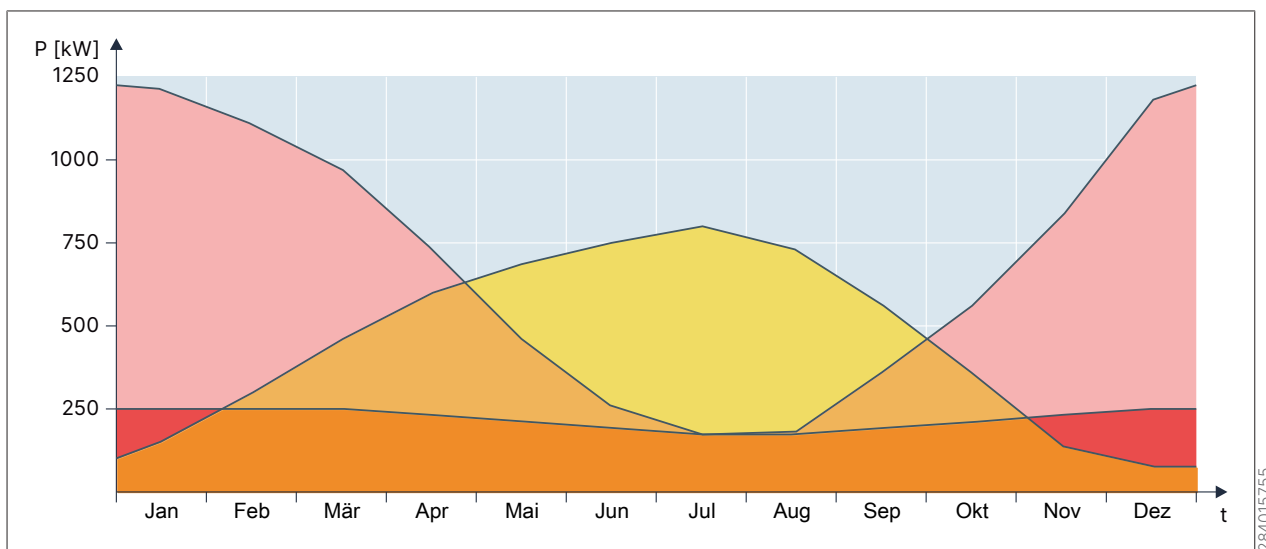


Abb. 8: Der PV-Ertrag (gelb und orange) und der Wärmebedarf für die Raumheizung (hellrot und hellorange) und das Warmwasser (dunkelrot und dunkelorange) im Jahresverlauf. Von Februar bis Oktober deckt der PV-Ertrag den Wärmebedarf für das Warmwasser vollständig und den Wärmebedarf für die Raumheizung teilweise. Von Mai bis September deckt der PV-Ertrag den Wärmebedarf für die Raumheizung sogar vollständig.

4.1 Zeitprogramm

Durch das zeitliche Verlagern der Warmwasserbereitung, welche das ganze Jahr über einen annähernd konstanten Energiebedarf aufweist, lässt sich der Energiebedarf hierfür nahezu komplett in die Bereiche hoher PV-Produktion legen. In Abhängigkeit äußerer Faktoren lassen sich so 10 bis 20 % der gesamten Heizenergie einsparen.

4.2 PV-Anhebung über PV-Kontakt oder SG-Ready

Durch die Anhebung der Solltemperatur im Pufferspeicher und im Warmwasserspeicher wird die Eigennutzung des PV-Ertrages noch weiter optimiert. Es kann ein vergrößerter Bereich des Wärmebedarfes durch den PV-Ertrag gedeckt werden, und der Netzbezug zur Warmwasserbereitung wird weiter reduziert. 20 bis 30 % der Heizenergie können so eingespart werden.

Da bei dieser Variante die Wärmepumpe in der Lage ist, überschüssige elektrische Leistung durch ein Anheben der Solltemperatur zu speichern, ergeben sich weitere Einsparpotentiale:

- Warmwasser: Einsparung von 25 % von 2300 kWh sind etwa 600 kWh
- Zusätzlich intensiveres Heizen am Tag durch PV-Anhebung: Einsparung geschätzt 300 kWh
- → Gesamteinsparung: 39 %

5 Einstellungen an der WOLF-Wärmepumpe

5.1 Zeitprogramm

Mit dem Bedienmodul BM-2 können über das Hauptmenü die jeweiligen Zeitprogramme abgerufen werden. Hier können pro Wochentag drei individuelle Schaltzeiten festgelegt werden. So können die leistungsintensiven Vorgänge wie Warmwasserbereitung in Zeiträume mit wahrscheinlich hoher PV-Leistung gelegt werden.

Auch das Heizen sollte in diese Zeiträume gelegt werden, um den Heizbedarf außerhalb der Sonnenstunden zu minimieren und so Netzbezug zu vermeiden.

Die Antilegionellenfunktion lässt sich über das Bedienmodul BM-2 in der Fachmann-Ebene mit den Parametern A07 (Wochentag an welchem die Funktion auszuführen ist) und A23 (Startzeit der Funktion) ebenfalls in den Zeitraum zu erwartender PV-Leistungen legen.

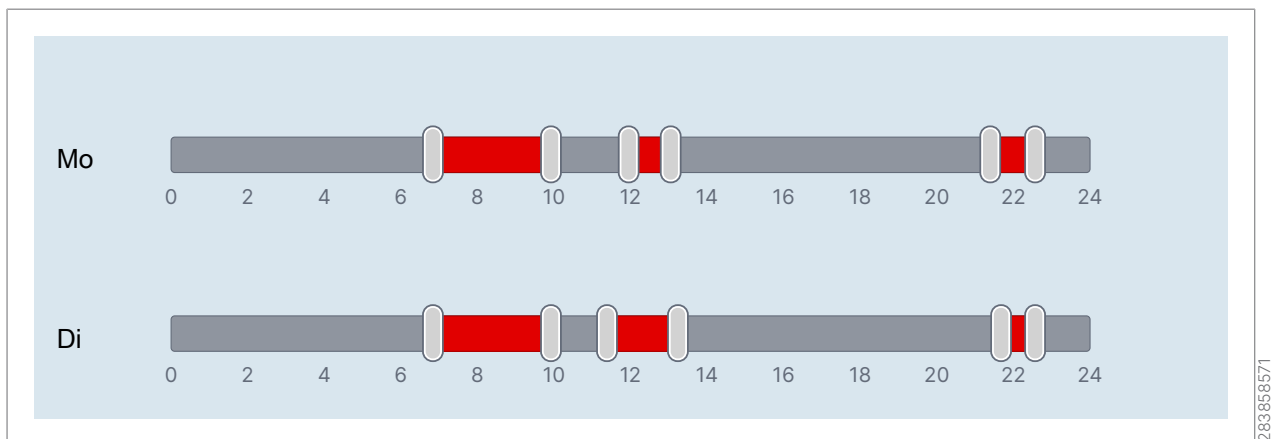


Abb. 9: Menü Zeitprogramm zur Festlegung von Schaltzeiten

5.2 PV-Anhebung

5.2.1 PV-Anhebung über PV-Kontakt

Klemme X0 PV/GND	Status	Erklärung
Offen	Normalbetrieb	-
Gebrückt	Einschaltbefehl	PV-Anhebung aktiv Einschaltung des Wärmeerzeugers bei Wärme-/Kältebedarf auch außerhalb eingestellter Schaltzeiten und bei Abschaltung während des Automatikbetriebs. Berücksichtigt zusätzlich folgende Einstellungen: - Solltemperatur für Heizung / für Warmwasser anheben (WP026/WP027) - Solltemperatur für Kühlbetrieb absenken (WP037)

Anmerkung: Durch die Funktion PV-Anhebung kann die eingestellte Solltemperatur um bis zu 20 K erhöht werden. Das Heizsystem ist auf die entsprechende Eignung zu prüfen (Mischerkreisgruppe, thermisches Mischventil).

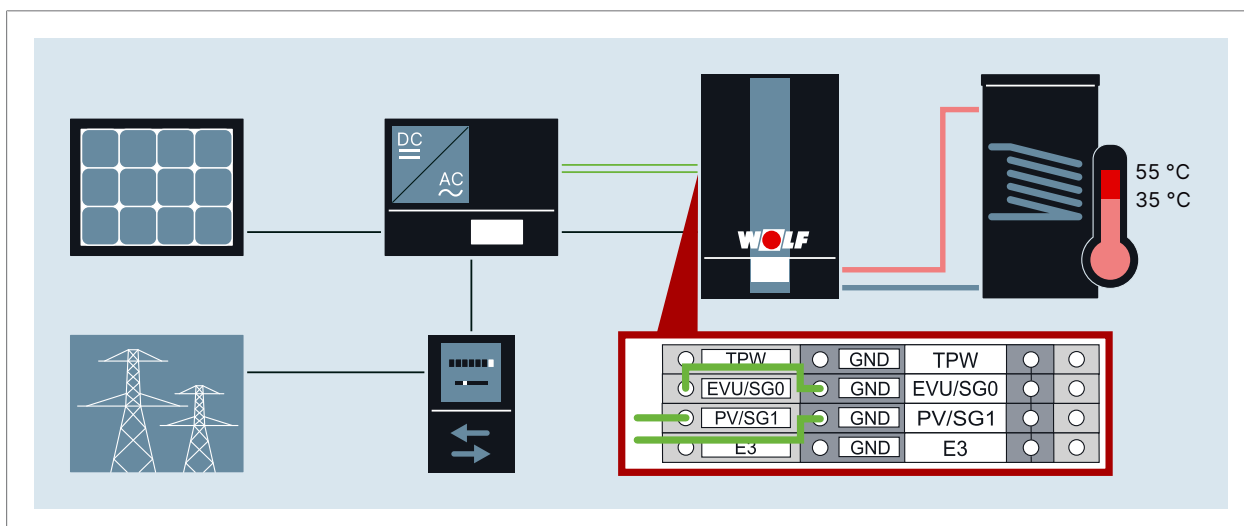


Abb. 10: Umsetzung der PV-Anhebung am Beispiel der Wärmepumpe CHA: Der Kontakt PV/SG1/GND wird mit dem Signal des PV-Wechselrichters belegt. Zwischen EVU/SG0 und GND wird eine Brücke eingebaut. Falls das Energieversorgungsunternehmen eine EVU-Sperre vorschreibt, dann wird keine Brücke eingebaut und ein potenzialfreier Schaltkontakt vom EVU gestellt.

5.2.2 PV-Anhebung über SG-Ready

Die Funktion SG-Ready ist eine Erweiterung der Funktion PV-Kontakt. Mit SG-Ready können vier Zustände abgebildet werden. Zur Umsetzung werden auf der Klemmleiste X0 die Kontakte SG0/GND und SG1/GND mit den Signalen des PV-Wechselrichters belegt:

Klemme X0		Status	Erklärung
SG0/GND	SG1/GND		
Offen	Offen	Normalbetrieb	-
Offen	Gebrückt	Einschaltempfehlung	Einschaltung des Wärmeerzeugers bei Wärme-/Kältebedarf auch außerhalb eingestellter Schaltzeiten und bei Abschaltung während Automatikbetrieb.
Gebrückt	Offen	EVU-Sperre	-
Gebrückt	Gebrückt	Einschaltbefehl	PV-Anhebung aktiv Einschaltung des Wärmeerzeugers bei Wärme-/Kältebedarf auch außerhalb eingestellter Schaltzeiten und bei Abschaltung während Automatikbetrieb. Berücksichtigt zusätzlich folgende Einstellungen: - Solltemperatur für Heizung / für Warmwasser anheben (WP026/WP027) - Solltemperatur für Kühlbetrieb absenken (WP037)

Anmerkung: Durch die Funktion PV-Anhebung kann die eingestellte Solltemperatur um bis zu 20 K erhöht werden. Das Heizsystem ist auf die entsprechende Eignung zu prüfen (Mischerkreisgruppe, thermisches Mischventil).

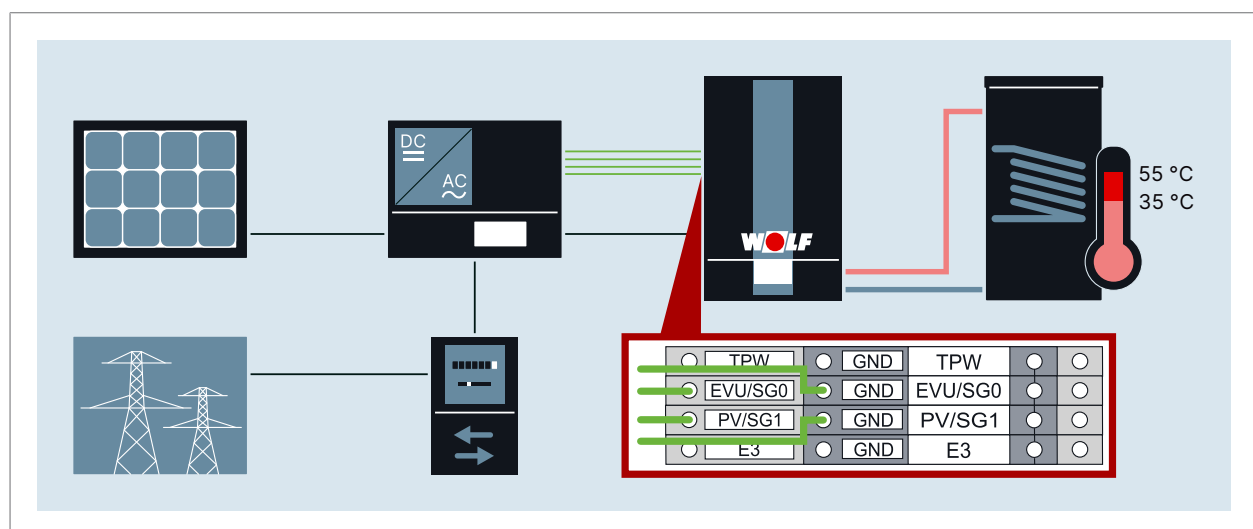


Abb. 11: Umsetzung der PV-Anhebung am Beispiel der Wärmepumpe CHA: Die Kontakte EVU/SG0/GND und PV/SG1/GND werden mit den Signalen des PV-Wechselrichters belegt.

5.2.3 Einzustellende Parameter am Beispiel der Wärmepumpe CHA

Über die Fachmann-Parameter WP026, WP027 und WP037 wird die Erhöhung der Solltemperatur eingestellt. Die Umsetzung der Parametereinstellungen erfolgt durch die Funktion PV-Anhebung (Klemme PV/SG1/GND) - gebrückt. Am Display (oder in der App und im Portal) wird Smart-Grid angezeigt, wenn die PV-Anhebung aktiv ist.

Die PV-Anhebung wird mit folgenden Parametern eingestellt:

Fachmannparameter	Bezeichnung AM / BM-2	Einstellbereich	Werkseinstellung	Bemerkung
WP025	SG / PV	SG, PV	PV	Die Eingänge (X0 Klemme) werden entsprechend parametrisiert (entweder für SG-Ready-Kontakt oder PV-Kontakt).
WP026	Externe Anhebung HZ	0.0 ... 20.0 °C	0.0 °C	Solltemperatur für Heiztemperatur durch Funktion PV-Anhebung oder SG erhöhen
WP027	Externe Anhebung WW	0.0 ... 20.0 °C	0.0 °C	Solltemperatur für Warmwasser durch Funktion PV-Anhebung oder SG erhöhen
WP028	Externe Zuschaltung	Standard, WP, EHZ, WP+EHZ	Standard	Zuschaltenden Wärmeerzeuger bei PV-Anhebung oder bei Anforderung durch SG auswählen
WP032	Heizen bei PV/SG	Aus, Ein	Ein	
WP033	Kühlen bei PV/SG	Aus, Ein	Aus	
WP037	Externe Absenkung Kühlen	0.0 ... 20.0 °C	0.0 °C	Solltemperatur für Kühlbetrieb durch Funktion PV-Anhebung absenken. Achtung: WP058: Freigabe aktive Kühlung muss = EIN sein Es darf keine Heiz- oder Warmwasseranforderung vorliegen. WP053: Außentemp. Freigabe Kühlung (Außentemperatur muss höher als eingestellter Wert sein)

Einstellbereich des Fachmannparameters WP028: Externe Zuschaltung

Anzeige	Beschreibung
Standard	Die Logik für die Zuschaltung erfolgt analog dem Normalbetrieb über die Verzögerungszeiten WP013 und WP023. Als Bivalenzpunkte des Wärmeerzeugers werden WP034, WP035 und WP036 verwendet. WP013: Verzögerungszeit für die Zuschaltung des Elektroheizelementes oder des Zusatzwärmeerzeugers für Heizbetrieb WP023: Verzögerungszeit für die Zuschaltung des Elektroheizelementes oder des Zusatzwärmeerzeugers zur Warmwasserbereitung WP034: Bivalenzpunkt zur Deaktivierung des Verdichters bei SG/PV-Anhebung WP035: Bivalenzpunkt zur Deaktivierung des Elektroheizelementes bei SG/PV-Anhebung WP036: Bivalenzpunkt zur Deaktivierung des Zusatzwärmeerzeugers bei SG/PV-Anhebung verwendet.
WP	Während der PV-Anhebung steht nur die Wärmepumpe zur Verfügung. Als Bivalenzpunkt wird WP034 verwendet.
EHZ	Während der PV-Anhebung steht nur das Elektroheizelement zur Verfügung. Als Bivalenzpunkt wird WP035 verwendet.
WP + EHZ parallel	Während der PV-Anhebung werden der Verdichter und das Elektroheizelement sofort eingeschaltet. Abschalten des Verdichters analog Normalbetrieb. Als Bivalenzpunkte des Wärmeerzeugers werden WP034 und WP035 verwendet.

Fachmannparameter	Bezeichnung AM / BM-2	Einstellbereich	Werkseinstellung
WP034	Bivalenzpunkt Verdichter SG/PV	-25.0 ... 45.0 °C	-25.0 °C
WP035	Bivalenzpunkt EHZ SG/PV	-25.0 ... 45.0 °C	-5.0 °C
WP036	Bivalenzpunkt ZWE SG/PV	-25.0 ... 45.0 °C	-25.0 °C

6 Einstellungen am PV-Wechselrichter

6.1 Mindestanforderung

Zur einfachen Umsetzung der Funktion PV-Anhebung der Wärmepumpe eignen sich besonders Wechselrichter mit integriertem potentialfreiem Kontakt. Hierbei handelt es sich um einen Schaltausgang, der entweder ein externes Relais oder direkt die hierfür vorgesehene Klemme der Wärmepumpe ansteuern kann.

Die Kriterien für das Schalten des potentialfreien Kontaktes (PV-Leistung, Dauer) am Wechselrichter sind in den jeweiligen Benutzeroberflächen (Kundenportal/Service Menü) zu parametrisieren.

Wechselrichterkriterien:

- Wechselrichter oder Smart Meter muss in der Lage sein, die Größe der auftretende PV-Erträge zu erkennen
- Potentialfreier Kontakt und/oder Möglichkeit der Nachrüstung (Multifunktionsrelais)
Alternativ: Anbindung an einen Router zur Ansteuerung eines externen Schalters (z.B. über Funksteckdose)
- Möglichkeit einer einstellbaren Schaltlogik für potentialfreien Kontakt bzw. Signalübertragung an den Router

6.2 Wechselrichter mit potentialfreiem Kontakt und internem Relais

Voraussetzung:

- Der Wechselrichter bietet die Möglichkeit einer einstellbaren Schaltlogik für das Schließen eines potentialfreien Kontaktes.

Ein Wechselrichter mit integriertem potentialfreiem Kontakt kann direkt mit der Wärmepumpe kommunizieren.

Bei Erreichen einer vordefinierten Einschaltsschwelle, schaltet der potentialfreie Kontakt im Wechselrichter die Wärmepumpe an.

Die Einschaltsschwelle ist die Summe aus der Grundlast des Gebäudes und dem Stromverbrauch der Wärmepumpe.

Die Einschaltsschwelle wird in der Software des Wechselrichters definiert.

Beispiel: Die Grundlast des Einfamilienhauses beträgt 500 W und die außentemperaturabhängige Leistungsaufnahme der Wärmepumpe beträgt 2000 W. Die Einschaltsschwelle liegt bei 2500 W. Wenn die PV-Anlage 1500 W produziert, dann wird die Grundlast zu 100 % durch PV-Strom gedeckt. Die Wärmepumpe läuft nur, wenn Wärme benötigt wird. Der Strom zum Betrieb der Wärmepumpe kommt zu 50 % aus der PV-Anlage und zu 50 % aus dem Stromnetz. Wenn die PV-Anlage 3000 W produziert, dann schaltet der Wechselrichter die Wärmepumpe an, auch wenn aktuell kein Wärmebedarf besteht. Der Strom kommt zu 100 % aus der PV-Anlage. Die produzierte Wärme kommt in den Pufferspeicher, bis ein Wärmebedarf besteht.

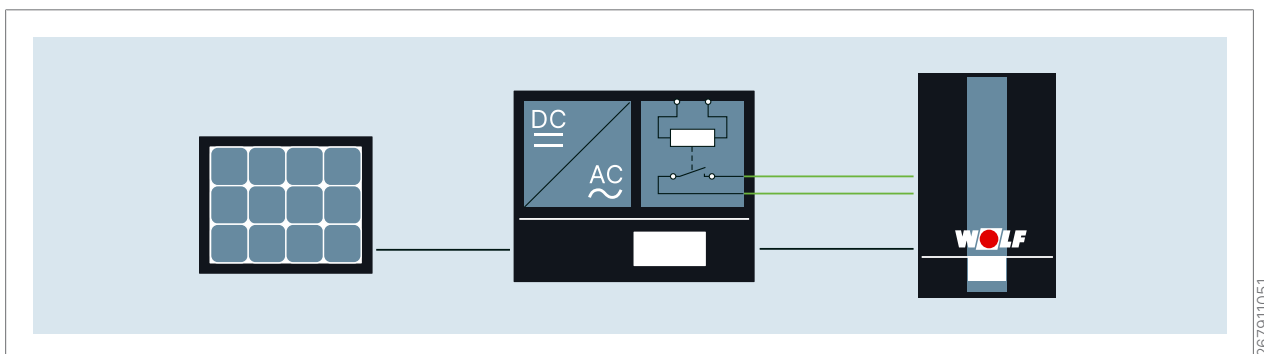


Abb. 12: Kommunikation des Wechselrichters mit potentialfreiem Kontakt und internem Relais mit der Wärmepumpe

6.3 Wechselrichter mit potentialfreien Kontakt und externem Relais

Voraussetzungen:

- Der Wechselrichter bietet die Möglichkeit einer einstellbaren Schaltlogik für das Schließen eines potentialfreien Kontaktes.

Ein Wechselrichter mit potentialfreiem Kontakt aber ohne internes Relais, kann nicht direkt mit der Wärmepumpe kommunizieren. Die Kommunikation mit der Wärmepumpe ist über ein externes Relais möglich.

Der potentialfreie Kontakt im Wechselrichter betätigt ein externes Relais, das den Einschaltbefehl an die Wärmepumpe weitergibt.

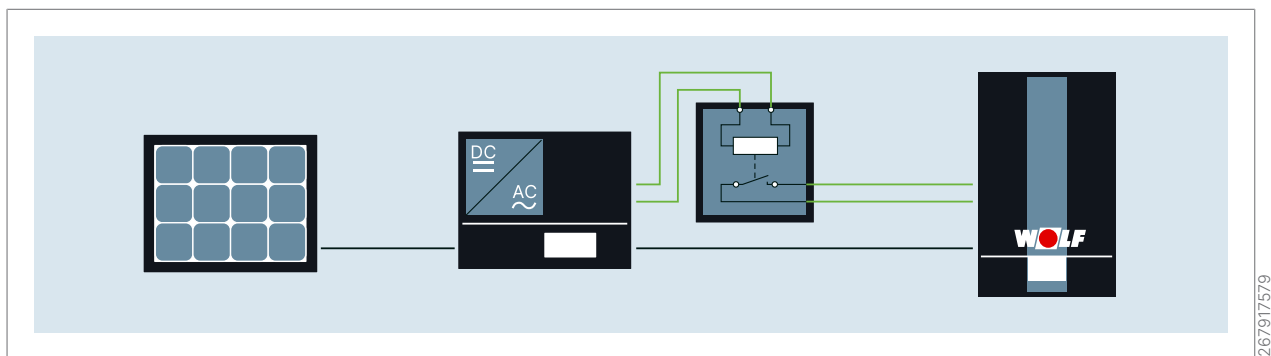


Abb. 13: Kommunikation des Wechselrichters mit potentialfreien Kontakt und externem Relais mit der Wärmepumpe

6.4 Wechselrichter ohne potentialfreien Kontakt

Ein Wechselrichter ohne potentialfreien Kontakt kann nicht direkt mit der Wärmepumpe kommunizieren.

Bei Verwendung eines Wechselrichters ohne potentialfreien Kontakt, gibt es verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten:

- [☞ Kommunikation über Smart Meter, Router und Funksteckdose \[► 23\]](#)
- [☞ Kommunikation über Smart Meter und Multifunktionsrelais \[► 23\]](#)

6.4.1 Kommunikation über Smart Meter, Router und Funksteckdose

Da ein Wechselrichter ohne potentialfreien Kontakt nicht direkt mit der Wärmepumpe kommunizieren kann, läuft der Einschaltbefehl vom Smart Meter über Router und Funksteckdose zur Wärmepumpe.

Im Smart Meter wird eine Schaltlogik definiert. Das Smart Meter gibt dieser Schaltlogik folgend ein Signal an den Router. Daraufhin schaltet der Router die Funksteckdose ein. Das an der Funksteckdose angeschlossene Relais gibt den Einschaltbefehl an die Wärmepumpe.

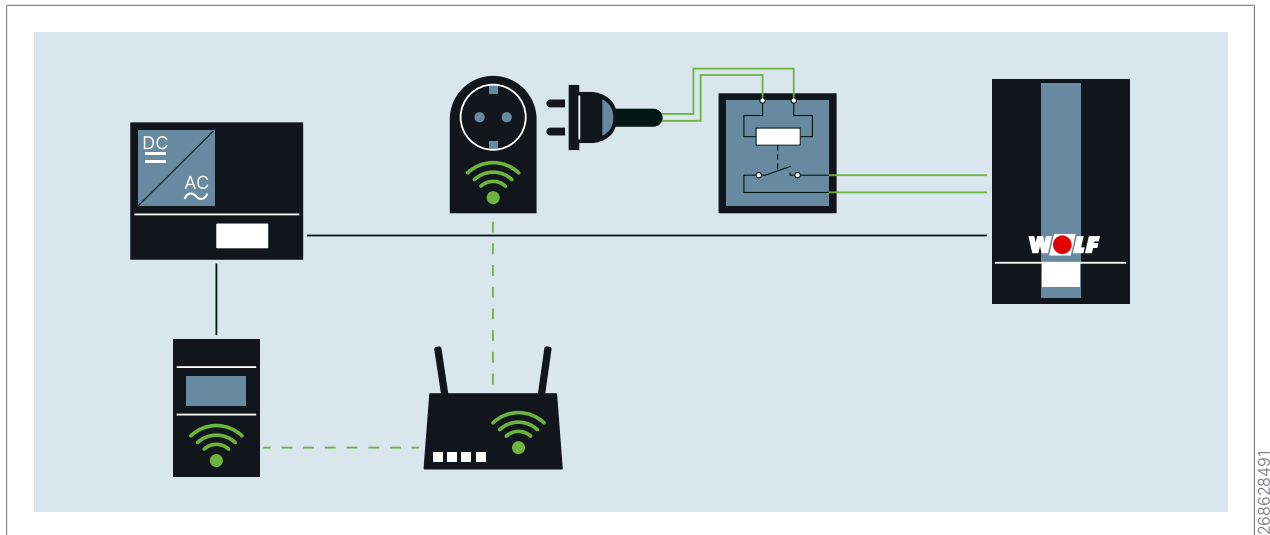


Abb. 14: Kommunikation des Smart Meters über Router und Funksteckdose mit der Wärmepumpe

6.4.2 Kommunikation über Smart Meter und Multifunktionsrelais

Da ein Wechselrichter ohne potentialfreien Kontakt nicht direkt mit der Wärmepumpe kommunizieren kann, läuft der Einschaltbefehl vom Smart Meter über ein Multifunktionsrelais zur Wärmepumpe.

Im Smart Meter wird eine Schaltlogik definiert. Das Smart Meter gibt dieser Schaltlogik folgend ein Signal an ein Multifunktionsrelais (z.B. MOXA ioLogik E1214). Das Multifunktionsrelais gibt den Einschaltbefehl an die Wärmepumpe.

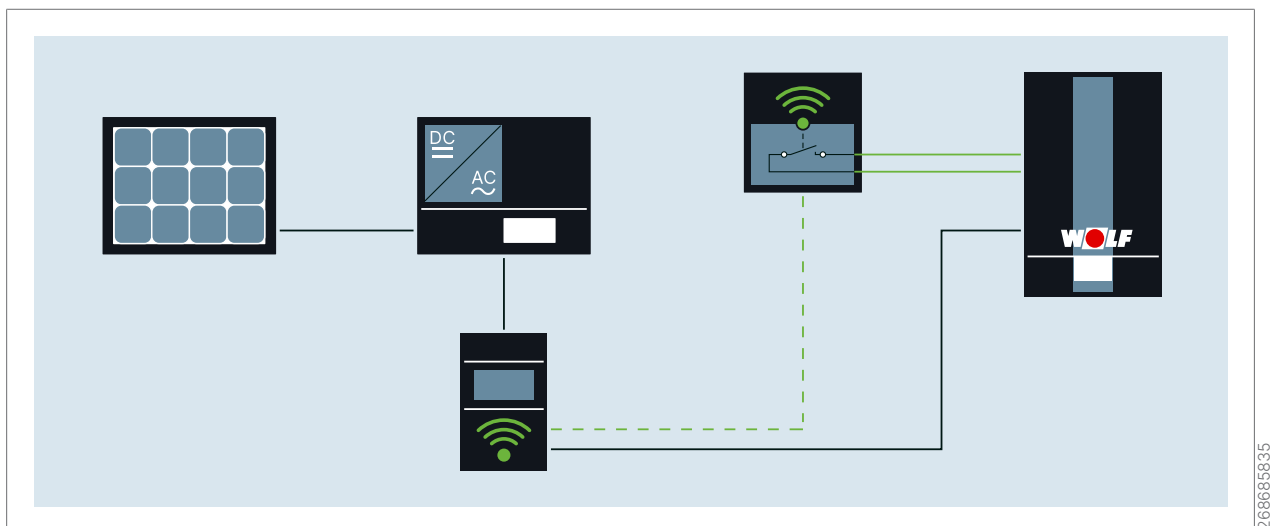


Abb. 15: Kommunikation des Smart Meters über Multifunktionsrelais mit der Wärmepumpe

7 E-Heizstäbe

7.1 Standard-Heizstab im On-Off-Betrieb

Ein geeigneter Wechselrichter schaltet über PV-Kontakt ein Relais, das einen E-Heizstab im Pufferspeicher oder im Warmwasserspeicher versorgt.

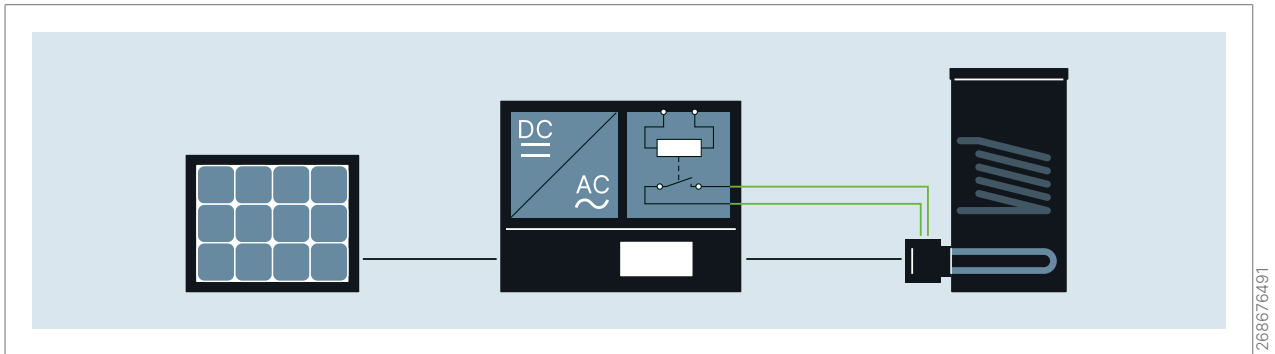


Abb. 16: Kommunikation des Wechselrichters mit potentialfreien Kontakt und internem Relais mit dem E-Heizstab

Alternativ: Im Smart Meter wird eine Schaltlogik definiert. Das Smart Meter gibt dieser Schaltlogik folgend ein Signal an den Router. Daraufhin schaltet der Router die Funksteckdose ein. Der an der Funksteckdose angeschlossene E-Heizstab beginnt das Wasser im Pufferspeicher oder im Warmwasserspeicher zu erwärmen.

Vorteile:

- Schont das primäre Heizsystem
- Sehr schnelles/reaktives System, sodass Netzbezug vollständig vermieden wird
- Auch für Heizsysteme ohne Wärmepumpe geeignet

Nachteile:

- PV-Energie kann lediglich 1:1 in thermische Energie umgewandelt werden
- Keine Modulation der Heizleistung möglich
- Energie unterhalb der Einschaltchwelle wird nicht genutzt.

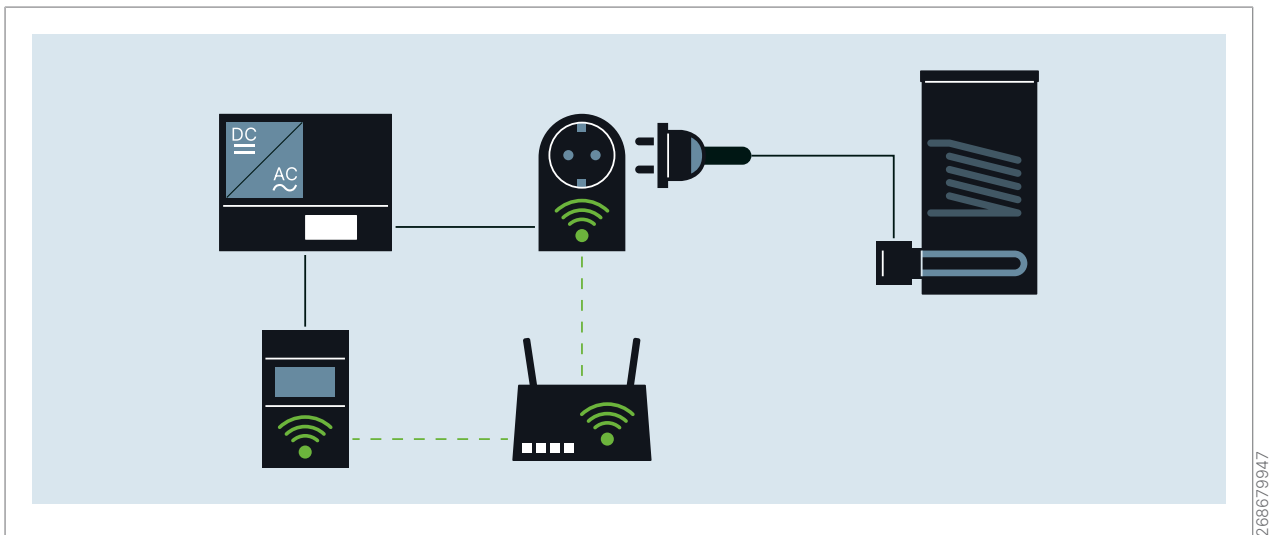


Abb. 17: Kommunikation des Smart Meters über Router und Funksteckdose mit dem E-Heizstab

7.2 Smart Heater

Vorliegende PV-Überschussleistungen werden von einem Smart Meter erfasst. Die in der individuellen Software des Smart Meters festgelegte Schaltlogik steuert daraufhin einen intelligenten Heizstab (Smart Heater) mit integrierter Leistungsregelung an. Die Ansteuerung ist alternativ auch über ein Smart Home System möglich.

Vorteile:

- Schont das primäre Heizsystem
- Sehr schnelles/reaktives System. Netzbezug wird vollständig vermieden
- Auch für Heizsysteme ohne Wärmepumpe geeignet
- Leistungsmodulation möglich

Nachteile:

- PV-Energie kann lediglich 1:1 in thermische Energie umgewandelt werden
- Vergleichsweise hoher Investitionsaufwand

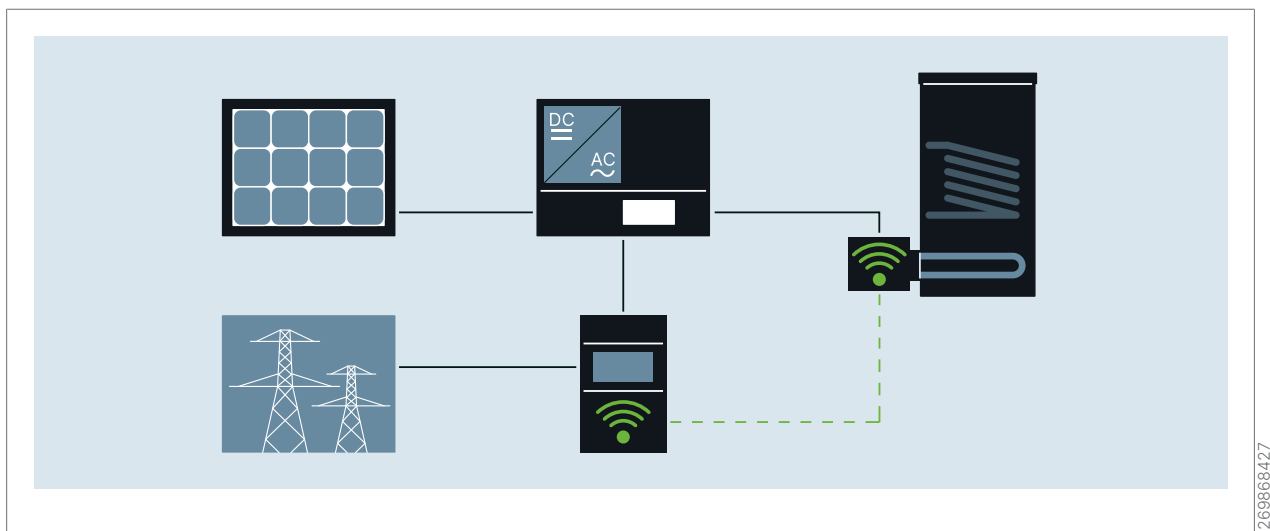


Abb. 18: Kommunikation des Smart Meters mit dem Smart Heater

7.3 Systemkomponenten. Smart Meter

Ein Smart Meter erfasst die anstehende PV-Leistung. Sobald ein ausreichender Überschuss gemessen wird, kann der Zähler das Einschaltsignal an die Stromquelle des Heizstabs oder den Smart Heater übermitteln. Dies kann direkt oder über einen Router erfolgen. Der Smart Meter muss in der Lage sein, die Größe der auftretenden PV-Erträge zu erkennen und ein Signal zu geben.

Beispiele für Smart Meter:

- Power Meter von MyPV
- Sunny Home Manager von SMA (SHM 2.0)
- TQ Energy-Manager 420

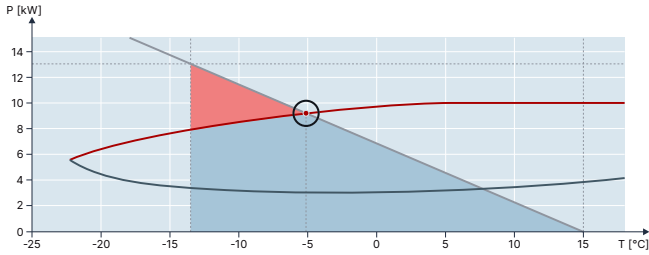
7.4 Systemkomponenten. Smart Heater

Smart Heater kommunizieren direkt mit einem geeigneten Smart Meter und modulieren die Heizung je nach anliegender PV-Leistung.

Beispiele Smart Heater:

- AC ELWA-E von MyPV
- EGO Smart Heater von Smartfox

Bivalenzpunkt



Der Bivalenzpunkt ist der Betriebspunkt, an dem die Heizleistung der Wärmepumpe und die Gebäudeheizlast gleich sind.

Jahresarbeitszahl (JAZ)

Die Jahresarbeitszahl ist das Verhältnis von produzierter Wärme zu eingesetztem Strom. Die von der Wärmepumpe produzierte Wärme und der zum Betrieb der Wärmepumpe eingesetzter Strom werden über ein Jahr betrachtet, um saisonale Schwankungen zu mitteln. Je größer die Jahresarbeitszahl, desto geringer sind die Betriebskosten der Wärmepumpe.

Photovoltaik

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Energie aus Sonnenlicht in elektrische Energie.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist eine Maschine, die thermische Energie aus der Umgebung aufnimmt und als Nutzwärme auf zu beheizende Räume überträgt. Bei der Luft-Wasser-Wärmepumpe dient die Außenluft als Wärmequelle. Sie ist einfach und kostengünstig zu installieren, ist aber nicht ganz so effizient wie andere Wärmepumpen. Bei der Sole-Wasser-Wärmepumpe dient das Erdreich als Wärmequelle. In Rohren im Erdreich zirkuliert Wasser mit Frostschutzmittel (Sole). Sole-Wasser-Wärmepumpen haben eine höhere JAZ als Luft-Wasser-Wärmepumpen. Für die Installation ist eine größere unbebaute Gartenfläche und eine Genehmigung erforderlich. Bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen dient Grundwasser als Wärmequelle. Das Grundwasser ist das ganze Jahr über gleichwarm, etwa 10 °C. Dadurch sind Wasser-Wasser-Wärmepumpen effizienter als Sole-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpen. Für die Installation ist eine kostenintensive Tiefenbohrung und eine spezielle Genehmigung erforderlich.



Unsere Beratungsprofis sind gerne für Sie da:

Berlin

14974 Ludwigsfelde
Tel. +49 3378 8577-3

Koblenz

56218 Mülheim-Kärlich
Tel. +49 2630 96246-0

Dresden

01723 Wilsdruff
Tel. +49 35204 7858-0

München

85748 Garching
Tel. +49 89 13012200

Frankfurt

61191 Rosbach
Tel. +49 6003 93455-0

Nürnberg

96050 Bamberg
Tel. +49 951 208540

Hamburg

22525 Hamburg
Tel. +49 40 5260588-0

Osnabrück

49076 Osnabrück-Atterfeld
Tel. +49 541 91318-0

Hannover

30625 Hannover
Tel. +49 511 6766963

Stuttgart

70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel. +49 711 939209-0

**Sie haben Fragen oder Anregungen zu dieser Broschüre?
Melden Sie sich gerne bei uns via feedback@wolf.eu**



**Geben Sie uns
gerne Feedback!**

Änderungen vorbehalten. Bitte beachten Sie, dass auf den Produktbildern allein das Produkt von WOLF abgebildet ist. Zusätzlich erforderlich sind meist Zu- und Ableitungen, die von außen an das WOLF-Produkt herangeführt werden. Für die Richtigkeit dieser Broschüre übernimmt die WOLF Gruppe keine Haftung und Gewährleistung. Abbildungen zeigen teilweise Sonderzubehör.

WOLF GmbH
Postfach 1380
84048 Mainburg
Deutschland
Tel. +49 8751 74-0
E-Mail info@wolf.eu
www.wolf.eu



DE | 4801950 | 202212