



Solaroptimierte Regelung von Wärmepumpenheizungen

Axel Horn, 82054 Sauerlach (D)
www.ahornsolar.de

Bauzentrum München
Online-Forum am 26. Oktober 2022



Umweltfreundlich Heizen mit Wärmepumpe - wie geht das?

*Je umweltfreundlicher der Strom produziert wird,
desto umweltfreundlicher heizt die damit betriebene Wärmepumpe!*

Solarstrom vom eigenen Dach erhöht den Anteil des Ökostroms, mit dem eine Wärmepumpe betrieben wird.

Was braucht es dafür?

- * Solarleistung
- * Wärmepumpenleistung
- * Speicherkapazitäten
- * Regelungsschnittstellen und -strategien

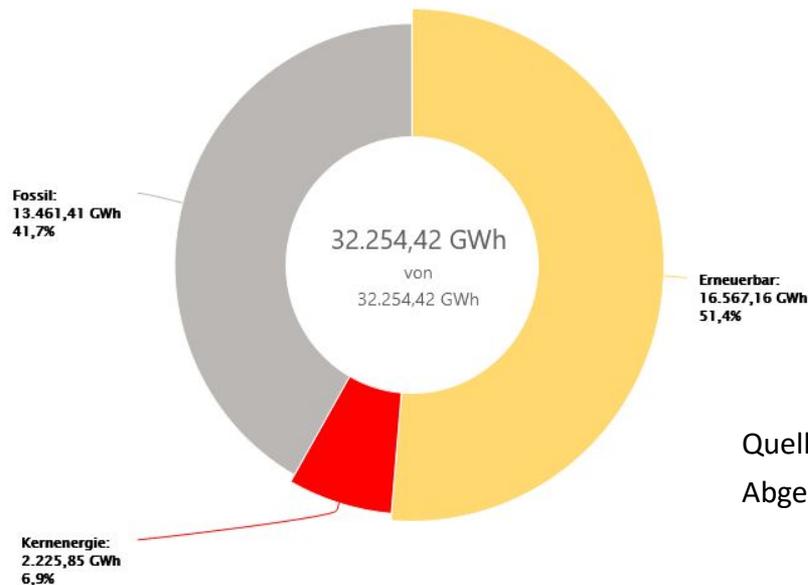
Wer wartet, bis der Strommix aus dem Netz von alleine zu 100% „grün“ ist, verschenkt wertvolle Jahre für den Klimaschutz!



Energiewende braucht flexible Stromverbraucher

Deutschland, Oktober 2022:

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



Quelle: energy-charts.info

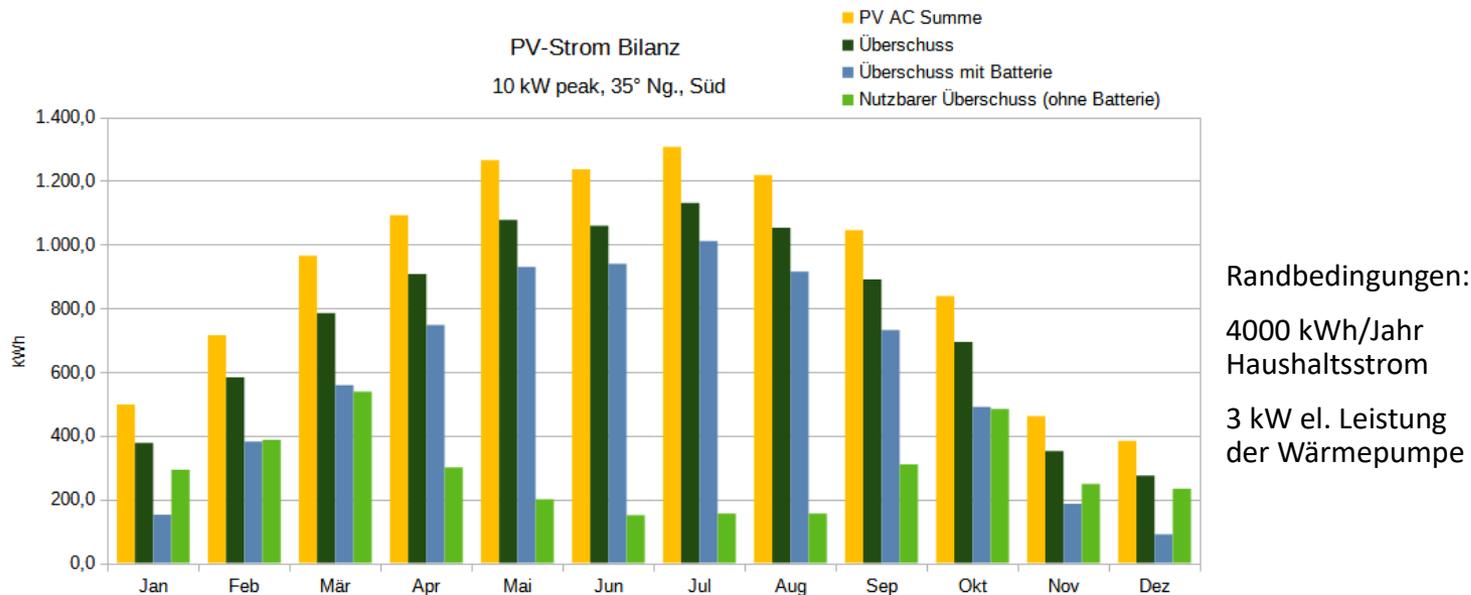
Abgerufen am 25.10.2022

Es hängt stark vom Zeitpunkt des Stromverbrauchs ab, ob dadurch der fossile Teil belastet oder der erneuerbare Anteil genutzt wird.



Solarleistung

Aktuelles Solarmodul: knapp 2 m² Modulfläche und 400 Watt Leistung.
Für 10 kW peak PV-Leistung braucht es also 50 m² Dachfläche.



Vom erzeugten Solarstrom wird zuerst der Verbrauch an Haushaltsstrom abgezweigt. Der nutzbare Überschuss wird durch die elektrische Leistungsaufnahme der Wärmepumpe und den Wärmebedarf begrenzt.



Dimensionierung der Wärmepumpe

Häufig wird die Leistung der Wärmepumpe knapp unter der maximalen Heizlast ausgelegt. Ziel sind lange 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.



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 um die gespeicherte elektrische Energie.

Im Winter *reduziert* der Stromspeicher den für die Wärmepumpe verfügbaren „überschüssigen“ Solarstrom, weil zuerst der nächtliche Verbrauch an Haushaltsstrom in den Speicher nachgeladen wird.

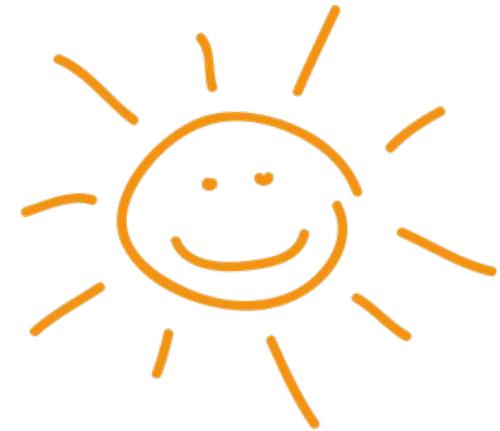




Wärmespeicher

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 Quelltemperatur der Umgebungsluft.



Wärmespeicher Fußbodenheizung

Die Estrichschicht, in denen Fußbodenheizungen üblicherweise eingebaut sind, hat eine spezifische Wärmekapazität von ca. 0,08 kWh/ (m²K).

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.





Heizwasser-Pufferspeicher

Einfache Warmwasserspeicher 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.

Die mit Wärmepumpen erreichbare maximale Speichertemperatur ist niedriger als bei der Solarthermie.

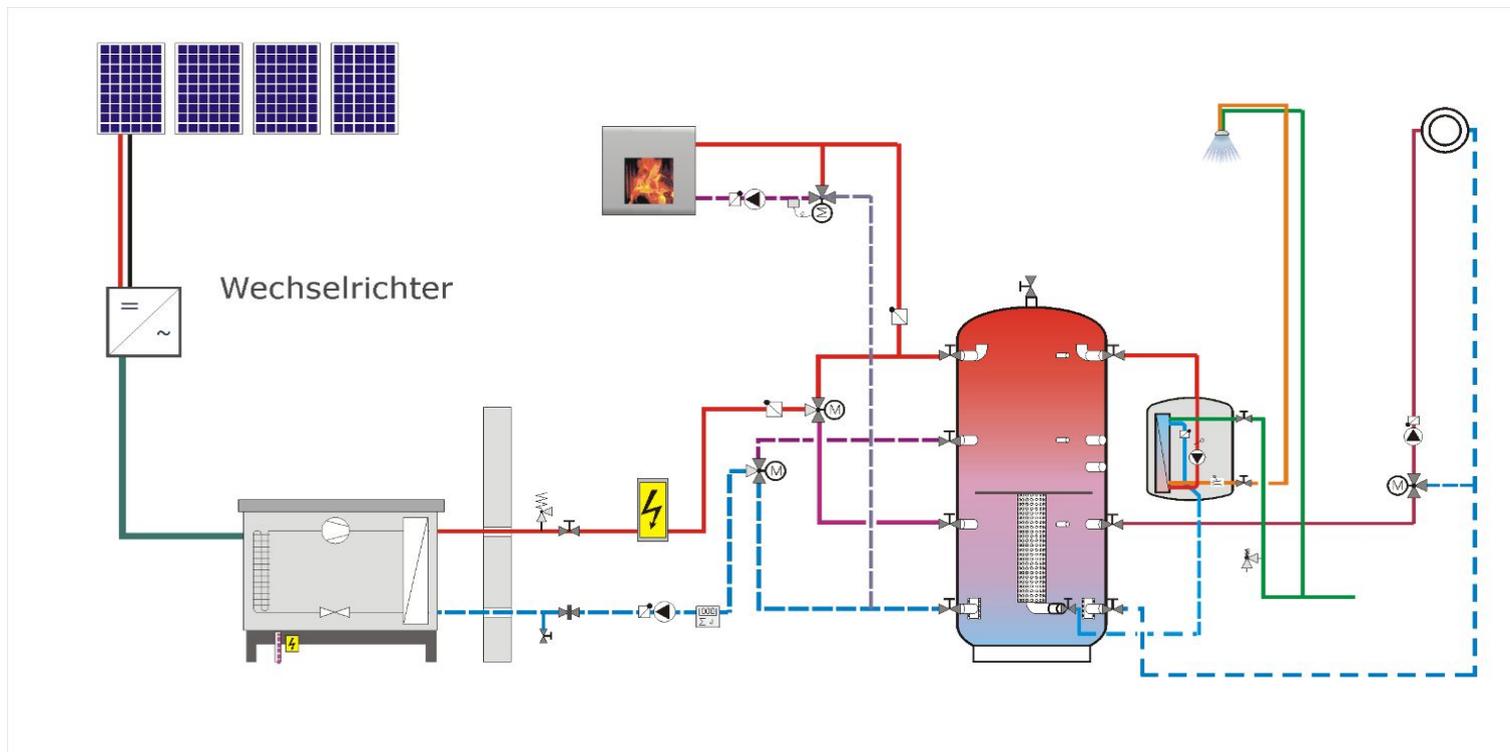




Anlagenschema mit Pufferspeicher

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

Der Wärmeverbrauch ist von der Wärmeproduktion zeitlich entkoppelt.





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

In der SunSpec Alliance haben Hersteller von PV-Wechselrichtern und Wärmepumpen einen Kommunikationsstandard auf Basis von Modbus TCP vereinbart.



Konkret müssen dazu der Wechselrichter und das Regelgerät der Wärmepumpe über das Heimnetz (Router) miteinander verbunden sein.

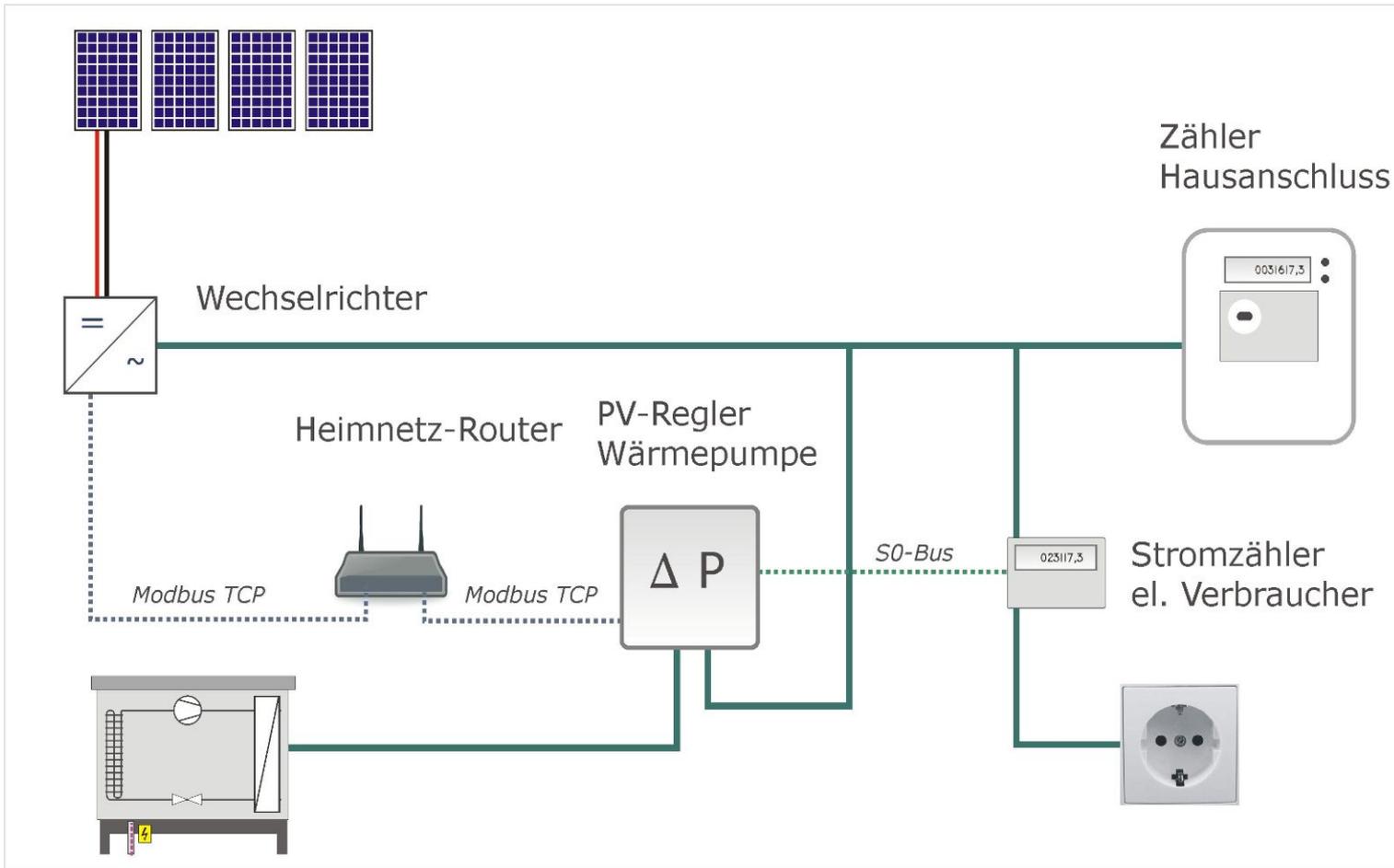
Der Wechselrichter übermittelt in Datenpaketen die aktuelle PV-Leistung und weitere Parameter an die Wärmepumpe.

Die Wärmepumpe fragt über S0-Bus von einem zusätzlichen Stromzähler ab, wie hoch der aktuelle Leistungsbedarf der übrigen elektrischen Verbraucher im Haus ist.

Die Differenz ist der genaue **elektrische Leistungsüberschuss**, auf den die Wärmepumpe eingeregelt werden kann.



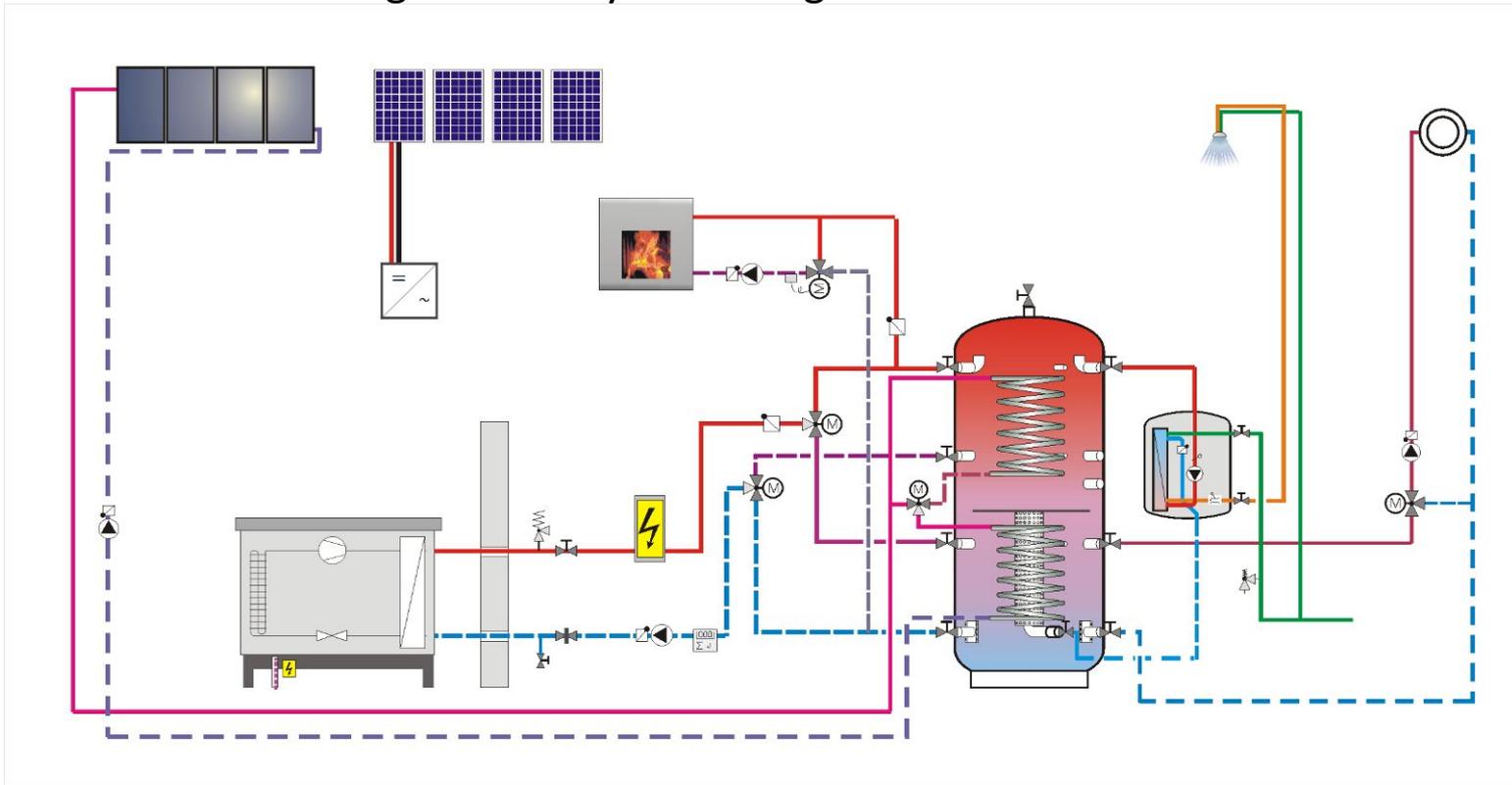
Regelungstechnische Schnittstelle: SunSpec-Protokoll





Anlagenschema mit Pufferspeicher und Solarthermie

Über den Heizwasser-Pufferspeicher können weitere Wärmeerzeuger und auch Solarthermie gut in das System integriert werden.



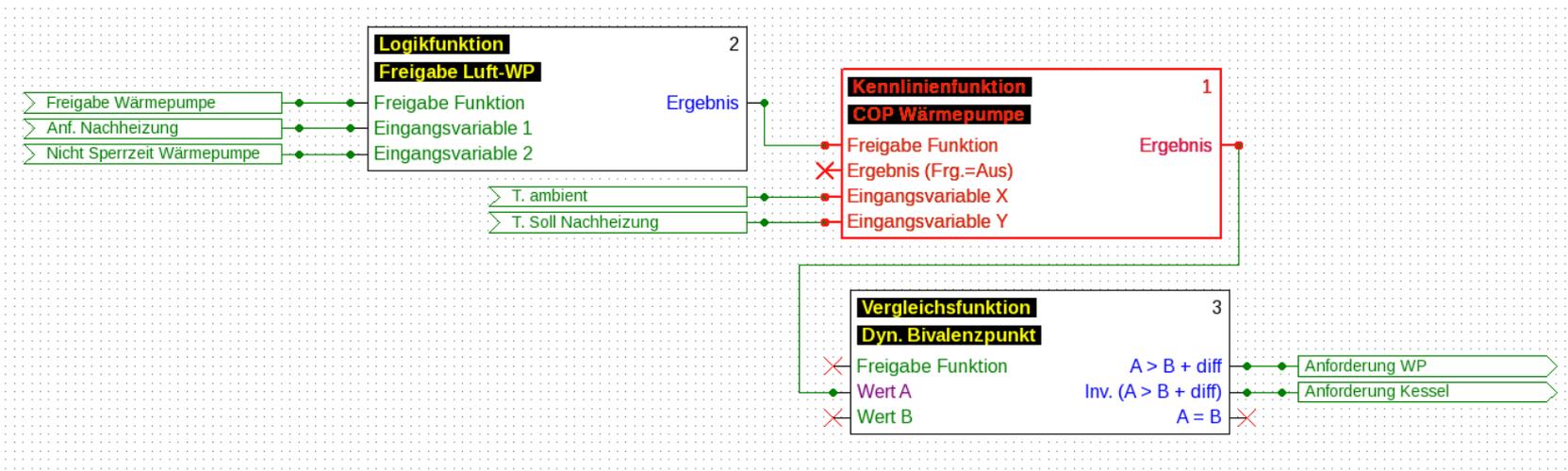
Ein Sonnenkollektor produziert bei Sonnenschein zusätzliche Leistung und hohe Vorlauftemperaturen.



Systemregelungen

Freiprogrammierbare Systemregler können

- eine SG Ready Schnittstelle und Stromzähler auswerten
- zusätzliche Wärmeerzeuger und Speicher überwachen und regeln
- den aktuellen COP-Wert abschätzen und wahlweise die Wärmepumpe oder einen anderen Wärmeerzeuger wählen
- die Wärmepumpe per potenzialfreiem Schaltkontakt oder 0-10 V Schnittstelle anfordern





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!
- Wie groß kann der Heizwasser-Pufferspeicher dimensioniert werden?
- Niedertemperaturheizkreis vorhanden, um den Pufferspeicher unten 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“?



Vielen Dank für Ihr Interesse!



Axel Horn
Buchenstr. 38, 82054 Sauerlach (D)

www.ahornsolar.de