

Energie- und betriebswirtschaftliche Zweckmäßigkeit der elektrischen Heizung

Von L. Kumer

Mit 4 Abbildungen

1. Strom zur Raumheizung

Die Raumheizung beansprucht rund zwei Drittel des Endenergiebedarfes der Haushalte in Österreich. Nur etwa 7% aller Wohnungen in Österreich werden derzeit elektrisch beheizt. Diese geringe Verbreitung der Elektroheizung wird meist mit Argumenten begründet wie

- es ist wesentlich wirtschaftlicher die Brennstoffe direkt im zu beheizenden Objekt einzusetzen, anstatt zuerst elektrische Energie zu erzeugen, um diese dann doch wieder in Wärme umzuwandeln,
- der Primärenergieeinsatz ist bei der elektrischen Heizung wesentlich höher als bei anderen Heizsystemen,
- in Wärmekraftwerken werden die Brennstoffe nur zu 40% ausgenutzt, daher sind Elektroheizungen Energieverschwender,
- die elektrische Energie ist zu hochwertig, um daraus Wärme zu erzeugen.

Es soll in diesem Beitrag die Berechtigung derartiger Aussagen im Zusammenhang mit dem Einsatz elektrischer Energie zur Raumheizung untersucht werden. Basierend auf betriebs- und energiewirtschaftlichen Voraussetzungen, wie z. B. Nutzungsgrad der verschiedenen Heizsysteme, Wirkungsgrad von Wärmekraftwerken, Einsatz von Wasserkraft in den Wintermonaten, wird versucht, zu allgemein gültigen Ergebnissen zu gelangen.

Die wesentlichen elektrischen Heizsysteme sind die Nachstromspeicherheizung, die Direktheizung und die elektrische Wärmepumpe.

Die *Nachstromspeicherheizung*, welche zur „Elektroheizung“ schlechthin wurde, ist allerdings bei weitem nicht so verbreitet, wie es ihr auf Grund wirtschaftlicher Überlegungen zustehen würde. Weiters hat das Interesse der EVU etwas abgenommen, den zu Grenzkosten kalkulierten Nachstrom anzubieten. Regional unterschiedliche Stromkosten führen auch zu verschieden großem Interesse der Verbraucher in den einzelnen Versorgungsgebieten (Bundesländer).

Für ausreichend wärmegeämmte Bauwerke kommt die *elektrische Direktheizung* (Heizpaneele) in Betracht.

Wärmepumpen-Heizsysteme sind in bezug auf den Energieeinsatz den anderen elektrischen Heizsystemen überlegen. Es ist daher zu erwarten, daß Wärmepumpen in steigendem Maß Verbreitung finden werden, vor allem dann, wenn es gelingt, die derzeit noch hohen Anschaffungskosten zu reduzieren.

Die Wärmepumpe wurde wie auch die Fernwärme in die Überlegungen nicht einbezogen, da diesen beiden Heizungsarten – so technisch wie wirtschaftlich durchführbar – der Vorzug gegenüber den hier betrachteten Heizsystemen zu geben ist.

2. Unterschiedliche Nutzungsgrade der Heizsysteme

Über die Bewertung der Effizienz von Heizungsanlagen bestehen sehr unterschiedliche Meinungen. Der Wirkungsgrad einer Heizungsanlage allein kann jedoch bei einer wirtschaftlichen Beurteilung nicht den ausschließlichen Vergleichsmaßstab darstellen, da er keine Rücksicht darauf nimmt, ob überhaupt die erzeugte Wärme im vollen Umfang eingesetzt werden kann, das heißt benötigt wird. Ein Vergleich der Nutzungsgrade erscheint daher in der heutigen Zeit, durch die Notwendigkeit einer bestmöglichen Energieausnutzung, fragwürdig zu sein.

Als *Nutzungsgrad* der eingesetzten Energie wird das Verhältnis zwischen dem gesamten Nutzwärmeverbrauch im betrachteten Zeitraum zur gesamten, in diesem Zeitraum der Heizungsanlage zugeführten Energie definiert. Im Gegensatz zum Wirkungsgrad, der meist bei stationärem Betriebszustand ermittelt wird, enthält der Nutzungsgrad alle im betrachteten Zeitraum vorkommenden Betriebszustände und kann somit als Summe der gesamten, innerhalb eines bestimmten Zeitraumes auftretenden Wirkungsgradänderungen aufgefaßt werden.

Zahlreiche Messungen und Auswertungen in Österreich [1] und der Bundesrepublik Deutschland [2] ergaben, daß Wohnungen mit Elektro-Speicherheizgeräten bei sonst gleichen Randbedingungen hinsichtlich Wohnungsgröße, Wärmeschutz, Nutzung der Räume usw. bis zu 50% weniger Endenergie als bei einer Beheizung über eine Öl-Warmwasserzentralheizung benötigen.

Dieser wesentlich geringere Endenergieverbrauch hat folgende Gründe:

- Die elektrische Energie wird vom Hausanschluß bis zum Speicherheizgerät nahezu verlustlos transportiert und dort, unter Berücksichtigung der geringen Ventilationsverluste, zu etwa 98% in Nutzwärme umgewandelt. Die Verteilungsverluste vom Hausanschluß bis zum Speicherheizgerät liegen unter 1%.
- Elektroheizgeräte passen sich über die exakte thermostatische Regelung den unterschiedlichen Bedürfnissen der Benutzer schnell und präzise an. Während der Abwesenheit der Bewohner kann die Raumlufttemperatur problemlos um 3 K bis 4 K gesenkt werden, da eine behagliche Raumtemperatur in kürzester Zeit nach dem Einschalten wieder erreicht wird.
- Während der kühlen Sommertage sowie am Anfang bzw. am Ende der Heizperiode genügt es häufig, nur das Speicherheizgerät im Hauptwohnraum einzuschalten, da die Geräte bei entsprechender Aufladung auch dann diese Räume behaglich erwärmen können, wenn zu diesen Jahreszeiten die angrenzenden Räume unbeheizt bleiben.
- Je besser der Wärmeschutz eines Gebäudes ist, desto stärker kann sich anteilig die in diesem Gebäude anfallende freie Wärme, d. h. die Wärmeabgabe der Beleuchtung, der Elektrogeräte usw. auf den Heizenergiebedarf auswirken. Soll diese freie Wärme möglichst voll nutzbar gemacht werden, dann muß das Heizsystem schnell reagieren können und mit thermostatischer Einzelraumregelung ausgestattet sein. Elektro-Speicherheizgeräte mit Ein-

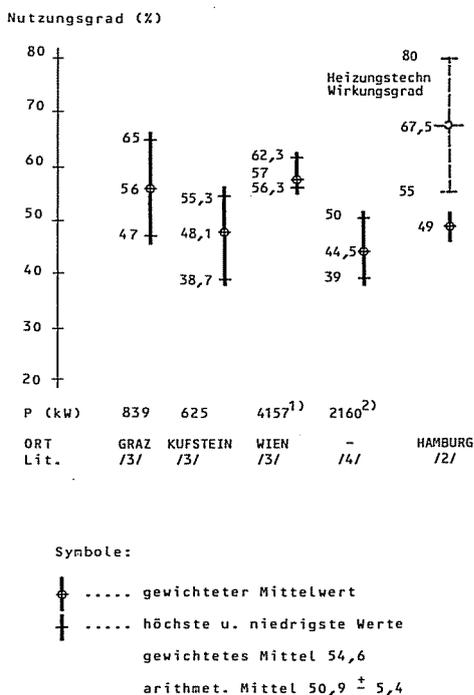
zelraumthermostaten reagieren schnell auf anfallende Wärmegewinne und nützen dadurch die freie Wärme voll aus.

- Der Heizenergieverbrauch von Elektro-Speicherheizungen wird je Wohnung vom Stromzähler genau erfaßt und vom EVU direkt dem Wohnungsinhaber in Rechnung gestellt. Dieser Umstand war für die Benutzer von Elektro-Speicherheizgeräten schon immer ein starker Anreiz, mit der Heizenergie vernünftig umzugehen.

Quantitative Angaben zum Nutzungsgrad der verschiedenen Heizungssysteme stehen aus der Literatur zur Verfügung. Reichl [3] berechnet aus vergleichenden Verbrauchsmessungen an Ölzentralheizungsanlagen, welche auf eine Fernwärmeversorgung umgestellt wurden, Nutzungsgrade von 49% bis 57%. Zu Werten derselben Größenordnung gelangt Brötzenberger [4] in seiner Studie. Obwohl der feuerungstechnische Betriebswirkungsgrad für Einzelheizungen, Etagenheizungen und Zentralheizungen bei 55% bis 80% liegt, beläuft sich deren Nutzungsgrad auf nur 39% (Einzelofenheizungen mit Festbrennstoffen) bis 50% (Etagenheizungen mit gasförmigen Brennstoffen).

Abb. 1 zeigt sowohl die Gegenüberstellung stark unterschiedlicher Nutzungsgrade von Ölofen- und Ölzentralheizungen, als auch die Differenz zum bislang verbreiteten heizungstechnischen Wirkungsgrad. Während der Letztgenannte im Mittel nahezu 70% beträgt, liegt der Nutzungsgrad um mindestens 15% darunter.

Abweichend von [3] wird der Nutzungsgrad der Heizöl-Heizungen mit 50% angenommen. Dieser Wert liegt



1) ausgenommen die Wiener Hofburg
 2) 720 Objekte, ca. 200 m² · 150 W/m²

Abb. 1. Nutzungsgrade von Ölofenheizungen (Zentralheizungen) aus verschiedenen Literaturstellen [2] ... [4]

Tabelle 1. Strompreis für Tarifabnehmer: Arbeitspreis zuzüglich dem durchschnittlichen Grundpreis und der Zählermiete inklusive 13% MWSt. Stand 1. 1. 1982 in g/kWh

Rubrik A: Arbeitspreise exkl. MWSt. [6]
 Rubrik B: Strompreise inkl. MWSt.

	Direkt- heizung		Speicher- heizung	
	A	B	A	B
BEWAG	132,7	185,9	83,9	118,5
KELAG	115,3	161,6	69,1	97,6
StW. Klagenfurt	115,3	161,6	69,1	97,6
NEWAG	142,4	199,5	90,7	128,1
OKA	124,5	174,4	69,1	97,6
ESG	125,5	175,9	79,7	112,6
Salzburger StW.	120,4	168,7	72,1	101,8
STEWEAG	120,9	169,4	62,5	88,3
Grazer StW. AG	120,9	169,4	62,5	88,3
TIWAG	92,0	128,9	65,5	92,5
StW. Innsbruck	89,3	125,1	71,3	100,7
VKW	89,5	125,4	67,5	95,3
WStW-EW	142,4	199,5	90,7	128,1
SAFE	125,0	175,2	68,0	96,1
Höchster Wert		199,5 ¹		128,1 ¹
Niedrigster Wert		125,1 ²		88,3 ³

Höchste und niedrigste Strompreise in Österreich sind durch volle bzw. unterbrochene Unterstreichungen gekennzeichnet.

¹ WStW-EW und NEWAG.

² StW. Innsbruck.

³ STEWEAG und Grazer StW. AG.

unter dem arithmetischen Mittel und dem gewichteten Mittel aller dem Vergleich zugrundegelegten Werte und berücksichtigt damit die Tatsache, daß eher kleinere Objekte mit geringem Nutzungsgrad für eine Umstellung auf Elektroheizung in Betracht kommen.

Die Nutzungsgrade – das sind Effizienzfaktoren der Energieumwandlung von Primär- oder Sekundärenergieträger in Wärme beim Endverbraucher – betragen somit wie folgt:

Elektrische Energie – Direktheizung	100%,
Elektrische Energie – Speicherheizung	98%,
Erdgas	55%,
Heizöl	50%,
Feste Brennstoffe	45%.

Ebenso wie der Nutzungsgrad beim Verbrennen von Heizöl etwas über jenem in [3] zitierten angenommen wird, liegt der Nutzungsgrad des Erdgases um 5%-Punkte über jenem des Heizöls.

Tabelle 2. Energiepreis (Endverbraucher) fester, flüssiger und gasförmiger Brennstoffe [5], 1. Quartal 1982

Brennstoff	Preis	Heizwert	Spezifischer Preis
Steinkohle	S 447,93/100 kg	7,6 kWh/kg	0,5893 S/kWh
Koks	S 454,67/100 kg	7,9 kWh/kg	0,5755 S/kWh
Holz	S 326,99/100 kg	4,3 kWh/kg	0,7604 S/kWh
Heizöl EL	S 650,—/100 l	10,0 kWh/l	0,650 S/kWh
Erdgas ¹	S 6,3619/Nm ³	11,0 kWh/Nm ³	0,5784 S/kWh

¹ Preise der NIOGAS.

3. Kosten für den Verbraucher

3.1. Betriebskosten

Ausgehend von den Preisen für Brennstoffe wie Heizöl, Kohle usw. [5], wurden die spezifischen Preise (pro kWh) unter Berücksichtigung der Heizwerte ermittelt. Für den elektrischen Strom wurden diese Daten nach Bundesländern sowie nach Tag- und Nachtstromtarifen in Tabelle 1 aufgeschlüsselt [6].

Zum Arbeitspreis muß bei einer Heizung mit Strom der Grundpreis hinzugezählt werden. Dazu wurde in Übereinstimmung mit [3] ein durchschnittlicher Leistungsbedarf von 10 kW für eine übliche Wohnung angenommen, wovon 2,2 kW Anschluß gebührenfrei sind.

Aus der letzten verfügbaren Erlösstatistik der EVU [7] läßt sich sowohl für Tagstrom (Grundpreisvariante) wie für Nachtstrom zeigen, daß die Gesamtkosten des Strombezuges der Kleinabnehmer im Durchschnitt um 25% über dem Arbeitspreis liegen:

Werte der Erlösstatistik 1981 [7]:

Abnehmergruppe: Haushalt

Abgabe nach allgemeinen Tarifen.

Grundpreisvariante (Tagstrom):

2 146 807 Anlagen mit einem Verbrauch von im Durchschnitt 2 036 GWh/a und Anlage

Grundpreis oder Leistungspreis	781 · 10 ⁶ S,
Meßpreis oder Zählermiete	382 · 10 ⁶ S,
Arbeitspreis	4 856 · 10 ⁶ S,

Gesamt

$$\text{Aufwertungsfaktor des Arbeitspreises} = \frac{6\,019}{4\,856} = 1,24.$$

Grundpreisvariante (Nachtstrom):

551 705 Anlagen mit einem Verbrauch von im Durchschnitt 2 967 GWh/a und Anlage

Grundpreis oder Leistungspreis	62,2 · 10 ⁶ S,
Meßpreis oder Zählermiete	191,9 · 10 ⁶ S,
Arbeitspreis	1 018,3 · 10 ⁶ S,

Gesamt

$$\text{Aufwertungsfaktor des Arbeitspreises} = \frac{1\,272,4}{1\,018,3} = 1,25.$$

Bei den Gesamtkosten des Strombezuges der Tabelle 1 wurde der Grundpreis und die Zählermiete dem Arbeitspreis zugezählt.

Bei der Nachtstrom-Speicherheizung erhöht sich der Leistungsbedarf auf das etwa 2,5fache, da bei einer Aufladezeit von 8 h die Benützungszeit 16 h bis 24 h beträgt.

Tabelle 3. Spezifische Energiekosten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Nutzungsgrade

Brennstoff	Energiepreis S/kWh	Nutzungsgrad	Kosten der Nutzenergie S/kWh
Steinkohle	0,5893	0,45	1,31
Koks	0,5755	0,45	1,28
Holz	0,7604	0,45	1,69
Heizöl EL	0,650	0,5	1,30
Erdgas	0,5784	0,55	1,05
Tagstrom	1,009–1,609	1,0	1,009–1,609
Nachtstrom	0,706–1,025	0,98	0,72 –1,05

Die Energiepreise der üblichen festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe wurden in Tabelle 2 aufgelistet. Unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Nutzungsgrades der einzelnen Energieträger errechnen sich die spezifischen Nutzenergiekosten wie in Tabelle 3 angegeben.

3.2. Betriebsnebenkosten

Darunter werden die Kosten für den Betrieb von Nebenaggregaten (z. B. Pumpen), die Entlohnung von Personal zum Betrieb einer zentralen Wohnhaus-Heizungsanlage, Instandhaltungs- und Reparaturkosten, u. a. verstanden.

Zähler- und Grundgebühren wurden bereits den Betriebskosten zugezählt. Die Kosten für die Zustellung der Energieträger sind im allgemeinen im Preis derselben inkludiert.

Tabelle 4. Betriebsnebenkosten der festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe ([2], eigene Annahmen). Es wurden die Werte für ein Mehrfamilienhaus verwendet, die Instandhaltungskosten der Heizanlagen sind darin enthalten

Elektro-Speicherheizung .	S 440,- pro Jahr ¹
Elektr. Direktheizung	S 64,- pro Jahr ²
Heizöl EL	350 DM/a = S 2 450,- pro Jahr
Erdgas	160 DM/a = S 1 120,- pro Jahr
Feste Brennstoffe	350 DM/a = S 2 450,- pro Jahr

¹ 4% der jährlichen Kapitaltilgung 0,04 · 0,13 · S 87 500,- = S 442,- pro Jahr (4 gr/kWh).

² 4% der jährlichen Kapitaltilgung 0,04 · 0,13 · S 12 300,- = S 64,- pro Jahr (0,58 = 1 gr/kWh).

Die anfallenden Betriebsnebenkosten, welche Hadenfeldt [2] sinngemäß entnommen wurden sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Der jährliche durchschnittliche Nutzwärme-Bedarf eines Haushaltes beträgt 11 MWh [8] und damit die spezifischen Betriebsnebenkosten zwischen 0,10 S/kWh und 0,22 S/kWh:

Heizöl EL $2\,450/11 \cdot 10^3 = 0,22$ S/kWh,
 Erdgas $1\,120/11 \cdot 10^3 = 0,10$ S/kWh,
 Feste Brennstoffe 0,22 S/kWh.

Für die Elektroheizung fallen als Betriebsnebenkosten die Instandhaltungskosten an, die als fester Prozentsatz der Investitionskosten (siehe Kap. 3.3) mit 4%/a angesetzt werden.

3.3. Investitionskosten

Die Investitionskosten der Heizungsanlagen konnten durch Nachfragen bei Lieferfirmen und durch eigene Marktkenntnisse festgelegt werden. Typische, d. h.

übliche Leistungsgrößen der Anlagen wurden den verschiedenen Heizungsarten zugrundegelegt. Für die Elektroheizungen sind die leistungsabhängigen Kosten bzw. die spezifischen Kosten für die Anschaffung derartiger Anlagen in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5. Investitionskosten für Heizungsanlagen

Leistungsabhängige Kosten und spezifische Kosten für Elektroheizungen in S bzw. S/kW:

Leistung (kW)	Nachtstrom-Speicherheizung		Elektrische Direktheizung	
	(10 ³ S)	(10 ³ S/kW)	(10 ³ S)	(10 ³ S/kW)
3	10–11	3,3–3,7	3,7	1,2
5	13–14	2,6–2,8	4,7	0,95
8	17	2,1	6	0,75
Mittelwert o. MWSt.		3,0		1,05
m. MWSt.		3,5		1,23

Investitionskosten (S) und spezifische Kosten der Kapitaltilgung (S/kWh) für verschiedene Heizungsarten:

Heizungsart ¹	Invest-Kosten S	Spez. Invest-Kosten S/kWh
Elektro-Speicherheizung	87 500	1,0 ± 0,2
Elektr. Direktheizung	12 300	0,14 ± 0,03
Gaszentralheizung	60 000	0,71 ± 0,14
Ölzentralheizung	75 000	0,89 ± 0,18
Heizung mit festen Brennstoffen ²	90 000	1,06 ± 0,21

¹ Beheizung einer Wohnfläche von etwa 100 m² bis 120 m².

² Zentralheizung.

Für eine Wohnung mit 100 m² bis 120 m² wird ein Leistungsbedarf von etwa 25 kW bei einer Elektro-Speicherheizung und von etwa 10 kW bei einer elektrischen Direktheizung erforderlich sein. Daraus resultieren Investitionskosten inklusive MWSt. von etwa S 87 500,- für die Nachtstrom-Speicherheizung resp. S 12 300,- für die elektrische Direktheizung, worin auch Lieferung, Montage und Zubehör (Thermostate, Leitungen, u. a.) enthalten sind.

Die Investitionskosten für die Heizungsanlage der anderen Heizungsarten, ebenfalls unter Zugrundelegung einer Wohnfläche von etwa 100 m² bis 120 m², sind in derselben Tabelle angeführt. Unter der Annahme einer Standzeit der Heizungsanlage von

Tabelle 6. Zusammenstellung der einzelnen spezifischen Kostenkomponenten (S/kWh) des betriebswirtschaftlichen Vergleiches verschiedener Heizungsanlagen

Heizungsart	Spez. Investitionskosten	Spez. Betriebsnebenkosten	Spez. Betriebskosten	Spez. Nutzenergiekosten	Ungenauigkeitsbereich
Nachtstrom-Speicherheizung	1,0 ± 0,2	0,04	0,90–1,31 ¹	1,94–2,35 ¹	± 0,2
Elektr. Direktheizung	0,14 ± 0,03	0,01	1,25–2,00 ¹	1,40–2,15 ¹	± 0,03
Gas-Zentralheizung	0,71 ± 0,14	0,10	1,05	1,86	± 0,14
Öl-Zentralheizung	0,89 ± 0,18	0,22	1,30	2,41	± 0,18
Heizung mit festen Brennstoffen:	1,06 ± 0,21	0,22			
Koks			1,28	2,56	± 0,21
Kohle			1,31	2,59	± 0,21
Holz			1,69	2,97	± 0,21

¹ Regional unterschiedlich.

etwa 25 Jahren und einem Zinssatz des aushaftenden Kapitals mit 12%/a (Tilgungsfaktor 0,13/a), errechnen sich spezifische Kosten der Kapitaltilgung wie in Tabelle 5 angegeben.

Für die letztangeführten Heizsysteme sind die Investitionskosten stark von örtlichen Gegebenheiten abhängig. Abweichungen vom Rechnungswert im Bereich von ± 20% sind üblich. Dieses Streuband wurde in den oben angeführten spezifischen Investitionskosten angegeben und soll der weiteren vergleichenden Darstellung zugrundegelegt werden.

Die Berechnungsergebnisse der Kostenkomponenten aus Kap. 3.1 bis 3.3 und deren Summe sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

4. Energiewirtschaftlicher Vergleich

Im folgenden soll der energiewirtschaftliche Aspekt des Vergleiches unterschiedlicher Heizungsarten behandelt werden. Tabelle 7 zeigt eine grobe Aufschlüsselung der Stromerzeugung Österreichs nach Primärenergieträgern, und zwar getrennt für die Winter- und Sommermonate [9]. Für die Abschätzung der Effizienz der Stromerzeugung zu Heizzwecken werden die prozentualen Anteile der Primärenergieträger an der Stromerzeugung herangezogen und zwar während des Winterhalbjahres. Die Stromimportquote wird in konservativer Weise zur Gänze den kalorischen Kraftwerken zugerechnet. Des weiteren kann auf Grund des mittleren spezifischen Nettowärmeverbrauches der

Tabelle 7. Derzeitige Struktur der Stromaufbringung in Österreich bei durchschnittlichen Wasserdarangebots-Verhältnissen, in % [9]

	Gesamt	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr
Hydraulisch	65	76	54
Thermisch	26	19	34
Importe	9	5	12

Wärmeleistung [10] von 9 846 kJ/kWh, der thermische Nettowirkungsgrad zu $3\ 600/9\ 846 = 0,37$ bestimmt werden.

Die Stromerzeugung im Winterhalbjahr erfolgt mit einem Anteil von mehr als der Hälfte aus der Wasserkraft. Obwohl die Wasserkraft als erneuerbare Energiequelle „ohne Brennstoff“ auskommt, wird gemäß der in der österreichischen Energiestatistik üblichen Äquivalenzmethode (1 kWh elektrischer Strom aus Wasserkraft entspricht 4 500 kJ) der Wirkungsgrad der Stromerzeugung aus Wasserkraft mit $3\ 600/4\ 500 = 0,8$ angenommen [11]. Der effektive Wirkungsgrad der Stromerzeugung in Österreich berechnet sich unter weiterer Berücksichtigung der Übertragungsverluste bis zum Endverbraucher (5%) mit:

$$[0,37 \cdot (0,34 + 0,12) + 0,80 \cdot 0,54] \cdot 0,95 = 0,57.$$

Die für Heizzwecke eingesetzten Energieträger Holz, Kohle und Erdgas können jedoch dem Verbraucher

Tabelle 8. Ermittlung der Gesamtwirkungsgrade (inklusive Nutzungsgrade) der einzelnen Energieträger

Heizungsart	η_{eff}	Nutzungsgrad	η_{gesamt}	Anteil ¹ in %	$\eta_{\text{gesamt, M}^2}$
Elektrische Energie					
Direktheizung	0,57	1,0	0,57	7,4	0,56
Speicherheizung	0,57	0,98	0,56		
Feste Brennstoffe	0,97	0,45	0,44	43,7	0,47
Heizöl EL	0,97	0,50	0,49	31,3	
Erdgas	0,97	0,55	0,53	13,3	
Fernwärme und sonstige Brennstoffe				4,3	

¹ Anteil an der Heizungsart in Österreich [12].

² Gewichteter Mittelwert.

ebenfalls nicht ohne energetische Verluste zur Verfügung gestellt werden. Es wird in diesem Rahmen keine detaillierte Untersuchung dieser Energieverluste durchgeführt, sondern eine entsprechend konservative Annahme von 3% für den Energieaufwand des Transportes dieser Energieträger gemacht.

Den energiewirtschaftlich quantitativen Vergleich der Heizsysteme bestimmt man als Produkt aus effektivem Wirkungsgrad und Nutzungsgrad (des Verbrauchers). Diese Gesamtwirkungsgrade sind in Tabelle 8 für die einzelnen Heizungsarten angeschrieben.

Die energiewirtschaftliche Beurteilung zeigt eine um rund 9%-Punkte (0,56 gegenüber 0,47) bessere Brennstoffnutzung von elektrischen Heizungen als jene von konventionellen Heizsystemen.

Dabei wurde die ebenfalls zugunsten der elektrischen Heizung ausfallende Tatsache noch nicht berücksichtigt, daß die in kalorischen Kraftwerken eingesetzten Primärenergieträger von meist minderwertiger Qualität sind, als die im Hausbrand verwendeten Brennstoffe. Weitere Vorteile der Stromanwendung zur Raumheizung wie Versorgungssicherheit, Reservehaltung des Brennstoffes, Deviseneinsparung und eine wesentliche Verminderung der Schadstoffemissionen werden in dieser quantitativen Gegenüberstellung nur erwähnt.

5. Zusammenfassung

Eine quantitative Analyse der Zusammenhänge hat gezeigt, daß die Heizung mit elektrischem Strom betriebs- und volkswirtschaftlich sinnvoll ist.

5.1. Betriebswirtschaftlicher Vergleich

Der in Abb. 1 ausgewiesene schlechte Nutzungsgrad der konventionellen Heizungs-systeme – insbesondere im Vergleich zur regelungstechnisch günstigen Heizung mit elektrischer Energie, führt dazu, daß die spezifischen Energiekosten des Stromes zwar vergleichsweise hoch sind, die spezifischen Nutzenergie-

kosten jedoch meist niedriger sind als die jener Heizungsanlagen, welche mit üblichen Energieträgern versorgt werden.

Abb. 2 zeigt einen Kostenvergleich der verschiedenen Energieträger, und zwar das Preis/Heizwert-Verhältnis in S/kWh (Darstellung A) und die Kosten unter Berücksichtigung des Nutzungsgrades in S/kWh der Nutzenergie (Darstellung B).

Es ist interessant festzustellen, daß die spezifischen Energiekosten von Kohle, Koks und Erdgas nur unbedeutend unterschiedlich sind; Heizöl EL ist um 10% teurer. Im Vergleich der spezifischen Kosten der Nutzenergie liegt Erdgas deutlich günstiger als Koks, Heizöl und Kohle. Grund dafür ist, daß der heizungstechnische Wirkungsgrad von Anlagen welche mit gasförmigen Brennstoffen betrieben werden höher ist als jener Heizungsanlagen, welche mit flüssigen oder festen Brennstoffen gefeuert werden.

Der Vergleich der Nutzenergiekosten der hier betrachteten Energieträger ist in Abb. 3 dargestellt. Sie zeigt

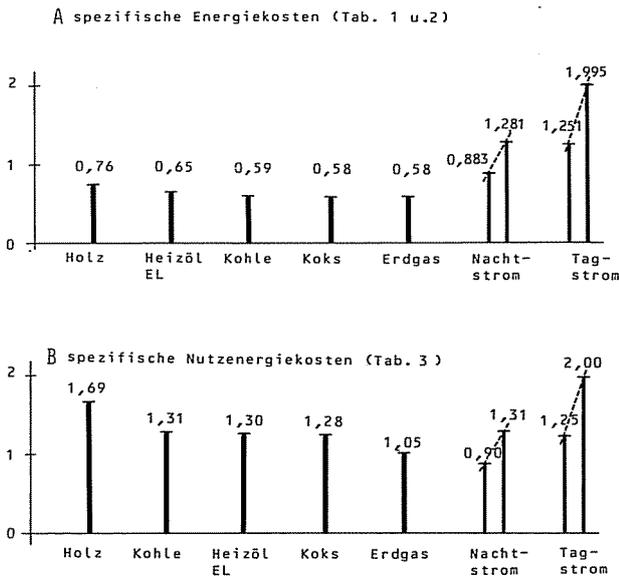


Abb. 2. Vergleich der Energiekosten (S/kWh) verschiedener Energieträger ohne (A) und mit (B) Berücksichtigung des Nutzungsgrades

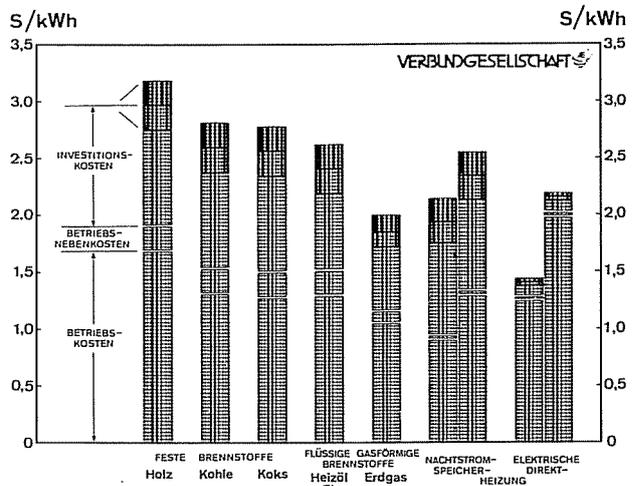


Abb. 3. Vergleich der Heizkosten (S/kWh-Nutzenergie) verschiedener Energieträger als Summe der Investitions-, Betriebsneben- und Betriebskosten, gemäß Tabelle 6. Die Abweichungen der Investitionskosten vom Mittelwert sind in den oberen Bereichen der Graphiken, die regionalen Unterschiede der Stromkosten in Österreich in den nebeneinanderliegenden Balken der beiden rechten Graphiken dargestellt

die immer wieder bestrittene Tatsache, daß unter Berücksichtigung aller Kosten die Direktheizung mit elektrischem Strom eine meist kostengünstige Möglichkeit ist. Auch die Nachtstrom-Speicherheizung ist in den Bundesländern mit „billigem Strom“ im allgemeinen noch kostengünstiger als die Heizung mit Erdgas und stets billiger als die Heizung mit festen Brennstoffen. Im kommerziellen Vergleich schlagen die höheren Tagstrom-Tarife nicht so stark zu Buche, wie die relativ hohen Anschaffungskosten der Nachtstrom-Speicheröfen.

Investitionskosten für die Heizungssysteme sind von baulichen und örtlichen Faktoren sehr abhängig und können daher nicht mit derselben Genauigkeit angegeben werden, wie etwa die Energiekosten. Wie sich dieser Bereich der unexakt festlegbaren Anschaffungskosten einer Heizungsanlage auf die zu erwartenden Heizkosten auswirkt ist ebenfalls in Abb. 3 für die

unterschiedlichen Energieträger, graphisch dargestellt.

Abb. 4 zeigt die Ergebnisse der Heizkostenberechnung für die Widerstandsheizung (Tag- und Nachtstrom), nach den unterschiedlichen Stromtarifen der Bundesländer aufgeschlüsselt.

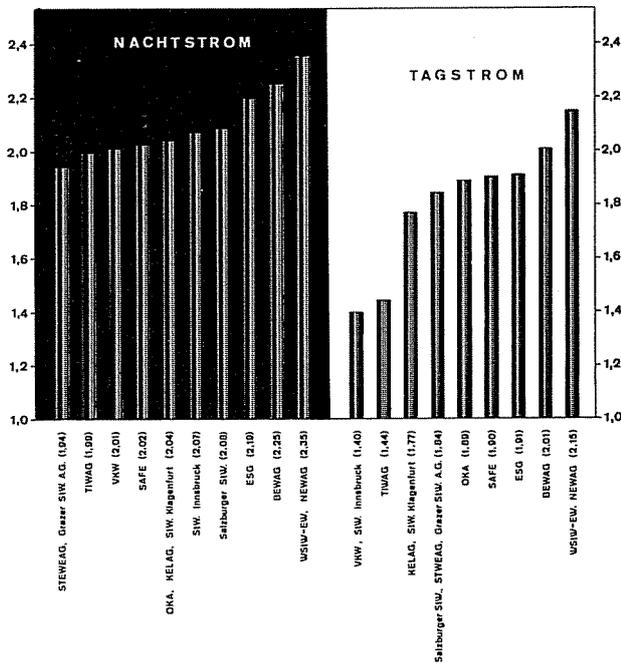


Abb. 4. Gesamtkosten einer Heizung mit elektrischer Energie auf Grund der regional unterschiedlichen Tarife in S/kWh-Nutzenergie (Ergänzung zur Abb. 3), Darstellung mit unterdrücktem Nullpunkt

5.2. Energiewirtschaftlicher Vergleich

Die Wirkungsgrade der Energieumwandlungen und die unterschiedlichen energetischen Nutzungsgrade der eingesetzten Endenergie beim Verbraucher wurden berücksichtigt. Es konnte gezeigt werden, daß der Mehrverbrauch an Primärenergie für eine Heizung mit herkömmlichen Brennstoffen rund 20% ($0,56/0,47 = 1,19$) beträgt. Des weiteren muß berücksichtigt werden, daß für die Stromerzeugung ein im allgemeinen minderwertiger Brennstoff, wie etwa Braunkohle,

Heizöl-schwer, u. a. Verwendung findet als für die Raumheizung. Den Gegebenheiten in Österreich entsprechend, wurde bei dieser energiewirtschaftlichen Beurteilung der Wasserkraftanteil der Stromerzeugung, und zwar im Winterhalbjahr berücksichtigt.

Aus energiewirtschaftlicher Sicht ist jedenfalls, so technisch durchführbar und wirtschaftlich vertretbar, der Fernwärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung oder der Wärmepumpen der Vorzug, selbst gegenüber der Elektrowärme, zu geben.

Dr. L. Kumer
Österreichische
Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft
Verbundgesellschaft
Am Hof 6 A, 1010 Wien

Schrifttum

- [1] Rössler, M.: Die Nutzungsgrade von Warmwasserpumpenheizungen in Mehrfamilienwohnhäusern im Vergleich zur elektrischen Raumheizung. ÖZE, 30. Jg., H. 10, Oktober 1977, S. 421.
- [2] Hadenfeldt, A.: Die Marktchancen der Elektro-Speicherheizgeräte. Strompraxis 4, 1979.
- [3] Reichl, A.: Entwicklungsstand der österr. Fernwärmewirtschaft – Preis und Kostenvergleich mit anderen Energieträgern. ÖZE, 35. Jg., H. 6, Juni 1982, S. 342.
- [4] Brötzenberger, H.: Betriebswirkungsgrade von Heizungssystemen des Hausbrandes. Beiträge zur regionalen Energiepolitik Österreichs, Bd. 3, BMFHGI, Wien.
- [5] Kennzahlen zur Wirtschafts- und Energielage Österreichs. Österr. Elektrizitätswirtschafts-AG., VG, Abt. EW/VW, 1. Quartal 1982.
- [6] Mitteilungen des Verbandes der Elektrizitätswerke Österreichs, Strompreise für Tarifnehmer. ÖZE, 35. Jg., H. 1/2, Januar/Februar 1982, S. 121.
- [7] Bundesstatistik der Österr. Elektrizitätswirtschaft, Betriebsstatistik 1981, 1. Teil Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie, herausgegeben vom Bundeslastverteiler im Auftrag des BMFHGI, im Druck.
- [8] Kumer, L.: Elektrizitätsanwendung zur Raumheizung. Kapitel 5, August 1982, Österr. Elektrizitätswirtschafts-AG, VG, AE/Dr. Ku/ms.
- [9] Österr. Elektrizitätswirtschafts-AG./Abt. EW, August 1982.
- [10] Brennstoffstatistik 1981 der Wärmekraftwerke für die öffentl. Elektrizitätsversorgung in Österreich.
- [11] Energiebericht der Bundesregierung, November 1981.
- [12] Erhebung des Statistischen Zentralamtes vom März 1980.