

Solaranlagen und Wärmepumpen sinnvoll kombinieren

Dipl.-Phys. Christina Hönig Ingenieurbüro für rationellen Energieeinsatz Dresden

Der Titel suggeriert es schon – Solaranlagen und Wärmepumpen zu kombinieren ist nicht immer sinnvoll. Doch für wen soll es Sinn haben – für die Umwelt, den Bauherrn, den Installateur oder den Hersteller?

Die Lösung mit der höchsten Akzeptanz hat man gefunden, wenn *jeder* aus diesem Kreis nach der Installation einen Nutzen für sich erkennt:

Wann rechnet sich die Konfiguration Solar und Wärmepumpe also auch für den Bauherrn?

Außer Prestige, Freude an der Technik, Geldanlage oder Umweltschutzgedanken wird ja doch auch mit dem spitzen Bleistift nachgerechnet.

Thermische Solaranlagen zur Verbesserung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpen oder zur Senkung der Investkosten bei der Quellenerschließung

Wärmepumpen als Heizungssystem weisen niedrige Betriebskosten auf. Gegenüber extrem umweltfreundlichen Heizungen wie Holz benötigen sie wesentlich weniger Platz. Sie arbeiten nahezu wartungsfrei, können zusätzlich auch zur Gebäudekühlung verwendet werden und erreichen bei richtiger Auslegung Jahresarbeitszahlen über 4, d.h. aus einer Kilowattstunde Strom können mehr als 4 Kilowattstunden Wärme erzeugt werden, so dass der häufig umstrittene Einsatz von Strom als Hilfsenergie gegenüber konventionellen Heizungssystemen auch einen ökologischen Nutzen erkennen lässt.

Die Kombination mit Solaranlagen gilt allgemein wegen der hohen Investitionskosten als unwirtschaftlich, weil die niedrigen Wärmeerzeugungskosten durch die Wärmepumpe zu langen Amortisationszeiten führen. Außer Umweltschutzgedanken und technischem Interesse hat die Kombination Solar/ Wärmepumpe aber auch noch andere Vorteile:

- Die Warmwasserbereitung mittels Solaranlage ist mit höheren Temperaturen möglich (Legionellenbekämpfung und Komfort)
- Der Wärmebedarf eines Hauses geht immer weiter zurück, so daß die Warmwasserbereitung einen immer höheren Anteil einnimmt. Diese Warmwasserbereitung erfolgt bei Wärmepumpenheizungen durch die höheren Temperaturanforderungen mit schlechteren Leistungszahlen als die Gebäudeheizung.
- Große thermische Solaranlagen können zusätzlich dazu verwendet werden, solare Erträge direkt in die Heizung einzuspeisen bzw. der Wärmepumpe als Quelle zu dienen. Das bietet folgende Vorteile:
 - Überhitzungsschutz für den thermischen Kollektor
 - Speicherung von Solarwärme bei geeigneten Untergrundverhältnissen
 - Erhöhung der Quellentemperatur beim Wärmepumpenbetrieb, um durch die höhere Quellentemperatur die Leistungszahl sowie die thermische Abgabeleistung zu verbessern
 - Erdabsorber auf kleinen Grundstücken können wieder regeneriert werden, um einer zunehmenden Vereisung entgegenzuwirken. Damit können bei der Erschließung der Quelle Investkosten gespart werden.

Der solare Ertrag von Sonnenkollektoren ist bei niedrigen Temperaturen im Kollektor wesentlich höher. Dadurch ist es möglich, Kollektoren mit sehr hohen Erträgen zu betreiben (z.B. bei 10°C Kollektortemperatur) und diese Erträge der Wärmepumpe als günstige Energiequelle zuzuführen. Deshalb kann es je nach den konkreten Randbedingungen sinnvoller sein, die solaren Erträge mit einem besseren Kollektorwirkungsgrad der Wärmepumpe zur Erhöhung der Quellentemperatur und

damit einer wesentlichen Leistungszahlverbesserung zur Verfügung zu stellen als mit geringem Wirkungsgrad höhere Temperaturen direkt in die Heizung einzuspeisen.

Eine Solaranlage kann also bereits bei sehr niedrigen Kollektortemperaturen (und damit einem besseren Wirkungsgrad) die Energieeffizienz der Wärmepumpe bedeutend steigern wie Tabelle 1 zeigt.

Vorlauftemp.(°C)	35	50	35	50
Quellentemp. (°C)	Heizleistung (kW)		Leistungszahl	
-5	15,90	15,20	3,97	2,62
-2	17,50	16,60	4,27	2,86
0	18,90	17,30	4,61	2,98
2	20,00	18,60	4,88	3,21
5	22,00	20,30	5,37	3,50
7	23,40	21,40	5,71	3,69
10	25,80	23,40	6,14	4,03

Tabelle 1: Typische technische Daten einer Sole-Wasser-Wärmepumpe

Wärmepumpen und Solaranlagen passen deshalb sehr gut zusammen.

Ergebnisse aus Messungen in einem Pilotprojekt zur Kombination Solar/ Wärmepumpe in Dresden

Bei einem 2004 in Dresden errichteten Wohngebäude wurde ein Dachkollektor zur Erhöhung der Quellentemperatur der Wärmepumpe installiert und vermessen. Die Modemschnittstelle zum Datenlogger (Messwertetransport, Fernüberwachung, Fernsteuerung) liefert täglich 32 240 Messwerte, die von uns ausgewertet werden.



Abb. 1:
Einfamilienhaus in Dresden
mit 40 m² QUICKSTEP[®]-
Solarthermie Dachkollektor der
Firma Rheinzink

Angaben zum Gebäude:

- massives Einfamilienhaus ohne Dämmung der Außenwand
- Wand- und Fußbodenheizung mit maximaler Vorlauftemperatur von 40°C
- rechnerischer Wärmebedarf (noch nach DIN 4701 bestimmt): 10,6 kW
- gemessene Daten im ersten Betriebsjahr:
Heizung: 23848 kWh
Warmwasser: 3906 kWh
JAZ: 5,04
- thermische Leistung der Wärmepumpe: 13,8 kW (0/35°C)

Zum Vergleich der Ergebnisse für ein Haus ohne QUICKSTEP führten wir Simulationsrechnungen mit WP-OPT durch: Die JAZ hätte 4,28 betragen.

Die mit WP-OPT prognostizierte Jahresarbeitszahl von 4,84 mit QUICKSTEP ist geringer als der gemessene Wert, weil die verwendete Simulationssoftware momentan nur Strahlungsgewinne über Solaranlagen berechnen kann. Der QUICKSTEP Dachabsorber fungiert jedoch gleichzeitig als Wärmetauscher. Das führte z.B. dazu, dass der Dachabsorber auch nachts Erträge lieferte, wenn die Außentemperatur über der Erdreichtemperatur lag.

Abb. 2:
Ansicht Dachabsorber



Durch die konkreten Dresdener Randbedingungen mit einem besonders günstigen Nachttarif für Wärmepumpen (22:00 bis 6:00 Uhr) wurde das Regelungsregime so gewählt, dass die nächtliche Wärmebereitstellung Priorität gegenüber dem Tagesbetrieb hat. Deshalb sind auch die sommerlichen Messergebnisse nicht repräsentativ für die solare Kopplung. Andere Tarifbedingungen würden also zu höheren solaren Erträgen und noch besseren Jahresarbeitszahlen führen.

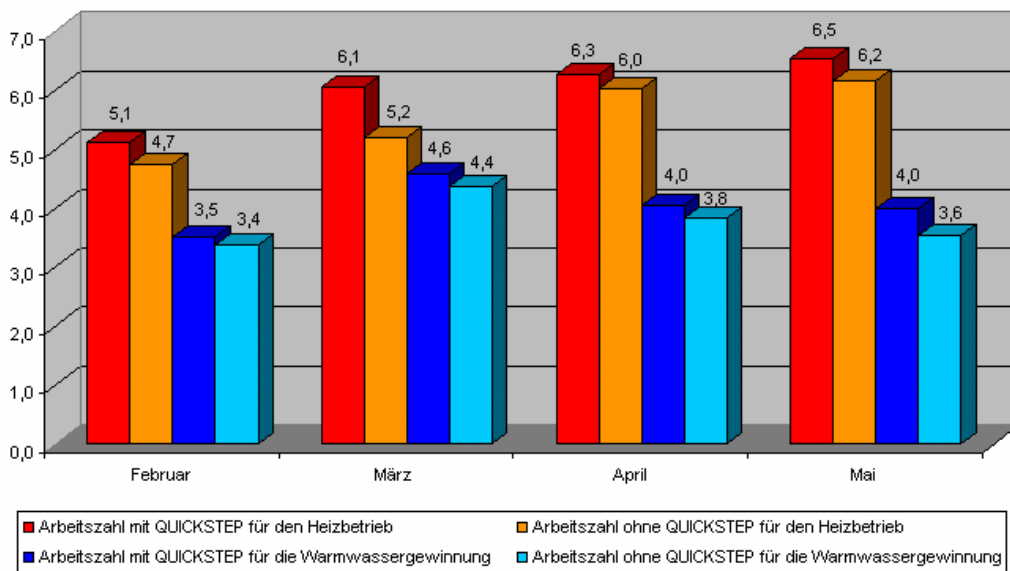


Abb. 3: gemessene Arbeitszahlen für Heizbetrieb und Warmwasserbereitung mit und ohne QUICKSTEP® Dachkollektor für den Untersuchungszeitraum Februar, März, April und Mai 2004.

Simulation der Auslegung von Wärmequellen und der optimalen Einspeisereihenfolge

Interessenten und Planer verfügen mit dem WP-OPT[©]-Solarmodul über ein Berechnungshilfsmittel für die Prognose derartiger Anlagenkonfigurationen. Möglich ist eine Aussage über die günstigste Einspeisereihenfolge sowie über die solare Regenerierung der Wärmequelle.

Monat	Wärmequelle	Hausheizung	Warmwasser
Jan	WP/Erdreich	Hausheizung	Warmwasser
Feb	WP/Erdreich	Hausheizung	Warmwasser
Mrz	WP/Erdreich	Hausheizung	Warmwasser
Apr	Hausheizung	Warmwasser	WP/Erdreich
Mai	Warmwasser	Hausheizung	WP/Erdreich
Jun	WP/Erdreich	Hausheizung	Warmwasser
Jul	Warmwasser	Hausheizung	WP/Erdreich
Aug	Warmwasser	Hausheizung	WP/Erdreich
Sep	Warmwasser	Hausheizung	WP/Erdreich
Okt	Hausheizung	Warmwasser	WP/Erdreich
Nov	WP/Erdreich	Hausheizung	Warmwasser
Dez	WP/Erdreich	Hausheizung	Warmwasser

Abb. 4: Berechnung der optimalen Einspeisereihenfolge mit WP-OPT

max. spezif. Entzugsleistung		entziehbare jährl. Energie	
berechnet	Grenzwert	ohne Solareinspeisung ins Erdreich	mit Solareinspeisung ins Erdreich
31,9	40,0	64,6	49,8
[W/m²]		[kWh/m²]	

Ergebnis: **Absorber nur mit Solaranlage ausreichend!**

Abb. 5: Prüfung der Auslegung der Wärmequelle mit WP-OPT

Neues Regelungskonzept zur Kombination Solar/ Wärmepumpe

Im Rahmen eines einjährigen Forschungsprojektes (DBU) wurde von uns eine Regelung zur Kombination von Solaranlagen mit Wärmepumpen entwickelt und getestet. Als Regelungsparameter werden Temperaturen und Wärmemengen verwendet. Über die Wirkungsgradkennlinie des Kollektors und technische Daten der Wärmepumpe wird für die jeweiligen Randbedingungen (Strahlung, Außentemperatur, Temperaturen der einzelnen Verbraucher, Leistungszahlen der Wärmepumpe, Quelltemperatur der Wärmepumpe, besondere Randbedingungen wie Sperrzeiten) die optimale Einspeisereihenfolge für die solaren Gewinne ermittelt und die Priorität entsprechend bestimmt.