



Solarthermische Anlagen für Warmwasser und Heizung in Kombination mit Wärmepumpen

Axel Horn, 82054 Sauerlach (D)

www.ahornsolar.de

Bauzentrum München

Online-Seminar am 16. April 2026



Zur Person

Axel Horn

Studium der Versorgungstechnik
an der Fachhochschule München

Seit 1992 **Fachingenieur
für Solarthermie**

Aktuelle Projekte und Kooperationspartner
siehe www.linkedin.com/in/ahornsolar/





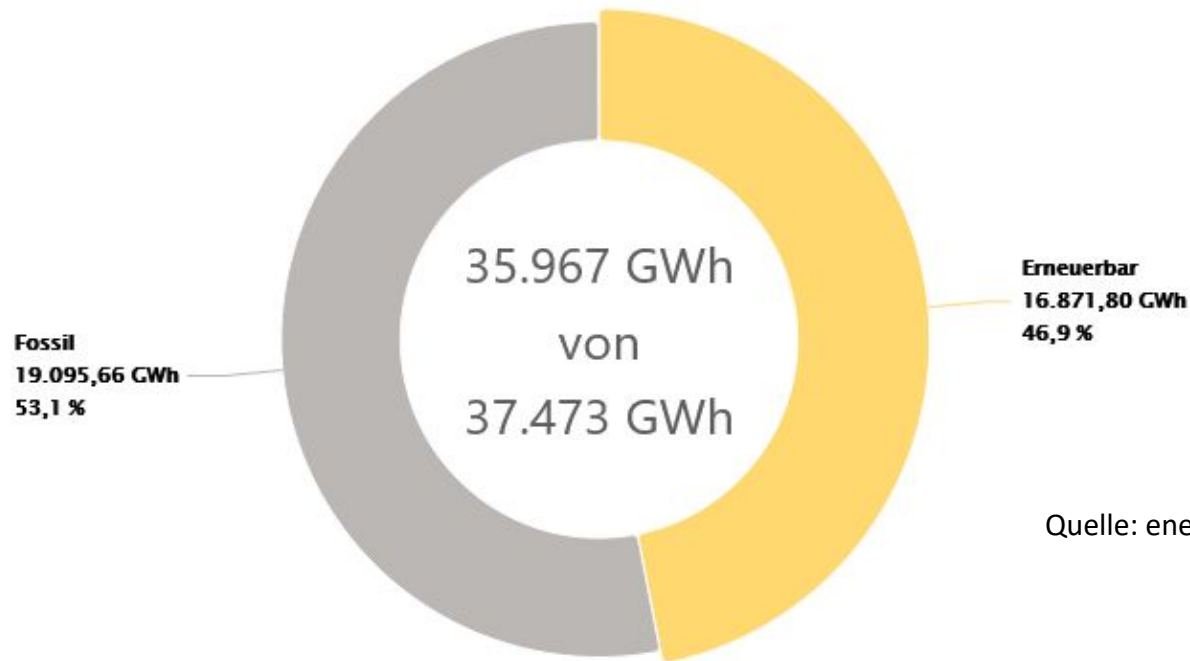
Stand der Energiewende



Ökostrom ist und bleibt knapp

Deutschland, Februar 2026

Erneuerbare Energien haben in diesem Monat einen Anteil von unter 50% am Strommix.



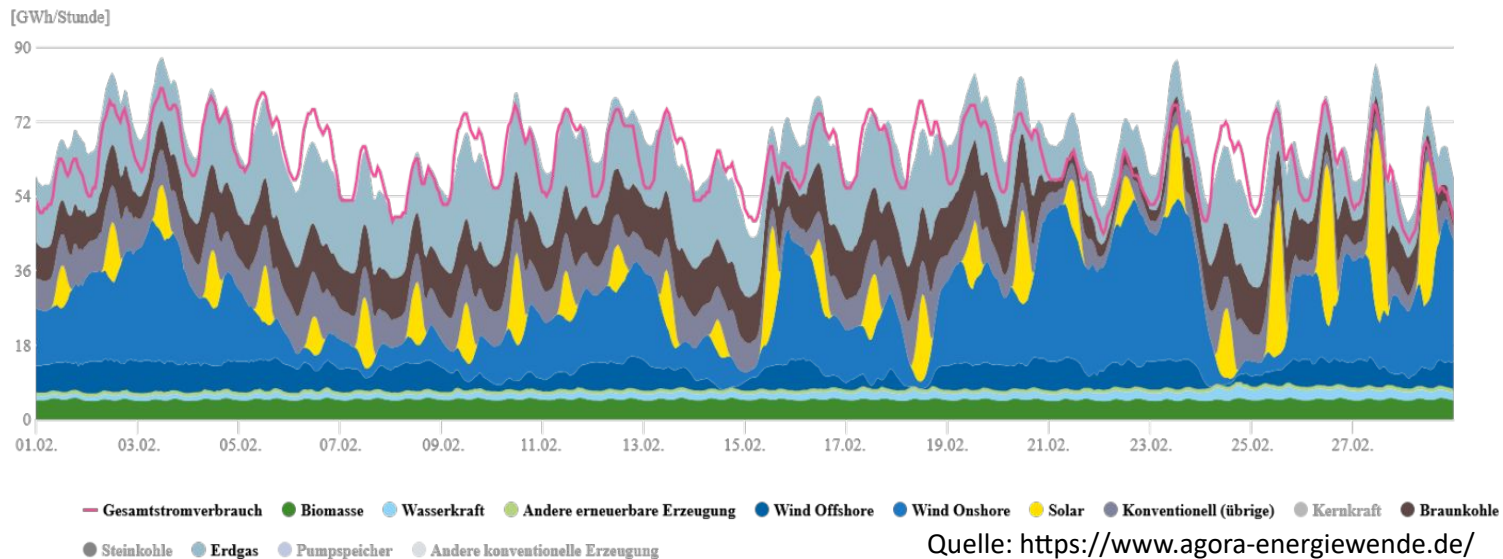


Energiewende braucht flexible Stromverbraucher

Deutschland, Februar 2026

Die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien im Strommix variiert sehr dynamisch.

Live Agorameter | Stromerzeugung und -verbrauch



Es hängt stark vom Zeitpunkt des Stromverbrauchs ab, ob der erneuerbare Anteil genutzt oder ob fossile Kraftwerke beansprucht werden.



Energiewende fordert flexible Stromverbraucher

Die stark auf Elektrifizierung ausgerichtete Lobbyorganisation **Agora Energiewende** schreibt in ihrem Impulspapier „Effiziente Energiewende“ (2025):

*Dynamische Stromtarife und Netzentgelte können dabei helfen, den Bedarf an **thermischen Erzeugungskapazitäten** zu verringern.*

Übersetzt: Um den Betrieb von herkömmlichen Wärmekraftwerken zu vermeiden, wird in Zeiten mit geringem Ökostromanteil im Netz der Strom deutlich teurer werden.

2.2 So steigt die Flexibilität von Stromnachfrage und -angebot

2.2.1 Stromverbrauch optimal mit dem Stromnetz abstimmen

Mit Batteriespeichern und neuen Nachfragern beispielsweise durch E-Autos und **Wärmepumpen** steigt das Flexibilitätspotenzial der Stromnachfrage

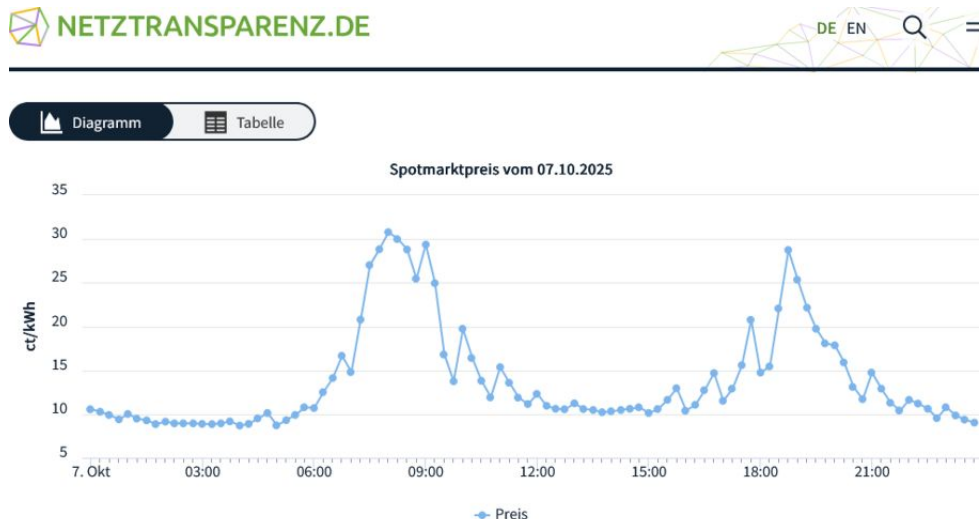
Quelle: www.agora-energiewende.de



Flexible Strompreise für flexible Stromverbraucher

Günstigeren Strom gibt es

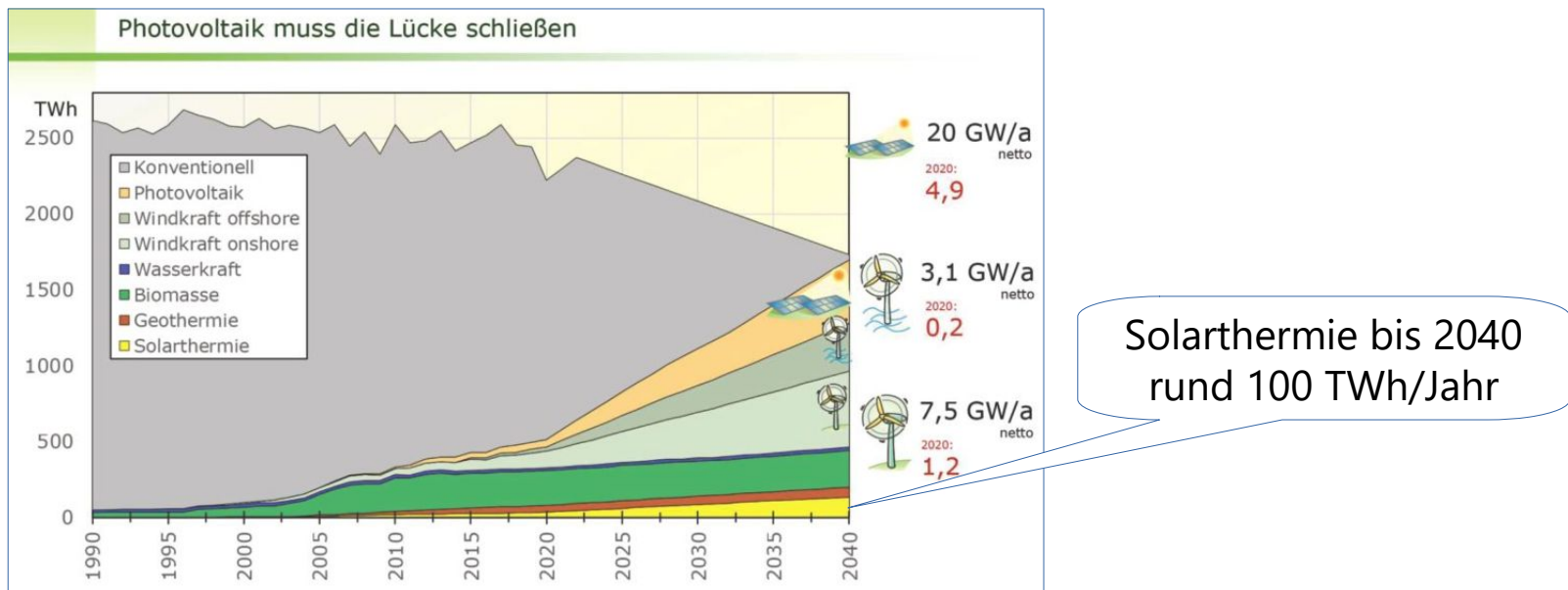
- über flexible Stromtarife, bei denen der Verbrauch in Zeiten von Preisspitzen eigenverantwortlich vermieden wird
- über technische Einrichtungen, die dem Anbieter oder Netzbetreiber die Möglichkeit geben, den Stromverbrauch begrenzen
- von der eigenen PV-Anlage





Solarthermiepotenzial - realistisch

Prof. Dr. Volker Quaschnig, HTW Berlin, zeigte in seiner Präsentation, wie stark die Stromerzeugung aus Wind und Sonne ausgebaut werden muss - und dass die **Solarthermie hilft, die zu schließende Lücke kleiner zu machen.**



aus: <https://www.waermepumpe.de/> unter Pressemitteilungen vom 29.04.2021



Potenzial der Solarthermie

Studien zum Potenzial der Solarthermie

100 TWh/Jahr

Agentur für Erneuerbare Energien e.V. / Bündnis 90/Die Grünen (2016)

Die neue Wärmewelt – Szenario für eine 100% erneuerbare Wärmeversorgung

120 TWh/Jahr

Bund für Umwelt und Naturschutz (2017)

Konzept für eine zukunftsfähige Energieversorgung

151 bis 198 TWh/Jahr

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (2021)

Was Erdgas wirklich kostet: Roadmap für den fossilen Gasausstieg im Wärmesektor

<https://www.ews-schoenau.de/export/sites/ews/ews/presse/.files/ews-foes-erdgas-studie.pdf>

*Aktuell in Betrieb: rund **10 TWh/Jahr***



Warum Solarthermie mit Wärmepumpen kombinieren?



Solarthermie mit Wärmepumpe kombinieren - wie geht das?

Die Effizienz und Ausrichtung auf erneuerbare Energien sind entscheidend für die künftigen Heizkosten einer Wärmepumpenheizung.

Von der Solarthermienutzung her bekannte Anlagenschaltungen helfen dabei, diese Faktoren positiv zu beeinflussen.

Wenn Solarthermie zusätzlich zu Photovoltaik und Wärmepumpe Wärme liefert, hat das eine positive Wirkung auf die Effizienz der Gesamtanlage.



Wer wartet, bis der Strommix aus dem Netz von alleine zu 100% „grün“ ist, verschenkt wertvolle Jahre für den Klimaschutz!



Stromspeicher

Durch Einsatz eines Stromspeichers ist es möglich, die Erzeugungsspitzen der Photovoltaik zu einem späteren Zeitpunkt zu nutzen.

Allerdings konkurriert die Wärmepumpe mit dem Bedarf des Haushalts und ggf. der Elektromobilität um die gespeicherte elektrische Energie.

Elektrifizierung ist für Wärmepumpen eine irreführende Bezeichnung. Mehr als 65% der erzeugten Heizwärme kommen aus der Umwelt.

Elektrischer Strom liefert nur die benötigte **Exergie**, um die **Umweltwärme** nutzbar zu machen.

Sektorenkopplung bedeutet auch, *weniger* Strom für den Wärmesektor zu verbrauchen, um *mehr* Strom für Haushalt und Mobilität nutzen zu können.





Heimspeicher und Elektromobilität

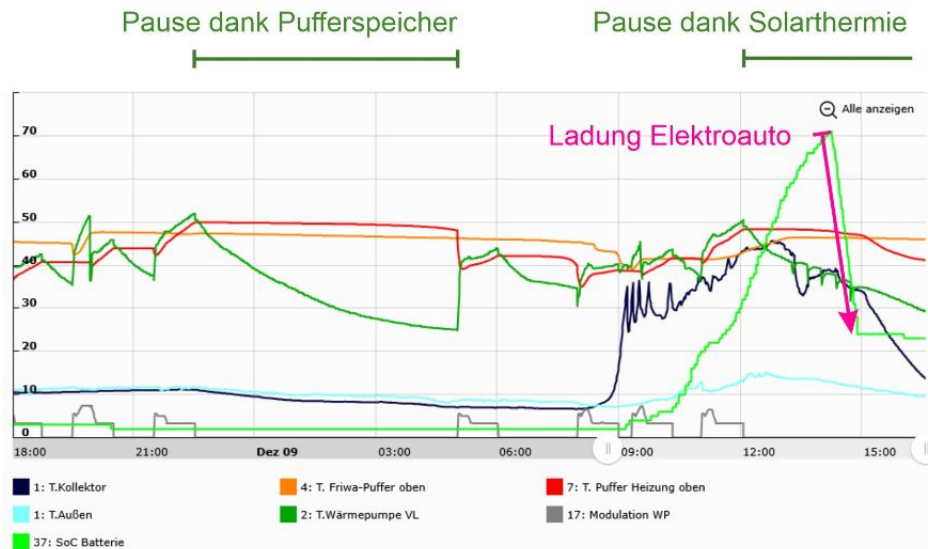
Bei Sonnenschein während der Heizperiode erreicht **Solarthermie** in Verbindung mit dem Pufferspeicher häufig eine mehrere Stunden anhaltende Abschaltung der Wärmepumpe.

So kommt mehr von der Leistung der eigenen Photovoltaik im Heimspeicher an, und es kann mehr eigener Solarstrom in ein Elektroauto umgeladen werden.

Jede Kilowattstunde Solarstrom kann nur einmal verbraucht werden.

Wärmepumpe oder Elektroauto ?

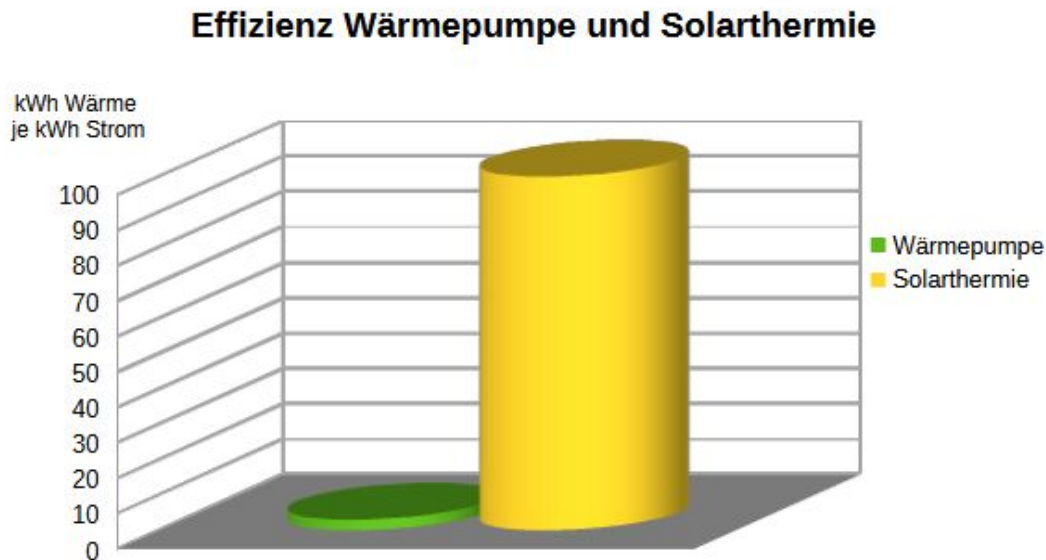
Wärmepumpenheizung mit 2 x 500 Liter Puffer und 5 m² Sonnenkollektor





Effizienz von Solarthermie und Wärmepumpe im Vergleich

Bezogen auf die eingesetzte elektrische Energie hat Solarwärme aus Sonnenkollektoren einen eindeutigen Effizienzvorteil gegenüber Wärme aus einer Wärmepumpe.



Der von der Kollektorkreispumpe verbrauchte Strom kommt naturgemäß überwiegend aus regionalen Solarstromanlagen.



Grundlagen Solarenergie

gelten für Photovoltaik wie für Solarthermie

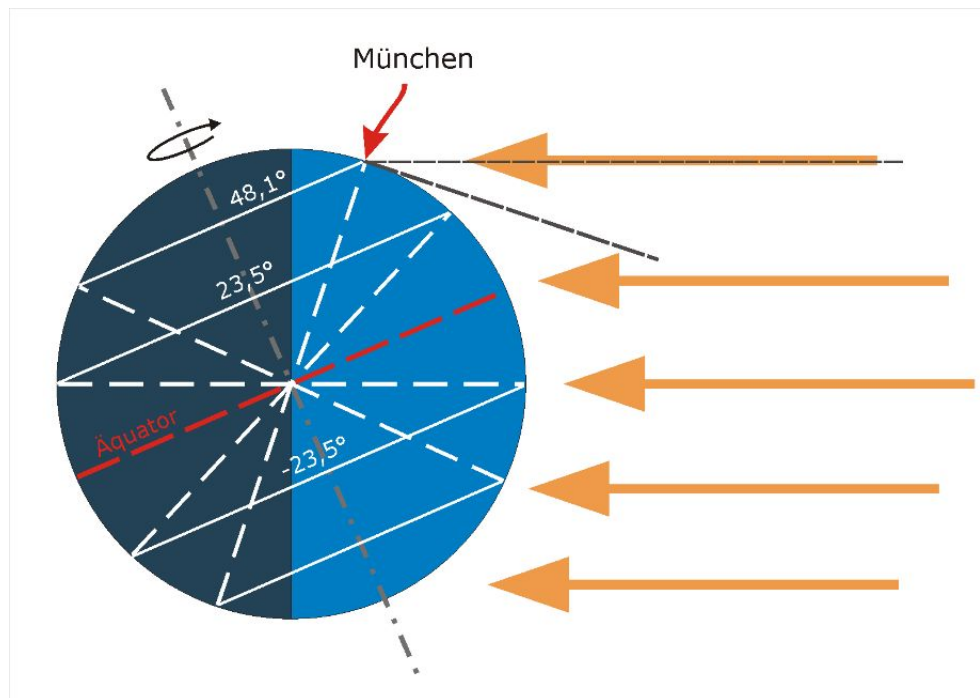


Verfügbarkeit der Solarenergie im Winter

Im Winter wird es kalt, weil die Sonne so wenig scheint.

Die Lage Deutschlands am 48. Breitengrad und nördlich davon, bewirkt einen niedrigen Sonnenstand im Winter:

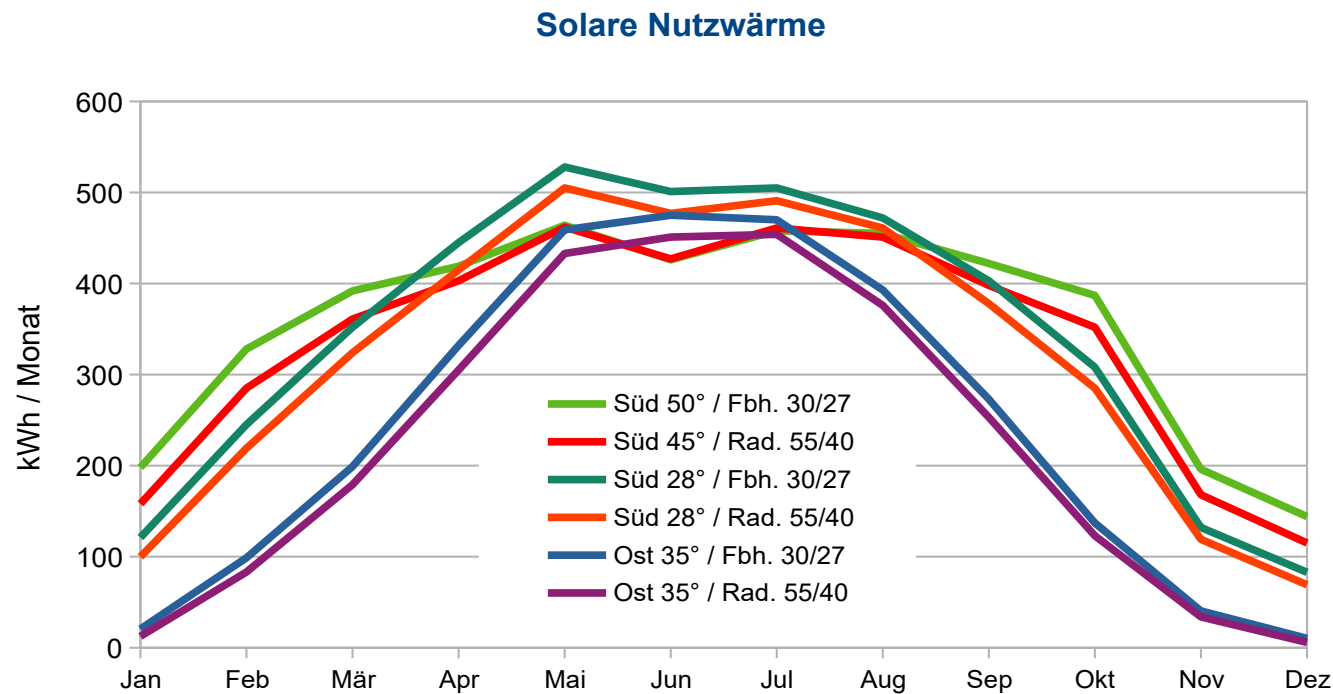
Mittags nur 20 Grad über dem Horizont





Verfügbarkeit der Solarthermie im Jahresgang

Ein gut nach Süden ausgerichteter Sonnenkollektor liefert bei niedrigen Heizkreistemperaturen in der Heizperiode hohe Erträge.



Werte durch Simulation mit Polysun ermittelt

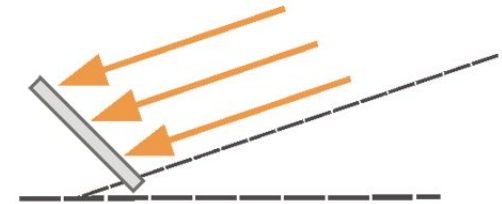


Verfügbarkeit der Solarthermie in der Heizperiode

Konsequenzen

- Sonnenkollektoren für einen höheren Winterertrag mit größerem Neigungswinkel installieren
- Solarfläche möglichst gut nach Süden ausrichten
- Sonnenscheinstunden im Winter mit hoher Wärmeerzeugungsleistung nutzen; denn die Tage sind kurz, die Nächte lang

Übrigens: Schnee rutscht besser ab, wenn der Kollektor nicht zu flach liegt und zumindest teilweise von der Sonne beschienen wird.





Randbedingungen der Solarthermienutzung

Die Effektivität der Solarthermie hängt von vielen Randbedingungen ab:

- Nutzbare Dachflächen oder sonstige Montagemöglichkeiten
- Menge und Temperaturniveau des Wärmebedarfs
- Größe des Speichervolumens
- Zusammenspiel von Wärmeverbrauch, Solarwärme und Nachheizung
- Finanzierung und staatliche Zuschüsse

Diese Checkpunkte sind Projekt für Projekt zu klären





Wärmespeicher

Wenn die Wärmepumpe läuft, um verfügbaren Solarstrom zu nutzen, muss auch eine entsprechende Wärmesenke vorhanden sein:

- Aktueller Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser
- Thermische Speicherkapazitäten des Gebäudes
- Warmwasser- und Heizwasser-Pufferspeicher



Bei starker Sonneneinstrahlung ist der Heizwärmebedarf eines Gebäudes grundsätzlich niedriger als in den übrigen Stunden der Heizperiode.

Um thermische Speicherkapazitäten des Gebäudes nutzen zu können, müssen an der Außentemperatur und der Raumtemperatur orientierte Schaltschwellen gezielt überfahren werden.

Vorteil bei Luft-Wasser-Wärmepumpen: Sonnenreiche Stunden bieten eine besonders hohe Quellentemperatur der Umgebungsluft.



Wärmespeicher Fußbodenheizung

Die Estrichschicht, in denen Fußbodenheizungen üblicherweise eingebaut sind, hat eine spezifische Wärmekapazität von ca. $0,08 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{K})$.

100 m² Estrich speichern demnach durch Aufheizen um nur 3 Kelvin bereits **24 kWh Wärme**.

In gut gedämmten Gebäuden kann also nach einer Aufheizphase mit Sonnenenergie der Heizbetrieb für mehrere Tage stark reduziert werden.

Wichtig: Die Raumthermostate dürfen bei der Solarenergie-Nutzung nicht vorzeitig zumachen.





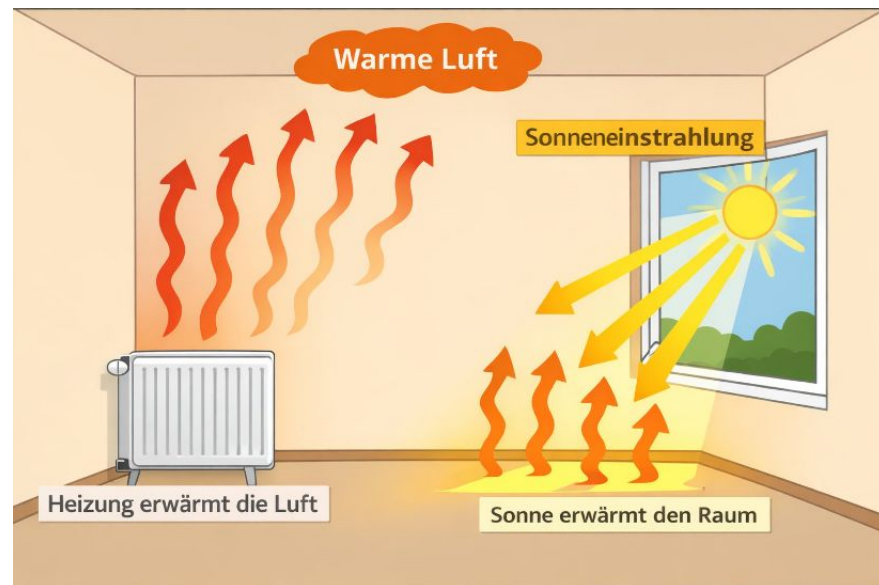
Effizienzbremse Heizkörper?

Heizkörper-Heizkreise sind *kein* Hinderungsgrund für den Einsatz von Solarthermie oder Wärmepumpe.

Effizienzkriterium: Die Vorlauftemperatur sollte unter 45°C bleiben.

Der grundsätzliche Nachteil bleibt, dass Heizkörper die Wärme überwiegend an die Raumluft abgeben.

So heizen passive Solarwärmegewinne und gleichzeitig zur Ausnutzung von Solarwärme angehobene Heizkreistemperaturen nur indirekt die Speichermassen des Gebäudes auf.





Heizwasser-Pufferspeicher

Trinkwarmwasserspeicher sind *nicht* geeignet, längere Sperrzeiten der Nachheizung zu überbrücken.

Die Lösung:

Heizwasser-Pufferspeicher

wie bei Solarthermie

Auf einem Quadratmeter Standfläche können knapp 1000 Liter Puffervolumen mit effektiv **30 kWh** Speicherkapazität untergebracht werden.

Sonnenkollektoren erreichen beim Aufheizen eines Pufferspeichers

- höhere Temperaturen als eine Wärmepumpe
- höhere Flächeneffizienz als die direktelektrische Aufheizung mit PV-Strom

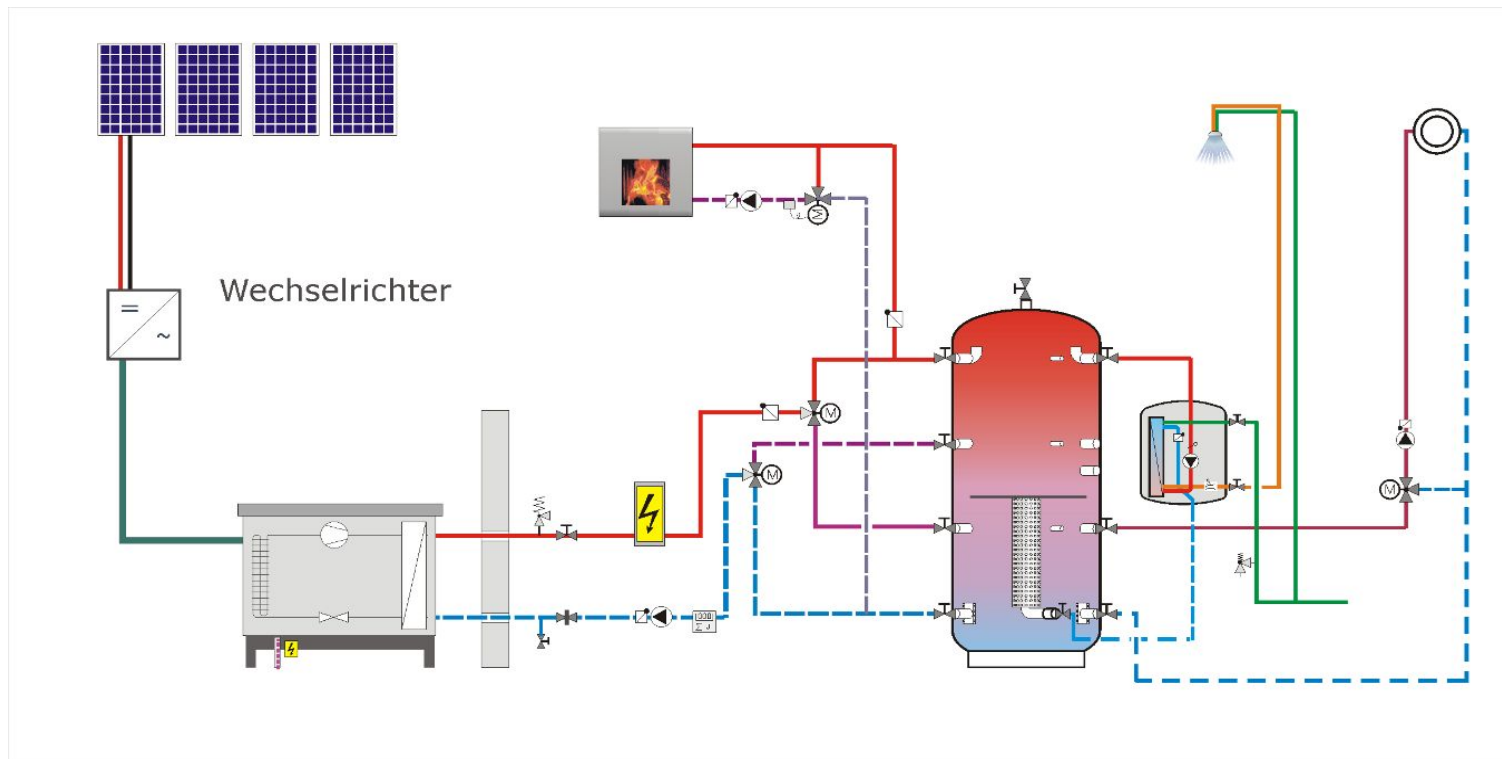




Anlagenschema mit Pufferspeicher

Der Heizwasser-Pufferspeicher wird zwischen Wärmepumpe und Verbraucherkreise geschaltet und hat zwei über eine Schichttrennplatte getrennte Temperaturzonen.

Der Wärmeverbrauch ist so von der Wärmeerzeugung zeitlich entkoppelt.





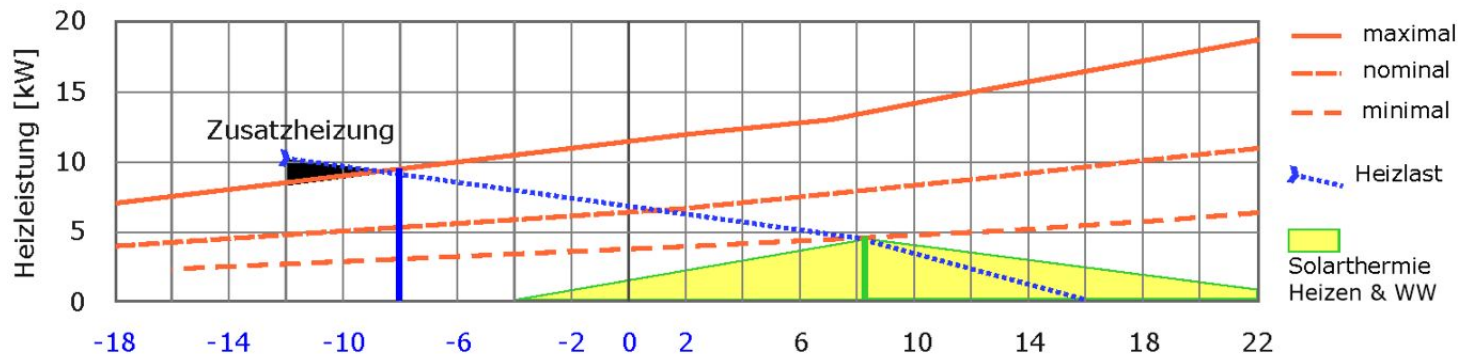


Dimensionierung der Wärmepumpe nach Heizlast

Die Dimensionierung der Wärmepumpe relativ zur maximalen Heizlast entscheidet darüber, ob und wie stark eine Zusatzheizung erforderlich ist.

Am anderen Ende der Heizlast-Kurve kann eine reichliche Dimensionierung der Wärmepumpe ein häufiges Takten verursachen.

Bivalenzpunkte einer Wärmepumpe



Pufferspeicher und Solarthermie helfen, den materialstressenden Taktbetrieb der Wärmepumpe zu vermeiden.



Solarthermie als Systempartnerin der Wärmepumpe

- Solarthermie übernimmt bei Sonnenschein die Warmwasserbereitung, wodurch die Wärmepumpe zeitgleich und ohne Unterbrechung mit hoher Effizienz den Heizkreis versorgen kann
- Passive Solarwärmegewinne reduzieren an sonnigen Tagen die effektive Heizlast unter die minimale Leistung der Wärmepumpe; heizungsunterstützende Solarthermie kann in diesen Stunden voll übernehmen



Im Bestand vorhandene Solarthermie sollte nach Möglichkeit erhalten bleiben und mit einer Wärmepumpe zu einem hocheffizienten System zusammengeführt werden.

Bei günstigen Bedingungen lohnt sich die Neuinstallation von Solarthermie.



Solarthermie orientiert sich am Wärmebedarf

Der auch im Sommer gegebene Wärmebedarf hat Einfluss auf die technisch und wirtschaftlich sinnvolle Dimensionierung der Solarthermieanlage.

Außerhalb der Heizperiode besteht weiterhin ein Wärmebedarf für

- Trinkwasserverbrauch
 - Abdeckung der Verteilverluste
- sowie ggf.
- Temperierung von Kellerräumen oder feuchten Kellerwänden (Altbau!)
 - Schwimmbadbeheizung

Faustformel der solaren Warmwasserbereitung:

Je 1 Person im Haus → 1,5 m² Kollektorfläche



Kollektorausrichtung optimieren

Die Planung einer Solarthermieranlage beginnt mit der Betrachtung der möglichen Kollektorfläche nach

- Südausrichtung
- Neigung
- Fläche

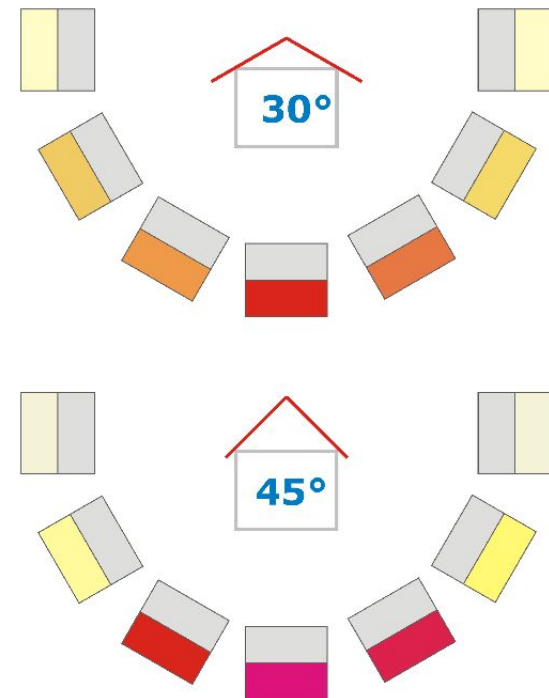
Optimal sind große zusammenhängende Kollektorflächen mit

- Südabweichung möglichst kleiner 45 Grad

Je weniger Südabweichung, desto mehr Ertrag im Winterhalbjahr

- Neigung über 25 Grad

Je mehr Neigung (bei geringer Südabweichung), desto mehr Ertrag im Winterhalbjahr

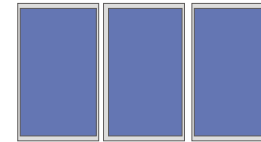




Kollektorfläche relativ zum Trinkwarmwasserbedarf

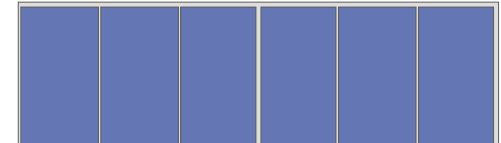
„Faktor 1-Anlage:“

Solarthermie-Anlage, die auf Deckung des Trinkwarmwasserbedarfs dimensioniert ist



„Faktor 2“-Anlage:

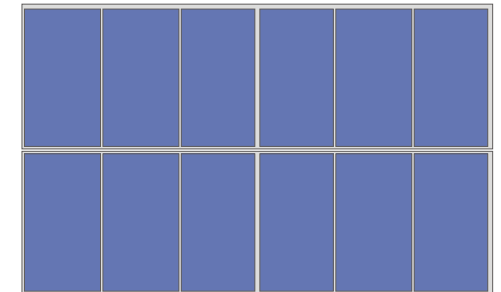
Solarthermie mit 1,8-fach vergrößerter Kollektorfläche.
Technisches und wirtschaftliches Optimum!



„Faktor 4“-Anlage:

für 50% Gesamtdeckungsrate
BAFA-Förderung für Solaraktivhäuser.

Benötigt deutlich größeres Pufferspeichervolumen.



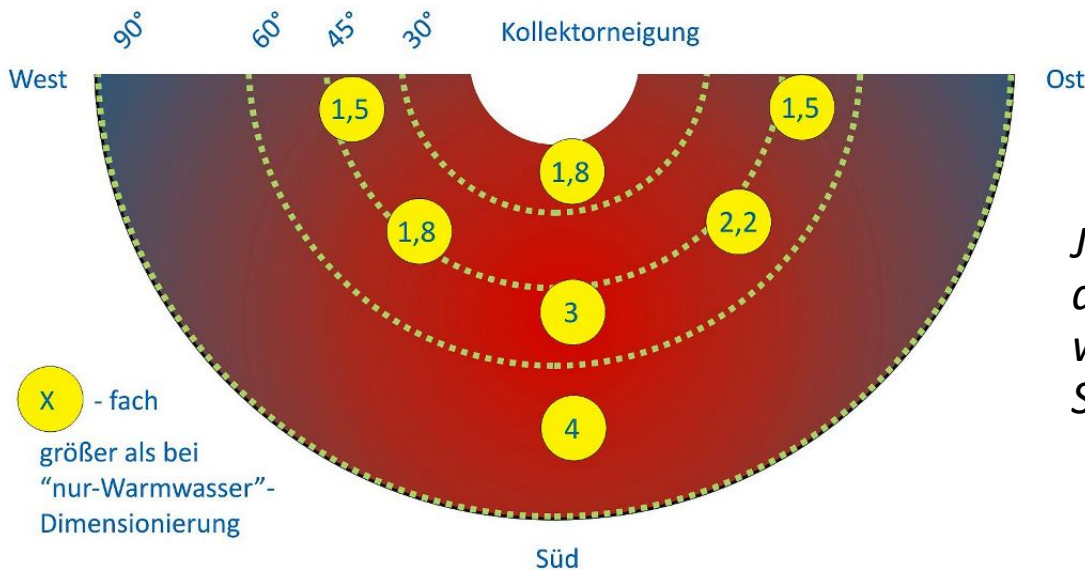


Solares Heizen braucht Südausrichtung

Eine Vergrößerung der Kollektorfläche für das Solare Heizen um mehr als „Faktor 2“

- lohnt sich bei einer Kollektorneigung über 35° (besser 45°)
- kann bei geringer Kollektorneigung oder Ausrichtung nach Westen problematisch sein (Überhitzung im Hochsommer!).

Dimensionierung der Kollektorfläche nach Neigung und Südabweichung



*Je höher der Faktor,
desto mehr lohnt es sich,
weiterhin
Solarthermie zu nutzen.*



Typische Solarthermie im Einfamilienhaus

Die meisten Dächer haben Platz für vier Sonnenkollektoren mit zusammen 9 bis 10 Quadratmetern Bruttofläche.



Dadurch wird eine PV-Anlage um ca. $2 \text{ kW}_{\text{peak}}$ kleiner.



Planungswerkzeug Luftbild

Luftbilddienste wie BayernAtlas oder Google Earth ermöglichen das Ausmessen von Firstlängen und liefern detaillierte Dachansichten.

Diese können über Grafiksoftware skaliert und als Grundlage für eine Skizze der Solarflächen genutzt werden.



Beispiel Einfamilienhaus:

Vier Standard-Kollektoren im 2,3 m² Format genügen für eine solarthermische Kombianlage (Warmwasser und Raumheizung)

Die restlichen Dachflächen können mit Photovoltaik „ausgemalt“ werden



Photovoltaik oder Solarthermie auf das Dach?

Bei der **Flächenkonkurrenz** zwischen Photovoltaik und Solarthermie sollte nach objektiven Kriterien entschieden werden.

- Bei Flächen mit ungünstiger Neigung oder starker Südadweichung („Solarthermie-Faktor“ unter 1,8), ist Photovoltaik die sinnvollere Solartechnik auf dem Dach.
- Mit mehr als 30° Neigung nach Süden sind Sonnenkollektoren für Warmwasser und Heizungsunterstützung weiterhin eine sehr sinnvolle Systemkomponente.
- Kleine Kollektorflächen, die bisher nur zur Warmwasserbereitung eingesetzt waren, sollten erhalten bleiben, um vorrangig die Pufferzone zur Warmwasserbereitung aufzuheizen.
- Die größte Energieernte vom Dach liefert eine mit „Faktor 2“ dimensionierte Kollektorfläche in Kombination mit möglichst viel PV-Leistung.



Platz für Pufferspeicher

Zur Dimensionierung des nötigen Speichervolumens gibt es einen Mindestwert für Nur-Warmwasser Solaranlagen

50 Liter Speicher je Quadratmeter Kollektor

Bei heizungsunterstützender Solarthermie ist eine etwas reichlichere Dimensionierung mit 80 bis 100 Liter/m² sinnvoll.

Vorsicht bei der Kopplung von Wärmepumpen mit großen Solarpufferspeichern oder Pufferspeichern mit spezieller Schichtladeeinrichtung!

Das effektiv von der Wärmepumpe aufzuheizende Volumen sollte möglichst nicht über 500 Liter in der Warmwasserzone und 500 Liter für den Trennpuffer zum Heizkreis hinausgehen.

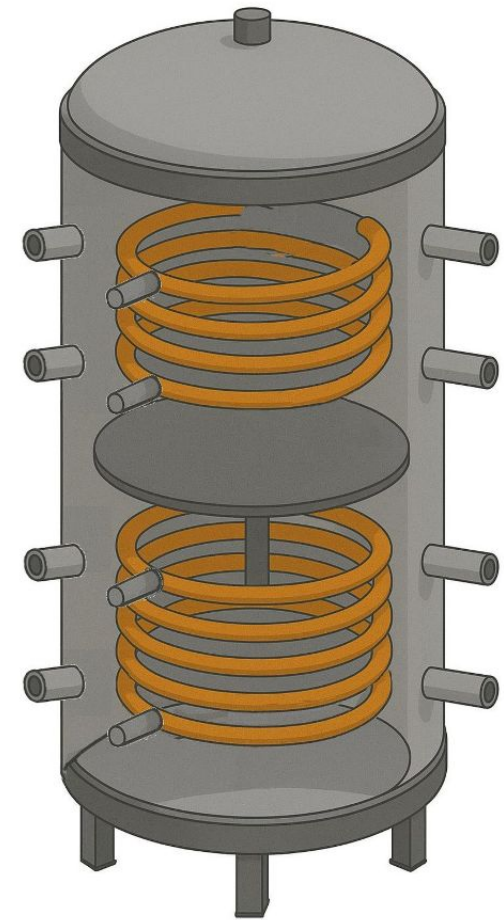
Diese Angaben beziehen sich auf die Dimensionierung im EFH-Bereich.



Kernkomponente Pufferspeicher

Der typische für Solarthermie&Wärmepumpe geeignete Pufferspeicher hat

- Zwei Reihen Anschlussmuffen, mit denen vier verschiedene Speicherschichten erreicht werden
- Zusätzliche Muffen für Entlüftung, Entleerung, Elektroheizpatrone etc.
- Interne Solarwärmetauscher
- Eine **Schichttrennplatte**





Frischwarmwassertechnik

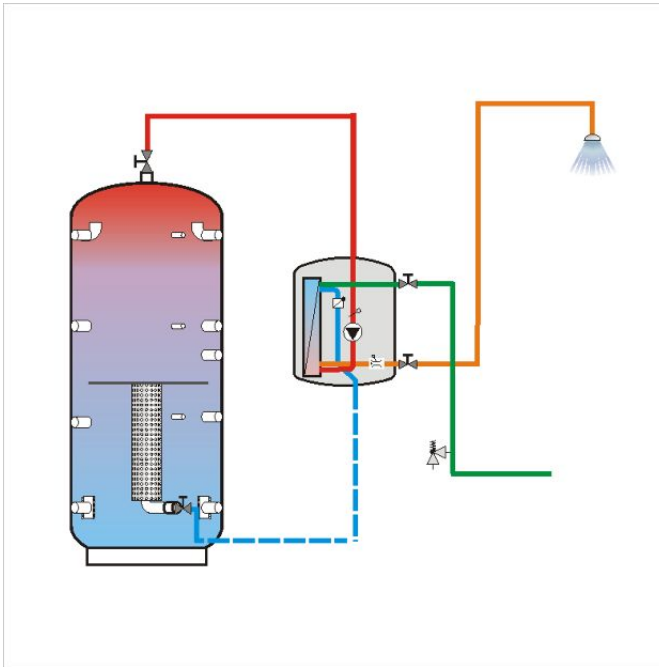


Die Hauptvorteile dieser Technik:

- Pufferspeicher wird schichtend entladen; dadurch ergibt sich ein guter Solarwirkungsgrad auch bei nicht-schichtender Beladung;
- Komfort durch weitgehend konstante Trinkwarmwasser-Zapftemperatur, solange die Puffer-Vorlauftemperatur über der TWW-Solltemperatur liegt;
- Optimale Trinkwasserhygiene



Maximale Speicherausnutzung



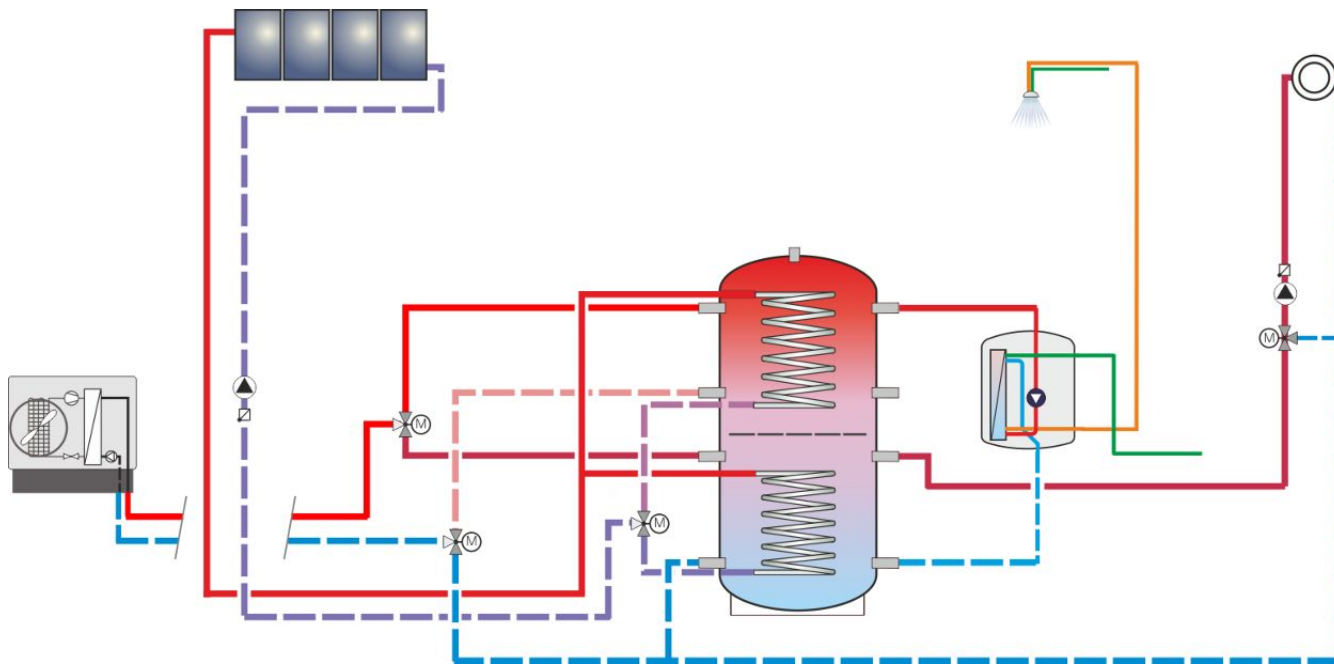
Bei Frischwarmwasserstationen steht auch dann die volle Schüttleistung zur Verfügung, wenn nur die oberste Speicherschicht auf voller Temperatur ist. Kombi-Pufferspeichern müssen dagegen stärker durchgeladen sein.



Anlagenschema mit Pufferspeicher und seine Betriebszustände



Betriebszustände einer Solarthermieranlage



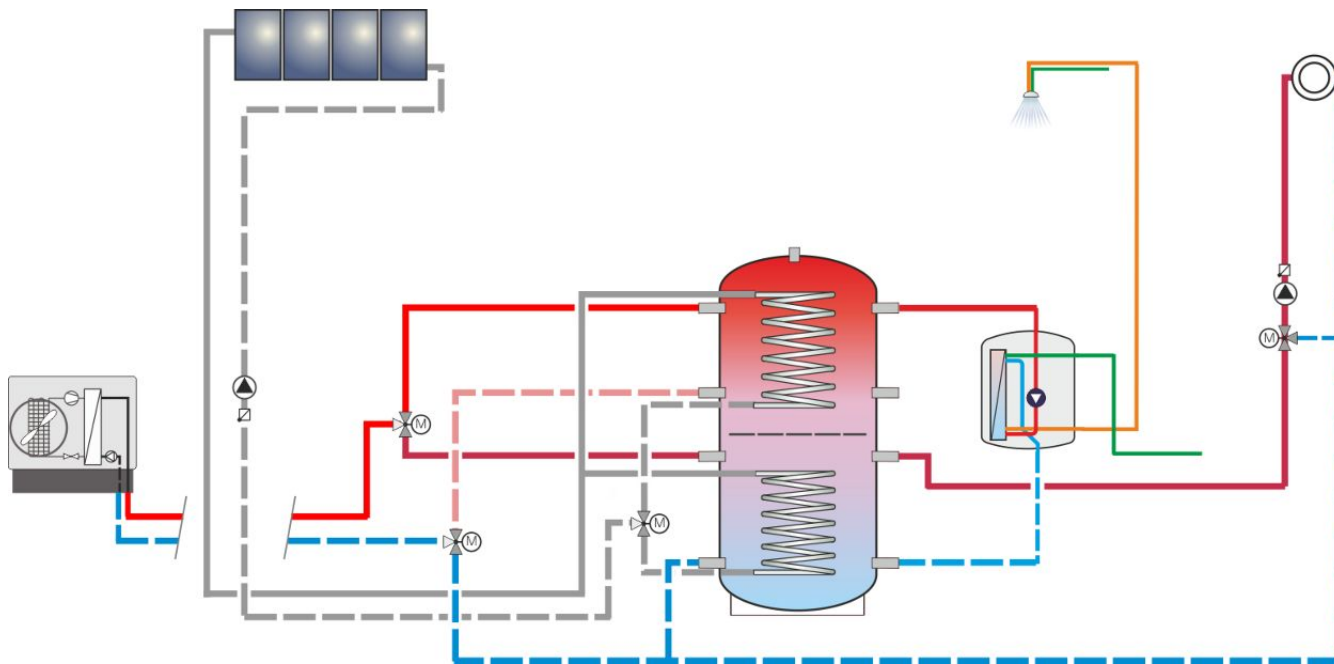
Eine Solarthermieranlage will in jedem Betriebszustand optimal gefahren werden.

Ziele:

- Komfortable Versorgung der Verbraucher
- Optimierter Betrieb der Wärmepumpe
- Effektive Nutzung der Solarwärme



Wintertag

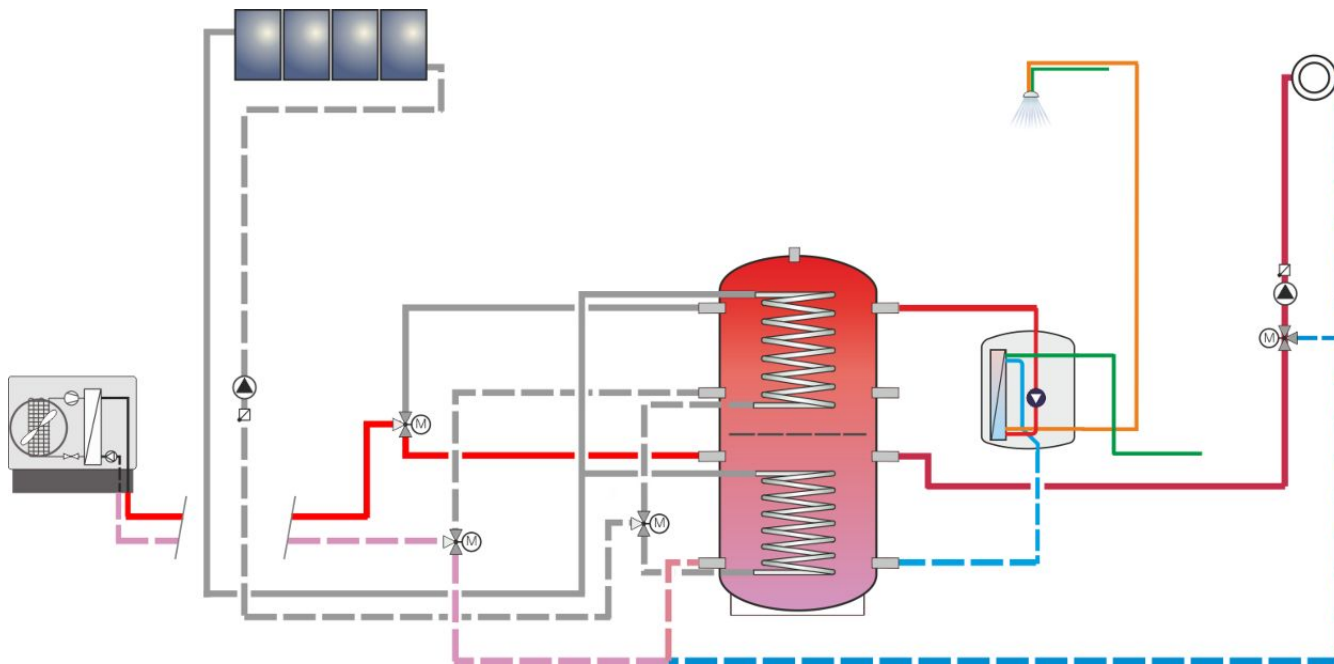


An einem Wintertag ohne Sonnenschein nutzt die Wärmepumpe den Pufferspeicher.

- Weniger häufige Wärmepumpenstarts (reduziert Verschleiß)
- Vermeidung des Betriebs während Stunden mit niedrigem Ökostrom-Anteil im Stromnetz



Wintertag mit Wind

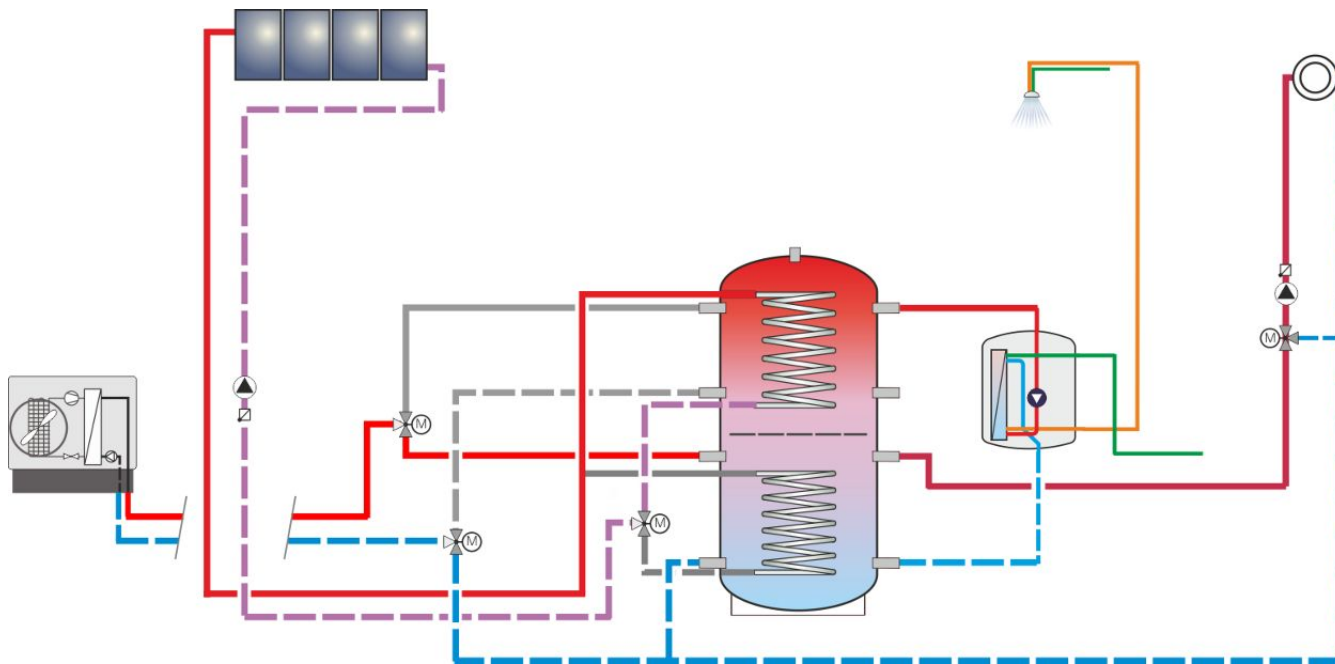


An einem Wintertag mit Wind kann die Wärmepumpe einen niedrigen Strompreis nutzen, um den Pufferspeicher über das normale Temperaturniveau hinaus aufzuheizen.

Voraussetzung: Flexibler Stromtarif



Wintertag mit Sonne

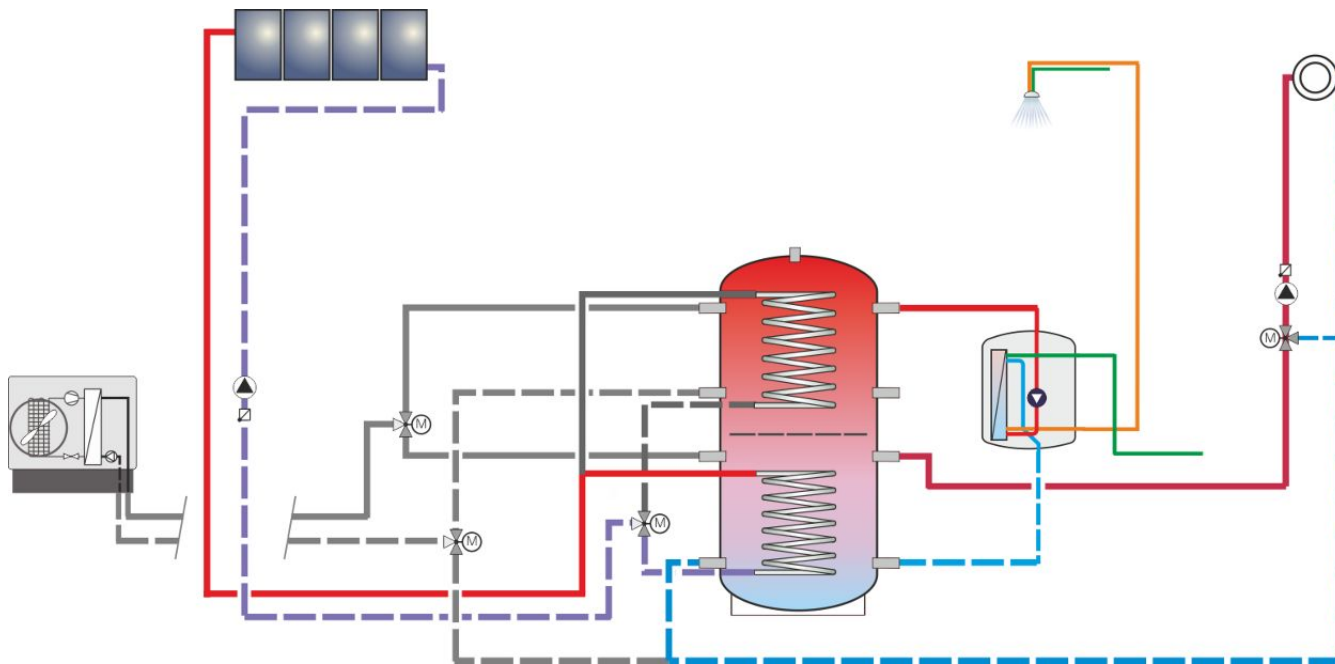


Während Sonnenscheinstunden an einem Wintertag kann der Sonnenkollektor die hohen Temperaturen der Warmwasserbereitung abdecken.

Die Wärmepumpe liefert Wärme mit höherer Effizienz auf dem niedrigerem Temperaturniveau für die Raumheizung.



Sonnentag in der Heizperiode



Bei ausreichender Sonneneinstrahlung erreicht der Sonnenkollektor eine ausreichende Vorlauftemperatur und Leistung, um zeitweise den gesamten Wärmebedarf zu 100% abzudecken.

Die Solaranlage liefert nicht nur die Nutzwärme für Warmwasser und Heizung, sondern erspart Wärmeverluste und Verschleiß im Kreislauf der Wärmepumpe.



Vorteile einer stundenweisen Abschaltung der Wärmepumpe

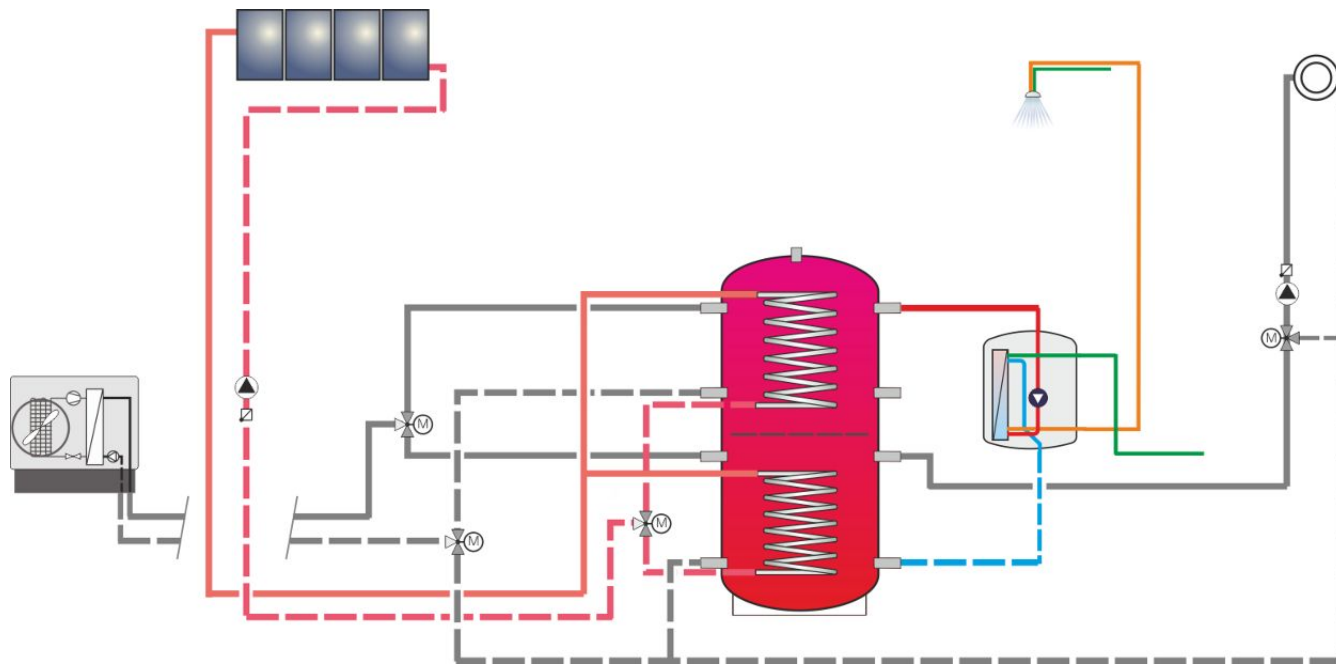
Bei guter Sonneneinstrahlung erreicht der Sonnenkollektor eine ausreichende Vorlauftemperatur und Leistung, um zeitweise den gesamten Wärmebedarf zu 100% abzudecken.

Die Solarthermieranlage

- liefert die Nutzwärme für Warmwasser und Heizung
- reduziert die Betriebsstunden und Anzahl der Startvorgänge der Wärmepumpe und den damit verbundenen Verschleiß
- kann den Pufferspeicher höher aufheizen als die Wärmepumpe
- schenkt der Wärmepumpe längere Abschaltzeiten, während denen sich Vereisungen an Luftabsorber und Lüfterkanal durch passive Wärmeeinwirkung auflösen können
- schont bei erdreichgekoppelten Wärmepumpen die Wärmekapazität der Erdsonde bzw. des Flächenabsorbers



Sommerbetrieb

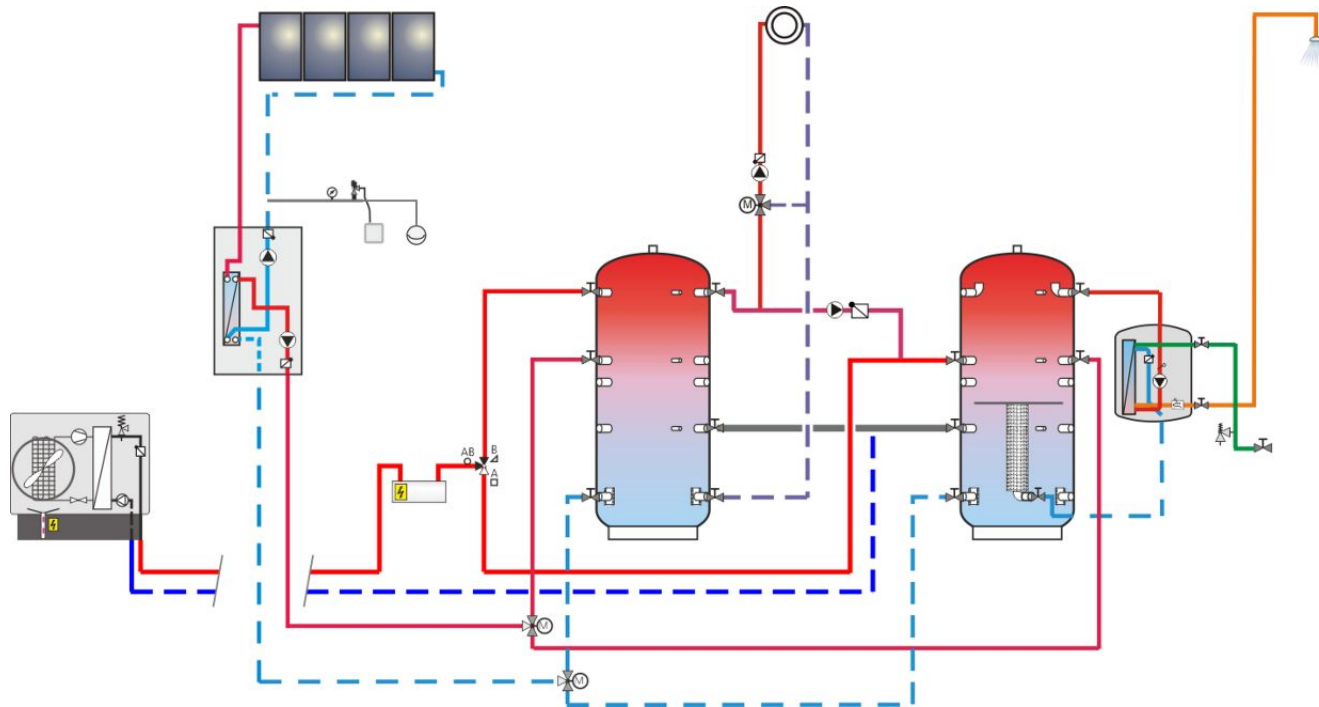


Außerhalb der Heizperiode heizt der Sonnenkollektor den Speicher bis zur Maximaltemperatur auf. Wenn der Solarkreis abschaltet, sollte die Stagnationstemperatur im Kollektor unter 150 °C bleiben.

Aktuelle Solarregler unterstützen die Rückkühlung der Überschusswärme aus dem Speicher in den Kollektor oder in den (Keller)-Heizkreis.



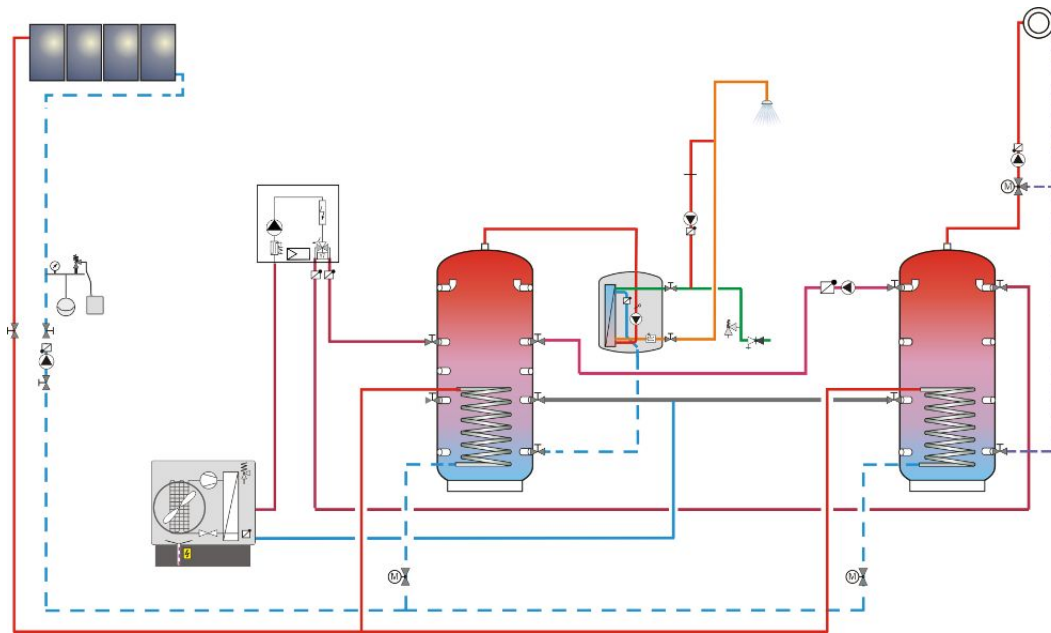
Anlagenschema mit zwei Pufferspeichern



Die Aufteilung in einen für die Trinkwassererwärmung reservierten Pufferspeicher und einen Heizkreis-Pufferspeicher bewährt sich für die Einbeziehung von Speichern im Bestand, bei Heizkreisen mit relativ hoher Rücklauftemperatur sowie in großen Anlagen (Mehrfamilienhäuser).



Praxisbeispiel: zwei Pufferspeichern mit internen Wärmetauschern



Bei diesem konkreten Projekt wollte ein Großunternehmen die komplette Anlage mit 17 m² Sonnenkollektorfläche und zwei 1000 Liter Pufferspeichern abreißen.

Durch Umbau von serieller Verschaltung beider Pufferspeicher auf die hier gewählte Anordnung bilden die Solarthermie-Komponenten die Basis für einen sehr effizienten Betrieb der Wärmepumpe



PVT-Module



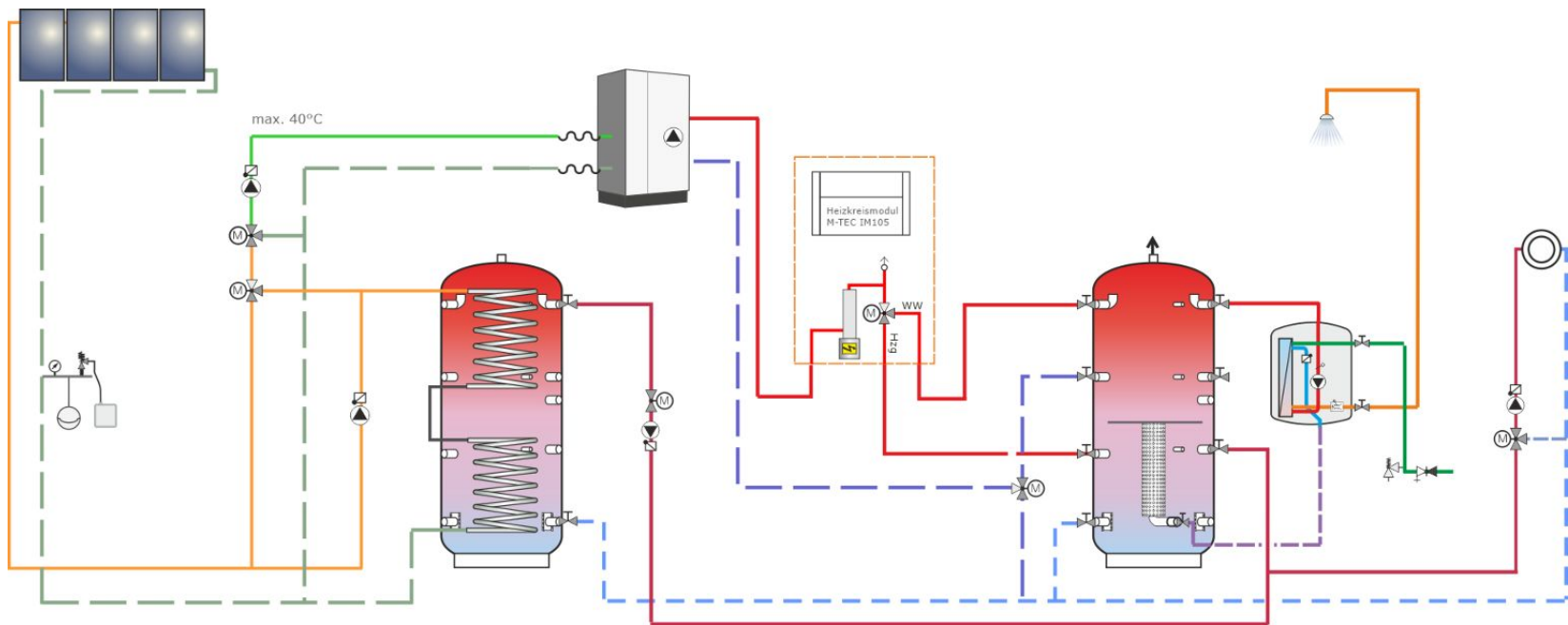
Abwärme von PV-Modulen

- Solarthermie hat bei Sonnenschein einen kühlenden Einfluss auf das Mikroklima
- Herkömmliche PV-Module geben rund zwei Drittel der eingestrahlten Sonnenenergie als Wärme an die Umgebung ab.
- In PVT-Module wird die Rückseite der PV-Zellen durch einen Kühlkreislauf abgeführt.





Anlagenschema mit PVT-Modulen



Unverglaste PVT-Module dienen meistens nur als Niedertemperatur-Wärmequelle der Wärmepumpe.

Es gibt auch PVT-Module, die höhere Vorlauftemperaturen erreichen und einen Fußbodenheizkreis direkt versorgen können.

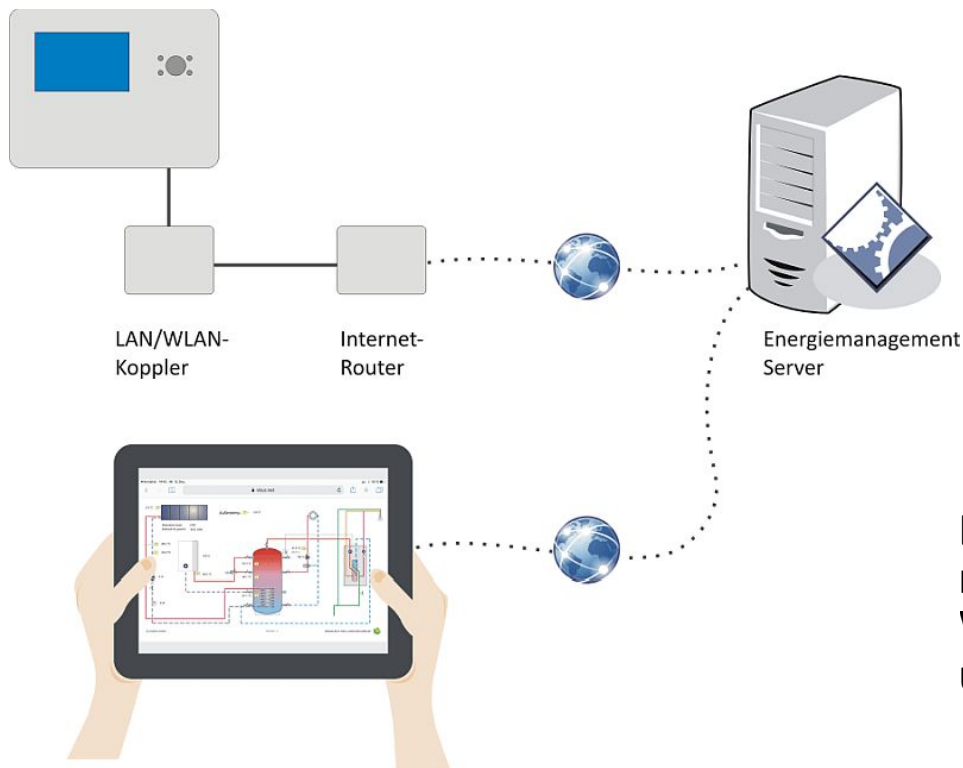


Stand der Regelungstechnik



Anlagenfernüberwachung

Aktuelle Solar-Systemregelungen ermöglichen die Fernüberwachung oder sogar die Fernsteuerung von Anlagen über das Internet.

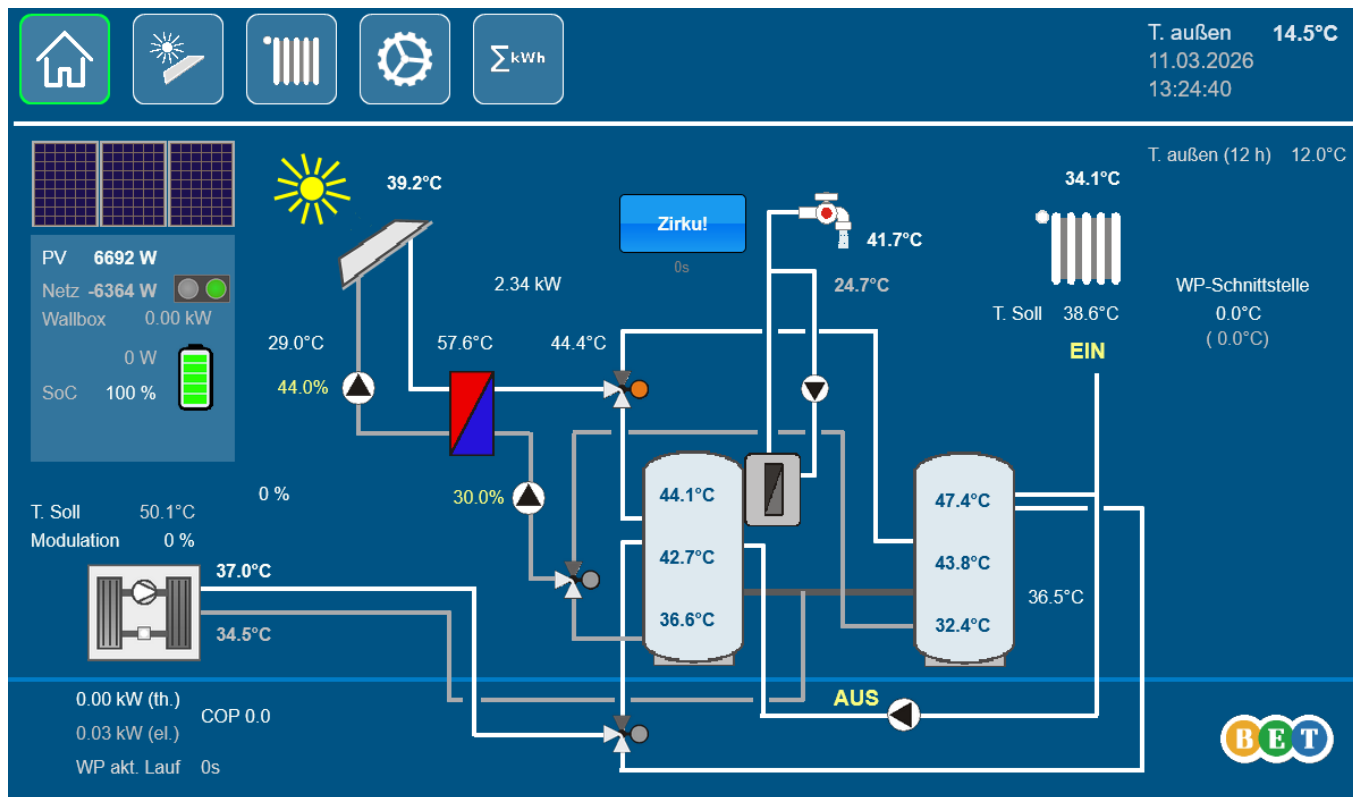


Die App des Herstellers sollte mehr zeigen als nur ein paar Werte von Temperatursensoren und Wärmemengenzähler.



Anlagenfernsteuerung und -monitoring online

Der Onlinezugriff auf den Systemregler zeigt nicht nur den Betriebszustand der Anlage, sondern enthält auch Steuerelemente.





Check: Stand der Technik

Solarthermieranlagen aus vergangenen Jahrzehnten hatten teilweise technische Probleme, die den Ruf der Technologie beschädigt haben. Das betrifft vor allem das Management der zeitweisen Überschusswärme im Hochsommer.

Zu diesen Problemen gibt es inzwischen bewährte Lösungen, die bei Bestandsanlagen nachgerüstet werden können

- Automatische Fehlermeldung bei hydraulischen Problemen im Kollektorkreis (z. B. Kollektortemperatur weit über oder unter Solarkreis-Vorlauftemperatur an der Pumpstation)
- Überschuss-Management durch die Anlagenregelung
- Solar-Vorrangschaltung (reduzierte kesselseitige Nachheizung bei Solarbetrieb)
- Online-Monitoring





Regelungstechnik

Wärmepumpen erfordern andere Regelungsstrategien als herkömmliche Heizkessel.

Heizkessel

- bleibt bei Sonnenschein wenn möglich abgeschaltet
- hat ganzjährig den gleichen Energiepreis

Wärmepumpe

- wird häufig zeitgleich mit dem Kollektorkreis betrieben
- stark variierende Wärmekosten durch stark temperaturabhängige Effizienz und hohe Preisunterschiede zwischen Solarstrom und Netzstrom

Eine übergeordnete Systemregelung sollte Einfluss auf die Regelung der Wärmepumpe nehmen können.



Regelungstechnische Schnittstelle: SG Ready

Alle aktuellen Wärmepumpen verfügen eine regelungstechnische Schnittstelle, um auf einen flexibilisierten Betrieb nach Verfügbarkeit von Solarstrom umzuschalten:

Smart Grid - Ready-Schnittstelle

Die Schnittstelle besteht aus zwei potenzialfreien Schaltern (A/B), mit denen die Solarstrom-Seite vier Zustände signalisieren kann:

A: **ON** / B: off

Abschalten der Wärmepumpe („EVU-Sperre“)

A: off / B: off

Normalbetrieb nach laufendem Wärmebedarf

A: off / B: **ON**

Betrieb der Wärmepumpe mit erhöhten Zieltemperaturen

A: **ON** / B: **ON**

Betrieb der Wärmepumpe mit verstärker Leistung,
z. B. durch Einschalten einer direktelektrischen Zusatzheizung





SG Ready - Vor- und Nachteile

Vorteile

- Triviale elektrische Schaltung
- Schaltzustand leicht nachvollziehbar

Nachteile

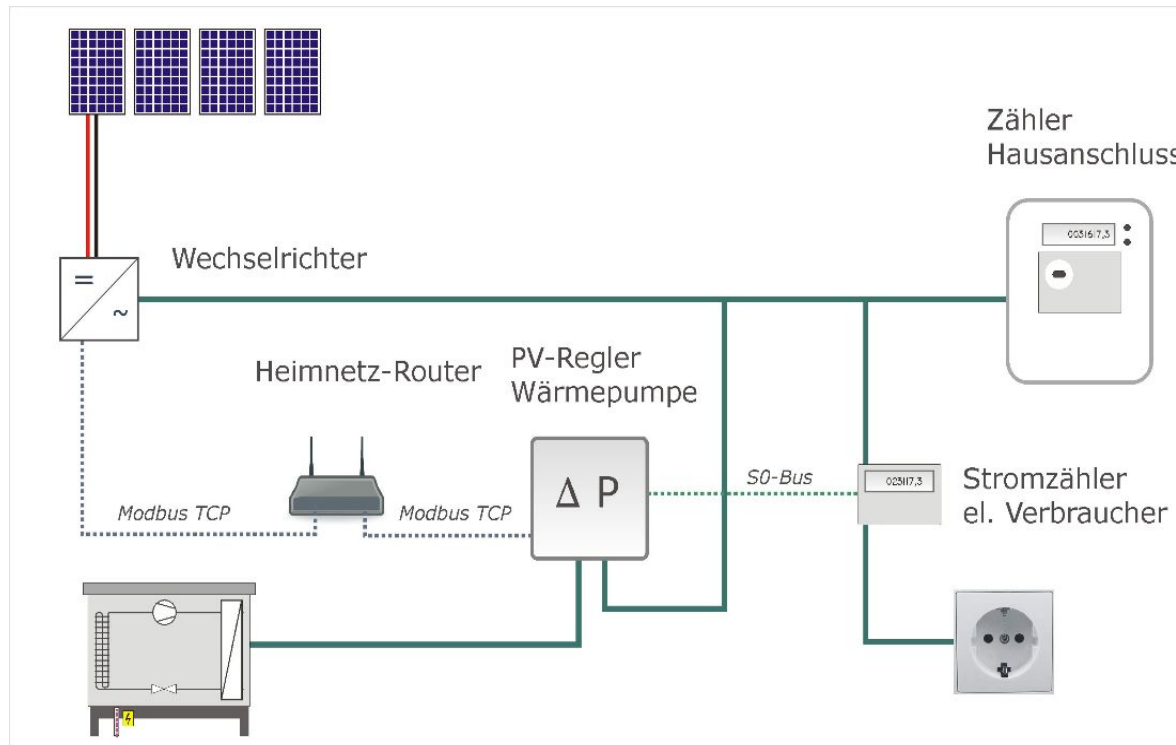
Kein Angleichen der Wärmepumpenleistung an die aktuelle PV-Überschussleistung, dadurch

- ggf. zusätzlicher Netzstromverbrauch für Betrieb der Wärmepumpe bei überhöhten Temperaturen
- oder ungenutzte PV-Leistung bei zu hoher Auslöseschwelle





Regelungstechnische Schnittstelle: SunSpec-Protokoll



Energiemanagementsysteme, die per SunSpec-Protokoll oder ähnliche Weise nur mit Wärmepumpe und Photovoltaik-System kommunizieren, beziehen im Normalfall die Regelung der Solarthermie nicht ein.



Dimensionierung der Wärmepumpe

Häufig wird die Leistung der Wärmepumpe knapp unter der maximalen Heizlast ausgelegt. Ziel sind lang durchgehende Laufzeiten im Heizbetrieb.

Eine Flexibilisierung der Wärmeerzeugung ist aber nur mit Leistungsreserven möglich.

Eine knapp dimensionierte Wärmepumpe ist so geeignet für die Solarnutzung wie ein Goggomobil zum Kolonnenspringen.



Die Wärmepumpe sollte geeignet sein, den täglichen Wärmebedarf auch bei sechs Stunden Sperrzeit zu decken.



Optimierungskriterien

Mehrere Faktoren machen eine angepasste Wärmeanforderung an die Wärmepumpe sinnvoll:

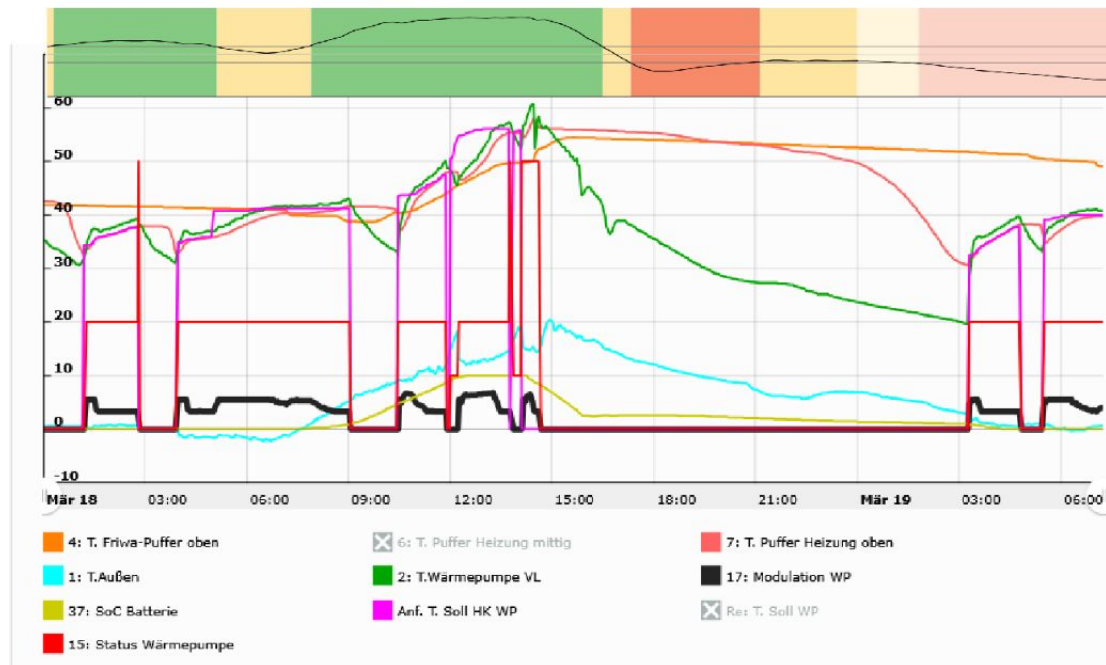
- Differenz der aktuellen **Lufttemperatur** zum 18 Stunden Mittelwert
→ Offset in Höhe der aktuellen *positiven* Differenz
- Bei **Leistung der PV-Anlage** über einem Mindestwert
→ zunehmender Offset in Abhängigkeit vom **SoC der Batterie**
z. B. 40% → 0 K; 70% → 2 K; 80% → 4 K; 100% → 9 K
- Nach **Winkelabstand der Sonne** zum Horizont, relativ zur maximalen Sonnenhöhe mittags;
z. B. -100% → -2 K; -10% → -3 K; +10% → 0 K; 40% → 1 K; 100% → 4 K
- Nach Start der Wärmepumpe innerhalb einer **Mindestlaufzeit**
→ Mindestsollwert nach aktueller Puffertemperatur plus kleiner Erhöhung, um die Wärmepumpe in Betrieb zu halten
- Nach **Preissignal** eines flexiblen Stromtarifs



Dynamische Betriebsweise

Die Überhöhung der Puffertemperatur mit Solarenergie vom eigenen Dach ermöglicht längere Abschaltungen der Wärmepumpe in der folgenden Zeit.

So ergibt sich häufig eine gute Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Stromampel.

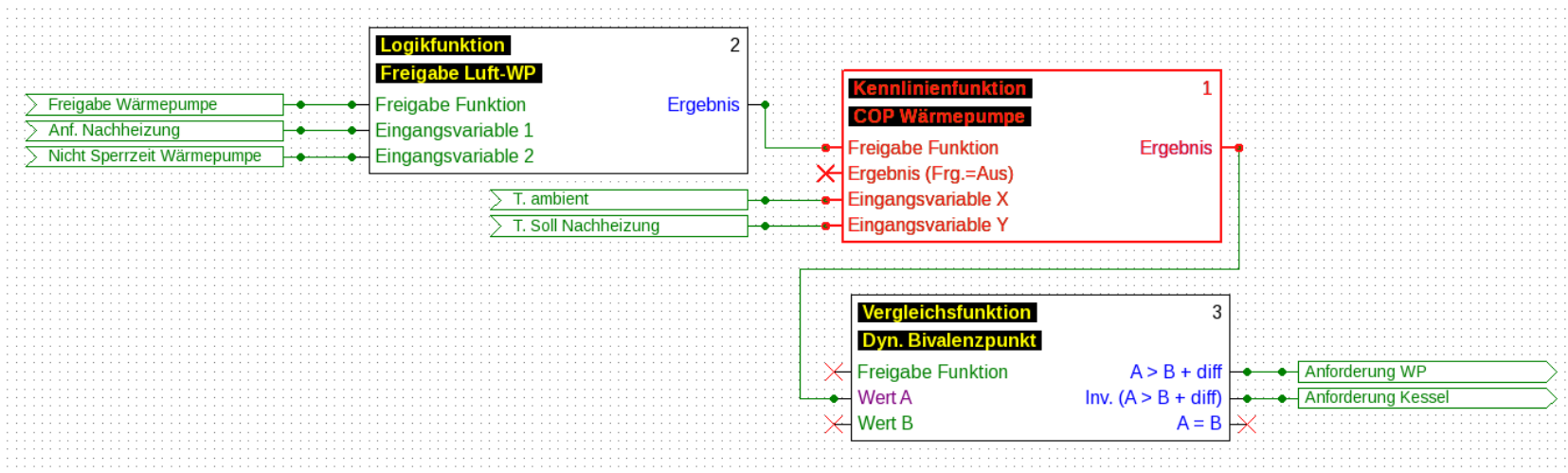




Systemregelungen

Freiprogrammierbare Systemregler können

- eine SG Ready Schnittstelle und Stromzähler auswerten
- mit PV-Anlage und Wärmepumpe per Modbus TCP kommunizieren
- wahlweise die Wärmepumpe oder ggf. einen weiteren Wärmeerzeuger laufen lassen, um die Wärmekapazitäten im Haus aufzuladen





Schnittstelle: Anforderungskontakt

Potenzialfreier Anforderungskontakt

Übergeordnete Systemregler können einfache Wärmepumpen wie den Brenner eines Heizkessels per Signal aus einem potenzialfreien Kontakt starten.

„Potenzialfrei“ bedeutet, dass von den Klemmen des Eingangs an der Wärmepumpe kommend eine Spannung anliegt, die prüft, ob der Schaltkontakt geöffnet oder geschlossen ist.



Ein solcher Kontakt kann außerdem verwendet werden

- für die SmartGrid Ready Schnittstelle
- als Sperrkontakt

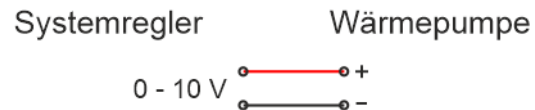


Schnittstelle: 0 – 10 V Anforderung

0 – 10 V Schnittstelle

Ein Steuersignal von 0 bis 10 Volt ist geeignet, eine bestimmte Leistung von der Wärmepumpe anzufordern

- als prozentualer Wert der Leistung (6,5 V → 65 % Leistung)
- als Sollwert der Vorlauftemperatur (4,2 V → 42°C)





Anforderung über mehrere Signalverbindungen

Der Einsatz von drei Signalverbindungen ermöglicht eine differenzierte Wärmeanforderung für Warmwasser und Raumheizung.

Pot.-freier Kontakt 1: Anforderung für Warmwasser

bewirkt einen Betrieb der Wärmepumpe mit voller Leistung und Stellung der Dreiwegeventile zum Speicher der Warmwasserbereitung

Pot.-freier Kontakt 2: Anforderung für Heizkreise

bewirkt einen Betrieb der Wärmepumpe mit angepasster Leistung und Stellung der Dreiwegeventile zum Heizkreis

in Kombination mit

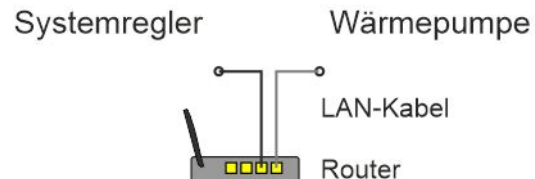
0 – 10 V Schnittstelle: Temperatursollwert für Heizkreis



Modbus TCP Schnittstelle

TCP/IP Heimnetz als „So da“-Installation

Wenn der Systemregler und die Wärmepumpe beide über den Router mit dem Internet verbunden sind, besteht gleichzeitig auch eine direkte LAN-Verbindung. Diese lässt sich zur Modbus TCP Kommunikation nutzen.





Modbus TCP Schnittstelle einrichten

Parameter lesen

Das Einrichten der Modbus TCP Schnittstelle erfordert einige Angaben, deren Kenntnis nicht jedem vertraut sind.

Die IP Adresse der Wärmepumpe im Heimnetz lässt sich im Regelungsmenü der Wärmepumpe auslesen bzw. einstellen.

Einige Hersteller geben mit einer detaillierten Dokumentation Unterstützung zu

- Gerätenummer
- Adresse der einzelnen Parameter
- Datentyp und Byte-Reihenfolge
(16-bit Werte in Big-Endian Codierung funktionieren meistens unproblematisch)

Modbus	
Bezeichnung:	T. WP VL
IP:	192.168.2.221
Gerät:	1
Funktion:	03-read holding registre
Adresse:	1525
Datentyp:	16-bit signed
Byte-Reihenfolge:	Big-endian
Intervall (Sek):	30
Timeout (Min):	10
Eingangswert:	355
Faktor:	1.00000
Einheit:	dimensionslos
Wert bei Timeout:	Unverändert
Ausgabewert:	0.00000
aktueller Wert:	355



Modbus TCP Schnittstelle lesen

Wenn die Modbus TCP Schnittstelle eingerichtet ist, liefert sie viele Betriebsdaten (Temperaturen, Sollwerte, Leistungen, COP-Wert etc.), typischerweise

- Außentemperatur
- Vor- und Rücklauftemperatur
- Soll- und Ist-Wert der Heizkreise
- Soll- und Ist-Wert Warmwasserspeicher (bzw. Friwa-Pufferspeicher)
- Status-Wert zum aktuellen Betriebszustand
beispielsweise 0 = Aus, 1 = Betrieb für Heizkreis, 2 = Betrieb für WW,
3 = Sperrzeit nach Betrieb, 10 = Störung

Diese Daten ersparen das Platzieren redundanter Temperaturfühler und ermöglichen eine optimierte Ansteuerung der Wärmepumpe, auch wenn diese über eine direkte Schnittstelle (pot.-frei oder 0-10 V) läuft.



Modbus TCP Schnittstelle schreiben

Einige Wärmepumpen lassen das Schreiben in Modbus-Datenpunkte zu.
Das ermöglicht eine präzise Ansteuerung, meistens durch vier Parameter

- Modus Heizbetrieb
beispielsweise
0 = Aus, 1 = Betrieb nach Sollwerten Wärmepumpe, 2 = Sollwert per Modbus
- Solltemperatur Heizkreis-Vorlauf
- Modus Warmwasserbereitung
beispielsweise
0 = Aus, 1 = Betrieb nach Sollwerten Wärmepumpe, 2 = Sollwert per Modbus
- Solltemperatur Warmwasserspeicher (bzw. Friwa-Pufferspeicher)



Checkliste für die solaroptimierte Regelung von Wärmepumpen

- Welche Ökostrom-Quelle ist verfügbar?
- Ist ergänzend zur eigenen PV-Anlage ein stundenbasierter Ökostromtarif sinnvoll?
- Lässt sich die Speicherkapazität des Hauses effektiv nutzen? Raumthermostate checken! Überheizen mit Heizkörpern vermeiden!
- Niedertemperaturheizkreis vorhanden, um den Pufferspeicher möglichst tief zu entladen?
- Hat die Wärmepumpe angemessene Leistungsreserven? Welche Vorlauftemperatur kann sie erreichen? (Kapazität des Pufferspeichers!)
- Wird die direktelektrische Zusatzheizung sparsam eingesetzt, damit sie die Wärmepumpe nicht „überfährt“?





Gebäudeenergiegesetz Gebäudemodernisierungsgesetz



Eckpunktepapier zum Gebäudemodernisierungsgesetz

- Das am 24.02.2026 veröffentlichte Eckpunktepapier zum GMG formuliert das „Ziel, dass neue Heizungen in Zukunft überwiegend CO2-frei betrieben werden“
- Das neue Gesetz soll „einen technologieoffenen Katalog mit allen möglichen Heizungsoptionen nennen“.
- Der Einsatz von Solarthermie, insbesondere bei Kombination mit einer Wärmepumpe sollte daher durch das GMG nicht beeinträchtigt werden.



SPD Fraktion im
Bundestag

24.2.2026

Eckpunkte zum neuen Gebäudemodernisierungsgesetz

Gebäudebestand

Das Heizungsgesetz wird abgeschafft. Die bürokratischen und kleinteiligen Regelungen der mit der Novelle 2023 eingefügten §§ 71 – 71p sowie der § 72 des GEG werden gestrichen.



51 Prozent Erneuerbare Wärme

Das Gebäudeenergiegesetz enthält einen Katalog von Heiztechniken, die einzeln **oder in Kombination miteinander** 65% EE-Anteil erreichen.

Damit bietet das GEG weiterhin eine gute Orientierung, welche Lösungen für den um 14 Prozentpunkte reduzierten EE-Anteil geeignet sind.

1. Hausübergabestation zum Anschluss an ein **Wärmenetz**
2. elektrisch angetriebene **Wärmepumpe** (§ 71c)
3. **Stromdirektheizung** (§ 71d)
4. **solarthermische Anlage** (§ 71e)
5. Heizungsanlage zur Nutzung von **Biomasse** oder grünem oder blauem **Wasserstoff** einschließlich daraus hergestellter Derivate
6. **Wärmepumpen-Hybridheizung**
7. **Solarthermie-Hybridheizung**



Kombinationsmöglichkeiten mit anderen 65%-Optionen

Die *Informationen vor dem Einbau einer neuen Heizung* der zuständigen Bundesministerien nennen diese Voraussetzung zur Erfüllung des „Heizungsgesetzes“:

- **Heizung auf der Basis von Solarthermie** – wenn sie den Wärmebedarf des Gebäudes komplett deckt

Die „wenn“-Einschränkung ist **falsch**, denn *alle* Sonnenkollektoranlagen (mit dem üblichen „Solar Keymark“-Zertifikat) dürfen mit anderen Erfüllungsoptionen des GEG kombiniert werden, also vor allem mit

- Wärmenetzanschluss
- Wärmepumpe
- Biomassekessel

Dabei gilt *keine* Mindestanforderung, da die aus Solarthermie erzeugte Wärme immer zu 100% erneuerbare Energie darstellt, auch wenn der Anteil der Solarthermie am Gesamtwärmebedarf unter 100% liegt.

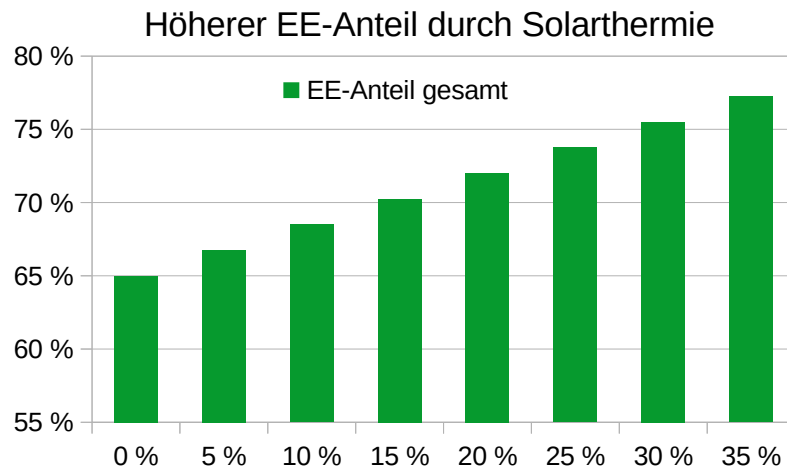


Kombination mit Solarthermie erhöht den EE-Anteil

Eine Wärmepumpe nutzt Umgebungswärme für 65% EE-Anteil an der Wärmeversorgung.

Solarthermie liefert 100% erneuerbare Wärme

Jeder Prozentpunkt Solaranteil mehr *steigert* in der Gesamtbilanz den Anteil der erneuerbaren Wärme.

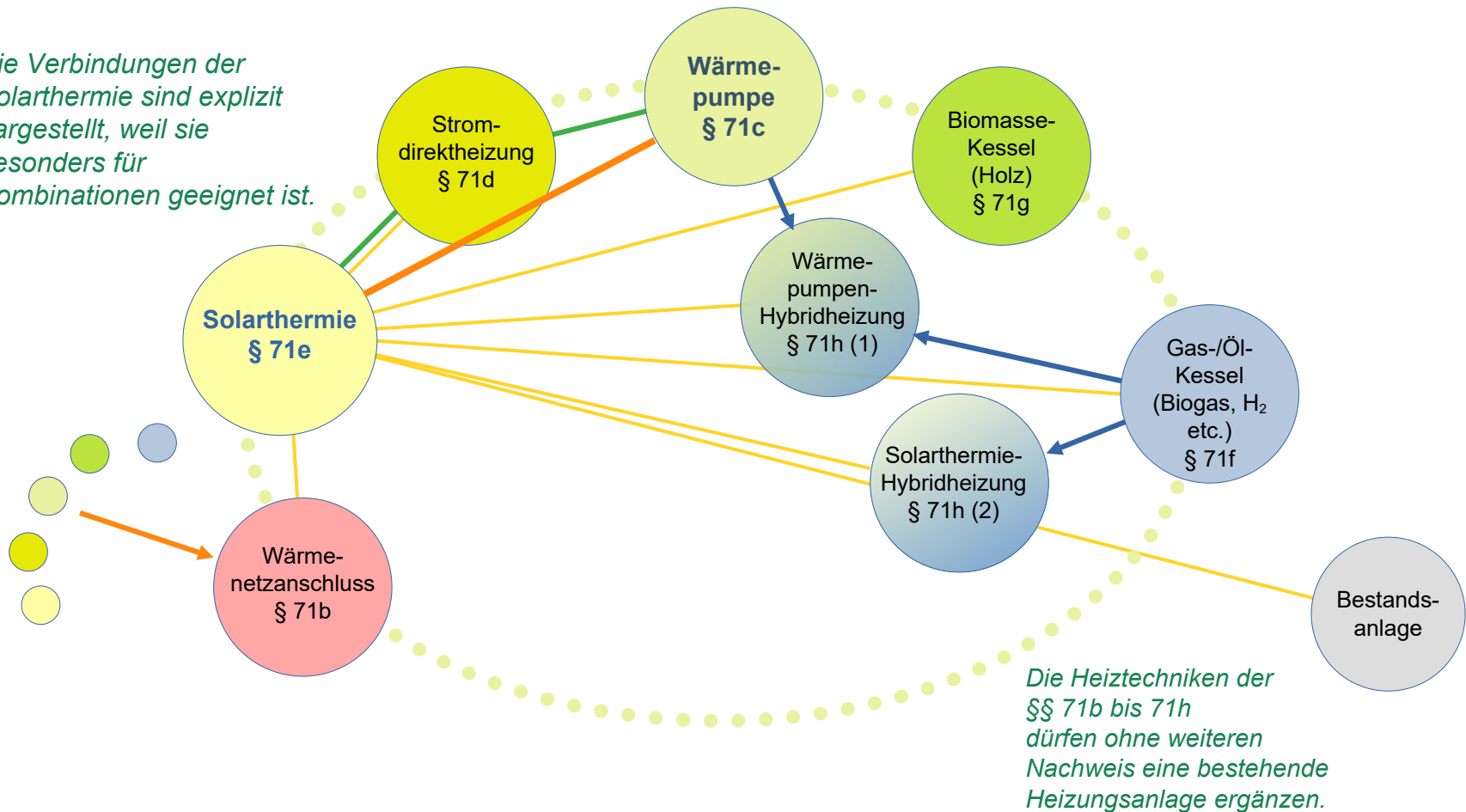


Jeder Prozentpunkt Solaranteil steigert den Anteil der erneuerbaren Wärme.



Überblick der Kombinationsmöglichkeiten

Die Verbindungen der Solarthermie sind explizit dargestellt, weil sie besonders für Kombinationen geeignet ist.





Kosten und Effekte



Kosten

Investitionskosten

Eine Wärmepumpenheizung mit Pufferspeichern und Einbindung von vorhandener Solarthermie kostet typischerweise zwischen 45.000 und 60.000 € (vor Abzug Förderung)

Die Mehrkosten gegenüber Standard-Wärmepumpenheizungen (mit einfachem Warmwasserspeicher) liegen zwischen 0 und 30.000 €.

Die Kostendifferenz ist abhängig vom Anbieter und vom Umfang der neu zu installierenden Technik

Materialkosten Solarthermie

Internetanbieter verkaufen ein „Flachkollektor-Solarpaket 10 m²“ mit fünf Sonnenkollektoren und Dachhaken, Solar-Wellrohrleitung, Pumpstation, Solarkreismedium und einfacher Regelung für rund 3.500 € (einschl. MwSt.)



Einsparungseffekte

Energiekosteneinsparung

Die durch Sonnenkollektoren bereitgestellte Wärme vermindert unmittelbar den Stromverbrauch der Wärmepumpe. Bei der Umrechnung von Solarwärme in Stromeinsparung sind eher niedrige Arbeitszahlen der Wärmepumpe anzusetzen.

Einsparung durch flexibilisierten Stromverbrauch

Die Wärmespeicher der Solarthermie verbessern den flexibilisierten Betrieb der Wärmepumpe und damit auch die Nutzung von eigenem PV-Strom.

Einsparung durch materialschonenden Betrieb

Durch reduzierte Laufzeiten und Starts altert die Wärmepumpe nicht so schnell. Damit ist der zusätzliche (geringe) Wartungsaufwand für den Kollektorkreis mehr als kompensiert.



Solarthermie als Baustein im Klimaschutz

Klaus Müller, Präsident der Bundesnetzagentur

Anfang Januar 2024 im Interview für die Zeitungen der Funke Mediengruppe:

“Es wird sich immer mehr die Einschätzung durchsetzen, dass Wärmepumpe, Solarthermie oder auch Fernwärme sehr leistungsstarke Technologien sind”.



Vielen Dank für Ihr Interesse!



Axel Horn

Buchenstr. 38, 82054 Sauerlach (D)

www.ahornsolar.de