

Wärme- pumpen

Auslegung und Einbindung in die Heizungsanlage

Jürgen Groos



Der Beitrag beschränkt sich auf die wichtigsten Merkmale der einzelnen Wärmepumpensysteme und auf die bei der Einbindung in eine Heizungsanlage generell zu beachtenden Kriterien. Am Beispiel einer Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage wird die praktische Vorgehensweise demonstriert.

Allgemeines

Wenn man überlegt, wie vielfältig die Möglichkeiten sind, die sich bei der Einplanung einer Wärmepumpe in eine bestehende oder neu zu installierende Heizungsanlage ergeben, ist es nicht verwunderlich, daß immer noch viele Heizungsbaubetriebe dieser modernen Technologie eher reserviert als aufgeschlossen gegenüberstehen.

Die Vielfältigkeit ergibt sich zum einen aus den unterschiedlichen Wärmepumpensystemen (Luft/Wasser-, Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Anlagen) und zum anderen aus den unterschiedlichen Heizungssystemen (Normaltemperatur- oder Niedertemperaturanlagen, Anlagen mit oder ohne Mischer, mit oder ohne Brauchwasserspeicher usw.).

Wärmepumpenarten

Der Einsatz einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe wird immer dann in Frage kommen, wenn Brunnenwasser in aus-

reichender Menge und in einwandfreier Beschaffenheit zur Verfügung steht. Wärmepumpe mit ca. 15 ... 20 kW Nennheizleistung benötigen z.B. rund 2,0 bis 3,0 m³ Wasser pro Stunde. Bei Anlagen mit ca. 30 ... 35 kW steigt der Bedarf schon auf 5 m³/h und darüber.

Nun können Wärmepumpen auch dann betrieben werden, wenn dieser Solldurchsatz um 30, 40 oder gar 50% unterschritten wird, jedoch - die beste Leistungszahl wird beim Solldurchsatz erreicht.

Da Wasser/Wasser-Wärmepumpen überwiegend als monovalente Anlagen eingesetzt werden, d.h. auch an den kältesten Wintertagen alleine die Wärmeversorgung eines Gebäudes übernehmen, muß die Brunnenanlage gewährleisten, daß z.B. bei -15°C über 24 Stunden am Tag die entsprechend der Wärmepumpengröße notwendige Wassermenge zur Verfügung steht.

Wenn die Vorbedingungen bezüglich Wassermenge und Wasserbeschaffenheit (entsprechend den Herstelleranga-

ben) erfüllt sind, ist der Einbau einer Wasser/Wasser-Anlage auf jeden Fall am sinnvollsten, da dann auf weitere Energien wie Öl, Gas usw. ganz verzichtet werden kann.

Dies ist im allgemeinen nicht der Fall beim Einsatz von Luft/Wasser- oder Sole/Wasser-Wärmepumpen. Diese Wärmepumpen werden normalerweise als bivalente Anlagen betrieben. Das heißt, bis zu einer bestimmten Außentemperatur (z.B. +3°C oder -3°C) übernimmt die Wärmepumpe allein die Heizarbeit. Sinkt die Außentemperatur unter den Bivalentpunkt, schaltet sich eine weitere Wärmequelle (Öl- oder Gaskessel) zu, und die Wärmepumpe übernimmt nur noch einen Teil der Heizarbeit (Bivalent-Parallel-Betrieb) oder sie schaltet ganz ab und überläßt die gesamte Heizarbeit der zweiten Wärmequelle (Bivalent-Alternativ-Betrieb). Eine Ausnahme hiervon sind die Sole/Wasser-Wärmepumpen, die mit einem Erdkollektor, Erdsonden oder einer vergleichbaren Wär-

mequelle betrieben werden. Bei richtiger Auslegung der Wärmequelle können diese Anlagen auch monovalent die gesamte Heizarbeit übernehmen.

Die Festlegung des Bivalentumschaltpunktes und die Betriebsweise (parallel oder alternativ) sind ausschlaggebend dafür, welchen Anteil der Heizarbeit die Wärmepumpe übernimmt (Tabelle 1) und ob eine Luft/Wasser- oder eine Sole/Wasser-Wärmepumpe zum Einsatz kommt.

Luft/Wasser-Wärmepumpen werden sinnvollerweise bis ca. +3°C betrieben. Die Geräte arbeiten ohne weiteres auch noch bei tieferen Temperaturen. Ob der Wärmepumpenbetrieb dann aber noch wirtschaftlich ist, bleibt fraglich, da je nach Luftfeuchtigkeit etwa ab +3°C abwärts eine Vereisung der Wärmepumpen eintritt und die Geräte dann bedarfsabhängig oder zeitgesteuert abgetaut werden müssen.

Oft wird auch von den EVU's verlangt, daß Bivalentanlagen bei +3°C auf die zweite Wärmequelle umschalten. In diesen Fällen und dort, wo die Anschaffungskosten der Anlage mehr ins Gewicht fallen als die späteren Einsparungen, empfiehlt sich der Einbau von Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen, entweder als Kompakt- oder Splitgerät. Sie sind als Kompaktanlagen (Bild 1) in der Anschaffung preiswert

Tabelle 1: Anteil der Wärmepumpe an der Jahresheizarbeit bei bivalenter Nutzung

Umschaltpunkt °C	alternativ Klimazone			parallel Klimazone		
	1	2	3	1	2	3
+ 5	52	42	33	85	80	72
+ 3	64	54	41	91	85	80
+ 1	77	69	53	95	92	85
- 1	89	78	64	98	95	92
- 3	92	87	76	99	98	95

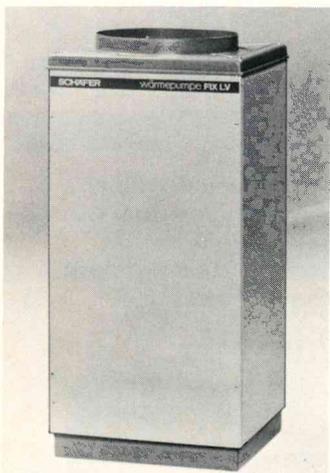


Bild 1: Luft/Wasser-Wärmepumpe als Kompaktgerät

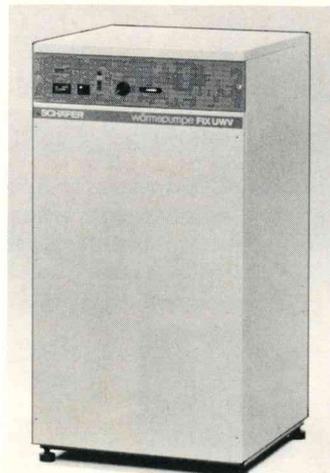


Bild 3: Wasser/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpe mit 19,0 kW Nennheizleistung

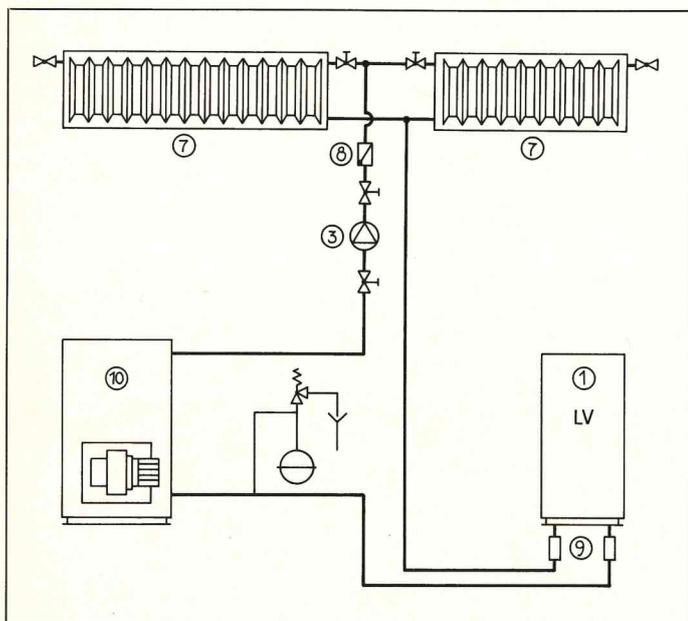


Bild 2: Anschlußschema für eine Luft/Wasser-Wärmepumpe in Verbindung mit einem NT-Kessel
1 Wärmepumpe; 3 Heizungsumwälzpumpe; 7 NTR-Flachheizkörper; 8 Rückschlagklappe; 9 Kompensatoren; 10 NT-Kessel

und ihre Einbindung in eine bestehende Anlage, insbesondere in Niedertemperatur-Heizungsanlagen, ist einfach (Bild 2).

Soll mit einer Wärmepumpe möglichst viel an herkömmlicher Energie eingespart werden, ist eine Sole/Wasser-Wärmepumpe der Luft/Wasser-Version vorzuziehen. Wie die Tabelle 1 zeigt, übernimmt eine bivalent-alternativ arbeitende Wärmepumpenanlage z.B. in der Klimazone 2 bei einem Bivalentumschaltunkt von $+3^{\circ}\text{C}$ ca. 54% der Jahresheizarbeit und bei einem Bivalentpunkt von -3°C bereits rund 87%.

Sole/Wasser-Wärmepumpen (Bild 3) können mit den verschiedensten Energiesammlern auf der „kalten Seite“ betrieben werden. So eignen sich z.B. Energiezäune (Bild 4), Energiesäulen (Bild 5), Energiedächer (Bild 6), Energiestapel und dergleichen sowie Fluß-, See- und Abwasser-Wärmetauscher zur Aufnahme der Umweltenergie. Bei den vorgenannten Energiesammlern handelt es sich um sogenannte stille bzw. passive Tauscher. Das heißt, es wird keine Zusatzenergie zum Betrieb der Energiesammler benötigt, wie dies z.B. bei Luftwärmetauschern der Fall ist, die auch zum Betrieb einer Sole/Wasser-Wärmepumpe geeignet sind.

Wärmepumpenauslegung (Beispiel)

Angenommen wird ein Zweifamilienwohnhaus mit ca. 220 m^2 Wohnfläche. Bei einem spezifischen Wärmebedarf von 80 W/m^2 gibt das eine maximale Heizleistung für die Kesselanlage von ca. 18 kW . Nach Bild 7 werden bei einem Bivalentumschaltunkt von -3°C ca. 68% der max. Heizleistung benötigt (Punkt 1 im Nogramm). Ausgehend von einer maximalen Vorlauftemperatur von 55°C ist bei -3°C Außentemperatur eine Vorlauftemperatur von ca. 46°C erforderlich (Punkt 2 im Nogramm).

Dies bedeutet, daß die einzuplanende Wärmepumpe bei einer Soletemperatur von -6°C (ca. 3 K unter der Bivalentumschaltemperatur) und einer Vorlauftemperatur von 46°C eine Heizleistung von $18\text{ kW} \cdot 0,68 = 12,24\text{ kW}$ bringen müßte.

Wenn die Empfehlungen der Experten heute bereits dahin gehen, für die Heizkesselgröße nur ca. 75% der maximalen Heizleistung anzusetzen, wäre es für die Bestimmung der Wärmepumpengröße in einer bivalenten Anlage noch viel unwirtschaftlicher, sich an der maximal errechneten Heizleistung zu orientieren.

Nur in den seltensten Fällen werden in einem Wohnhaus z.B. bei -3°C alle Räume auf einer Temperatur von 20 oder 22°C gehalten. Dies trifft sicherlich nur für Wohnräume, Bad usw. zu, während die Schlaf- und Nebenräume nur zum Teil bzw. gelegentlich geheizt werden. Statt der 220 m^2 Wohnfläche scheint es deshalb angebracht, für die Wärmepumpenauslegung nur ca. 170 m^2 als Vollbeheizungsfläche anzusetzen, die ja im Notfall immer mit der zweiten Wärmequelle zugeheizt werden kann.

Dadurch reduziert sich die benötigte Heizleistung der Wärmepumpe auf ca. $9,25\text{ kW}$ ($170\text{ m}^2, 80\text{ W/m}^2, 68\%$). Die

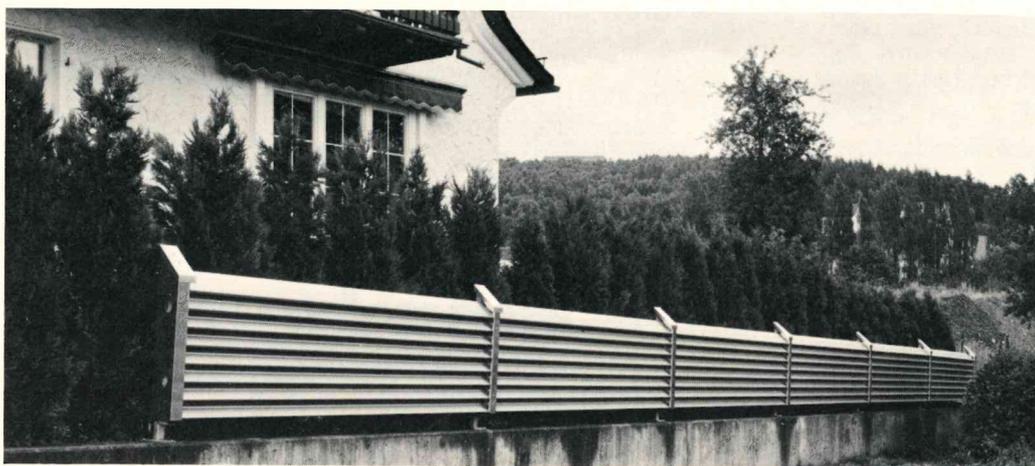


Bild 4: Energiezaun aus eloxierten stranggepreßten Aluminiumprofilen. Ein Zaun von $1,20\text{ m}$ Höhe und ca. 15 m Länge reicht für den Betrieb einer Wärmepumpe mit $19,0\text{ kW}$ Nennheizleistung aus.

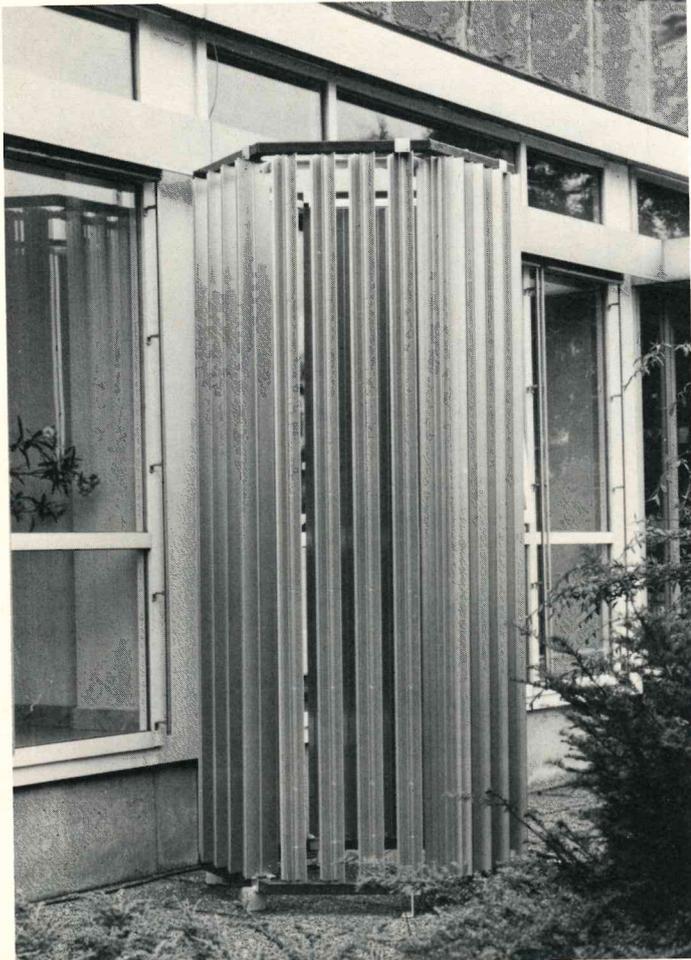


Bild 5: Eine interessante Alternative zum Zaun ist die Energiesäule. Sie hat für die gleiche Wärmepumpengröße eine Höhe von 3,00 m und einen Durchmesser von 1,90 m.

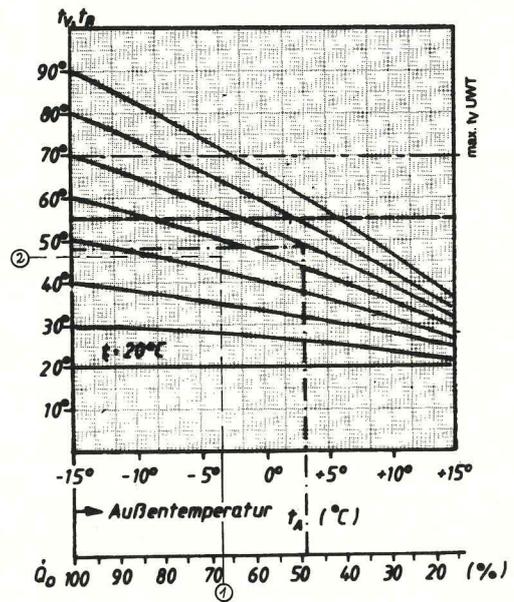


Bild 7: Nomogramm zur Festlegung des reduzierten Wärmebedarfs \dot{Q}_0 in Prozent von max. Wärmebedarf und der reduzierten Vorlauf- bzw. Rücklauf-temperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur

passende Wärmepumpe kann nun anhand des Leistungsdiagramms der verschiedenen Wärmepumpengrößen ausgewählt werden - in unserem Beispiel mit rund 9,5 kW.

Bei der Auslegung der Energiesammel-Anlage (kalte Seite) ist es am einfachsten, sich auf die Angaben der Hersteller zu verlassen. Sie bieten meist zu ihren Sole/Wasser-Wärmepumpen die passenden Energiesammler an. So reicht für die beschriebene Anlage z.B. ein Energiezaun (Bild 4) von 15 m Länge und 1,20 m Höhe oder eine Energiesäule (Bild 5) von 1,90 m Durchmesser und 3 m Höhe als Wärmequelle aus. Die nutzbare Absorberfläche beträgt in beiden Fällen 120 m².

Dies bedeutet, daß bei einer Heizleistung von 9,5 kW und einer elektrischen Leistungsaufnahme der Wärmepumpe von ca. 3,7 kW (aus WP-Diagramm) rund 6,15 kW aus der Umwelt aufgenommen werden müssen, bzw. 52 W pro m² Absorberfläche. Die Differenz von (3,7 plus 6,15 =) 9,85 kW zur tatsächlichen Heizleistung von 9,5 kW ergibt sich dadurch, daß nur ca. 90% der aufgenommenen elektrischen Energie als Wärmeenergie genutzt werden können.



Bild 6: Eine weitere Energiesammler-Variante: das Energiedach

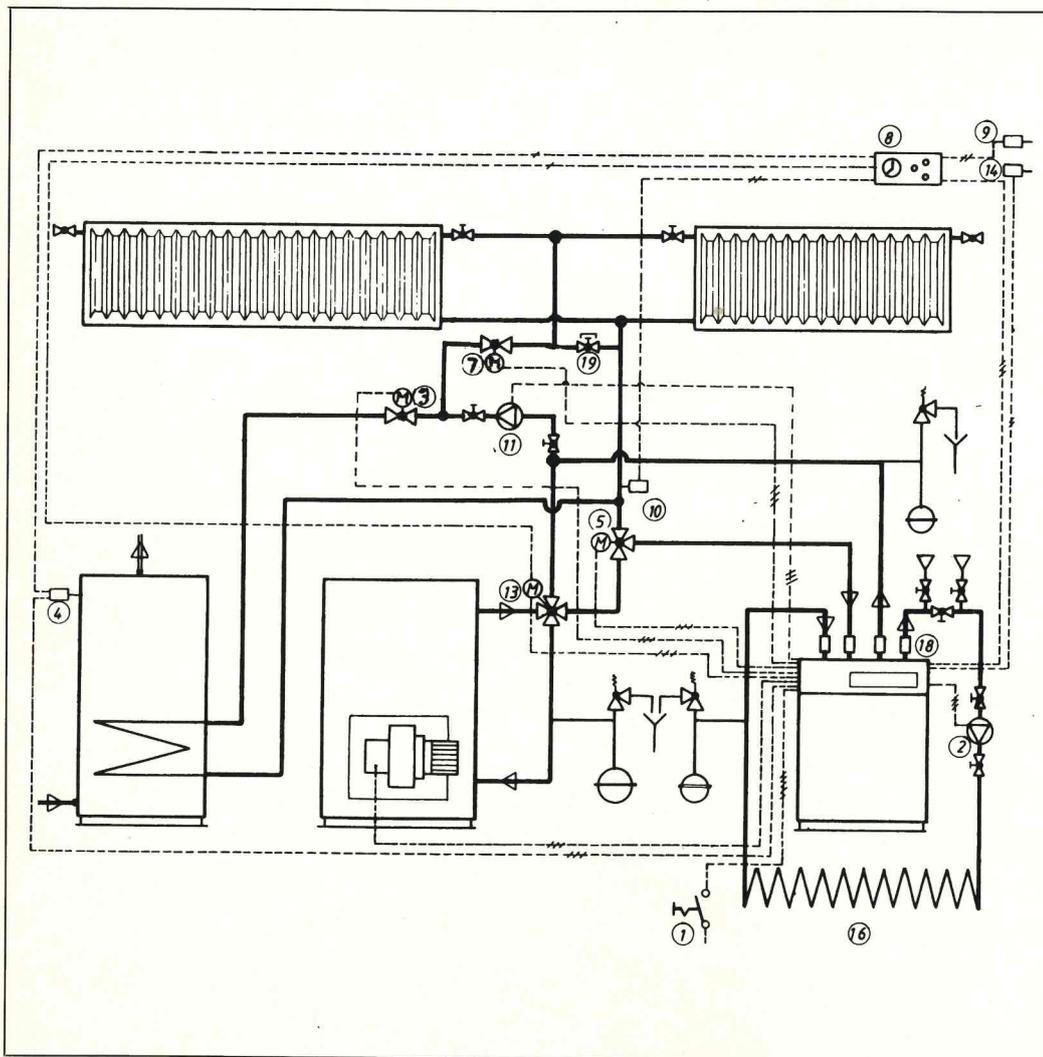


Bild 8: Ohne großen Aufwand konnte die Wärmepumpenanlage in die bestehende Heizungsanlage integriert werden

1 Hauptschalter; 2 Pumpe „kalte Seite“; 3 Zonenventil Warmwasserspeicher; 4 Speicherthermostat; 5 Bivalentventil; 7 Zonenventil Heizung; 8 außentemperaturgeführte Heizungsregelung; 9 Außenfühler; 10 Rücklauffühler; 11 Heizungsumwälzpumpe; 13 Mischer; 14 Bivalentthermostat; 16 Energiezaun; 18 Kompensatoren; 19 Überstromventil

Bedeutend größer ist die Energieaufnahme aus der Umwelt in der Übergangs- und Sommerzeit. Entsprechend den dann höheren Außentemperaturen (z.B. 15°C - das entspricht einer Kalt-Ein-Temperatur von ca. 12°C) und der niedrigeren Vorlauftemperatur (z.B. 35°C) bringt die Wärmepumpe eine Heizleistung von 20,3 kW. Die Leistungsaufnahme in diesem Betriebspunkt liegt bei 4,2 kW (lt. WP-Diagramm). 90% der aufgenommenen elektrischen Leistung können von der Heizleistung abgezogen werden, so daß 16,52 kW über die Absorberfläche aus der Umwelt aufgenommen werden müssen.

Die Leistungszahl liegt in diesem Fall bei 4,83.

Anschluß und Einbindung in eine bestehende Anlage

Bild 8 zeigt als Beispiel ein Strangschemata, nach dem eine Wärmepumpe in eine bestehende Anlage integriert werden kann. Die im Ölkessel vorhandene Warmwasserbereitung wurde stillgelegt und ein separater Speicher mit 300 Liter Inhalt installiert. Das hat den Vorteil, daß ein evtl. überdimensionierter Heizkessel nicht ständig mitgeheizt werden muß, wodurch Abkühlungsverluste vermieden wer-

den. Statt einer separaten Umwälzpumpe für den Speicherbetrieb, wurden bei dieser Anlage für die Heizung und für den Warmwasserspeicher je ein Zonenventil eingebaut, so daß die vorhandene Heizungsumwälzpumpe weiter genutzt werden kann. Die Anlage arbeitet bivalent alternativ, d.h. die Wärmepumpe übernimmt bis zu einer Außentemperatur von -3°C bis -4°C die gesamte Heizarbeit, danach wird auf den vorhandenen Ölkessel umgeschaltet.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der vorerwähnten Anlage sieht wie

folgt aus: Ölverbrauch pro Heizperiode ohne Wärmepumpe ca. 6500 Liter Öl mal 0,80 DM/Liter = 5200 DM. Plus Stromkosten für die Umwälzpumpe, den Brenner usw. in Höhe von ca. 120 DM. Zusammen somit Kosten in Höhe von 5320 DM. Durch den Einbau der Wärmepumpe hat sich der Ölverbrauch in der Heizperiode Juli 1981/Juni 1982 auf rund 1400 Liter verringert. Die Kosten für Öl betragen also nur noch 1400 Liter mal 0,80 DM/Liter = 1120 DM. Hinzu kommen Stromkosten (Tag- und Nachtstrom) von insgesamt 1740 DM plus 90 DM Zählergebühren.

Die gesamten Heizkosten für den genannten Zeitraum belaufen sich demnach auf 2950 DM gegenüber 5320 DM, so daß die Energiekostensparnis bei 2370 DM liegt. Hinzu kommt 10 Jahre lang eine Steuerersparnis von ca. 750 DM (10% der Anlagekosten von rund 22000 DM können steuerlich 10 Jahre lang abgeschrieben werden). Zusammen also rund 3120 DM pro Jahr.

Zusammenfassung

Das Beispiel zeigt, daß mit einer gut geplanten Wärmepumpenanlage auch im bivalenten Betrieb eine hohe Wirtschaftlichkeit erreicht wird und Amortisationszeiten von 5 bis 8 Jahren durchaus realistisch sind. Der Auswahl des Wärmepumpensystems (z.B. Sole/Wasser), der Energiequelle (z.B. Energiezaun oder Energiesäule) und im Zusammenhang damit der Festlegung des Bivalentumschaltendes kommt dabei besondere Bedeutung zu.

Bilder
SchäferWerke GmbH

Schrifttum
Groos, J.: Statt 6500 l nur noch 1335 l Heizöl für die Beheizung eines Zweifamilienwohnhauses. Klima Kälte Heizung (1982) Nr. 5.