

Wann ist eine Wärmepumpe die geeignete Lösung in einem Bauobjekt?

Simulationsrechnungen mit Betriebskostenvergleich

Dipl.-Phys. Christina Hönig

WPsoft GbR Dresden Dr. Stephan Weinmeister & Partner

Achtbeeteweg 10 01189 Dresden

Tel. 0351 / 4246712 Fax 0351 / 4246713

email: info@wpsoft-gbr.de www.WP-OPT.de

1. Einführung

Die Preissteigerungen bei konventionellen Energieträgern erhöhen das Interesse an der Nutzung erneuerbarer Energien. Altbaubesitzer sind über die steigenden Heizkosten zunehmend frustriert und suchen krampfhaft nach Alternativen. Hierbei kommt auch oft die Wärmepumpe ins Gespräch, die ja in dem Ruf steht, geringe Betriebskosten zu verursachen. Aber nicht in jeden Fall erfüllt sich der Wunsch nach einem ökonomischen und ökologischen Anlagenbetrieb. Im Folgenden soll nun untersucht werden, wie man Prognosen zum Betriebsverhalten der Anlage treffen und Planungsfehler vermeiden kann.

Wegen der in Abbildung 1 dargestellten Temperaturabhängigkeit der technischen Daten von Wärmepumpenheizungen erfordert die Bestimmung der Jahresarbeitszahl einen hohen rechentechnischen Aufwand.

Vorlauf-temp.(°C)	35	50	35	50	35	50	35	50
Quellen-temp. (°C)	Heizleistung in kW		Leistungsaufnahme in kW		Leistungszahl		Kälteleistung in kW	
-5	15,90	15,20	4,00	5,80	3,97	2,62	12,00	9,50
-2	17,50	16,60	4,10	5,80	4,27	2,86	13,70	11,00
0	18,90	17,30	4,10	5,80	4,61	2,98	14,80	12,00
2	20,00	18,60	4,10	5,80	4,88	3,21	16,00	12,90
5	22,00	20,30	4,10	5,80	5,37	3,50	18,10	14,70
7	23,40	21,40	4,10	5,80	5,71	3,69	19,60	15,90
10	25,80	23,40	4,20	5,80	6,14	4,03	21,80	17,80

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

Für einen ökonomisch und ökologisch sinnvollen Betrieb sind also Anwendungsfälle zu schaffen, die über eine möglichst hohe Temperatur in der Quelle sowie niedrige Heizwassertemperaturen verfügen. Dieser bekannte qualitative Zusammenhang

kann so auch quantifiziert werden. Hierbei ist die ökologische Eignung i.a. eher zu erreichen als die ökonomische wie Abb. 1 zeigt. Die Zahlenwerte stammen von Dr. Jan Witt (HEA) und wurden auf dem Forum Wärmepumpe in Berlin vorgestellt. Ermittelt wurde dabei, welche Jahresarbeitszahl eine Wärmepumpe beim derzeitigen Strommix erreichen muß, um einem Öl- bzw. Gasbrennwertkessel ökologisch zu entsprechen. Offensichtlich sind diese Anforderungen nicht hoch.

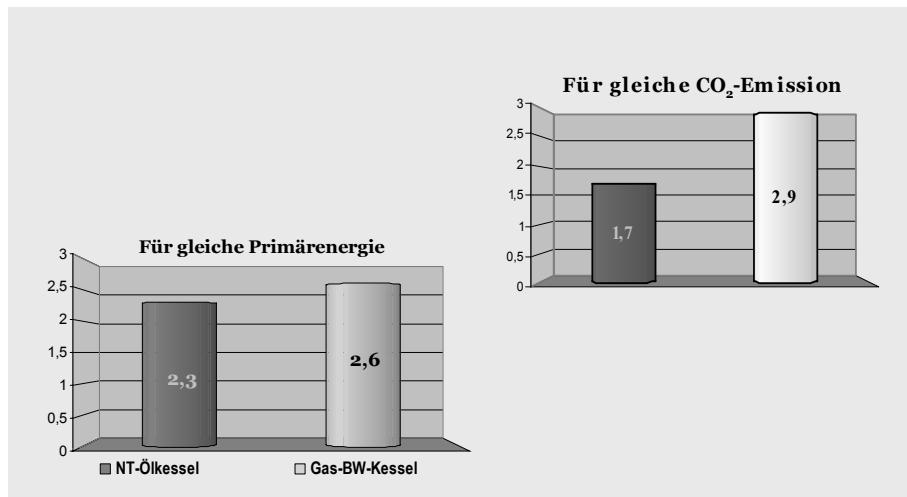


Abb.1:
Mindestjahresarbeitszahl
einer Wärmepumpe

Gleichzeitig führt die oben erwähnte Temperaturabhängigkeit auch zu zahlreichen Fehlermöglichkeiten wie einer Unterdimensionierung der Wärmepumpe oder Problemen bei der Warmwasserbereitung bei hohen sommerlichen Quellentemperaturen durch zu geringe Oberflächen von Wärmetauschern.

Für Standardanwendungen gibt es Erfahrungswerte sowie die VDI 4650 zur überschlägigen Ermittlung von Jahresarbeitszahlen. Anwendungsfälle wie monoenergetische und bivalente Anlagen, besondere Wärmequellen oder die Einbeziehung der Warmwasserbereitung sind komplizierter zu erfassen, so dass Simulationsrechnungen hilfreich sind.

2. Prinzip der Simulationsrechnungen

Ausgehend von den Klimadaten am jeweiligen Gebäudestandort und der Auslegungstemperatur für die Gebäudeheizung ergeben sich entsprechend der technischen Parameter der Wärmepumpe und der Quellentemperatur Stromverbrauch und Kälteleistung. Schrittweise sinkt mit Beginn der Heizperiode bei der Wärmequelle Erdreich durch den Wärmeentzug die Quellentemperatur, so dass allmählich auch

die Leistungszahl abnimmt. Hierfür sind für Sonden und Horizontalabsorber Berechnungsformalismen eingebunden. Die Ergebnisse der Iteration werden z.B. für einen Betriebskostenvergleich, zur Bestimmung der Anlagenaufwandszahl oder zur Visualisierung des Temperaturgangs in der Wärmequelle beim wasserwirtschaftlichen Genehmigungsverfahren verwendet.

3. Beispielrechnungen

Im Bereich des Neubaus ist bei kleineren Objekten auch die ökonomische Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Öl häufig gegeben. Im Altbaubereich sind die Fehlermöglichkeiten und der nachfragende Absatzmarkt größer, so dass dieser Anwendungsfall im Folgenden betrachtet wird:

Mit WP-OPT[®] wurden verschiedene Varianten berechnet. Die Eingabemasken umfassen Angaben zum Gebäude (Abb. 3), zur Art der Warmwasserbereitung, zu den Tarifen, zur Wärmequelle und andere Angaben wie Bivalenzpunkt, Betriebskosten anderer Energieträger etc.

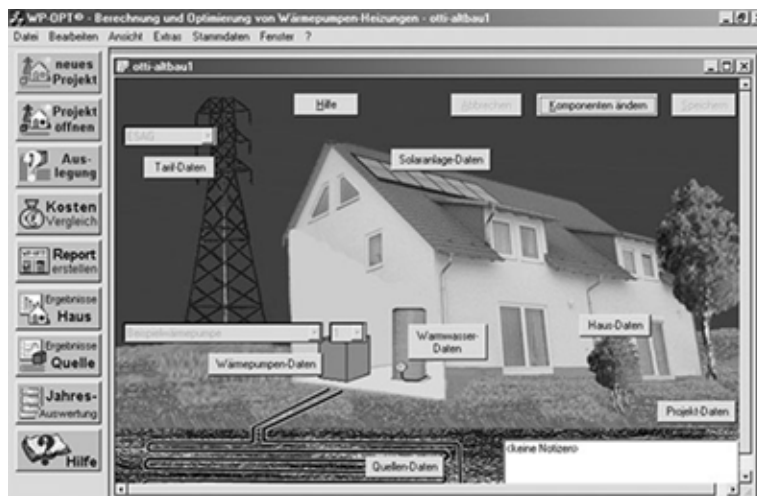


Abb. 2:
Startmenü von WP-OPT[®]

Hierbei wurden folgende Fallunterscheidungen vorgenommen:

Variante	1 Altbau 140 m ² , ungedämmt	2 Altbau 140 m ² , gedämmt	3 Altbau 140 m ² , gedämmt	4 Altbau 140 m ² , ungedämmt	5 Altbau 140 m ² , ungedämmt	6 Altbau 140 m ² , gedämmt
Heizwärmebedarf	33900	14037	14037	33900	33900	14037
Vorlauftemperatur	70	50	38	70	50	50
Bivalenzpunkt	0	-	-	0	0	-5
Wärmequelle	Erdreich	Erdreich	Erdreich	Luft	Luft	Luft

In den betrachteten Varianten wurden Speicherbauform und benötigte Warmwassermenge nicht verändert.

The screenshot shows the 'otti-altbau1' software interface with the following input fields and options:

- Projekt-Daten:** Normwärmebedarf (14.8 kW), Berechnungsprogramm (selected).
- interne Gewinne [kWh/Jahr]:** 3500
- solare Gewinne [kWh/Jahr]:** 2300
- maximale Heizwasser-Temperaturen:** Vorlauf [°C] 70, Rücklauf [°C] 50
- gewünschte Raum-Temperatur:** 20 °C
- Art der Heizung, Deckungsgrad, Exponent:**
 - Fußbodenheizg. zu 100 % (Exponent 1.1)
 - Heizkörper zu 0 % (Exponent 1.3)
 - Wandheizung zu 0 % (Exponent 1.1)
- Klima-Daten:** Monatsmittel (Dresden_(Bib)), Norm-Außen-temperatur [°C] -14, Heiz-Grenztemperatur [°C] 18, Wetterdaten (Dresden_(Bib)).

Abb. 3: Eingabemaske für Hausdaten

Für den Betriebskostenvergleich (Abb. 4) können Preise und Zusatzkosten vom Nutzer individuell eingegeben werden. Die jährlichen Investkosten für Wärmepumpe incl. Erschließung der Wärmequelle sowie in den betrachteten Fällen für die Dämmung wurden mit der Annuitätenmethode ermittelt und mit den Kosten für eine konventionelle Heizung (Öl und Gas) verglichen. Berücksichtigt wurden die KfW-Kredite (Gebäudesanierungsprogramm), allerdings ohne Teilschulderlaß. Nutzungsdauern und Instandhaltungsaufwand wurden der VDI 2067 entnommen.

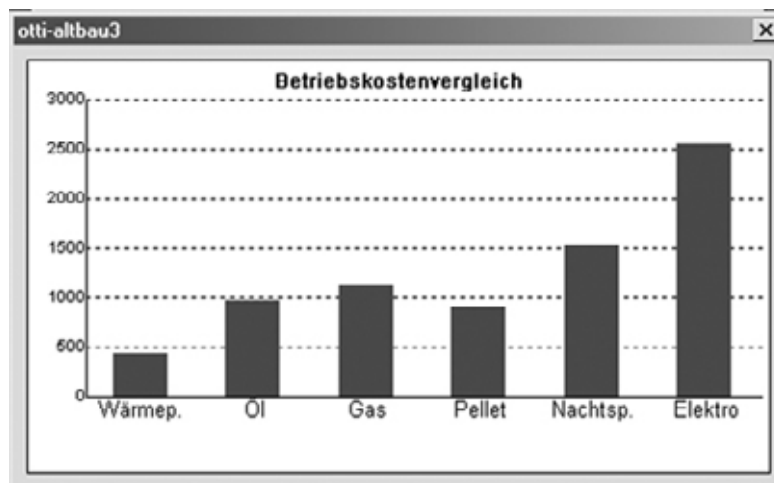


Abb. 4: Ergebnisse des WP-OPT®-Betriebskostenvergleichs (Variante 3)

Günstig für die Wärmepumpe im Zusammenhang mit der Dämmung sind dabei die lange Lebensdauer wesentlicher Komponenten sowie die momentan günstigen Kreditmöglichkeiten. Die Ergebnisse sind in Abb. 5 zusammengestellt.

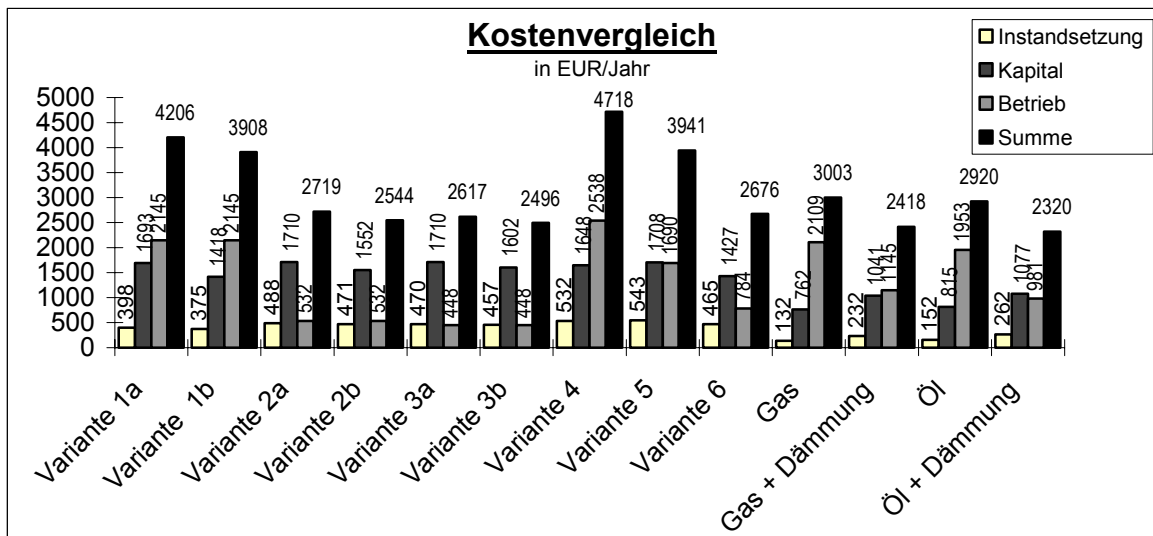


Abb. 5: Zusammenstellung der Ergebnisse

a) bezieht sich dabei auf eine Ausführungsform mit Erdsonde, b) auf einen flach verlegten Absorber

Ziel dieser Zusammenstellung ist nicht der Beweis, dass der eine oder andere Energieerzeuger günstiger ist, sondern dass es sehr viele Randbedingungen zu berücksichtigen gilt, wenn man die für den jeweiligen Anwendungsfall günstigste Lösung sucht. Gerade im Altbau sollte komplex entschieden werden. Hierbei sind Dämmung und Wärmeverteilung mit einzubeziehen. Die oben gezeigten Ergebnisse entstanden unter konkreten Bedingungen. Schon bei einem höheren Warmwasseranteil oder bei anderen Investitionskosten ergeben sich andere Resultate. Ich biete also kein pauschales Lösungskonzept an, sondern propagiere eine komplexe Betrachtungsweise. Eine Wärmepumpe muß zum Haus und zum Wärmeverteilungssystem passen.

Günstige Randbedingungen für Wärmepumpen bestehen z.B. bei hohen Quellentemperaturen wie beispielsweise bei Abwasser- oder Fernwärmeleitungen, industrieller Abwärme, Bereichen konstanter Temperatur (z.B. Gruben im Erzgebirge) oder solaren Erträgen von thermischen Kollektoren.

Der Temperaturgang kann vom Benutzer in WP-OPT[®] frei vorgegeben werden. Die eingetragenen Temperaturwerte werden dann dem Rechenformalismus zu Grunde gelegt. Das WP-OPT[®]-Solarmodul ermittelt bei vergleichenden Rechenläufen die Einspeisereihenfolge (für Warmwasser, Heizung oder Erhöhung der Quellentemperatur) mit dem geringsten Bedarf an Hilfsenergie.