

## WÄRMEPUMPEN – ihre Anwendung und Auswirkungen auf die Elektrizitätsversorgung

von **Dr. L. Kumer** und  
**Dipl.-Ing. H. Holzer/VG**

Auf der Suche nach Techniken zur Bewältigung der beginnenden Verknappung unserer derzeit wichtigsten Energieträger Erdöl und Erdgas bietet sich die Wärmepumpe (WP) als ein Gerät an, mit dem sich der finanzielle Aufwand für diese fast ausschließlich importierten Energieträger senken läßt. Sie ist überall dort anwendbar, wo Niedertemperaturwärme benötigt wird und eine geeignete Wärmequelle zur Verfügung steht, und wird daher vornehmlich der Warmwasserbereitung und Raumheizung dienen. KONTAKT informiert näher:

### Wie funktioniert eine Wärmepumpe?

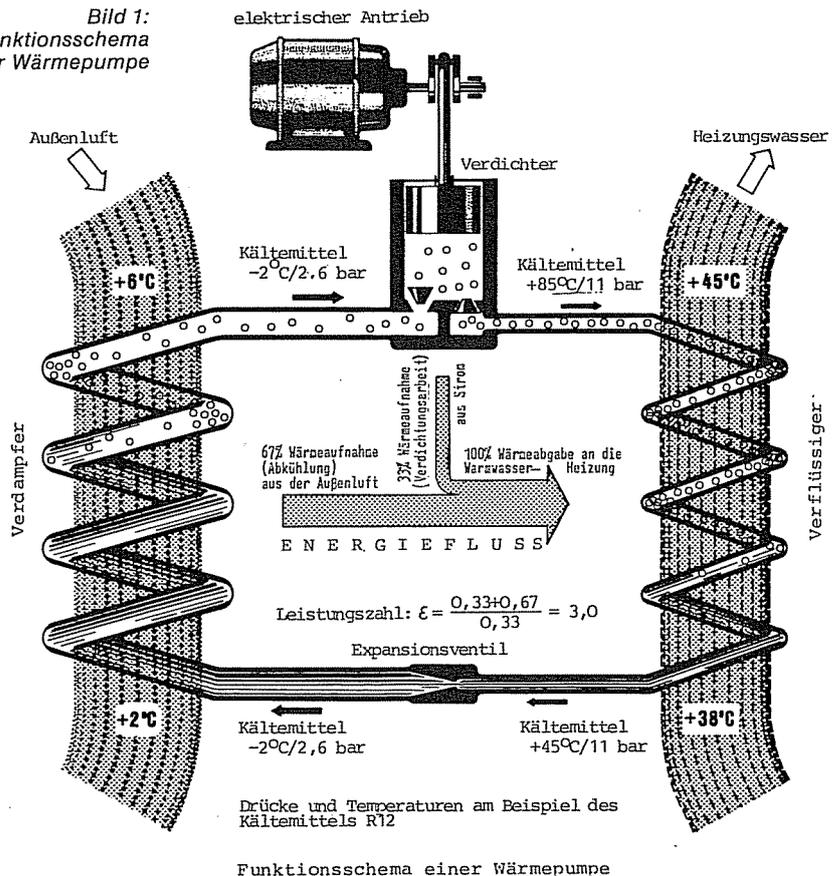
Die erste Anregung, die Funktion einer Kältemaschine umzukehren, so daß mechanische Antriebsenergie zur Temperaturerhöhung herangezogen wird, wurde bereits im Jahre 1852 durch den englischen Physiker William Thomson (später Lord Kelvin) gegeben. Die erste Wärmepumpenanlage wurde jedoch erst 1930 in der Schweiz gebaut, wobei damals wie heute die Notwendigkeit, Energie rationell einzusetzen, die treibende Kraft dazu gewesen sein mag.

**Das Prinzip der Wärmepumpe gestattet es – in gleicher Weise wie dies bei der Kältemaschine im Kühlschrank vor sich geht – an einer Stelle Wärme zu entziehen, um diese auf einem höheren Temperaturniveau an anderer Stelle wieder abzugeben.** Dabei wird eine bei niedriger Temperatur siedende Flüssigkeit (Kältemittel) in einen Kreislauf geführt und der Reihe nach verdampft, verdichtet, verflüssigt und entspannt, wie dies im Funktionsschema (Bild 1) dargestellt ist.

### Mono- und bivalenter Betrieb

Die Träger der Umweltwärme mit einem großen Wärme-Speichervermögen sind das Erdreich und das Grundwasser. Sie

Bild 1:  
Funktionsschema  
einer Wärmepumpe



stehen mit einer nahezu konstanten Temperatur von plus 6 bis plus 10°C zur Verfügung. WP, welche das Grundwasser oder das Erdreich als Wärmequelle nutzen, können das ganze Jahr hindurch den Wärmebedarf eines Wohnhauses decken und werden daher monovalent betrieben, das heißt sie benötigen keinen Zusatzheizkessel, welcher mit flüssigen oder festen Brennstoffen befeuert wird. **Zur Nutzung des Grund- und/oder Oberflächenwassers sind jedoch neben einer Genehmigung der Wasserrechtsbehörde meist umfangreiche bauliche Maßnahmen erforderlich.**

Der Energieträger für Umweltwärme mit dem geringsten Speichervermögen ist die Umgebungsluft. Der Nachteil einer mit Luft betriebenen Wärmepumpe liegt

nur darin, daß ihre Leistungsfähigkeit bei niedrigen Außenlufttemperaturen stark reduziert ist. Dennoch ist erklärlich, daß deren Nutzungsmöglichkeiten am günstigsten sind, da Umgebungsluft überall zur Verfügung steht und ohne großen bautechnischen Aufwand genutzt werden kann. Die meisten der installierten Wärmepumpen nutzen die Umweltluft als Energiequelle und werden bivalent betrieben.

### Wärmebedarf eines Haushaltes – Stromverbrauch einer Wärmepumpe

Der Gesamtwärmebedarf eines Gebäudes hängt neben den Lebensgewohnheiten der Bewohner von vielen technischen Faktoren wie Haustype, Wärmeschutz, klimatische Bedingungen u. a. ab. **Als**

**Richtwerte kann mit etwa 100 W/m<sup>2</sup> gerechnet werden. Für einen mittleren Haushalt bedeutet dies, daß eine Heizleistung von mindestens 13 kW erforderlich sein wird.**

Kommt ein bivalentes Heizsystem in Betracht, so wird die WP bis zu einer Außenlufttemperatur von etwa 3°C Energie an das Heizsystem abgeben, wozu eine Nennheizleistung von rund 7 kW erforderlich ist. Bei üblichen Leistungsziffern (siehe Bild 1) wird daher die elektrische Anschlußleistung dieses bivalenten Wärmepumpensystems mindestens 3 kW betragen. Eine monovalente WP wird den gesamten Wärmebedarf zu decken in der Lage sein, so daß deren elektrische Anschlußleistung 5—7 kW, entsprechend einer Auslegung Heizleistung von etwa 13 kW, betragen wird.

**Der Mittelwert der Heizleistung der bis Ende 1980 in Österreich in Betrieb stehenden Wärmepumpenanlagen liegt bei 10 kW. Aus den bisherigen Betriebserfahrungen sind für Stromverbrauch einer bivalenten Wärmepumpe jährlich mindestens 6000 kWh/a zu veranschlagen.**

### Wirtschaftlichkeit

Der jährliche Verbrauch an Heizöl extra leicht (HEL) läßt sich, wenn eine WP zur Anwendung kommt, auf etwa ein Drittel reduzieren. Die Einsparung der Heizölkosten wird daher etwa 12.000,— bis 15.000,— Schilling ausmachen. Dem stehen jährliche Strommehrkosten für den Wärmepumpenbetrieb von ca. 8.000,— Schilling gegenüber.

Mit einer weiteren Senkung der Fertigungskosten für WP ist zu rechnen. In einer Zeit von nur vier Jahren konnte, unter Berücksichtigung der gewonnenen Erfahrung einer Kleinserienfertigung, der Preis um ca. 30% auf etwa 6.500,— Schilling pro kW Heizleistung vermindert werden. Letztlich kann mit spezifischen Preisen von 3.000,— bis 4.000,— Schilling pro kW Heizleistung gerechnet werden.

**Auch wenn die Anschaffung einer WP heute noch mit wesentlichen Mehrkosten gegenüber einer konventionellen Gas- oder Ölheizung verbunden ist, ergibt sich mit steigenden Energiekosten — insbesondere Ölkosten — eine kürzerfristige Rentabilität als bisher.**

### Prognosen

**Zu den bis 1979 installierten 1200 WP wurden im vergangenen Jahr weitere 4600 WP verkauft.**

**Es ist zu erwarten, daß eine derartige Absatzzunahme nicht immer bestehen bleibt. Nach realistischen Prognosen kann jedoch angenommen werden, daß im Jahre 1985 bereits ca. 25.000 und im Jahre 1990 immerhin 90.000 Anlagen betrieben werden.** Auch wenn diese Zahl vorerst hoch erscheint, stellt sie doch nur einen Anteil von 5% des theoretisch möglichen WP-Potentials in Österreich dar.

### Die Wärmepumpe zur Ölsubstitution

Der Energieeinsatz (Endenergie) für den Betrieb von voraussichtlich 90.000 WP zu Ende dieses Jahrzehnts — deren Leistungssumme sich immerhin auf 400 MW beläuft — sowie die Energie für die notwendigen Zusatzheizungen beträgt insgesamt knapp 8 PJ/a (10<sup>15</sup> J/a). Dieser Energieaufwand ersetzt jedoch 13 PJ/a, welcher bei reiner Gas- oder Ölheizung aufzubringen wäre. Die daraus errechnete jährliche Einsparung für 1990 beträgt somit 5 PJ, das sind 120.000 t Heizöl.

### Elektrizitätswirtschaftliche Bedeutung

Das koordinierte Kraftwerksausbauprogramm 1980 der Verbundgruppe und der Gruppe der Landesgesellschaften ist die Grundlage für eine Beurteilung der

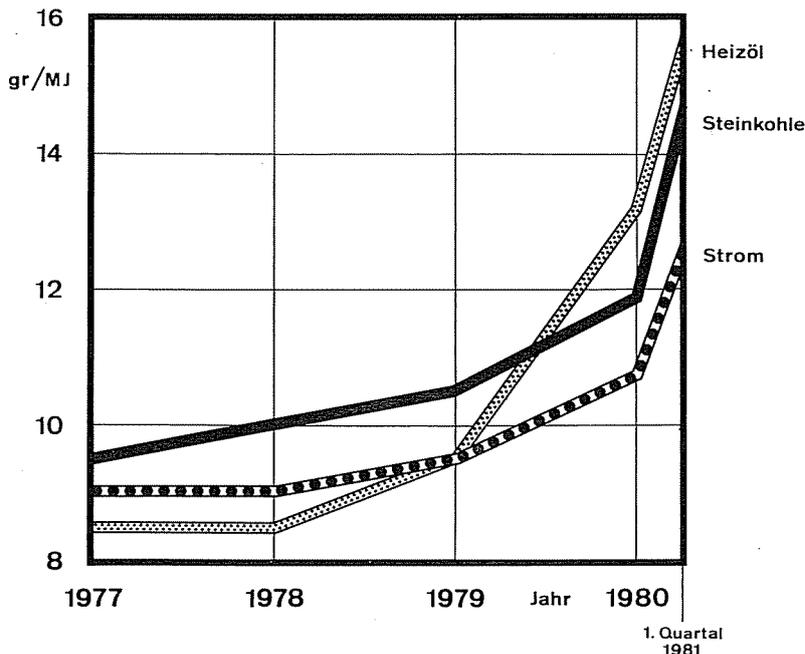
Deckungsmöglichkeit des zusätzlichen Strombedarfs, welcher sich aus dem Betrieb von WP ergeben wird.

**Bei Regeljahrverhältnissen wird eine Abdeckung des Mehrbedarfes an elektrischer Energie zum Betrieb von WP im betrachteten Jahr nur durch kalorische Mehrerzeugung bzw. zusätzliche Stromimporte von etwa 1 TWh (10<sup>9</sup> kWh) möglich sein.**

Eine tages- und monatszeitliche Betrachtung zeigt, daß die WP-Anlagen im wesentlichen aus den voraussichtlich dann bestehenden Kraftwerkskapazitäten versorgt werden können. Da aufgrund der Erzeugungsstruktur der EVU eine Forcierung der Wärmekraftwerkserzeugung nur bei denjenigen Anlagen möglich ist, die importierte Brennstoffe (Steinkohle, Öl, Gas) verfeuern, ergibt sich für die Stromversorgung ein zusätzliches Ansteigen der Auslandsabhängigkeit um 2 %-Punkte auf mehr als 30%.

Bild 2:

Energiekosten für den Endverbraucher der letzten Jahre in Groschen/MJ (10 gr/MJ = 36 gr/kWh). Annahmen: Die Stromkosten berücksichtigen bereits eine Leistungsziffer 3 der Wärmepumpe, der Wirkungsgrad einer Heizung mit fossilen Energieträgern beträgt 0,8.



Die Ölsubstitution wird im wesentlichen durch eine Erhöhung der Kohleverstromung bewirkt, welche bei günstigen Wasserdargebotsverhältnissen während der Sommermonate teilweise durch hydraulische Energie reduziert werden könnte.

Die zukünftigen Erfahrungen seitens der EVU werden zeigen, ob Sperrzeiten in die Anschlußbedingungen für derartige Anlagen mit aufzunehmen sein werden. Durch den Einbau von geeigneten Steuergeräten könnten damit die WP während der Starklastzeiten in einzelnen Versorgungsgebieten außer Betrieb genommen werden.

**Des weiteren ist vorzusehen, daß die EVU das Niederspannungsnetz zur Vermeidung von regionalen Überlastungen verstärken werden müssen. Die das Netz stark belastenden Anlaufströme der Wärmepumpen sollten durch Vorrichtungen zur Strombegrenzung vermieden werden.**

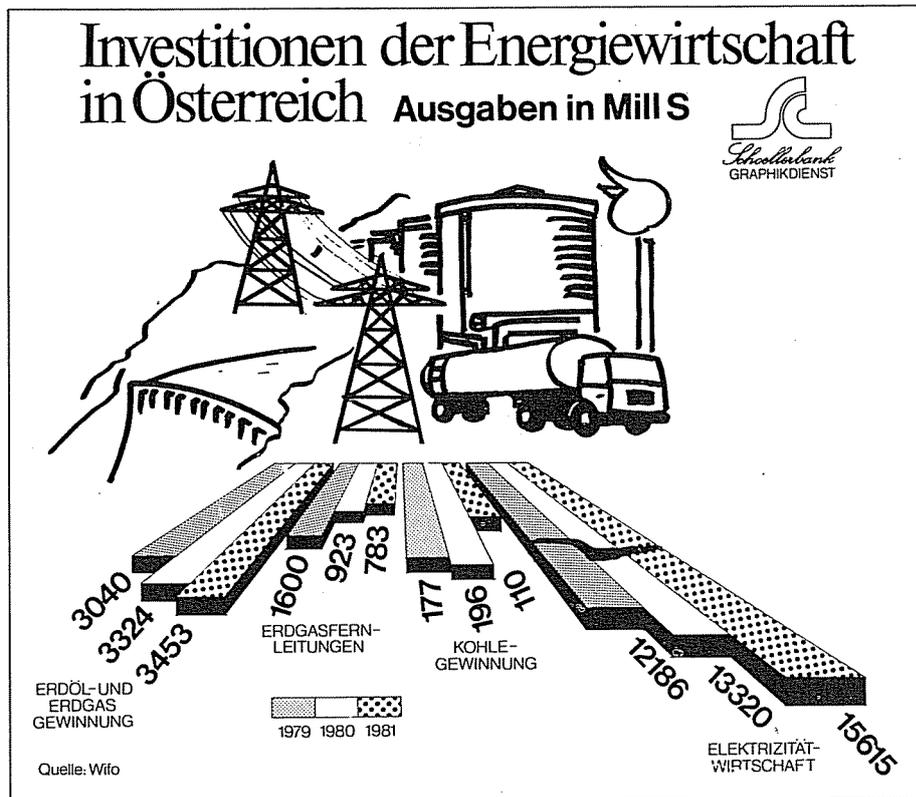
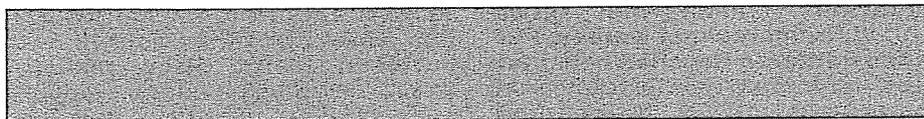
4

### Öl- und Strompreis

Wärmepumpen werden desto mehr in Österreich eingesetzt werden, als die Bevölkerung die Notwendigkeit des weiteren Energiesparens, besser der rationellen Energieanwendung, erkennt. Da sie mit Strom betrieben werden, ist zu erwarten, daß dadurch eine kostengünstigere Heizung und/oder Warmwasserbereitung sowie eine höhere Versorgungssicherheit als bei einer Öl- oder Gasheizung gegeben sein wird.

**Die WP wird den Erfordernissen der Ölsubstitution und damit einer Deviseneinsparung in bester Weise gerecht.**

Die österreichische Elektrizitätswirtschaft ist bestrebt, den bisherigen hydraulischen Anteil an der Elektrizitätserzeugung durch einen zügigen Ausbau der Wasserkräfte beizubehalten. Das bedeutet aber auch, daß die Strompreiserhöhungen voraussichtlich auch weiter unter den Preisanstiegen der sogenannten sensiblen Energieträger Öl und Gas bleiben würden (siehe dazu auch Bild 2), wodurch sich die Wirtschaftlichkeit des Betriebes einer WP weiter erhöht.



### MEHR MITTEL FÜR KRAFTWERKE

Mit 15 bis 20 Milliarden Schilling werden heuer die österreichischen Energieversorgungsunternehmen mehr investieren als im Jahr 1980. Das ergab eine Investitionserhebung des Wirtschaftsforschungsinstitutes vom Frühjahr 1981. Noch in diesem Jahr stehen das Speicherkraftwerk Sellrain-Silz und das Draukraftwerk Annabrücke als neue Energielieferanten zur Verfügung. Zu den größten derzeit im Bau befindlichen Wasserkraftwerksbauten zählen das Donaukraftwerk Melk (Fertigstellung 1982), das Traunkraftwerk Traun-Pucking (1981/82), das Murkraftwerk Bodensdorf (1982), das Kraftwerk Spielfeld (1982) sowie das Zillerkraftwerk (1986/87).

