

Die Anwendung von Wärmepumpen in Österreich — Auswirkungen auf die Elektrizitätsversorgung

Von H. Holzer und L. Kumer¹⁾

Einleitung

Auf der Suche nach Techniken zur Bewältigung der beginnenden Verknappung unserer derzeit wichtigsten Energieträger Erdöl und Erdgas bietet sich die Wärmepumpe 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, so daß die Wärmepumpe vornehmlich der Raumheizung dient, obwohl sie auch im industriellen und gewerblichen Bereich zunehmend eingesetzt wird.

In dem hier vorgegebenen Rahmen sollen die in diesem Jahrzehnt voraussichtlich dominierenden elektrischen Kompressionswärmepumpen behandelt werden, welche zu Heizzwecken und zur Warmwasserbereitung angewendet werden. Primärenergieversorgte Kompressions- und Absorptions-Wärmepumpen haben keine Auswirkung auf die Elektrizitätsversorgung und bleiben daher außer Betracht.

Der zu erwartende Absatzmarkt in Österreich für Wärmepumpen wird wie auch in anderen Ländern vornehmlich durch die Progression der Energiepreise bestimmt sein. Des weiteren wird die Installierung einer Wärmepumpe als energiesparende Investition anerkannt und in diesem Rahmen durch öffentliche Mittel finanziell gefördert, was für manche Anlaß sein wird, das konventionelle Heizungssystem durch eine Wärmepumpenanlage zu ersetzen oder zu ergänzen.

In der Folge wird zwischen Wärmepumpenanlagen bivalenter und monovalenter Betriebsart (ohne Zusatz-Heizkessel) unterschieden. Wärmepumpen, die ihre Wärme aus dem Wasser oder dem Erdreich beziehen, sind nur in eher geringer Anzahl anwendbar. Zur Nutzung des Grund- und Oberflächenwassers sind neben einer Genehmigung der Wasserrechtsbehörde meist umfangreiche bauliche Maßnahmen erforderlich. Erdreichwärmepumpen kommen nur dort wirtschaftlich zum Einsatz, wo großflächige Aushubarbeiten ohnedies vorgenommen werden müssen, was eher selten der Fall ist. Diese Nachteile sind für die bivalente Wärmepumpe, deren Wärmequelle meist Luft ist, nicht gegeben. Der Nachteil dieser Betriebsart liegt darin, daß die Leistungsfähigkeit dieser Wärmepumpe bei niedrigen Außenlufttemperaturen stark reduziert ist.

Die bivalent eingesetzte Luft/Wasser-Wärmepumpe wird üblicherweise auf etwa 50 % des Maximalwärmebedarfes ausgelegt, so daß sie bis zu einer Außentemperatur von etwa 2 °C den Wärmebedarf eines Gebäudes allein decken kann. Unterhalb dieser Temperatur schaltet sich automatisch der zusätzliche Wärmeerzeuger ein.

Auf Grund einer realistisch angenommenen Absatzentwicklung für Wärmepumpen in Österreich wird im folgenden beispielsweise für das Jahr 1990 der zu erwartende Leistungs- bzw. Arbeitsbedarf und dessen zeitliche Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur diskutiert. Des weiteren soll für dieses Jahr beurteilt werden, ob die vorhandenen Kraftwerkskapazitäten ausreichen, um diesen zusätzlichen Strombedarf abzudecken.

Absehbare Konsequenzen — sowohl für die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) wie auch für die Betreiber von Wärmepumpenanlagen — sollten in beider Interesse rechtzeitig diskutiert werden.

Feststellung des Wärmebedarfes

Absatzentwicklung der Wärmepumpen in Österreich

Das zu erwartende Absatzpotential für Wärmepumpen der nächsten Jahre läßt sich nur mit den einer Prognose anhaftenden Unwägbarkeiten wie Energiepreis- und Wirtschaftsentwicklung bestimmen. Die Zahl der Wärmepumpenanlagen, welche zukünftig für Heiz- und Brauchwasserzwecke eingesetzt werden, hängt von mehreren wesentlichen Randbedingungen ab:

- vorhandene Anwendungspotentiale,
- Liefer- und Montagepotential,
- Nachfragepotential.

Das Nachfragepotential selbst wird durch die Fertigungskosten, die Wirtschaftlichkeit, die allgemeine Wertschätzung der Wärmepumpe und die Versorgungssicherheit mit elektrischer Energie beeinflusst.

Die Marktentwicklung für Wärmepumpen in Österreich war im vergangenen Jahr durch eine verstärkte Absatzzunahme gekennzeichnet. So waren bis 1979 nur etwa 1200 Wärmepumpen installiert, während 1980 allein 4600 Wärmepumpenanlagen zusätzlich angeschlossen wurden [1].

Mit einer weiteren Senkung der Fertigungskosten für Wärmepumpen ist zu rechnen. So konnte in einer Zeit von vier Jahren, in der unter Berücksichtigung der gewonnenen Erfahrung eine Kleinserienfertigung realisiert wurde, der Preis um rund 30 % auf etwa 6500 öS/kW Heizleistung reduziert werden. Letztlich kann mit Preisen von 3000 bis 4500 öS/kW Heizleistung gerechnet werden.

Es kann davon ausgegangen werden, daß im betrachteten Zeitraum die bisherige Aufteilung nach der Wärmequelle — etwa 80 % beziehen die Wärme aus der Luft und 20 % aus Wasser oder dem Erdreich — bestehen bleibt. Die Aufschlüsselung nach der Anwendung zeigt, daß derzeit die Wärmepumpen mit Anteilen von

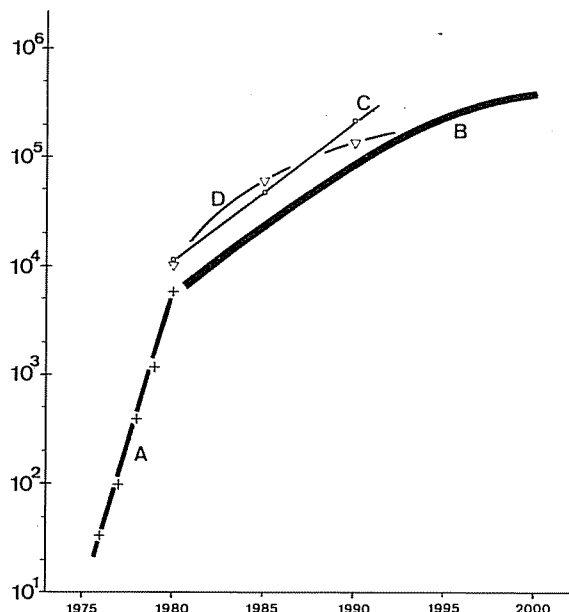
- Brauchwasser-Heizungskombination 10 %,
- Heizung 30 %,
- Brauchwassererwärmung 55 %,
- Schwimmbaderwärmung 5 %,

eingesetzt werden [1].

Unabhängige Ermittlungen der Absatzentwicklung der Wärmepumpe in Österreich [2,3] führen, wie Bild 1 zeigt, zu vergleichbaren Prognosen. Zu ihrer Absicherung wurde eine logistische Kurve berechnet, welche in Bild 2 dargestellt ist. Die dabei ermittelten Zahlen für die installierten Wärmepumpeneinheiten orientieren sich an den 1980 installierten Anlagen und an den folgenden Annahmen:

- das theoretisch mögliche Wärmepumpenpotential beträgt insgesamt etwa 1,7 Mio. Wärmepumpen [4], das sind etwa 1,5 Mio. Einzelofenheizungen (Tafel 1) und ein Zuwachs der Wohnungsanzahl bis 1990 von 160 000,

¹⁾ Dipl.-Ing. Hannes Holzer und Dr. Ludwig Kumer, Österreichische Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft, Wien



A bisherige Entwicklung, B logistische Kurve gemäß Bild 2, C nach [2], D nach [3]

Bild 1: Installierte Wärmepumpen in Österreich, bisherige und prognostizierte Entwicklung der installierten Wärmepumpen in Österreich (nach [11])

Fig. 1: Heat pumps installed in Austria, development to date and forecast (based on [11])

Fig. 1: Pompes à chaleur installées en Autriche: développement enregistré et prévu des pompes à chaleur installées en Autriche (d'après [11])

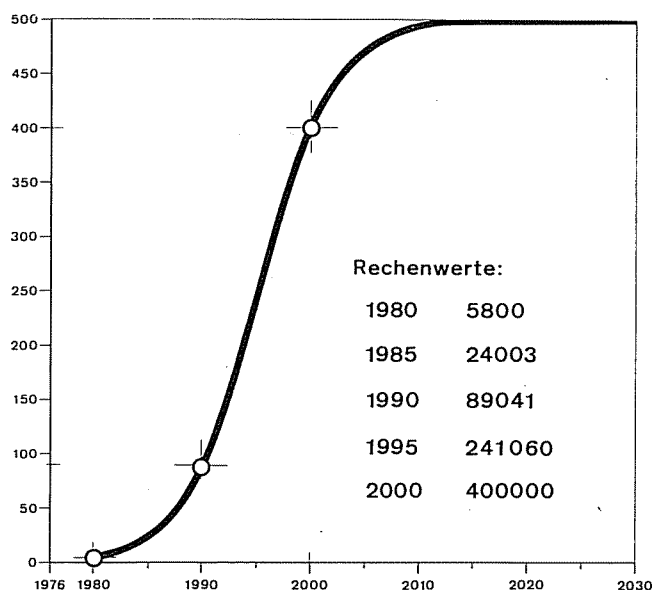


Bild 2: Erwartungswerte ($\times 10^3$) der in Österreich installierten Wärmepumpen (bi- und monovalent)

Fig. 2: Expected figures ($\times 10^3$) for heat pumps (dual source and single source) installed in Austria

Fig. 2: Valeurs attendues ($\times 10^3$) des pompes à chaleur installées en Autriche (bivalentes et monovalentes)

Tafel 1: Haushalte in Österreich, aufgeschlüsselt nach der Art der Heizung (Zahlenangaben in Tausend), (nach [11])

Table 1: Austrian households according to type of heating system (in thousands) (based on [11])

Tableau 1: Les foyers domestiques en Autriche, classifiés d'après le type de chauffage (en milliers), (d'après [11])

Verwendetes Heizmaterial	Wohnungen insgesamt davon mit			
	Zusammen	Einzelheizung	Etagenheizung	Zentralheizung
Holz	410	318	20	72
Kohle, Koks, Briketts	743	516	52	172
Gas	352	157	125	69
Heizöl	827	321	56	448
Elektrischer Strom	196	164	16	14
Fernwärme	83	—	—	83
Unbekannt	31	3	1	19
Insgesamt	2642	1480	271	878

— technisch und wirtschaftlich nutzbar sind davon etwa 30 %, das entspricht rund 500 000 Wärmepumpeneinheiten,

— im Jahre 2000 werden 80 % (400 000 WP) des technisch/wirtschaftlich nutzbaren Potentials installiert sein.

Wie in Bild 1 aufgezeigt, verifizieren die derart berechneten Werte von Wärmepumpenanlagen bis ins Jahr 2000 andere Prognosen.

Vergleich mit Prognosewerten für die Bundesrepublik Deutschland

Eine Überprüfung dieser Ergebnisse mit Prognosen für die Bundesrepublik Deutschland ergibt, daß eine Übereinstimmung der angenommenen Marktentwicklung für Wärmepumpen gegeben ist. Dieser Vergleich ist insbesondere deswegen möglich, da Österreich und die Bundesrepublik Deutschland gut vergleichbare Länder betreffend ihre Wirtschaftsentwick-

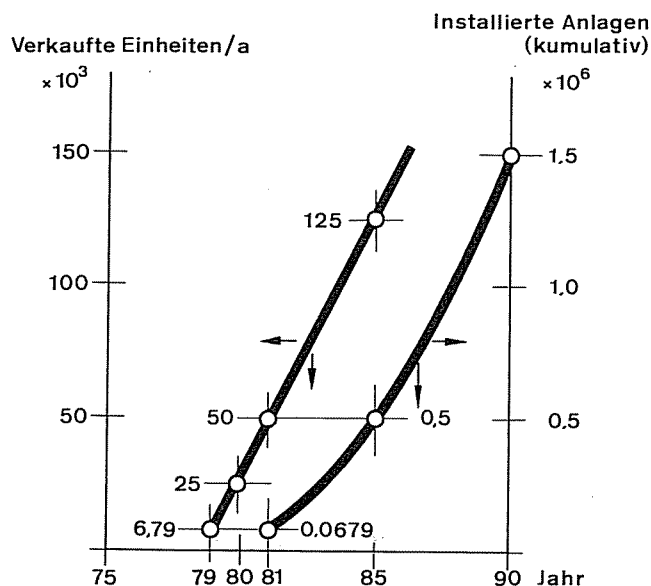


Bild 3: Prognose der Marktentwicklung von Heizungs-Wärmepumpen für die BR Deutschland (nach [5])

Fig. 3: Market estimate for heat pumps used for heating purposes in the Federal Republic of Germany (based on [5])

Fig. 3: Prévision du développement du marché des pompes à chaleur de chauffage pour la République fédérale d'Allemagne (d'après [5])

lung sind und das Verhältnis zwischen Anzahl der Haushalte und Einwohnerzahl identisch ist.

Prognosen der Wärmepumpen-Marktentwicklung der BR Deutschland [5] im überschaubaren Zeitraum bis 1990 sind in den Bildern 3 und 4 aufgezeigt. Aus diesen Prognosezahlen lassen sich „Analogzahlen für Österreich“ ableiten, welche in Tafel 2 gegenübergestellt sind und größenordnungsmäßig mit den Werten von Bild 2 übereinstimmen, welche auf den oben getroffenen Annahmen basieren.

Mittlerer Wärmebedarf und elektrische Anschlußleistung der Wärmepumpe

Der Wärmebedarf eines üblichen Einfamilienhauses beträgt rund 20 kW, was einem spezifischen Wärmebedarf von etwa 100 W/m² entspricht.

Eine bivalente Wärmepumpe ist somit auf etwa 10 kW Heizleistung ausgelegt und deckt damit bei 3 °C Außenlufttemperatur 50 % des Wärmebedarfes. Daraus wird eine elektrische Anschlußleistung von etwa 3,7 kW, entsprechend einer Leistungsziffer 2,7 ermittelt und durch Meßwerte mehrerer Anlagen bestätigt [6]. Der Mittelwert der Auslegungsleistung aller bis 1980 in Österreich installierten Wärmepumpen beträgt desgleichen 10,2 kW (Tafel 3).

Für die monovalente Wärmepumpe kann eine Nennheizleistung von im Mittel 20 kW angenommen werden, da diese den gesamten Wärmebedarf des Hauses abdecken soll. Die Leistungsziffer im Auslegungspunkt — die Grundwasser- bzw. Erdreichtemperatur beträgt ebenfalls etwa 3 bis 5 °C — wird daher nicht unterschiedlich zu jener der bivalenten Wärmepumpe sein. Aus diesen Überlegungen ergibt sich für die monovalente Wärmepumpe eine mittlere (über alle Anlagen) elektrische Anschlußleistung von etwa 7,4 kW.

Auf Basis der oben angegebenen Aufteilung für bi- bzw. monovalente Wärmepumpen und mit voraussichtlich 90000

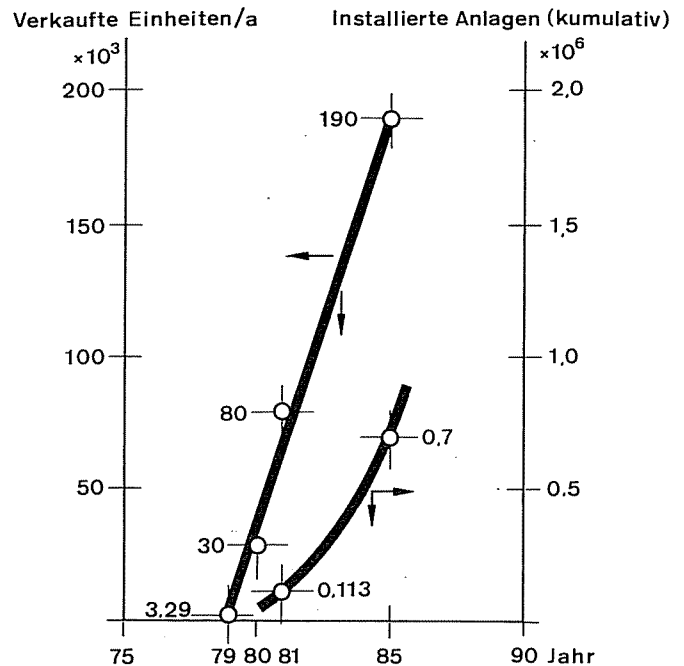


Bild 4: Prognose der Marktentwicklung von Brauchwasser-Wärmepumpen für die BR Deutschland (nach [5])

Fig. 4: Market estimate for service water heat pumps in the Federal Republic of Germany (based on [5])

Fig. 4: Prévision du développement du marché des pompes à chaleur pour la production d'eau chaude utilisée à des fins hygiéniques en République fédérale d'Allemagne (d'après [5])

Wärmepumpen im Jahre 1990, bestimmt sich eine Leistung von 400 MW aller dann installierten Anlagen.

Tafel 2: Gegenüberstellung der deutschen und österreichischen Erwartungswerte für den Wärmepumpenabsatz (Zahlenangaben in Millionen)

Table 2: Comparison of the German and Austrian figures for expected sales of heat pumps (in millions)

Tableau 2: Comparaison des valeurs prévues pour la République fédérale d'Allemagne et l'Autriche, relatives à la vente des pompes à chaleur (en millions)

	Bundesrepublik Deutschland			Österreich		
	insgesamt	bivalent	monovalent	insgesamt	bivalent	monovalent
Einwohner	64			7,4		
Haushalte 1979				2,624		
1980	24			2,65 ³⁾		
1990	26			2,8 ³⁾		
theoretisch nutzbar bis 1990	13	12 ¹⁾	6 ¹⁾	1,4	(0,7)0,98	(0,3)0,420
Kohle- und Koksheizung	0,5	0,09 ²⁾	0,01 ²⁾	0,64	(0,2)0,7)	(0,2)0,3)
					0,090	0,038
Ölheizungen						
— davon auf Fernwärme bis 1990 umgestellt	2,2			0,1		
— verbleiben	7,0	(0,9)6,3	(0,1)0,7	0,545	(0,7)0,382	(0,3)0,164
Neubauten bis 1990 — Einfamilienhäuser	1,8	(0,8)0,9)	(0,8)0,1)	0,16 ⁴⁾	(0,8)0,7)	(0,8)0,3)
		1,3	0,14		0,090	0,038
Mehrfamilienhäuser	1,7	(0,5)0,9)	(0,5)0,1)	0,24 ⁴⁾	(0,5)0,7)	(0,5)0,3)
		0,76	0,09		0,084	0,036
praktisch nutzbar bis 1990		8,5	0,95		0,646	0,276
Prognose						
Heizungswärmepumpe	1,5	(0,9)1,35	(0,1)0,15	0,13	(0,7)0,09	(0,3)0,04
Brauchwasserwärmepumpe	2,0	(0,9)1,80	(0,1)0,20	0,18	(0,7)0,13	(0,3)0,05

Anmerkung: Multiplikationsfaktoren sind in Klammer gesetzt.

¹⁾ 5 · 10⁶ Haushalte sind sowohl bi- wie monovalent nutzbar

²⁾ die erforderliche Betriebstemperatur von 50 bis 80 °C begrenzt die Einsatzmöglichkeit der Wärmepumpe

³⁾ Schätzungen

⁴⁾ Beiträge zur österreichischen Statistik, 1978/79, Wohnungsdaten

Aufzubringende elektrische Leistung und Arbeit für den Antrieb der Wärmepumpen

Die Meßergebnisse aus insgesamt 40 bivalenten Versuchsanlagen in der BR Deutschland [6] ermöglichen die Beurteilung der aufzubringenden elektrischen Leistung und Arbeit und deren zeitliche Verteilung. Das Klima in Österreich ist nicht wesentlich verschieden von jenem Gebiet, in welchem die Versuchsanlagen installiert sind.

Aus den derart festgestellten Betriebsdaten lassen sich, wie später gezeigt wird, mögliche Auswirkungen auf die Elektrizitätsversorgung abschätzen.

Monatliche Betriebsstunden

Aus Tafel 4 ist zu ersehen, daß sich die Betriebsstunden der Wärmepumpen und der Zusatzheizung zur Außentemperatur antizyklisch verhalten. In den strengen Wintermonaten mit einer Außentemperatur unterhalb des Einschaltpunktes kann ein deutlicher Rückgang der mittleren Betriebsstunden für die bivalente Wärmepumpe festgestellt werden – bei gleichzeitigem Anstieg der Betriebsstunden für die Zusatzheizung. Etwa für den Monat Februar erreicht die Wärmepumpe ein Betriebszeitminimum von etwas mehr als 100 Betriebsstunden pro Monat.

In den Übergangsmonaten im Frühjahr und Herbst erreicht die Wärmepumpe ihre maximale Betriebsstundenzahl von etwa 300 Stunden in den Monaten März und November. In den Sommermonaten Juni bis August läuft eine bivalente Wärmepumpe im Mittel etwa 70 Stunden und dient damit ausschließlich der Warmwasserbereitung.

Werden die jeweiligen Monatswerte addiert, so ergeben sich für die Wärmepumpe durchschnittlich insgesamt 2250 und für die zusätzliche Heizung etwa 650 Betriebsstunden im Jahr. Bei einer üblichen Anschlußleistung der Wärmepumpe von 3,7 kW entspricht dies einer Jahresantriebsarbeit von etwa 8300 kWh.

Betriebsstunden aufteilung während eines Tages

Auch in diesem Fall ist die Betriebszeit der Wärmepumpe entsprechend dem Wärmebedarf des Gebäudes starken Schwankungen mit der Außentemperatur unterworfen.

Typische Tage in den Winter-, Übergangs- und Sommermonaten, nämlich im Februar, März, Mai und August werden herausgegriffen. In Bild 5 ist die durchschnittliche Wärmepumpenbetriebsdauer in Abhängigkeit von der Tageszeit aufgetragen.

Im Monat Februar, bedingt durch die niedrige Außentemperatur, erreicht die Wärmepumpe ein Tagesmaximum zwischen 14 und 18 Uhr mit 0,2 Betriebsstunden/h, um gegen Tagesende wieder auf etwa 0,1 h/h abzusinken. Die Wärmepumpe kann, bedingt durch die niedrige Außentemperatur, nur stundenweise den Wärmebedarf des Gebäudes decken.

Im März übernimmt die Wärmepumpe bereits einen wesentlich größeren Anteil an der Deckung des Wärmebedarfes, jedoch ist auch hier das tageszeitliche Verhalten ähnlich: in der zweiten Tageshälfte übernimmt die Wärmepumpe im Maximum 0,6 h/h die Wärmeversorgung des Hauses. Bis gegen Abend hin kann die Wärmepumpe den gesamten erforderlichen Wärmebedarf decken. Nach 20 Uhr ist bereits eine teilweise Umschaltung auf den ergänzenden Wärmeerzeuger zu vermerken. Nach 22 Uhr wird durch die Nachtabsenkung der Raumtemperatur die Betriebsdauer der Wärmepumpe nochmals stark reduziert.

Des weiteren zeigt Bild 5, daß die in Tafel 4 angeführten durchschnittlichen Betriebszeiten oft wesentlich überschritten werden. Zur Beurteilung des erforderlichen Strom-

Tafel 3: Berechnung des Mittelwertes der Heizleistung (nach [1])

Table 3: Calculation of mean heating output (based on [1])

Tableau 3: Calcul de la valeur moyenne du rendement calorifique (d'après [1])

Heizleistungsbereich (kW)	Mittelwert der Heizleistung (kW)	Anteil in % bis 1980	Produkt aus Mittelwert und Anteil
0 — 3	1,5	42	0,63
3 — 7	5	12,8	0,64
7 — 15	11	21,2	2,33
15 — 30	22,5	17,4	3,92
> 30	~ 40	6,6	2,64
Summe		100	10,2 kW

Tafel 4: Monatssumme der durchschnittlichen Betriebsdauer respektive die durchschnittliche Betriebszeit von bivalenten Wärmepumpen zur Heizung und Brauchwasserbereitung, sowie der Zusatzheizung ([6], jedoch ohne Zusatzheizung Juni bis August)

Table 4: Monthly totals of average operating time, with respect to average operation of dual source and single source heat pumps for space heating and service water and of the additional heating [6], but excluding additional heating from June to August

Tableau 4: Sommes mensuelles de la durée moyenne d'exploitation de pompes à chaleur bivalentes pour le chauffage des locaux et la préparation d'eau chaude ainsi que du chauffage additionnel ([6]), mais sans chauffage additionnel pour les mois de juin à août

	Wärmepumpe h/Monat	Zusatzheizung h/Monat	Gesamt h/Monat
Januar	190	140	330
Februar	105	170	275
März	295	75	370
April	180	30	310
Mai	205	10	215
Juni	70	—	70
Juli	70	—	70
August	70	—	70
September	190	5	195
Oktober	260	10	270
November	310	60	370
Dezember	205	150	355
Summe	2250	650	2900

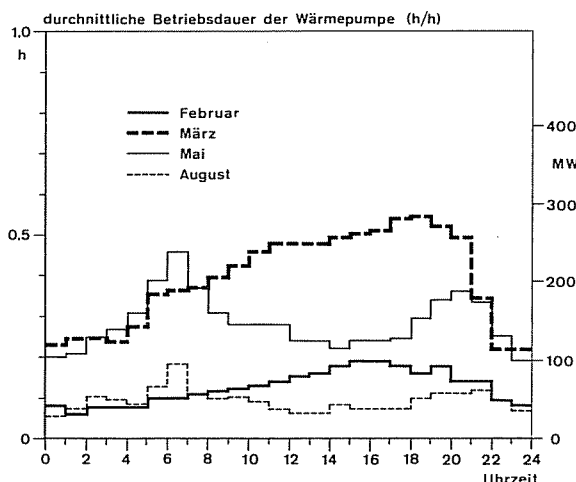


Bild 5: Tageszeitabhängigkeit der durchschnittlichen Wärmepumpenbetriebsdauer (nach [6])

Fig. 5: Average heat pump operating time according to time of day (based on [6])

Fig. 5: Dépendance, en fonction des différentes heures du jour, de la durée d'exploitation moyenne de la pompe à chaleur (d'après [6])

bedarfes werden diese maximalen Wärmepumpen-Einschaltzeiten noch mit einem Faktor 1,3 multipliziert. Dies aus folgenden Gründen:

- Meßwerte der Wärmepumpen-Betriebszeiten liegen nur aus einem Jahr (1978) vor,
- klimatische Schwankungen innerhalb eines Monats bedingen eine höhere Wärmepumpen-Einschaltzeit, als den in Bild 5 angegebenen Durchschnittswerten eines Monats entspricht.

Derart ergeben sich die der weiteren Betrachtung zugrunde liegenden maximalen Belastungswerte in einzelnen Monaten, wie in Tafel 5 angegeben.

Für eine monovalente Wärmepumpe bestimmen sich die zu erwartenden Betriebszeiten, indem die in Tafel 4 angegebenen Einsatzzeiten der Zusatzheizung jener der bivalenten Wärmepumpe zugezählt werden. Diese mit dem oben erwähnten Faktor multipliziert ergeben durchschnittliche Betriebszeiten während eines Monats, sowie Spitzenwerte zu bestimmten Tageszeiten (Tafel 5).

Der durch den prognostizierten Anschluß von bi- und monovalenten Wärmepumpen vorhersehbare Leistungsbedarf korreliert in seiner tageszeitlichen Abhängigkeit zu den Werten von Bild 5 und ist dort in der Ordinate für die charakteristischen Monate ablesbar (Prognose 1990).

Die aufzubringende elektrische Arbeit für das Jahr 1990 beträgt mit den in Tafel 4 angegebenen Betriebszeiten der bivalenten Wärmepumpe und unter der Annahme, daß eine monovalente Wärmepumpe 2900 h/a in Betrieb steht, 986 GWh.

Auswirkungen auf die öffentliche Elektrizitätsversorgung Österreichs

In diesem Abschnitt werden die Auswirkungen der unterstellten Wärmepumpenentwicklung auf die zukünftigen Strombedarfsverhältnisse untersucht.

Da bis zum Jahre 1990 die Entwicklung der Strombedarfsdeckung im Rahmen der Unwägbarkeiten noch relativ gut überschaubar ist, wurde dieses Jahr für die anschließenden Berechnungen als Betrachtungsjahr gewählt.

Tafel 5: Maximale Belastungswerte in charakteristischen Monaten (h/h)

Table 5: Maximum load in typical months (h/h)

Tableau 5: Valeurs maxima de la charge pour les mois caractéristiques (h/h)

	Bivalente Wärmepumpe	
	durchschnittlich	maximal
Februar	0,2	0,3
März	0,5	0,7
Mai	0,36	0,6
August	0,12	0,2
	Monovalente Wärmepumpe	
	durchschnittlich	maximal
Februar	0,53	0,8
März	0,65	0,9
Mai	0,38	0,6
August	0,12	0,2
Gemittelt über bi- und monovalente WP zusammen		
	durchschnittlich	maximal
Februar	0,27	0,4
März	0,53	0,74
Mai	0,36	0,6
August	0,12	0,2

Die Prognose des Strombedarfes und dessen Deckungsmöglichkeiten stützt sich im wesentlichen auf das koordinierte Kraftwerksausbauprogramm 1980 der Verbundgruppe und der Gruppe der Landesgesellschaften [7], welche gemeinsam mehr als 90 % der öffentlichen Elektrizitätsversorgung repräsentieren. Obwohl in der Bedarfsprognose dieses Ausbauplans teilweise bereits zusätzliche Substitutionseffekte anderer Energieträger durch elektrischen Strom Berücksichtigung fanden, wird konservativerweise angenommen, daß darin der der gegenständlichen Arbeit zugrundeliegende Umfang des Wärmepumpeneinsatzes nur zu einem vernachlässigbar geringen Teil enthalten ist.

Somit wird in den anschließenden Betrachtungen zwischen zwei Bedarfsvarianten unterschieden, nämlich zwischen

- der letztgültigen Strombedarfsprognose für den Bereich der öffentlichen Stromversorgung als Prognose ohne Einsatz von Wärmepumpen und
- der, um den Strombedarf aller Wärmepumpenanlagen erhöhten Prognose. Der 0,2 %ige Anteil des Stromverbrauches der bestehenden Wärmepumpenanlagen am derzeitigen Inlandbedarf ist dabei vernachlässigbar gering.

Leistungsmäßige Überprüfung

Elektrizität ist ein leitungsgebundener und in seiner Form praktisch nicht speicherbarer Energieträger. Diese technisch-physikalischen Randbedingungen erfordern es, die Stromaufbringung jederzeit der jeweiligen Verbrauchssituation anzupassen. Letztere wird von einer Vielzahl von Abnehmern der Bereiche Haushalt, Industrie, Gewerbe usw. bestimmt und ist damit laufend Schwankungen (in Abhängigkeit der Lebensrhythmen, Witterungseinflüsse, usw.) sowie längerfristigen Veränderungen (zum Beispiel zufolge der Wirtschaftsentwicklung) unterworfen.

Zur Bestimmung der leistungsmäßigen Situation zu Ende dieses Jahrzehnts wurden, in Korrelation zur arbeitsmäßigen Bedarfsprognose gemäß folgendem Abschnitt auf Basis von Tagesbelastungsdiagrammen (3. Mittwoche) charakteristischer Winter-, Sommer- und Übergangsmonate der letzten Jahre [8], Lastkurven für 1980 ermittelt.

Bild 6 enthält die voraussichtliche Belastungskurve für den Höchstlasttag im Februar 1990 bei einer durchschnittlichen jährlichen Zunahme der Winterhöchstlast von etwa 4,2 % (dünn gezeichnete Treppenkurve, ohne WP). Die Spitzenlast steigt von 5015 MW im Februar 1981 auf rund 7300 MW, die niedrigste Belastung liegt bei etwa 5400 MW. Unter Berücksichtigung des Leistungsbedarfes der Wärmepumpe entsprechend Bild 5 enthält man die obere, dick eingetragene Lastkurve, welche um etwa 0,5 bis 1,5 % über der ursprünglichen verläuft und eine Erhöhung der mittleren jährlichen Zunahme im selben Zeitraum um knapp 0,2 %-Punkte auf 4,4 % bewirkt.

Um einen Überblick über die Deckungsmöglichkeiten zu erhalten, sind im Bild 6 die bei Regeljahrverhältnissen maximal einsetzbare Wasserkraftwerkskapazität — unter Abzug der zur Erfüllung von langfristig abgeschlossenen Lieferverträgen mit ausländischen Partnern bereitzustellende Leistung — sowie die derzeit vertraglich gesicherte Importleistung eingezeichnet. Daraus ersieht man, daß, bei einer voraussichtlich verfügbaren Kohlekraftwerksleistung von etwa 2100 MW, der durch den Betrieb der Wärmepumpe verursachte Mehrbedarf nur durch eine Erhöhung des Einsatzes von Öl/Gas-befeuerten Anlagen abgedeckt werden kann.

Diese Aussage ist auch für die Höchstlasttage der restlichen Wintermonate zutreffend. Eine Überprüfung der Lastverhältnisse in Übergangs- und Sommermonaten zeigt unter der Voraussetzung einer weitgehenden Abstimmung des Kraftwerkeinsatzes der EVU die Möglichkeit auf, die für den

Betrieb von Wärmepumpen erforderliche Leistung aus Kohlekraftwerken bzw. bei günstigen Wasserdargebotsverhältnissen aus hydraulischen Anlagen bereitzustellen.

Die leistungsmäßigen Betrachtungen zeigen demnach, daß die Wärmepumpenanlagen im Jahre 1990 im wesentlichen aus bestehenden und gemäß [7] bis dahin zugewachsenen Kraftwerkskapazitäten versorgt werden können. Es ist aber zu erwarten, daß die EVU das Niederspannungsnetz zur Vermeidung von regionalen Überlastungen verstärken werden müssen. Das wird im besonderen auf Transformatoren und Zuleitungen zu den einzelnen Verbrauchern zutreffen. Des weiteren wären für die das Netz stark belastenden Anlaufströme der WP Grenzwerte vorzugeben.

Bild 7 zeigt im Vergleich die Entwicklung der relativen Tagesganglinien der Dezember-Höchstlasttage der Jahre 1960, 1970 und 1980. Man erkennt den Erfolg des Bestrebens der österreichischen EVU, die Lastkurve zum Vorteil einer gleichmäßigeren Auslastung der investierten Erzeugungs- und Verteilungskapazitäten zu glätten.

Bedenkt man nun, daß die Summe der Anschlußleistung von — vorwiegend bivalenten — Wärmepumpenanlagen im Jahr 1990 rund 400 MW betragen wird und zufolge der Marktentwicklung zur Jahrtausendwende etwa der vierfache Wert zu erwarten ist, werden die zukünftigen Erfahrungen seitens der EVU zeigen, ob Sperrzeiten in die Anschlußbedingungen für derartige Anlagen mit aufzunehmen sein werden. Durch den Einbau von geeigneten Steuergeräten könnten damit die Wärmepumpen während den Starklastzeiten in den einzelnen Versorgungsgebieten außer Betrieb genommen werden, um in Schwachlastzeiten die Täler der Lastkurve auffüllen zu helfen.

Arbeitsmäßige Untersuchung

Die gesamte Inlandabgabe in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Österreichs von 32734 GWh im Jahr 1980 wird sich auf etwa 50000 GWh im Jahr 1990 erhöhen und damit mehr als vereineinhalbfachen. Dies entspricht einem mittleren jährlichen Zuwachs von etwa 4,3 % bis zum Ende dieses Jahrzehnts.

Der Anteil von Wärmepumpenanlagen am Inlandstromverbrauch betrug im Jahre 1980 kaum nennenswerte 0,2 %. Die unterstellte Wärmepumpenentwicklung wird im Jahr 1990 den oben prognostizierten Jahresverbrauch um etwa 2 % auf rund 51000 GWh erhöhen und damit auch die mittlere jährliche Zuwachsrate um 0,2 %-Punkte anheben.

Aus Bild 8 sind die Anteile des Wärmepumpenbedarfes am monatlichen Stromverbrauch zu ersehen. Der entsprechende Anteil am Jahresverbrauch beläuft sich auf 1,9 %, die Winter- bzw. Sommeranteile betragen 2,2 % bzw. 1,6 %.

Monatliche Deckungsrechnungen für das Jahr 1990 lassen erkennen, daß bei Regeljahrverhältnissen eine Abdeckung des Mehrbedarfes an elektrischer Energie zum Betrieb der Wärmepumpen nur durch kalorische Mehrerzeugung bzw. zusätzliche Stromimporte möglich ist.

Da im betrachteten Jahr aufgrund der Erzeugungsstruktur der EVU eine Forcierung der Wärmekrafterzeugung im wesentlichen 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 %.

Im Bild 9 ist der Brennstoffeinsatz zur Bereitstellung der für die Versorgung der Wärmepumpen erforderlichen elektrischen Energie enthalten. In den Monaten April bis September müssen zusätzlich etwa 140000 t Steinkohle eingesetzt werden. Diese Menge könnte bei überdurchschnittlichen Wasserdargebotsverhältnissen durch hydraulische Energie verringert werden. Für die Wintermonate ist ein Mehreinsatz

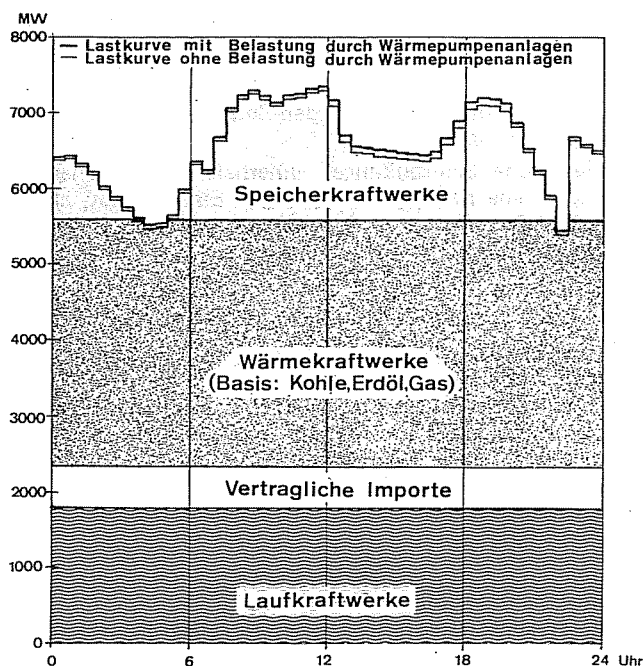


Bild 6: Tagesbelastungsdiagramm für den Höchstlasttag im Februar 1990 (Inlandverbrauch ohne Pumpstromaufwand)

Fig. 6: Load diagram for the peak day in February 1990 (national consumption excluding pump power input)

Fig. 6: Diagramme de la charge journalière pour la journée à la charge maximale en février 1990 (consommation nationale sans l'énergie électrique consommée par les usines de pompage)

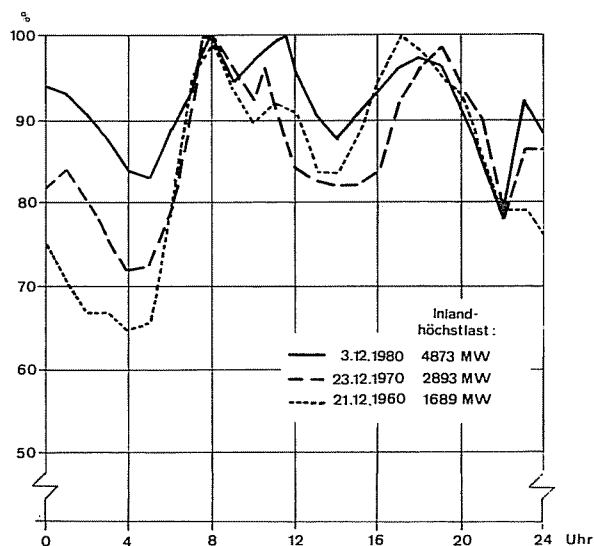


Bild 7: Vergleich der relativen Tagesganglinien für den Höchstlasttag im Dezember 1960/70/80 (Inlandverbrauch ohne Pumpstromaufwand)

Fig. 7: Comparison of the relative daily loads for the peak days in December 1960/70/80 (national consumption excluding pump power input)

Fig. 7: Comparaison des différentes courbes d'évolution journalières pour la journée à charge maximale en décembre 1960/70/80 (consommation nationale sans l'énergie électrique des usines de pompage)

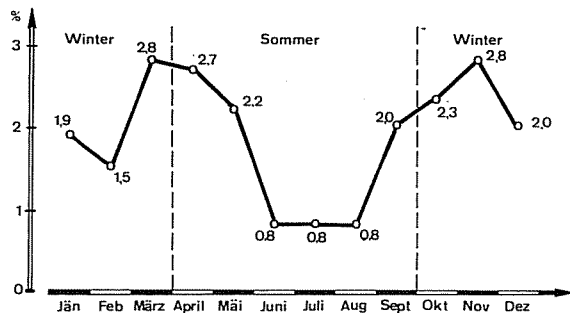
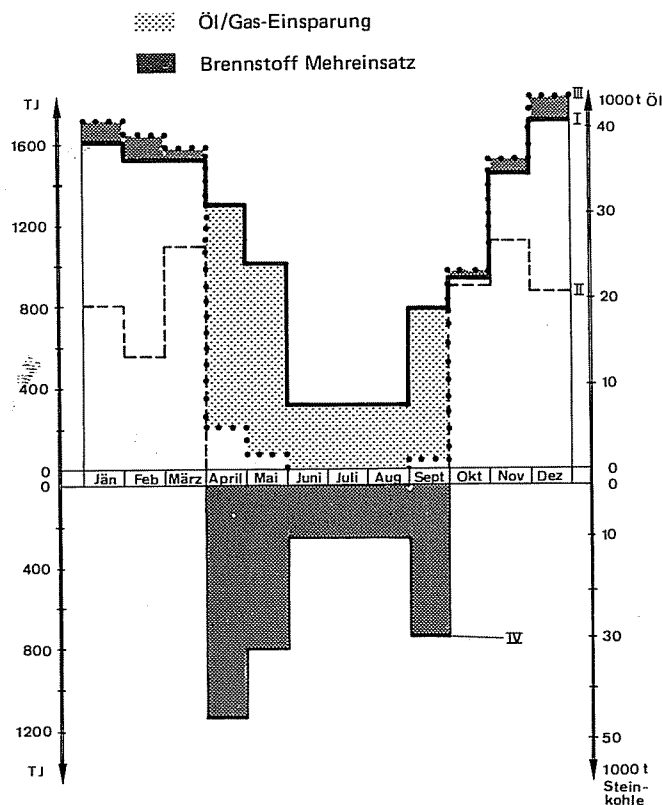


Bild 8: Relativer Anteil des Verbrauches von Wärmepumpen am prognostizierten Inlandstromverbrauch des Jahres 1990

Fig. 8: Relative share of heat pumps in the national electricity consumption forecast for 1990

Fig. 8: Part relative de la consommation des pompes à chaleur dans la consommation nationale prévue d'énergie électrique de l'année 1990



O-I Öl/Gas-Verbrauch bei Einsatz konventioneller Anlagen auf Basis dieser Energieträger
 O-II Notwendiger Öl/Gas-Einsatz in Wärmekraftwerken zum Betrieb der Wärmepumpe
 II-III Öl/Gas-Verbrauch der Zusatzheizung
 O-III Gesamter Öl/Gas-Verbrauch bei Wärmepumpeneinsatz
 IV Gesamter Kohleverbrauch in Wärmekraftwerken zum Betrieb der Wärmepumpen

Bild 9: Brennstoffeinsatz zur Beheizung und Warmwasserbereitung von 90000 Wohneinheiten im Jahr 1990 — Einsatz konventioneller Anlagen auf Basis Öl/Gas im Vergleich mit Wärmepumpen

Fig. 9: Fuel consumption for space heating and producing hot water in 90,000 dwelling units in 1990 — conventional gas/oil appliances compared with heat pumps

Fig. 9: Utilisation de combustibles pour le chauffage des locaux et la préparation d'eau chaude de 90 000 logement en 1990 — utilisation d'installations classiques sur la base de fuel/gas par rapport à celle de pompes à chaleur

(etwa + 130000 t Öl-Einheiten) der auf Basis Öl/Gas betriebenen Anlagen bzw. eine Erhöhung der Stromimportmengen im Ausmaß von über 600 GWh erforderlich.

Energiewirtschaftliche Bedeutung

Der Endenergieverbrauch betrug im Jahr 1978 rund 720 PJ, woran die Haushalte (ohne privaten Verkehr) mit 170 PJ oder zu rund einem Viertel beteiligt waren [9]. Für diesen Verbrauchssektor ist eine Verbrauchssteigerung bis 1990 auf rund 250 PJ anzunehmen [10].

Beachtet man, daß mehr als 50 % des Haushaltsverbrauches durch die Energieträger Öl und Gas gedeckt werden und rund 88 % der eingesetzten Energie zur Raumheizung und Warmwasserbereitung Verwendung finden, ist der Ansatzpunkt für die Substitution von Öl und Gas leicht zu erkennen.

Für den Sektor Raumheizung und Warmwasserbereitung ist in Bild 9 ein monatlicher Vergleich des Gesamtenergieeinsatzes für den Betrieb von konventionellen Anlagen auf Basis Gas/Öl mit Wärmepumpenanlagen für das Jahr 1990 dargestellt. Man sieht, daß bei Verwendung von WP anstelle von Öl/Gas-Heizungssystemen ein gewisser Mehrverbrauch im Winter einer bedeutenden Öl/Gas-Einsparung in den Sommer- und Übergangsmonaten gegenübersteht. Die Jahresbilanz ergibt eine Reduktion des Öl/Gas-Verbrauches von 307500 t ÖE um 77500 t ÖE oder 25 % auf 230000 t ÖE.

Dieses Ergebnis ist ein reiner Substitutionseffekt. Unter Berücksichtigung des notwendigen Kohleeinsatzes in Wärmekraftwerken ist der Gesamtenergieaufwand für beide Heizsysteme mit rund 13 PJ gleich hoch.

Damit kann festgehalten werden, daß durch die Anwendung der Wärmepumpe eine Reduktion des Öl/Gas-Einsatzes im Haushaltsbereich von 2,6 % bzw. eine Verringerung des gesamten Öl/Gas-Verbrauches um 0,5 % bewirkt wird.

Schlußbemerkung

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

Darüber hinaus sind volkswirtschaftliche Gesichtspunkte einer weiteren Ölsubstitution und damit eine Deviseneinsparung von Bedeutung. Eine solche kann umso mehr gelingen, als Elektrizität in Österreich zu rund zwei Drittel aus hydraulischer Energie gewonnen wird.

Auch wurde erkannt, daß die in Stadtgebieten vorgegebene stark atmosphärische Verschmutzung durch Verbrennungsrückstände der Gebäudeheizungen aus fossilen Brennstoffen verringert werden kann, indem diese oft sehr ineffizient arbeitenden Einzelöfen, sofern technisch und wirtschaftlich möglich, durch eine Fernwärmeheizung oder durch Wärmepumpensysteme ersetzt werden.

Schrifttum

- [1] Faninger, G.: Stand der Solar- und Wärmepumpentechnik in Österreich. Solar-Heizungssysteme 1981, ASSA-Tagung, Mai 1981
- [2] Kumer, L.: Überlegungen zur Herstellung von Luft-Wasser- und Wärmepumpen. BBC-Bericht vom April 1980, KT-Kul/Ebb
- [3] Gilli, P.V., u. F. Schabkar: Weltweiter Stand der Anwendung von Wärmepumpen im Wohnbau. Solar-Heizungssysteme 1981, ASSA-Tagung, Mai 1981
- [4] Pressemeldung, April 1981: der theoretisch nutzbare WP-Markt beträgt 120–150 Mrd. ÖS was 1,6 Mio. WP-Einheiten zu je 75–90 Tsd. ÖS gleichkommt
- [5] Handelsblatt vom 19. und 20.4.1980
- [6] Rinck, Th.: Regelungstechnik von Wärmepumpen-Systemen. VDI-Bericht Nr. 343, 1979, S. 71
- [7] N.N.: Koordiniertes Kraftwerksausbauprogramm 1980 der Verbundgruppe und der Gruppe der Landesgesellschaften für den Zeitraum 1979/80–1988/89, September 1980

- [8] Bundeslastverteiler, im Auftrag des BMfHGI: Betriebsstatistiken Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie in Österreich 1977–1980, I. Teil-Gesamtergebnisse
- [9] Turetschek, K.: Energieausstoß und -einsatz der österreichischen Volkswirtschaft im Jahre 1978. Statistische Nachrichten, 35. Jahrgang 1980 (Neue Folge), Heft 7
- [10] Musil, K.: Neufassung der Energieprognose bis 1990. WIFO-Monatsberichte 10/1980
- [11] Österreichisches Statistisches Zentralamt: Mikrozensus März 1980, Beiträge zur österr. Statistik, Wohnungsdaten (noch nicht veröffentlicht)