

Wärmepumpen ökologisch und ökonomisch planen

Dipl.-Phys. Christina Hönig WPsoft GbR Dresden
 Achtbeetweg 10 Tel. 0351/4246712 Fax 0351/4246713 www.WP-OPT.de

Die Preissteigerungen bei konventionellen Energieträgern erhöhen das Interesse an der Nutzung erneuerbarer Energien. Hausbesitzer 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.

Wärmepumpen nutzen die in der Umwelt gespeicherte Sonnenenergie zur Hausheizung und Warmwasserbereitung. Bei elektromotorisch betriebenen Anlagen wird dabei Strom zum Komprimieren eines Kältemittels genutzt und so eine Temperaturerhöhung erreicht. Dieser Stromeinsatz ist es, der über den ökologischen und ökonomischen Nutzen entscheidet. Pauschal wird meist von dreiviertel Umweltenergie und einviertel Strom gesprochen - eine Aussage, die immer nur für einen bestimmten Betriebspunkt gültig ist.

Tab. 1 zeigt die Abhängigkeit der Stromaufnahme von den Temperaturen des Heizwassers und der Wärmequelle. Damit ist die qualitativ bekannte Aussage – Wärmepumpen arbeiten effizient bei Niedertemperaturheizung und Verwendung einer warmen Quelle - auch quantitativ belegbar und es wird deutlich, wie wichtig eine gründliche Planung für den späteren Stromverbrauch ist. Wer bei der Erschließung der Wärmequelle oder bei der Wärmeverteilung Investitionskosten spart, wird mit einem erhöhten Bedarf an Elektroenergie bestraft.

Vorlauf-temp. (°C)	35	50	35	50	35	50	35	50
Quellentemp. (°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 Anwender von Wärmepumpenheizungen stellen Prognosen zum Betriebsverhalten der Anlage ein wesentliches Kriterium bei der Kaufentscheidung dar.

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.

Zum einfachen Vergleich verschiedener Konfigurationen (z.B. Wärmequelle Luft oder Erdreich, Wärmepumpen verschiedener Hersteller, Einsatz von Heizstäben, unterschiedliche Speicherbauformen zur Warmwasserbereitung) entstand die Planungs- und Simulationssoftware WP-OPT.

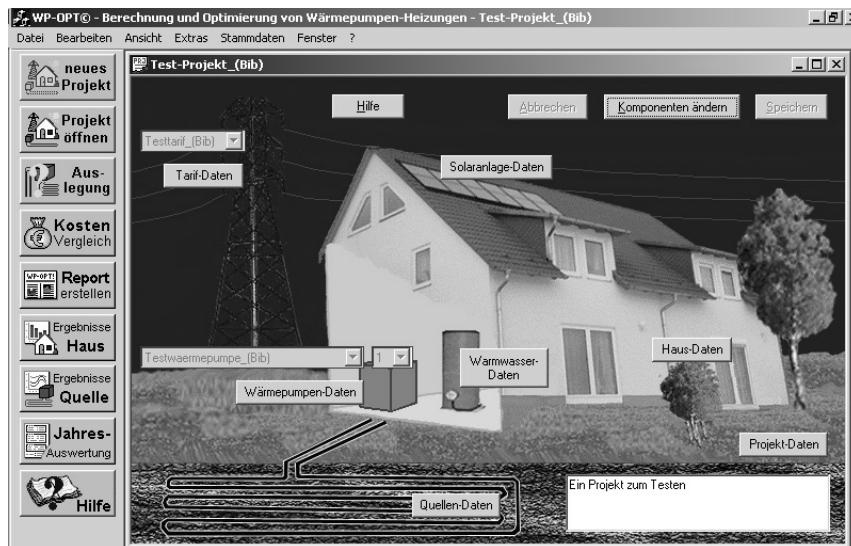


Abb. 1 Startmenü von WP-OPT®

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.

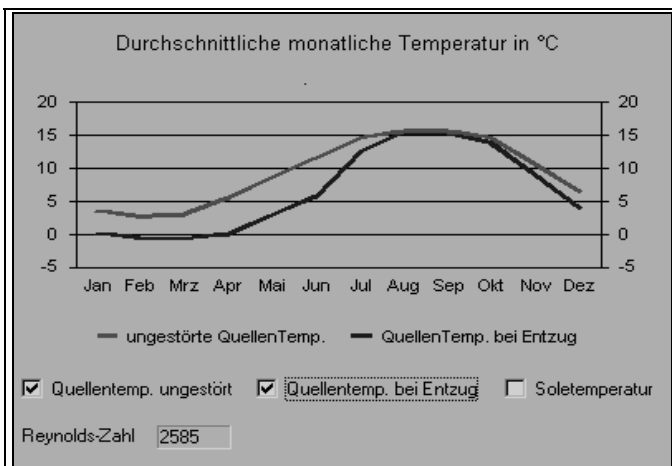


Abbildung 2

Beispiel für die berechnete Auskühlung des Erdreichs durch die Kälteleistung der Wärmepumpe im Vergleich zum Jahresverlauf der ungestörten Bodentemperatur

Zur Optimierung der Strömungsverhältnisse im Solekreis kann die Reynolds-Zahl mit angezeigt werden.

Die Ergebnisse der Iteration werden z.B. zur Visualisierung des Temperaturgangs in der Wärmequelle beim wasserwirtschaftlichen Genehmigungsverfahren verwendet. Möglich ist es auch, die EnEV – Anlagenaufwandszahl zu bestimmen, Betriebs- und Investkostenvergleiche durchzuführen und solare Erträge bei der Kombination Solar/ Wärmepumpe zu berücksichtigen.

Jahresarbeitszahlen von 4,5 und besser sind im Neubaubereich bei sinnvoller Planung, Ausführung und Betriebsweise leicht möglich und messtechnisch auch nachgewiesen.

Im Bereich des Neubaus ist bei kleineren Objekten auch die ökonomische Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Öl häufig gegeben. Im Altbaubereich sind die Fehler-

möglichkeiten 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, zur Art der Warmwasserbereitung, zu den Tarifen, zur Wärmequelle und andere Angaben wie Bivalenzpunkt, Betriebskosten anderer Energieträger etc.

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.

Für den Betriebskostenvergleich (Abb. 3) 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 (Gebäude-sanierungsprogramm), allerdings ohne Teilschulderlaß. Nutzungsdauern und Instandhaltungsaufwand wurden der VDI 2067 entnommen.

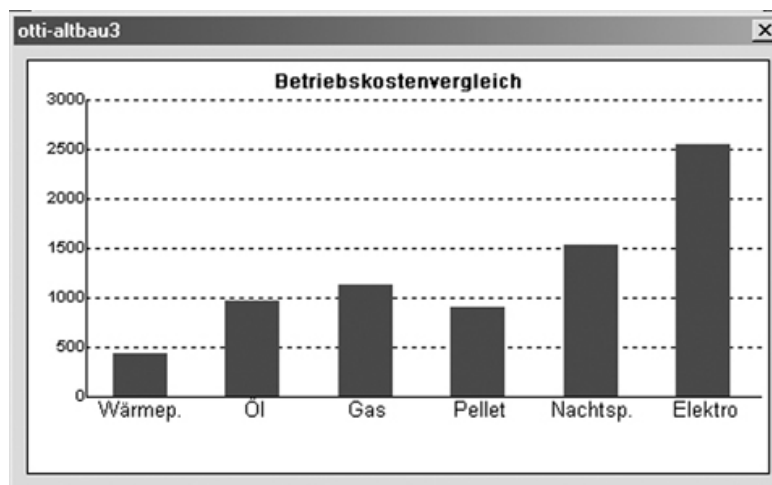
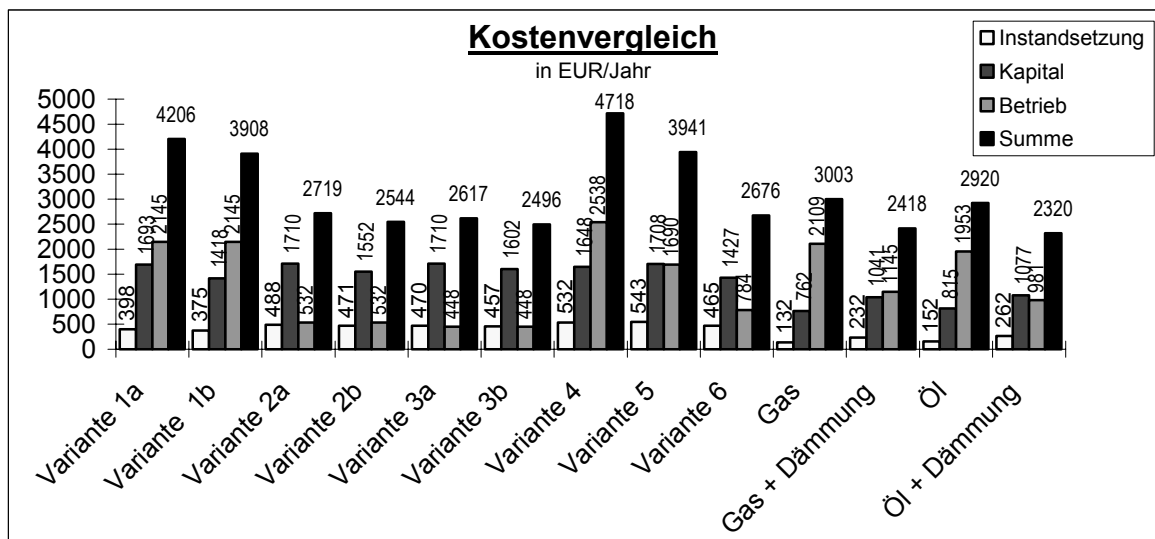


Abb. 3: Ergebnisse des WP-OPT[®] - Betriebskostenvergleichs

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. 4 zusammengestellt.

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



*Abb. 4: Zusammenstellung der Ergebnisse
a) bezieht sich dabei auf eine Ausführungsform mit Erdsonde, b) auf einen flach verlegten Absorber*

Investitionskosten ergeben sich andere Resultate. Ich biete also kein pauschales Lösungskonzept an, sondern propagiere eine komplexe Betrachtungsweise. Eine Wärmepumpe muß zum Haus und zum Wärmeverteilsystem passen.