

Sparen mit der Wärmepumpe

Verschiedene Anlagenkonzepte und deren energetische bzw. ökonomische Bewertung

Dipl.-Phys. Christina Hönig

Der Aufwärtstrend für Wärmepumpenheizungen ist ungebrochen, aber nicht immer tritt die erhoffte Heizkostensparnis auch ein.

Ausgangspunkt zur Vermeidung von Fehlern ist die Fachkenntnis zu den Besonderheiten bei Wärmepumpen:

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

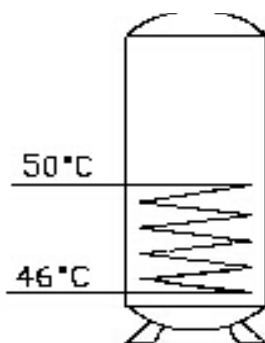
Tabelle 1: Typische technische Daten einer Sole-Wasser-Wärmepumpe

Die bekannte Tatsache, dass Wärmepumpen am wirtschaftlichsten arbeiten, wenn eine geringe Temperaturdifferenz zwischen Quelle und Heizung realisiert wird, gilt zwar als trivial, wird jedoch in der Praxis immer wieder außer Acht gelassen, wie an den folgenden Beispielen gezeigt werden soll.

Durch Simulationsrechnungen mit der Wärmepumpenauslegungs- und Optimierungsoftware WP-OPT[®] werden verschiedene Konfigurationen verglichen sowie Fehlermöglichkeiten und deren teilweise gravierende Folgen aufgezeigt.

1. Warmwasserbereitung mit der Wärmepumpe

Bekannte Schwachstelle der Wärmepumpentechnik ist die Warmwasserbereitung. WP-OPT[®] sieht hierfür verschiedene Speicherbauformen vor. Je nach Art der Speicher ergeben sich unterschiedliche Temperaturschritte und damit verschiedene Leistungszahlen für die Warmwasserbereitung.



Bei Speichern mit guter Schichtung (z.B. länglicher Speicher mit innen liegendem Wärmetauscher) tritt das kalte Wasser ein und erwärmt sich allmählich. Deshalb ist es möglich, bei kalten Wassertemperaturen mit besonders guten Leistungszahlen zu arbeiten (siehe Tabelle 1). Mit zunehmender Temperatur wird die Leistungszahl dann immer schlechter.

Nachteil dieses Speicherkonzeptes ist, dass bei hohen thermischen Leistungen der Wärmepumpe sehr große Tauscherflächen notwendig sind.

Abb.1: Speichertyp mit innenliegendem Wärmetauscher und guter Schichtung

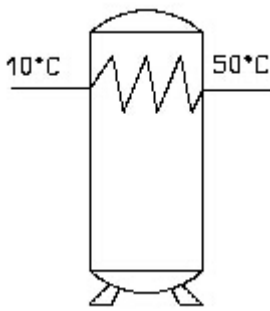


Abb. 2: Prinzipskizze für einen Speicher mit starker Durchmischung

Bei Speichern, die auf Grund der schnellen Wasserdurchmischung häufig wieder aufgeladen werden müssen (z.B. Warmwasserbereitung im Durchlauferhitzerprinzip)

kühlt das den Wärmetauscher durchströmende Kaltwasser das ringsum befindliche Warmwasser ab, so dass häufig nachgeheizt werden muss. Die Wärmepumpe kann aus diesem Grund die besseren Leistungszahlen bei geringeren Heizwassertemperaturen nicht nutzen.

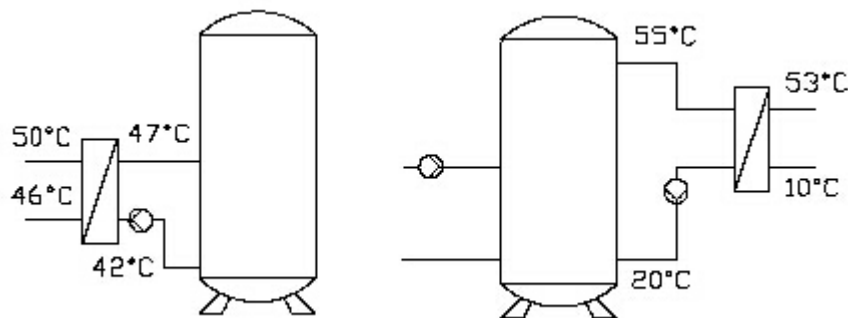


Abb. 3: Prinzipskizze für Speicherkonzepte mit externen Wärmetauschern

In der Praxis kommen häufig Konzepte vor, bei denen mit externen Wärmetauschern gearbeitet wird. Die Berechnung richtet sich u.a. nach der Lage der Wasseranschlüsse und Messfühler.

Mit WP-OPT© wird geprüft, ob die gewünschte Temperatur ausschließlich mit der Wärmepumpe erreichbar ist oder ein Heizstab eingesetzt werden muß. Die dafür benötigte Elektroenergie wird berechnet und ist Bestandteil der Ergebnisse. Bis zur maximal durch die Wärmepumpe erzielbaren Warmwassertemperatur erfolgt die Warmwasserbereitung durch die Wärmepumpe, erst dann elektrisch. Das muss durch entsprechende Regeltechnik gewährleistet werden. Je nach Speichertyp, Verbrauch und Speichervolumen wird entschieden, ob die Warmwasserbereitung mit dem günstigeren Nachtтарif erfolgen kann.

Man kann also nicht pauschal einen Stromverbrauch für die Warmwasserbereitung ansetzen (Vorschriften analog zur VDI 4640 in Abhängigkeit vom Speichertyp sind noch in Arbeit), sondern Nutzeranforderungen, gewähltes System und Regelungstechnik führen zu einem breiten Spektrum für den möglichen Verbrauch.

In Abbildung 4 wurden Berechnungen für unterschiedliche Varianten der Warmwasserbereitung durchgeführt. Zugrunde gelegt ist ein Bedarf von 3246 kWh. Die geringsten Betriebskosten entstehen, wenn der Nutzer bei der Warmwasserbereitung mit der Wärmepumpe mit möglichst niedrigen Temperaturen zufrieden ist. Die ersten vier Varianten zeigen die Warmwasserbereitung mit einem externem Wärmetauscher für verschiedene Temperaturanforderungen. Ab 46°C wird ein Heizstab zugeschaltet. Variante 5 – 8 präsentiert die Anwendung einer zusätzlichen Wärmepumpe, deren Kältemittel

höhere Temperaturen schafft. In den Rechenläufen 9-12 wurde ein Speicher verwendet, dessen kleiner innenliegender Wärmetauscher nur Warmwassertemperaturen von 30°C mit der Wärmepumpe zulässt. Ab dieser Temperatur kommt wiederum ein Heizstab zum Einsatz.

Bei den letzten Varianten schaltet sich der Heizstab ständig thermostatisch zu und gibt der Wärmepumpe damit keine Chance.

Verwendet wurde die Tarifstruktur der ESAG. Zusätzlich ist dargestellt, welche Kosten sich ergeben, wenn der Heizstab mit Strom zum Normaltarifpreis betrieben wird.

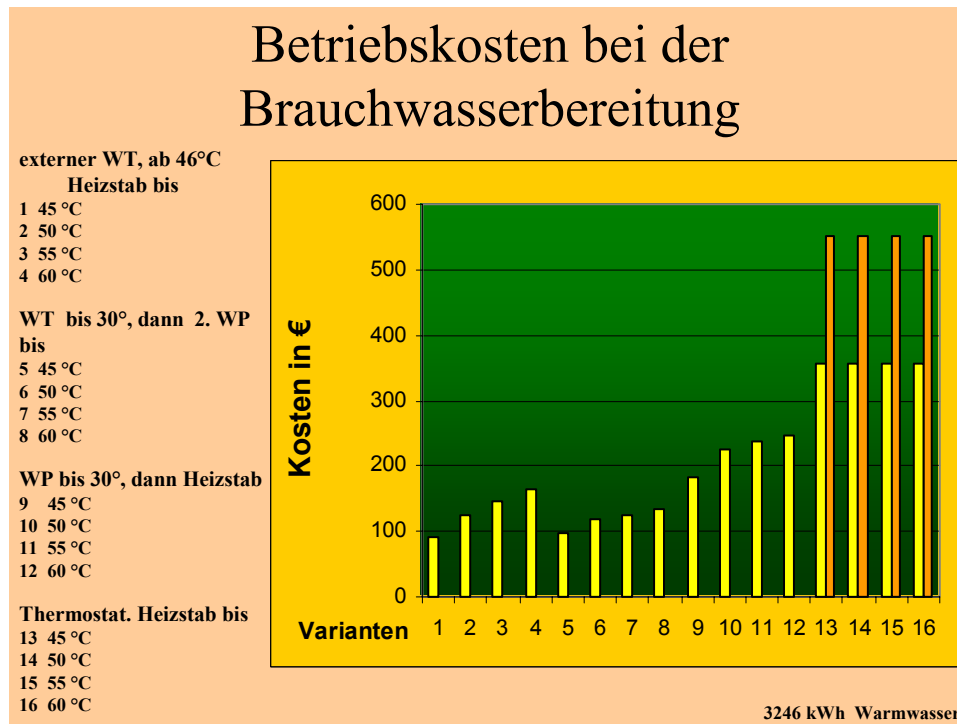


Abb.4: Berechnungsergebnisse für verschiedene Varianten der Warmwasserbereitung

Problematisch ist die starke Abhängigkeit der Kosten für die Warmwasserbereitung von den Verbrauchergewohnheiten und dem gewählten Konzept bei Angeboten mit zugesicherten Betriebskosten oder Contracting.

Z.B. sind Zeitungsanzeigen mit Festpreisen (250.- €/a für Heizung und Warmwasser mit der Wärmepumpe) bei uns regional keine Seltenheit. Das klappt nur, wenn die Familie entweder beim Warmwasserverbrauch bescheiden genug ist, bei der Körperhygiene stark reglementiert wird oder aber ein Heizstab am Normaltarif installiert wird, dessen Kosten der Nutzer nicht der Wärmepumpe zuschreibt.

2. Regelungskonzept

Traditionell wird weniger die außentemperaturgeführte Heizkurve für die Regelung genutzt, sondern eher Thermostatventile bedient. Gerade bei Wärmepumpen führt das wegen der zu hohen Vorlauftemperaturen zu schlechteren Jahresarbeitszahlen.

Ein Beispiel für ungünstiges Regelverhalten aus praktischen Messungen ist in Abb. 5 dargestellt. Nach dem Zuschalten des Heizstabes ist der Einsatz der Wärmepumpe nicht mehr notwendig.

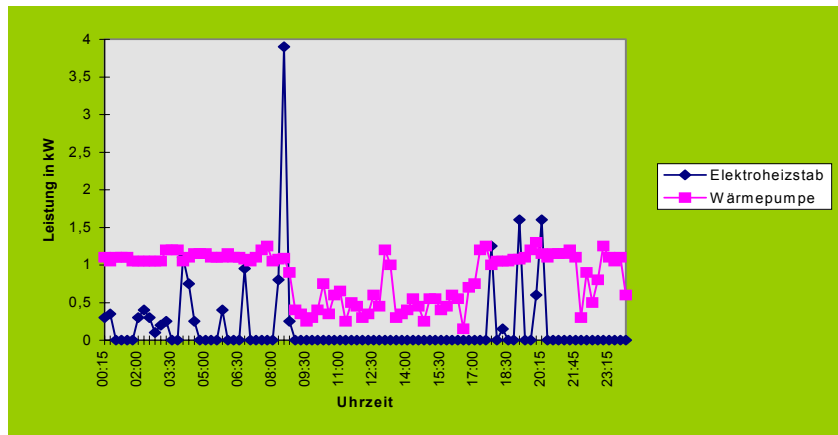


Abb. 5 Lastganglinien von Wärmepumpe und Elektroheizstab
 Quelle: Dokumentation Wärmepumpentag der Wärmepumpeninitiative Ostsachsen in Dresden 2001
 Dr. Hentschel „Heizenergieverbräuche eines Niedrigenergiehauses mit WP-gestützter Wohnungslüftung“

3. Hydraulische Konzepte

In Ausschreibungen taucht im Zusammenhang mit Wärmepumpen immer wieder ein Pufferspeicher auf, der auf konstante Temperaturen von 50°C hochgeheizt wird. Die Anpassung der Heizwassertemperatur für die Fußbodenheizung erfolgt dann mittels Mischer (Variante 2). Variante 1 zeigt die prognostizierten Heizkosten für ein Gebäude, dessen Heizwassertemperatur außentemperaturabhängig geregelt wird. Die Auslegung der Heizung bei Normaußentemperatur erfolgte für 45/35°C.

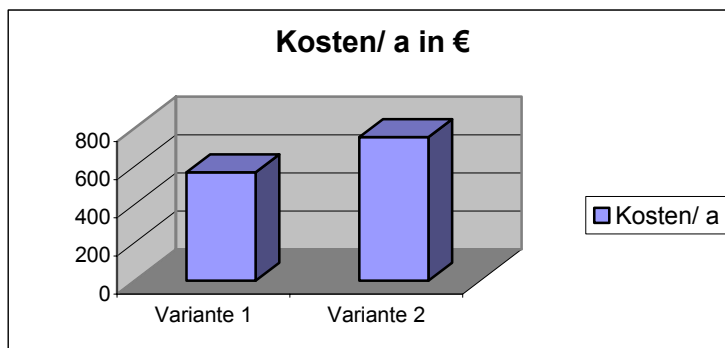


Abb. 6: Betriebskostenvergleich für verschiedene hydraulische Konzepte

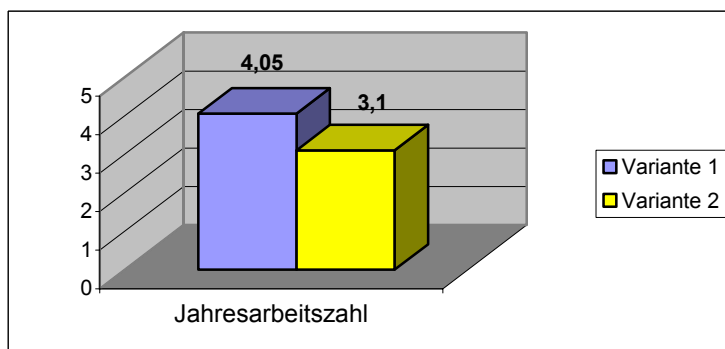


Abb. 7: Verschlechterung der Jahresarbeitszahl bei ungünstiger Hydraulik

Fazit: Wichtig ist vor allem das Anlagenkonzept, um geringe Betriebskosten zu erreichen!