Die städtische Fernheizung : die Wärme-Übertragung und -Verteilung

Autor(en): **Richard, R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **61 (1970)**

Heft 13

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-915955

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Die städtische Fernheizung
Die Wärme-Übertragung und -Verteilung

Von *R. Richard*, Lausanne

Auszug aus einem Vortrag anlässlich des Salon des Arts Ménagers 1969 (Genf)

Stand der städtischen Fernheizung in der Energiewirtschaft

Das Holz, die Kohle, die Wasserkraft, das Erdöl, die Atomkraft usw. bilden nach einer geeigneten Umwandlung recht verschiedenartige Energieträger. In der technischen Fachsprache werden diese Energieträger als *Rohenergie* bezeichnet, welche umgewandelt und in entsprechenden Produktionsanlagen verwertet werden kann. Diese Energie wird in irgendeiner Form zu ihren Verbrauchsstellen durch verschiedenartige Transportmittel verteilt: durch Methan- und Petroltanker, Eisenbahnen, Erdöl- oder Gasleitungen, Rohrleitungen und Kabel. Die Erzeugung der *Nutzenergie* kann an verschiedenen Stellen zwischen der Gewinnung und der Anwendung der Energie erfolgen. Im Gegensatz zu der bündelförmig beförderten Energie, wie das durch Lastwagen beförderte Holz beispielsweise, wird die durch entsprechende Leitungen kontinuierlich verteilte Energie als *Netzenergie* bezeichnet.

In Fig. 1 wurde versucht, die verschiedenen Übertragungswege der Energie schematisch darzustellen. Die Rohenergie verteilt sich in der schweizerischen Energiebilanz von 1968 folgendermassen:

9 % für feste Brennstoffe: Holz, Kohle,

72 % für Kohlenwasserstoffverbindungen: Erdöl und seine Derivate,

0 % für spaltbare Rohstoffe (Beznau wurde erst 1969 versuchsweise eingesetzt),

19 % für hydraulische Energie.

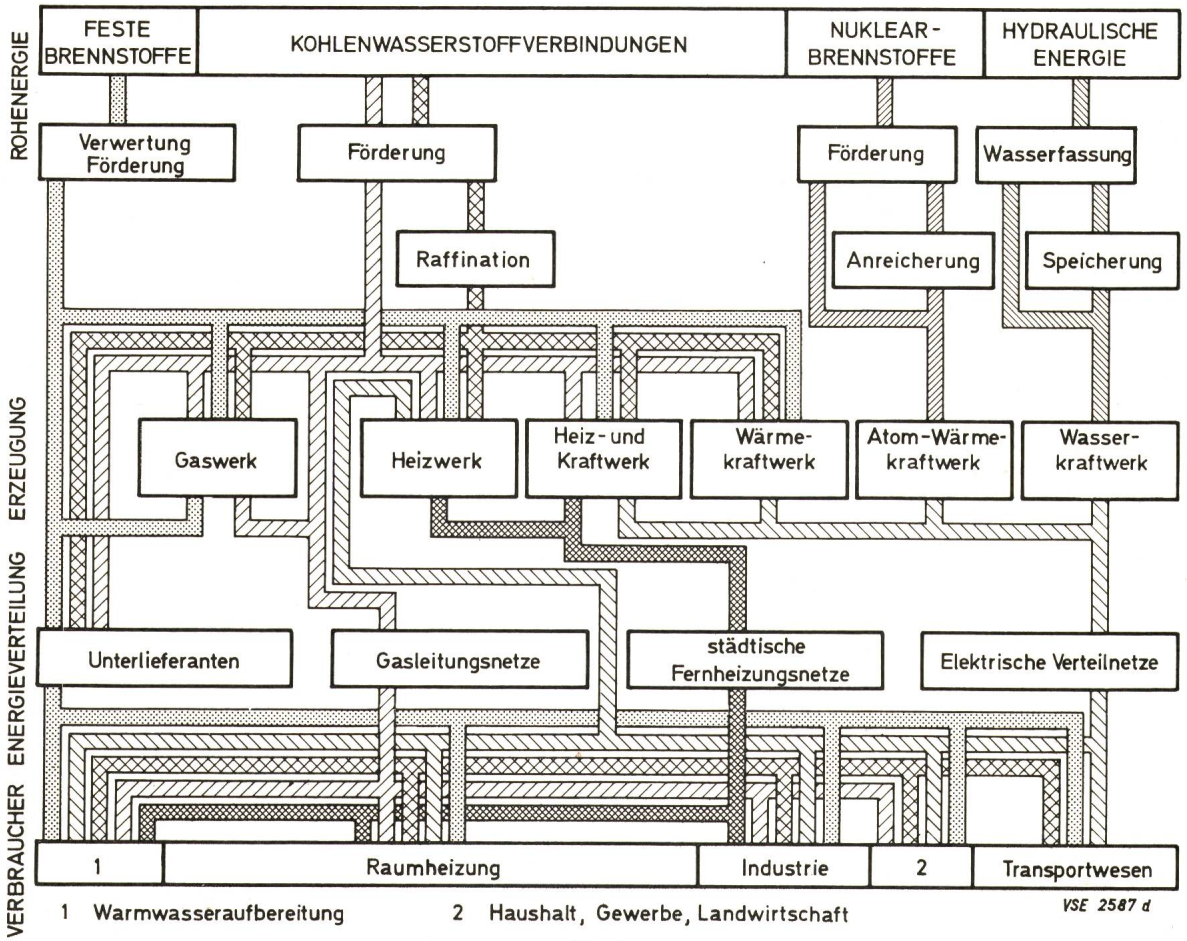

Fig. 1
Energieübertragung zu den verschiedenen Verbrauchern

Beiläufig sei noch erwähnt, dass unser Energiebedarf nur zu 22 % durch einheimische Energiequellen gedeckt wird, während 78 % der Energie aus dem Ausland bezogen wird. Dieses Verhältnis vergegenwärtigt sehr eindrücklich unsere diesbezügliche Abhängigkeit von den Erdölquellen, da 90 % der importierten Rohenergie aus Kohlenwasserstoffverbindungen besteht. Das Gas, die Elektrizität und die städtische Fernheizung werden als Netzenergie betrachtet. Die derart erzeugte Energie dient:

— zu 8 % für die Warmwasseraufbereitung [1])

— zu 46 % für die Raumheizung,

— zu 18 % für industrielle Zwecke,

— zu 7 % für den Haushalt, das Gewerbe und die Landschaft,

— zu 21 % für das Transportwesen.

Mehr als die Hälfte der in unserem Lande verbrauchten Energie dient somit der Warmwasseraufbereitung und der Raumheizung.

Gemäss den von der Weltenergie-Konferenz und dem Vorort veröffentlichten Zahlen beträgt der Anteil der Fernheizung an der gesamten Energieversorgung der Schweiz im Jahre 1966 ca. 0,3 %. Diese Angaben beweisen, dass weniger als $^1/_{100}$ der in der Schweiz verbrauchten Wärme auf die städtische Fernheizung entfällt. Fig. 2 veranschaulicht ausserdem das Verhältnis der städtischen Fernheizung in der Schweiz und in der Welt gegenüber dem gesamten Energieverbrauch einerseits und dem Energieverbrauch für die Warmwasseraufbereitung und die Raumheizung anderseits. Aus diesen Angaben ist klar ersichtlich, dass der Weltverbrauch der Energie 41 250 000 Tcal beträgt, während sich der Anteil der Schweiz nur auf 135 000 Tcal beläuft, wovon 54 % oder 73 000 Tcal der Heizung und Warmwasseraufbereitung dienen. Der Anteil der durch die städtische Fernheizung gelieferten Wärme beträgt 534 Tcal und entspricht damit ziemlich genau dem obenerwähnten Energieverhältnis auf der Ebene der Weltproduktion.

Stand der städtischen Fernheizung in der Energiewirtschaft (1966)

Fig. 2

	Welt	Schweiz
Gesamter Energieaufwand	~ 41 250 000 Tcal	~ 135 000 Tcal
Energie für Heizung und Warmwasseraufbereitung		54 % oder ~ 73 000 Tcal
Primärer Energieverbrauch in den Fernheizungsanlagen (Wärme + Wärme/Kraft)	244 133 Tcal	692 Tcal
Den städtischen Fernheizungsnetzen abgelieferte Wärmemengen	108 042 Tcal	534 Tcal
Raumheizung und Warmwasseraufbereitung	75 %	72,7 %
Industrie-Verbrauch	< 25 %	26,0 %
Klimatisierung	0 à 5 %	1,3 %

Oktober 1969

Entwicklung der städtischen Fernheizung in der Welt

Fig. 3

Länder [1])		1880 bis 1900	1900 bis 1910	1910 bis 1920	1920 bis 1930	1930 bis 1935	1935 bis 1940	1940 bis 1945	1945 bis 1950	1950 bis 1955	1955 bis 1960	1960 bis 1965	1965 bis 1966	ohne Datumsangabe	Total / Länder
Österreich	1948								3	1	2	1			7
Belgien	1937						1		1					1	3
Kanada	1924				1							1			2
Dänemark	1925				4	1	1		1	4	1	5		1	18
Finnland	kA									1		5		1	7
Frankreich	1927				1					2	10	8		4	25
BRD	1893	1	2		4	3	1	2	2	12	19	13	1	2	62
Grossbritannien	kA													10	10
Ungarn	1922				1			1		3	2	2	2		11
Island	kA													1	1
Irland	1960											1			1
Italien	1955										3	2			5
Niederlande	1923				2				1	1	1				5
Norwegen	kA													1	1
Polen	kA													5	5
Rumänien	1959										2	12			14
Schweden	1939						1	1		5	5	4			16
Schweiz	1928				1	2		1		1				1	6
UdSSR (Moskau)	kA													1	1
USA	1882	6	6	4	4	1								1	22
Jugoslawien	1946								1			3			4
Zusammenfassung		7	8	4	18	7	4	5	9	30	45	57	3	29	226

[1]) mit Datum der Inbetriebnahme der ersten Anlage
kA = keine Angaben

Geschichtlicher Rückblick

Nachdem wir den Stand der städtischen Fernheizung in der Energieversorgung umrissen haben, versuchen wir jetzt, seine zeitliche und geschichtliche Entwicklung kurz zu skizzieren.

[1]) Unseren Erfahrungen entsprechender Schätzungswert.

Gegenwärtiger Ausbau der Fernheizungsnetze in der Welt (1966)

Fig. 4

	Anschluss-leistung Gcal/h	Spitzen-leistung Gcal/h	dem Netz gelieferte Wärme	Anzahl Tage pro Heizperiode	Temperatur-mittelwert während der Heizperiode °C	Netzlänge km
Österreich	388	357	608	234	5,6	156
Belgien	530	319	972	257	7,3	82
Kanada	255	97	209	267	—3,4	20
Dänemark	2 731	1 323	5 507	235	5,1	1 638
Finnland	767	596	2 162	256	2,5	236
Frankreich	2 042	1 236	2 604	219	7,1	363
BRD	8 784	5 200	16 798	240	6,2	2 427
Grossbritannien	162	kA	830	222	5,1	55
Ungarn	1 283	781	2 917	186	4,5	310
Island	144	144	800	365	4,2	222
Irland	kA	5	kA	210	kA	8
Italien	190	161	225	181	6,4	79
Niederlande	646	388	758	250	6,8	146
Norwegen	31	16	40	236	kA	2
Polen	2 394	1 890	4 117	215	2,4	459
Rumänien	3 832	1 319	9 961	196	4,3	376
Schweden	2 181	1 350	4 930	245	2,0	587
Schweiz	333	173	534	230	5,2	74
UdSSR (Moskau)	8 155	5 800	24 439	229	—1,0	1 195
USA	8 112	7 189	29 000	256	6,8	758
Jugoslawien	300	182	631	202	4,0	89
Total	43 260	28 526	108 042			9 283

kA = keine Angaben

Fernheizungsnetze einiger europäischer Großstädte (1966)

Fig. 5

Städte	Gleichwertige Wohnung [1]	Spitzen-leistung Gcal/h	An das Netz gelieferte Wärme Tcal	Minimal-temperatur [3] °C	Netzlänge km
Basel [2]	16 400	76	214	—11,1	41
Lausanne [2]	5 200	29	89	— 8,4	14
Paris	100 000	619	1 563	—10,2	134
Verviers	30 000	181	471	—10,3	53
Klagenfurt	10 000	45	129	—10,8	30
Kopenhagen	100 000	504	1 749	— 2,0	179
Helsinki	55 000	438	1 540	—24,3	119
Rotterdam	22 000	133	296	— 1,2	48
Stuttgart	32 000	246	644	—11,0	64
Hamburg	120 000	758	2 989	— 5,8	213
Stockholm	30 000	195	655	—21,2	51
Västeras	40 000	251	925	—18,9	162
Moskau	3 bis 500 000	kA	kA	kA	1 195

[1]) Zu 10000 kcal/h pro Wohnung
[2]) Statistische Angaben 1968
[3]) Mittlere Tagestemperatur während der Spitzenleistung
kA = keine Angaben

Die Fernheizung kam in der städtischen Energieversorgung später als das Stadtgas — aber vor der elektrischen Energie.

Die erste Anlage wurde in der Tat 1878 in der Stadt Lockport unweit von New York ausgeführt und 1882 in Betrieb gesetzt.

In Europa sind die ersten Anlagen erst nach dem ersten Weltkrieg aufgetaucht, ausser in Deutschland, das bereits 1893 über eine erste derartige Anlage verfügte (Fig. 3).

Selbst wenn die städtische Fernheizung einen geringen Anteil der gesamten Energiebilanz beansprucht, erfordert sie dennoch sehr ausgedehnte Anlagen und eine recht bedeutende Energielieferung (Fig. 4).

Fig. 5 stützt sich auf die Annahme, dass die gesamte Anschlussleistung einiger europäischer Städte ausschliesslich der Raumheizung von mittleren, normal isolierten Wohnungen dient.

Die Entwicklung der schweizerischen städtischen Fernheiznetze bleibt in dieser Hinsicht noch recht bescheiden, obschon Basel und Lausanne den Stand einiger ausländischer Städte bereits weit überholt haben. In Västerås beispielsweise, das ca. 100 000 Einwohner zählt, sind 90 % der Gebäude an die städtische Fernheizung angeschlossen. In Moskau umfasst dieser Anteil einen Drittel der Bevölkerung, nämlich ca. 2 000 000 Einwohner, welche durch die städtische Fernheizung versorgt werden, und im Laufe einiger Jahre hofft man, den Anteil sogar auf 55 bis 60 % erhöhen zu können.

Wie ersichtlich, bewegt sich die Entwicklung der städtischen Fernheizung in unserem Lande noch in einem verhältnismässig recht bescheidenen Rahmen.

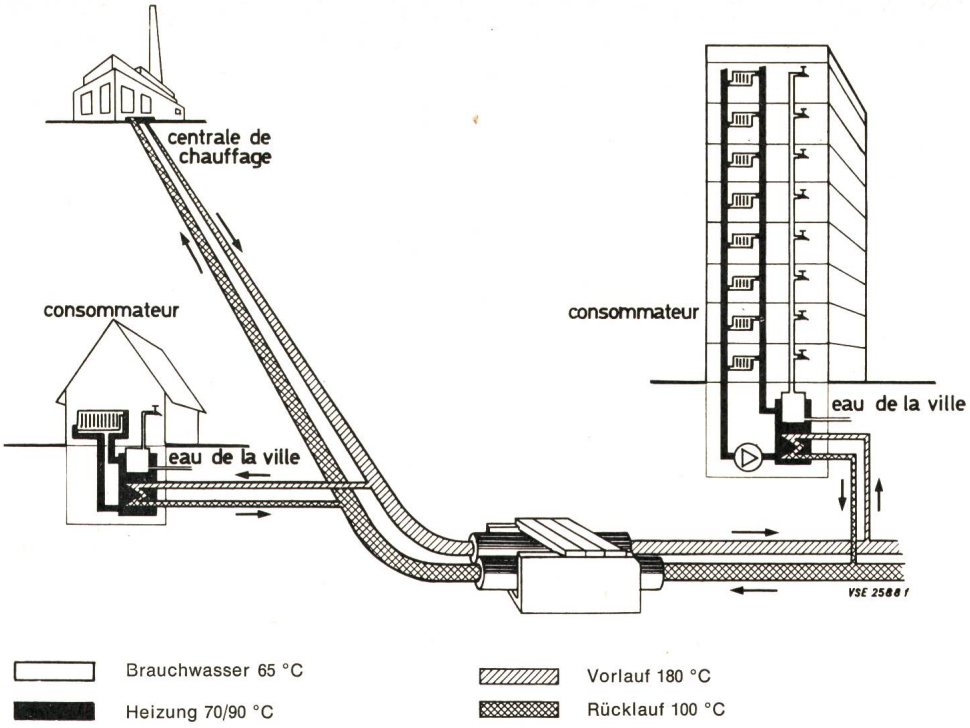

Fig. 6
Grundlagen der Fernheizung

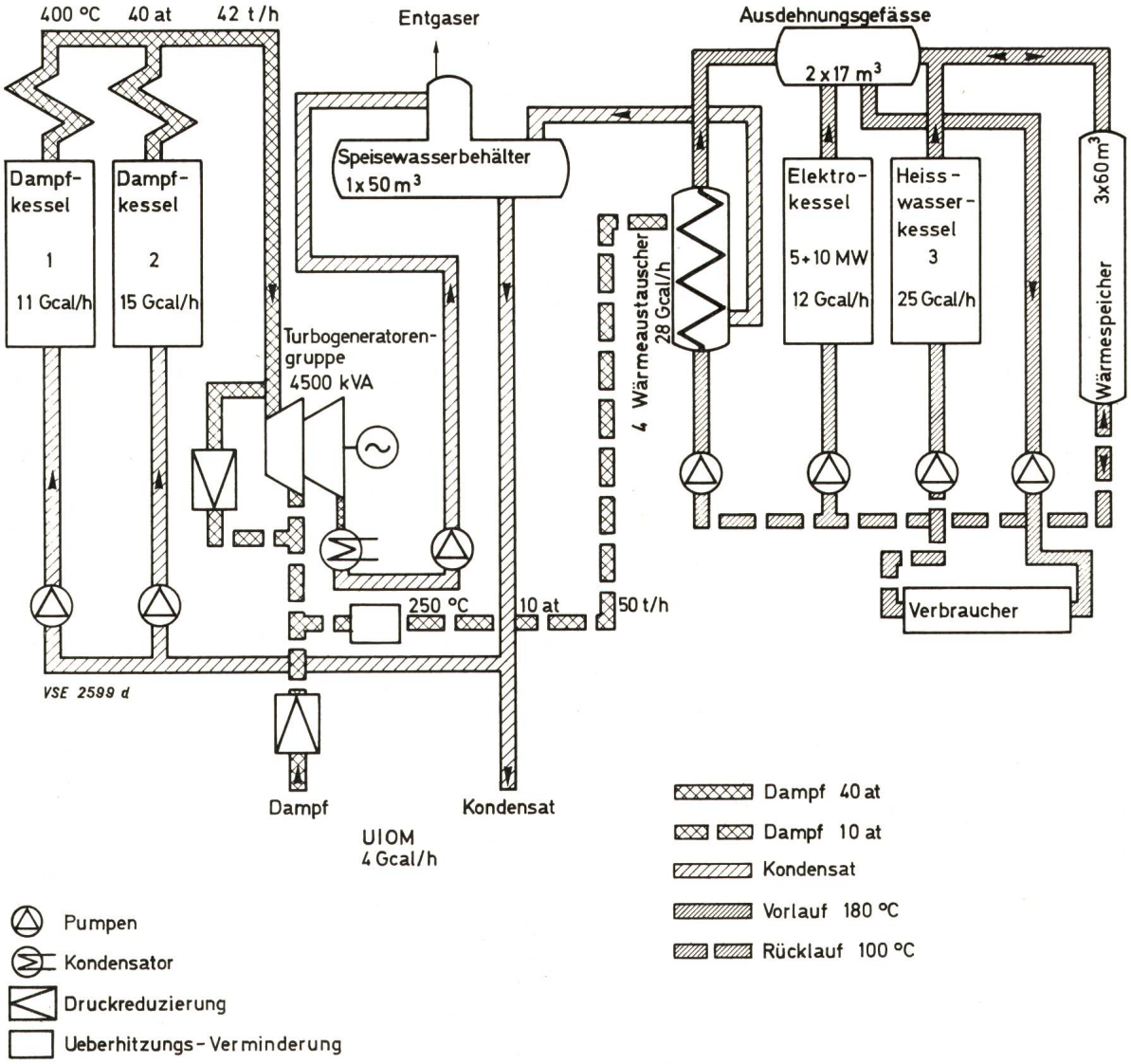

Fig. 7
Schematische Darstellung des Kraftwerkes von Pierre de Plan

Beschreibung der Fernheizung

Im allgemeinen umfasst eine städtische Fernheizanlage (Fig. 6):

— ein städtisches Heizwerk,

— ein Verteilnetz,

— die Gebäudeanschlüsse,

— die internen Verteilleitungen.

Die *interne Verteilung* besitzt einen klassischen Aufbau: in einem Wärmeaustauscher, der den gewöhnlichen Heizkessel des Gebäudes ersetzt, wird das Wasser erwärmt und anschliessend den Radiatoren zugeführt, um schliesslich in den Wärmeaustauscher zurückzukehren. In gleicher Weise wird auch Stadtwasser erwärmt und den Verbrauchern zugeführt. Auch kann Dampf erzeugt und verteilt werden.

Die *Gebäudeanschlußstelle* befindet sich in einem Raum des Untergeschosses und umfasst die Wärmeaustauscher, die automatische Regelung und den Wärmezähler. In gewissen Fällen wird die Wasserleitung bis zu den Radiatoren geführt und der Wärmeaustauscher nur zur Aufbereitung des normalen Brauchwarmwassers benutzt.

Das *Verteilnetz* umfasst die Leitungen, durch welche die Wärme mit dem im Heizwerk erzeugten Heisswasser den Verbrauchsstellen zugeführt werden und welche anschliessend das abgekühlte Wasser den Heizwerken zurückführen. Diese recht sorgfältig isolierten Leitungen befinden sich gewöhnlich im Untergeschoss und sind in Eisenbetonkanäle eingelegt.

Wie bei den elektrischen Netzen können verschiedene Heizungsnetze gegenseitig verbunden werden und ermöglichen damit den Wärmeaustausch mit anderen Netzen.

Das *Heizwerk* kann verschieden ausgerüstet sein: mit Heizkesseln für feste und flüssige Brennstoffe, mit Elektrokesseln oder mit Kernreaktoren. Es umfasst zudem verschiedene Zusatzgeräte, wie Pumpen, Wärmeaustauscher, Wärmespeicher usw. Das Schema der Fig. 7 veranschaulicht eine, trotz ihrer bescheidenen Leistung, recht vollständige Anlage.

Vor- und Nachteile der städtischen Fernheizung

In dieser Hinsicht sei vorerst die *Brennstoffersparnis* erwähnt; diese ergibt sich aus dem besseren Wirkungsgrad der Dampf- oder Warmwassererzeuger, der Verwertung von billigen Brennstoffen (Schweröl, Kohlenstaub), der kombinierten Wärme-/Elektrizitätserzeugung sowie der Rückgewinnung der Wärme aus den städtischen Kehrichtverbrennungsanlagen. Dank einer derartig kombinierten Erzeugung hat die UdSSR 1966 schätzungsweise 17 bis 18 Millionen Tonnen Kohle eingespart. Die Verwertung der Wärme in den Kehrichtverbrennungsanstalten hat der Stadt Bern letztes Jahr ebenfalls gegen 6000 Tonnen Rohöl eingespart. Die in der Stadt Lausanne erzielten Ersparnisse bewegen sich in der gleichen Grössenordnung.

Die ständige, komplette Einäscherung des Kehrichtes könnte der Schweiz jährlich ca. 150 000 Tonnen SKE ersparen.

Diese Einsparung von Brennstoffen hat in unserer nationalen Handelsbilanz eine entsprechende *Reduktion unserer Importe* zur Folge.

In wirtschaftlicher Beziehung ermöglicht die städtische Fernheizung eine *Reduktion der Arbeitskräfte.*

Vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet, verfügen wir damit über ein äusserst wirksames Mittel zur *Bekämpfung der Luftverunreinigung,* welche gemäss den bisher durchgeführten Untersuchungen im Winter und in städtischen Gegenden zur Hälfte durch die privaten Heizanlagen verursacht wird. Die Einlagerung erheblicher Brennstoffvorräte in grossen Tanklagern wirkt ebenfalls gegen die *Boden- und Wasserverschmutzung.* Alle diese Schutzmassnahmen erfordern keine allzu starke Belastung der Öffentlichkeit, da die städtische Fernheizung gegenüber den anderen modernen Heizungssystemen gewöhnlich absolut konkurrenzfähig bleibt unter Gewährleistung der Deckung der finanziellen wie auch der betrieblichen Lasten.

Die Hausbesitzer geniessen folgende Vorteile:

— geringere Erstellungskosten als bei einer klassischen Heizungsanlage,

— reduzierte Unterhaltskosten (keine Unterhaltskosten für die Heizöltanks, keine Einlagerungskosten, weniger beschädigte Fassaden und durch Russ verschmutzte Anstriche),

— keine Brenner,

— keine Kaminfegerarbeiten,

— keine Brand- und Vergiftungsgefahr,

— keine Sorgen bezüglich der Brennstoffversorgung,

— einfacher Betrieb infolge automatischer Regelung,

— reduzierte Abwartskosten.

Für den Architekten bestehen folgende Vorteile:

— Platzgewinn (kein Kamin, reduzierte Heizanlage, kein Tankeinbau),

— keine Gewölbeanfänge (Terrassendächer).

Ausserdem können noch folgende Vorzüge verzeichnet werden:

— keine Tankwagen, somit weniger Lärm, kein Heizölgeruch, keine Verkehrshindernisse,

— erhöhte Versorgungssicherheit.

Die Liste der Vorteile ist zweifellos recht ausgedehnt und sehr eindrucksvoll! Leider ist jede Lösung zwangsläufig nicht nur mit Vorteilen, sondern auch mit Nachteilen verbunden:

— die Öffentlichkeit ist genötigt, anfänglich recht erhebliche Kapitalien zu investieren,

— die Unterbauung der Strassen wird in stärkerem Masse beansprucht,

— die Baugruben auf den Fahrbahnen werden häufiger,

— das Fernheizwerk mit seinem Kamin wirkt nicht unbedingt ästhetisch,

— private Interessen werden zwangsläufig tangiert (Brennstoffhändler, Liegenschaftsverwaltungen, Gewerbe usw.)

— bei zu kurzen Heizperioden kann die Wirtschaftlichkeit nicht leicht erreicht werden.

Vergleichsmässige Gegenüberstellung von 4 Heizungssystemen

Wir wollen nun versuchen, vier verschiedene Heizungssysteme gegenseitig zu vergleichen:

— eine elektrische Raumspeicherheizung,

— eine Gebäudeölheizung,

— die Heizung eines Quartiers (Fernheizung),

— die städtische Fernheizung.

Zu diesem Zweck müssen wir eine gewisse Anzahl vereinfachender Hypothesen voraussetzen: so z. B. ein Quartier mit 15 Gebäuden und insgesamt 1007 Wohnungen. Die gesamte Anschlussleistung für die Heizung und die Warmwasseraufbereitung wird auf 10 275 000 kcal/h geschätzt.

Bei der elektrischen Raumheizung wollen wir einerseits eine normale Wärmeisolation des Gebäudes und anderseits eine verstärkte Wärmeisolation annehmen. Zudem sollen die vier Heizungssysteme den gleichen Konfort bieten; die wertmässig nicht erfassbaren Vorteile eines Systems gegenüber den anderen werden somit nicht berücksichtigt.

Wir unterscheiden dabei die in der Mitte inbegriffenen Heizkosten und die dem Mieter separat verrechneten Heizkosten.

Als Vergleichsbasis dient uns eine mittlere Wohnung, welche aus dem Quotienten der Gesamtzahl der Räume durch die Anzahl der Wohnungen resultiert. Diese Berechnung ergibt uns 3½ Räume, nämlich 3 Zimmer, einen Vorraum, eine Küche und ein Badezimmer oder eine effektive Nutzfläche von 67 m² bzw. einen Rauminhalt von 195 m³.

Bei der normalen Wärmeisolation sind die Mauern, die Böden und das Dach mit 45 mm Glaswolle oder Kork abgedichtet, während die Wohnungen mit Doppelfenster bestückt sind. Bei einem Gebäude mit verstärkter thermischer Isolation sind die Aussenmauern und das Dach mit 100 mm Glaswolle oder Kork beschichtet; die Abdichtung der Doppelfensterfugen wurde entsprechend verstärkt; die Isolation zwischen den Stockwerken und den Wohnungen beträgt 45 mm.

In sämtlichen Fällen bleiben die Aussenabmessungen unverändert; sie entsprechen den städtebaulich maximal zulässigen Werten.

Bei der elektrischen Raumheizung wurde — mit Ausnahme einiger besonderer Räume wie beispielsweise die Badezimmer — eine Speicherheizung angenommen.

Der Energietarif wurde schliesslich folgendermassen veranschlagt:

— Heizöl für die Gebäudeheizung	168.— Fr./t
— Heizöl für die Quartierheizung	158.— Fr./t
— Wärme der städtischen Fernheizung	31.30 Fr./Gcal
Elektrische Energie:	
— Heizung: mittlerer Preis im Winter	4,95 Rp./kWh
— Warmwasser: mittlerer Jahrespreis	4,3 Rp./kWh
— durchschnittlicher Preis für Heizung und Warmwasseraufbereitung	4,765 Rp./kWh

Die Konstruktions- und weiteren Kosten stützen sich auf die 1968/69 gültigen Preise. Unter Vorbehalt dieser verschiedenen Voraussetzungen veranschaulicht die Tabelle der Fig. 8 den Vergleich der Investitionskosten ohne die interne Warmwasserverteilung (welche übrigens in sämtlichen Fällen unverändert bleibt.) In der Kolonne der Quartierheizung bemerken wir, dass das Verteilnetz in der Rubrik «Anschlussstellen» enthalten ist, während der Beitrag der Abonnenten an die Netzkosten im Falle der städtischen Fernheizung als «Anschlussgebühr» bezeichnet wird.

Wie ersichtlich, sind die Kosten bei Gebäude- oder Quartierheizung annähernd gleich, abgesehen von einer Differenz von ungefähr 5 %, welche im Bereich des Kostenvoranschlages liegt.

Die städtische Fernheizung erfordert von den Hausbesitzern geringere Investitionen als die klassische Heizung: nämlich 600 000 bis 800 000 Franken, d. h. annähernd 15 bis 20 %.

Vergleichstabelle der Investitionskosten [1])
Zahlenwerte bezogen auf die Preise von 1968/69

Fig. 8

Anlageart	Heizungssystem				
	Gebäudeheizung [2])	Quartierheizung [2])	Städtische Fernheizung [2])	Elektrische Speicherheizung [2])	Elektrische Speicherheizung [3])
Heizkessel, Brenner, Tanks, Warmwasserspeicher	1 502 000	—	—	—	—
Heizkessel, Brenner, Tanks, Gebäude, Kamin	—	1 120 000	—	—	—
Internes Verteilnetz, ohne Warmwasser-Verteilung	2 568 750	2 568 750	2 568 750	—	—
Kamin, baulicher Teil	218 700	—	—	—	—
Anschlußstellen und Netz [4])	—	800 000	685 000	—	—
Anschlussgebühr	—	—	513 750	—	—
Öfen und Heizkörper	—	—	—	4 397 403	2 734 730
Interne Verteilanlage	—	—	—	1 150 149	895 801
Warmwasserspeicher	—	—	—	245 461	245 461
Verstärkung der Isolation	—	—	—	—	2 048 830
Architekten-Honorar 5,6 %	240 209	251 370	182 210	324 409	331 790
Total	4 529 659	4 740 120	3 949 710	6 117 422	6 256 612

[1]) Ohne die in allen Fällen gleichartige Warmwasserverteilung
[2]) Normal isolierte Gebäude
[3]) Gebäude mit verstärkter thermischer Isolation
[4]) Anlagekosten für das Netz ausschliesslich auf die Quartierheizung bezogen

Tabelle der finanziellen Lasten

Fig. 9

Anlagesystem	Heizungssystem				
	Gebäude-heizung	Quartier-heizung	Städtische Fernheizung	Elektrische Speicherheizung	
				normale Isolation	verstärkte Isolation
Heizkessel, Brenner, Tanks, Heisswasserspeicher [1])	149 600	—	—	—	—
Heizkessel, Brenner, Tanks, Gebäude [2])	—	93 630	—	—	—
Hausverteilanlage ohne Warmwasser-Verteilung [4])	174 675	174 675	174 675	—	—
Kamin, baulicher Teil, 6,8 % mit Unterhalt	14 870	—	—	—	—
Anschlußstellen und Netz [3])	—	51 920	—	—	—
Anschlußstellen [3])	—	—	44 456	—	—
Anschlussgebühren [4])	—	—	30 311	—	—
Öfen und Heizkörper [4])	—	—	—	259 447	161 349
Interne Verteilanlage [4])	—	—	—	67 859	52 852
Warmwasser-Speicher [2])	—	—	—	20 520	20 520
Verstärkung der Wärmeisolierung [4])	—	—	—	—	120 880
Architekten-Honorar [4]) [5])	14 172	14 831	10 750	19 140	19 576
Total	353 317	335 056	260 192	366 966	375 177

[1]) Abschreibung innert 15 Jahren zu 9,96 %
[2]) Abschreibung innert 20 Jahren zu 8,36 %
[3]) Abschreibung innert 35 Jahren zu 6,49 %
[4]) Abschreibung innert 50 Jahren zu 5,90 %
[5]) Ohne Anschlussgebühr

Betriebskostenvergleich (14400 Gcal)
Preis 1968

Fig. 10

Betriebskosten-Gattung	Heizungssystem				
	Gebäude-heizung	Quartier-heizung	Städtische Fernheizung	Elektrische Speicherheizung	
				normale Isolation	verstärkte Isolation
Brennstoff 143 kg/Gcal zu Fr. 168.—/t	345 945	—	—	—	—
Unterhalt, Strom, Heizer [1])	93 405	—	—	—	—
Brennstoff 143 kg/Gcal zu Fr. 158.—/t	—	325 353	—	—	—
Unterhalt, Strom, Heizer [2])	—	61 760	—	—	—
Wärmeaufwand zu Fr. 31.30/Gcal	—	—	450 720	—	—
Zählermiete Fr. 120.—/Jahr/Zähler	—	—	1 800	—	—
Unterhalt, Strom, Heizer [3])	—	—	10 275	—	—
Elektrische Energie Heizung . . . 4,95 Rp. pro kWh Warmwasser . 4,3 Rp. pro kWh	—	—	—	974 057	558 317
Zählermiete	—	—	—	24 168	24 168
Unterhalt [4])	—	—	—	6 117	6 257
Verwaltungskosten 2 %	8 787	7 742	9 256	4 620 [5])	4 620
Total	448 137	394 855	472 051	1 008 962	593 362

[1]) 27 % des Brennstoffpreises (Mittelwert der Hausverwaltungs-Abrechnungen)
[2]) Unterhalt und Heizer, Zentrale 3 %, Netz und Anschlußstellen 1 % der Anlagekosten, Strom 14 kWh/Gcal zu 10 Rp./kWh
[3]) 1,5 % der Anlagekosten
[4]) 1‰ der Anlagekosten
[5]) Ausschliesslich für Warmwasseraufbereitung, 23 % der Energiekosten

Kostenvergleich pro Wohnung und pro Jahr

Fig. 11

Aufwand und Kosten	Heizungssystem				
	Gebäude-heizung	Quartier-heizung	Städtische Fernheizung	Elektrische Speicherheizung	
				normale Isolation	verstärkte Isolation
Finanzieller Gesamtaufwand	353 317	335 056	260 192	366 966	375 177
in der Miete inbegriffen, pro Wohnung	350	332	258	364	372
Gesamte Betriebskosten	448 137	394 885	472 051	1 008 962	593 362
zuzüglicher Aufwand zur Miete, pro Wohnung	445	392	469	1 002	589
Finanzieller Aufwand + Betriebskosten	801 454	729 911	732 243	1 375 928	968 539
Aufwand + Kosten, pro Wohnung	795	724	727	1 366	961

Oktober 1969

Den anderen Heizmethoden gegenüber scheint die elektrische Raumheizung kostspieliger zu sein; die Berechnungen ergeben eine Differenz von 35 % zwischen der städtischen Fernheizung und der elektrischen Raumheizung. Die Kosten, welche gegenüber der elektrischen Raumheizung eingespart wurden, müssen bei verstärkten Isolationen reinvestiert werden.

In Fig. 9 sind die finanziellen Lasten der bereits erwähnten Investitionen aufgeführt. Die Amortisationsdauer ist von Fall zu Fall verschieden und beträgt:

15 Jahre für die klassische Gebäudeheizung bzw. für die Heizkessel, die Brenner und die Heizöltanks,

20 Jahre für die Quartierheizung der gleichen Wohnungen sowie für die Warmwasserspeicher bei der elektrischen Heizung,

35 Jahre für die Netze und Anschlußstellen der Quartier- oder Stadtfernheizung,

50 Jahre für die Hausverteilanlagen, wie beispielsweise die elektrischen Apparate, die Isolation, die Gebühren und Honorare.

Die finanziellen Belastungen sind also annähernd gleich, mit Ausnahme der städtischen Fernheizung, deren Aufwand ca. 20 % tiefer liegt.

Unter Voraussetzung der 1968 gültigen Preise und einem Verbrauch von 14,4 Tcal pro Jahr wurde in Fig. 10 ein Betriebskosten-Vergleich der verschiedenen Systeme aufgestellt. Diesen Angaben kann entnommen werden, dass die städtische Fernheizung gegenüber den anderen klassischen Heizmethoden eine Verteuerung von 10 bis 20 % aufweist, jeoch eine Verbilligung von ca. 20 % gegenüber der elektrischen Raumheizung mit verstärkter thermischer Isolation bietet. Die elektrische Raumheizung ohne eine verstärkte Isolierung der Gebäude ist auf jeden Fall eine recht kostspielige Angelegenheit.

Die Fussnoten der Tabelle erläutern die Voraussetzungen, auf welche sich die Berechnungen stützen. In der elektrischen Raumheizung wurden die Verwaltungskosten nur in die Kosten der Warmwasseraufbereitung einbezogen. Diese Verwaltungskosten sind ja bereits im kWh-Preis inbegriffen, da die Verteilung durch das Elektrizitätswerk erfolgt.

Fig. 11 bietet eine Zusammenfassung der vorgehend erwähnten Ergebnisse, welche auf unsere «mittlere» Wohnung bezogen wurden, da ja gerade diese Kosten unserer Ansicht nach den Mieter am meisten interessieren dürften.

Die Heizkosten der an der städtischen Fernheizung angeschlossenen Wohnung dürfte, wie ersichtlich, gegenüber den anderen Heizmethoden jährlich ca. 100 Franken oder Fr. 5.— bis 10.— monatlich billiger zu stehen kommen. Die monatliche Gebühr müsste dagegen höher berechnet werden, so dass die städtische Fernheizung und die Quartierheizung annähernd die gleiche Grössenordnung der Kosten erreichen dürften, sich aber immerhin etwas günstiger erweisen als die bisherige gewöhnliche Gebäudeheizung und gegenüber der elektrischen Speicherheizung eine Verbilligung von ca. 20 bis 25 % bieten.

Im vorliegenden Fall können wir somit feststellen, dass sich die elektrische Speicherheizung bedeutend kostspieliger als sämtliche anderen Heizsysteme erweist, was uns zu einigen Kommentaren veranlasst:

Wir haben uns bemüht, einige inzwischen erhaltene Betriebsangaben mit unseren Zahlen zu vergleichen. Die elektrische Raumheizung erfordert demzufolge 100 bis 140 kWh/m² oder 40 bis 60 kWh/m³ pro Jahr. Unsere Berechnungen ergaben diesbezüglich jährlich 135 kWh/m² und 52 kWh/m³. Unsere immerhin noch im Rahmen der Normen befindlichen Ergebnisse scheinen also eher von pessimistischen Voraussetzungen beeinflusst worden sein. In unseren Berechnungen beträgt der Aufwand an elektrischer Energie 13,2 GWh; er könnte noch 10 oder sogar 20 % tiefer liegen und immer noch im Rahmen der Erfahrungswerte stehen. Wir haben uns ebenfalls die Frage gestellt, zu welchem mittleren kWh-Preis diese Heizmethode noch absolut konkurrenzfähig bleibt, da wir, wie bereits erwähnt, 4,765 Rp./kWh angenommen haben, was freilich bereits etwas viel ist. Unseren Berechnungen gemäss ist die Konkurrenzfähigkeit der elektrischen Speicherheizung bei 3,5 bis 3,6 Rp./kWh noch gewährleistet. Wird der Stromverbrauch um 10 % reduziert, so kann der Tarif bis 3,9 Rp./kWh steigen, und bei einer Reduktion von 20 % des Stromaufwandes liegt die Grenze der Konkurrenzfähigkeit bei 4,3 Rp./kWh. Diese Ergebnisse unterstreichen recht eindrücklich die Notwendigkeit und die Vorzüge einer sorgfältigen thermischen Isolation der Gebäude.

Für den städtischen Energielieferanten erreichen die Kosten der Verteilung mittels der Elektrizität die gleiche Grössenordnung wie mittels Fernheizungsleitungen. Die Heizung unseres Modell-Quartiers würde somit 8.— bis 10.— Fr./Gcal mit Elektrizität und 6.— bis 7.— Fr./Gcal mit der städtischen Fernheizung beanspruchen. Da aber die verstärkte thermische Isolation zur Erzielung der gleichen Ergebnisse lediglich die Übertragung einer geringeren Wärmemenge gestattet, so ist der Energielieferant in beiden Fällen genötigt, Fr. 1 300 000.— in beide Anlagen zu investieren.

Schlussfolgerungen

Gegenüber den anderen Heizsystemen bildet die städtische Fernheizung eine vollkommen konkurrenzfähige Methode der Wärmeübertragung und Verteilung, welche sich für den Energielieferanten weder kostspieliger noch komplizierter als beispielsweise die Elektrizität erweist. Gesamthaft und auf lange Sicht betrachtet, d. h. auf eine längere Dauer von 30, 40 oder 50 Jahren, erfordert sie keine höheren Investitionen als die anderen Heizungssysteme.

Komfort, Brennstoffeinsparungen, mässiger Preis sowie sein augenscheinlicher Beitrag zur Bekämpfung der Luft- und Wasserverschmutzung bilden die vielfältigen, von der Fernheizung gewährten Vorteile, die freilich diesem System nicht ausschliesslich vorbehalten sind.

Sie ermöglicht ausserdem die Verwertung der bei der Verbrennung von Kehricht, Klärschlamm und Altöl erzeugten Wärme.

Der künftige Einsatz der Kernenergie wird ausserdem die Bekämpfungsmöglichkeiten der Luft- und Wasserverschmutzung durch die damit verbundene Verminderung der Anwendung klassischer Brennstoffe noch wesentlich erweitern.

Aus allen diesen Gründen beurteilen gewisse Länder wie Jugoslawien, Rumänien, die UdSSR die Zukunftsaussichten

der städtischen Fernheizung ausserordentlich günstig. In Schweden wird sie bereits für Ortschaften mit 20 000 bis 30 000 Einwohner vorgesehen. Andere Länder vertreten die Ansicht, dass die Vorteile der Fernheizung bei der Erstellung von Stadtrandsiedelungen und neuen Grossquartieren am besten zur Geltung gelangen.

Die anderen Heizmethoden, wie beispielsweise das Erdgas, die Elektrizität oder die Quartierheizung, geniessen ebenfalls ihre volle Berechtigung und müssen den Vergleich, ja sogar eine Konkurrenz, kaum fürchten.

Bei näherer Würdigung der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten einer kombinierten städtischen Energieerzeugung von Elektrizität, von Wärme und von Kälte, die bereits in einigen Großstädten wie Hamburg, Paris und Stockholm eingeführt wurde, scheint der städtischen Fernheizung in den nächsten Jahrzehnten noch recht interessante Perspektiven beschieden zu sein.

Adresse des Autors:
R. Richard, dipl. Ing. ETH, Direktor des Städtischen Elektrizitätswerkes Lausanne, 23, Place du Chauderon, 1000 Lausanne.

Möglichkeiten der städtischen Heizung mit Kernenergie

Von *C. Zangger,* Bern

Nachdem in unserem Lande die Möglichkeiten der städtischen Heizung auf dem Nuklearwege erst seit einigen wenigen Jahren Beachtung finden, muss sich der Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen in einem bescheidenen Rahmen halten.

Die vorliegenden sich damit befassenden Untersuchungen sind ziemlich spärlich und vermitteln insbesondere kein allgemeines und lückenloses Bild der wirtschaftlichen und technischen Voraussetzungen, welche für die Förderung dieser Art der Heizung erfüllt sein müssten. Mit Rücksicht jedoch auf das allgemeine Interesse, welches ein solches Problem auf der dreifachen Ebene der Brennstoffversorgung, der Luftverunreinigung und der Gewässererwärmung erwecken sollte, hat der Bundesrat, einer Anfrage des Genfer Ständerates Eric Choisy entsprechend, eine systematische Untersuchung der Verhältnisse angeordnet, in der Absicht die zahlreichen interessierten Kreise über die Zusammenhänge sachlich und vollständig zu orientieren. Da die Ergebnisse der in die Wege geleiteten Untersuchung noch nicht vorliegen, ist es im Augenblick nicht möglich, mit konkreten Angaben aufzuwarten; der Vortragende muss sich daher auf Betrachtungen allgemeiner Natur, vornehmlich auf die Einführung der Kernenergie, beschränken.

Die Kernreaktoren eignen sich nämlich in technischer Beziehung dafür, sowohl Wärme — in Form von Warmwasser oder Wasserdampf — als auch elektrische Energie zu liefern, indem letztere ebenfalls zur Raumheizung erfreulicherweise beitragen kann. Die im Ausland erprobten oder verwirklichten Lösungen deuten, wie es scheint, darauf hin, dass die technische Gestaltung, welche beide Erzeugungssparten in der gleichen Anlage miteinander verbindet, die wirtschaftlich günstigste Nutzung verspricht. Die optimale Relation zwischen beiden Produktionen wird dann durch die lokalen Begebenheiten bestimmt, so dass je nach dem konkreten Fall entweder die Wärmeerzeugung oder die Elektrizitätserzeugung den Grenznutzen aufweisen kann, wobei stets auf das Ziel zu achten ist, die enorme Menge von im thermodynamischen Zyklus der Turbine geopferter Wärme nach bestmöglicher Ausnützung der wirtschaftlichen Verhältnisse teilweise zurückzugewinnen. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, dass die mit Brennstoff bzw. nuklear angetriebenen thermischen Zentralen der gegenwärtigen Konstruktion für die alleinige Erzeugung elektrischer Energie allgemein gültige Ausbeutekoeffizienten aufweisen, die sich grosso modo auf 40 % bzw. auf 33 % beziffern; was mit anderen Worten bedeutet, dass pro erzeugte Einheit elektrischer Energie die vorerwähnten Zentralen der ersten bzw. der zweiten Art 1,5 bzw. 2 Einheiten von Wämeenergie in die Natur zurückgeben.

Wirtschaftliche Anhaltspunkte anderer Art, die Fernheizung betreffend, deuten darauf hin dass die direkte Wärmeverteilung tiefere Kosten dort zuliesse, wo die Bevölkerungsdichte am höchsten ist, das heisst in den Städten und den ihnen zugewandten Agglomerationen; hingegen wäre die Verteilung der elektrischen Energie dort günstiger, wo die Bevölkerung eine geringere Dichte aufweist, das heisst in den Vorstadt- und ländlichen Regionen, aber auch in den städtischen Zonen, wo der Bau von Warmwasser- oder Wasserdampfleitungen ausser Betracht fällt.

Diese Überlegungen führten zur Annahme, dass in Zukunft der Raumheizung durch den Transport entweder von Wärme oder von Elektrizität notwendigerweise eine ergänzende Funktion zufallen wird; es liegt deshalb nahe, nun auch auf die Gründe, die zur Einführung der Kernenergie in der Schweiz beitrugen, einzugehen und die Probleme, welche damit verbunden sind, zur Sprache zu bringen.

Die folgenden Erörterungen wollen drei verschiedene Aspekte der Verhältnisse berühren:

— die technischen Möglichkeiten, welche die Kernenergie heute bietet und morgen bieten wird;

— die wirtschaftliche Notwendigkeit, die Bedürfnisse umzugruppieren und die Produktionsmittel zu konzentrieren;