

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses

Band: 69 (1978)

Heft: 5

Artikel: Die elektrische Raumheizung in der Schweiz = Le chauffage électrique des locaux en Suisse

Autor: Mutzner, J. / Grivat, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-914848>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Brennstoffe eingesetzt werden können und dass die Mehrzahl der neuen Energieformen zwangsläufig in Elektrizität umgewandelt werden müssen.

Auf diese Weise werden die Länder ihre Unabhängigkeit auf dem Energiesektor verringern. Die Verbreitung der elektrischen Raumheizung dient der Sicherung der Zukunft. Es muss daher ohne Zögern gehandelt werden. Unnütze Streitigkeiten zwischen den Befürwortern der verschiedenen elektrischen Heizverfahren sind zu vermeiden; jedes Verfahren soll nach Massgabe der lokalen Bedingungen angewandt werden können.

Demgegenüber ist auf das erforderliche Zusammenwirken von elektrischer Raumheizung und verstärkter Isolierung hinzuweisen sowie auf die mögliche Koordinierung zwischen elektrischer Raumheizung und der Wärmepumpe sowie der Sonnenenergie.

Unter diesen Voraussetzungen kann der elektrischen Raumheizung der Platz zukommen, den sie dank ihren unbestreitbaren Vorzügen verdient. Ferner muss hervorgehoben werden, dass die elektrische Raumheizung einen unvergleichlichen Komfort bietet und in jedem beheizten Raum gesondert reguliert werden kann, was bedeutende Ersparnisse mit sich bringt.»

combustibles inutilisables ailleurs et que la plupart des énergies nouvelles doivent inéluctablement être transformées en électricité.

C'est par cette voie que les pays amélioreront leur indépendance énergétique: développer le chauffage électrique est une mesure qui préserve l'avenir. Il est donc nécessaire d'agir sans tarder. Il y a lieu d'éviter les querelles byzantines entre les promoteurs des divers systèmes de chauffage électrique: chacun a sa place, compte tenu des conditions locales.

Il faut au contraire montrer la bonne association possible entre le chauffage électrique et l'isolation renforcée, la coordination réalisable entre le chauffage électrique et la pompe à chaleur et l'énergie solaire.

Dans ces conditions il sera possible que le chauffage électrique accède à la place que lui confèrent ses indéniables qualités. Il faut rappeler aussi que le chauffage électrique donne un confort inégalable et une régulation pièce par pièce qui est source d'économies.»

Die elektrische Raumheizung in der Schweiz ¹⁾

Von J. Mutzner und J. Grivat

In einem 1. Teil wird der aktuelle Stand der Elektroheizung in der Schweiz dargelegt. Dabei werden auch gebräuchliche Heizsysteme erläutert, und es wird auf die Tarifgestaltung eingetreten. Die zu erwartende Entwicklung bis zum Jahre 1985 wird skizziert.

Im 2. Teil wird eine Hypothese betreffend der langfristigen Entwicklung dargelegt.

1. Heutige Situation und kurzfristige Entwicklungstendenzen

1.1 Klimatische Voraussetzungen

Die Schweiz hat ein gemässigttes Klima mit einer mittleren Aussentemperatur während der Heizperiode von rund 4 °C (bezogen auf das Mittelland, dem mit 62% der Gesamtbevölkerung am stärksten besiedelten Gebiet der Schweiz). Allerdings sind die Unterschiede durch die topologische Gliederung sehr gross. Die mittlere jährliche Heizgradtagzahl beträgt zum Beispiel für einzelne ausgewählte Orte:

	Heizgradtage (12/20 °C)	m. ü. M.
Zürich	3660	408
Locarno	2620	213
Lausanne	3520	447
Davos	6100	1560

¹⁾ Dieser Bericht wurde dem UNIPED-Kolloquium als Landesbericht der Schweiz eingereicht.

Le chauffage électrique des locaux en Suisse ¹⁾

Par J. Mutzner et J. Grivat

Après avoir abordé d'une manière générale les conditions climatiques, les auteurs exposent dans une première partie la situation actuelle et le développement du chauffage électrique des locaux, en commentant les systèmes les plus courants et la structure des tarifs de chauffage.

Dans une deuxième partie, les auteurs émettent une hypothèse sur le développement à long terme du chauffage électrique qui est lié à de nombreux facteurs.

1. Situation actuelle et tendances d'évolution à court terme

1.1 Conditions climatiques

La Suisse a un climat tempéré; la température extérieure moyenne pendant la période de chauffage est d'environ 4 °C (ce qui est valable pour le Plateau suisse, qui est la partie la plus peuplée de Suisse, où vivent 62% de la population totale). Etant donné la structure topographique du pays, les différences sont cependant très grandes d'un endroit à l'autre. Par exemple, voici les nombres de degrés-jours de certaines localités:

	Degrés-jours (12/20 °C)	Altitude m
Zurich	3660	408
Locarno	2620	213
Lausanne	3520	447
Davos	6100	1560

¹⁾ Rapport national suisse, présenté au colloque de l'UNIPED.

Tabelle I

Energieträger	Prozentualer Anteil der Anlagen am Gesamtbestand von rund 2,4 Mio Wohnungen (Stand Winter 1975/76) %
Heizöl	92
Erdgas	2,5
Kohle	2
Holz/Torf	1,5
Elektrizität	1,5
Fernheizung (Heizöl, Müll)	0,5

Bei einer mittleren jährlichen Heizgradtagzahl (12/20 °C) von rund 3600 im Mittelland ergibt sich eine jährliche Nutzungsdauer der maximal beanspruchten Leistung von rund 1700 bis 1800 Stunden bei der üblichen Ölheizung. Für die elektrische Vollspeicherheizung kann mit einer Ausnutzungsdauer der installierten Leistung von 720 Stunden (bei 8stündiger Nachtaufladung)²⁾, bei elektrischen Direktheizsystemen mit einer solchen von 1400 Stunden gerechnet werden.

Aus der Fig. 1 ist die Jahresdauerlinie des langjährigen Temperaturverlaufs ersichtlich (Beispiel: Stadt Zürich). Die Beheizung der Gebäude erfolgt während rund 7 Monaten im Jahr (Oktober bis April mit etwa 220 bis 230 effektiven Heiztagen).

1.2 Stand und Entwicklung der elektrischen Raumheizung

Durch die bis 1973 fast unbeschränkte Verfügbarkeit von preisgünstigem Heizöl hat die Ölfeuerung in der Schweiz eine dominierende Stellung erhalten. Es kann geschätzt werden, dass sich die Raumheizung im Winter 1975/76 auf die in Tabelle I angegebenen Energieträger abgestützt hat.

Bis zur Mitte der sechziger Jahre sind in der Schweiz nur vereinzelte elektrische Raumheizeanlagen betrieben worden. Es

²⁾ Die elektrische Vollspeicherheizung findet in der Schweiz nur vereinzelt Anwendung. Gebräuchlich ist die sogenannte gemischte Heizung, das heisst Speicherheizung in den Haupträumen und Direktheizung in den Nebenräumen.

Tableau I

Agents énergétiques	Part des installations de chauffage par rapport au nombre total d'environ 2,4 millions de logements %
Mazout	92
Gaz naturel	2,5
Charbon	2
Bois/tourbe	1,5
Electricité	1,5
Chauffage à distance (mazout, ordures)	0,5

Si l'on considère un nombre annuel moyen de degrés-jours (12/20 °C) de 3600 pour le Plateau, la durée d'utilisation de la puissance maximale appelée d'une installation de chauffage au mazout est de quelque 1700 à 1800 h/an. Dans le cas du chauffage électrique entièrement à accumulation, on peut admettre que la durée d'utilisation de la puissance installée est d'environ 720 h (compte tenu d'une relance nocturne de 8 h)²⁾ et dans le cas du chauffage électrique direct il faut compter que la durée d'utilisation de la puissance installée est d'environ 1400 h.

La fig. 1 montre le courbe de durée annuelle de l'évolution multiannuelle de la température pour l'exemple de la ville de Zurich. Les bâtiments sont chauffés pendant environ 7 mois dans l'année (d'octobre à avril, ce qui représente environ 220 à 230 jours effectifs de chauffage).

1.2 Situation et développement du chauffage électrique des locaux

Du fait que jusqu'en 1973 le mazout était quasiment disponible en quantité illimitée à des prix avantageux, le chauffage à mazout a pris en Suisse une place dominante. On peut estimer qu'en hiver 1975/76 la répartition des systèmes de chauffage d'après les agents énergétiques s'est présentée selon le tableau I.

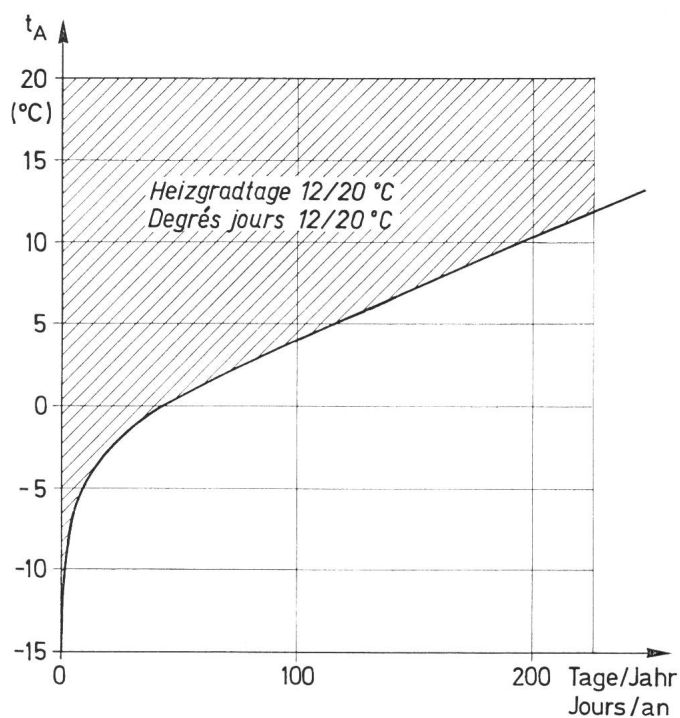
²⁾ Le chauffage électrique à accumulation pure est peu utilisé en Suisse. Le plus répandu est le chauffage dit combiné, dont le principe est le suivant: chauffage à accumulation dans les pièces principales et chauffage direct dans les pièces secondaires.

Fig. 1 Jahresdauerlinie der mittleren Jahrestemperatur (Zürich)

t_A Aussentemperatur

Courbe de durée annuelle de la température moyenne annuelle (Zurich)

t_A température extérieure



Heizperiode	Endenergieverbrauch für die Raumheizung ¹⁾ Alle Energieträger		Endenergieverbrauch für die Raumheizung Elektrizität			Anteil der Elektroheizung am:	
						Gesamtenergieverbrauch für die Raumheizung	Landesverbrauch elektrischer Energie ²⁾
Période de chauffage	Consommation finale d'énergie pour le chauffage ¹⁾ Ensemble des agents énergétiques		Consommation finale d'énergie pour le chauffage Electricité			Part d'énergie consommée pour le chauffage électrique, par rapport à la	
						consommation globale d'énergie pour le chauffage	consommation du pays d'énergie électrique ²⁾
	Tcal	TJ	GWh	Tcal	TJ	%	%
1970/71	57 000	239 000	62	53	222	0,1	0,25
1971/72	61 000	255 000	100	86	360	0,15	0,35
1972/73	62 000	260 000	141	121	507	0,2	0,5
1973/74	52 000	218 000	278	239	1 000	0,45	0,95
1974/75	54 000	226 000	359	309	1 290	0,6	1,25
1975/76	55 000	230 000	507	436	1 825	0,8	1,7
1976/77	57 000	239 000	600	516	2 160	0,9	2,0

¹⁾ Schätzung – Estimation

²⁾ Jahresverbrauch – Consommation annuelle

waren vor allem solche mit einer relativ geringen Benutzungsdauer der installierten Heizleistung (so vor allem Kirchenheizungen oder sporadisch bewohnte Ferienhäuser), wodurch die Betriebskosten relativ gering gehalten werden konnten. Noch zu Beginn der Heizperiode 1969/70 waren insgesamt nur 2500 elektrische Raumheizanlagen mit einem Jahresverbrauch von rund 30 GWh (entsprechend knapp 10/100 des gesamten Landesverbrauchs an elektrischer Energie) angeschlossen. Die Zahl der Anlagen hat sich in der Zwischenzeit, wie dies aus der Fig. 2 und der Tabelle III hervorgeht, trotz teilweise netztechnisch bedingter zurückhaltender Anschlusspraxis der Elektrizitätswerke, auf rund 42000 mit einem Jahresverbrauch von 600 GWh im Jahre 1976 erhöht. (In diesen Zahlen ist der Energieverbrauch in mobilen Elektroheizgeräten nicht eingeschlossen.) Trotzdem nimmt sich der Anteil der elektrischen Raumheizung am gesamten Raumheizbedarf und am gesamten Landesbedarf elektrischer Energie immer noch äusserst bescheiden aus.

Strukturmassig stehen die elektrisch beheizten Einfamilienhäuser weit an der Spitze. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass der Eigenheimbesitzer eher gewillt ist und die Möglichkeit besitzt, die Elektroheizung zu wählen.

Jusque vers le milieu des années soixante, le chauffage électrique n'avait été utilisé en Suisse que dans des cas isolés. Il s'agissait alors généralement d'installations dont la durée d'utilisation de la puissance installée était relativement courte, par exemple dans le cas d'églises ou de maisons de vacances non régulièrement habitées. Les frais d'exploitation étaient donc peu élevés. Vers le début de la période de chauffage 1969/70 il n'y avait encore au total que 2500 installations de chauffage électrique en service, ce qui représentait une consommation annuelle de quelque 30 GWh (soit à peu près 10/100 de la consommation du pays d'énergie électrique). Comme le montrent la fig. 2 et le tableau III, le chiffre était passé en 1976 à quelque 42000, ce qui représentait une consommation annuelle d'environ 600 GWh, ceci en dépit des réticences des entreprises d'électricité à autoriser de nouveaux raccordements, en partie pour des raisons techniques sur le plan des réseaux (les chiffres de consommation qui viennent d'être indiqués ne tiennent pas compte de la consommation des appareils de chauffage mobiles). Le chauffage électrique des locaux occupe malgré tout encore une place peu significative et la consommation d'énergie électrique pour le chauffage est elle aussi insignifiante par rapport à la consommation globale du pays.

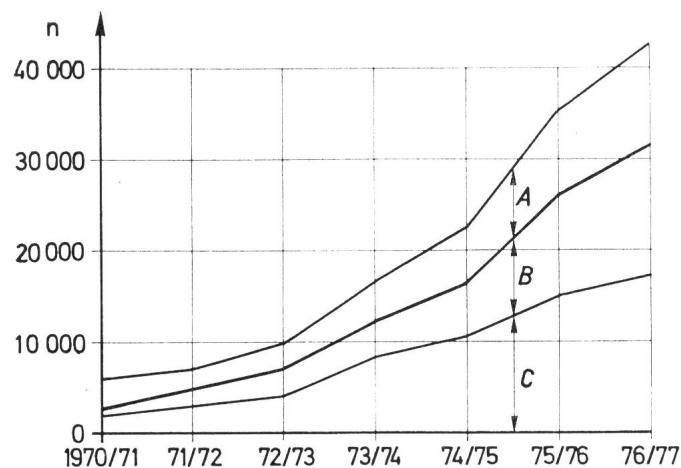


Fig. 2 Anzahl Raumheizanlagen in der Schweiz

- A Direktheizungen
- B Speicherheizungen
- C Mischheizungen
- n Anzahl Anlagen

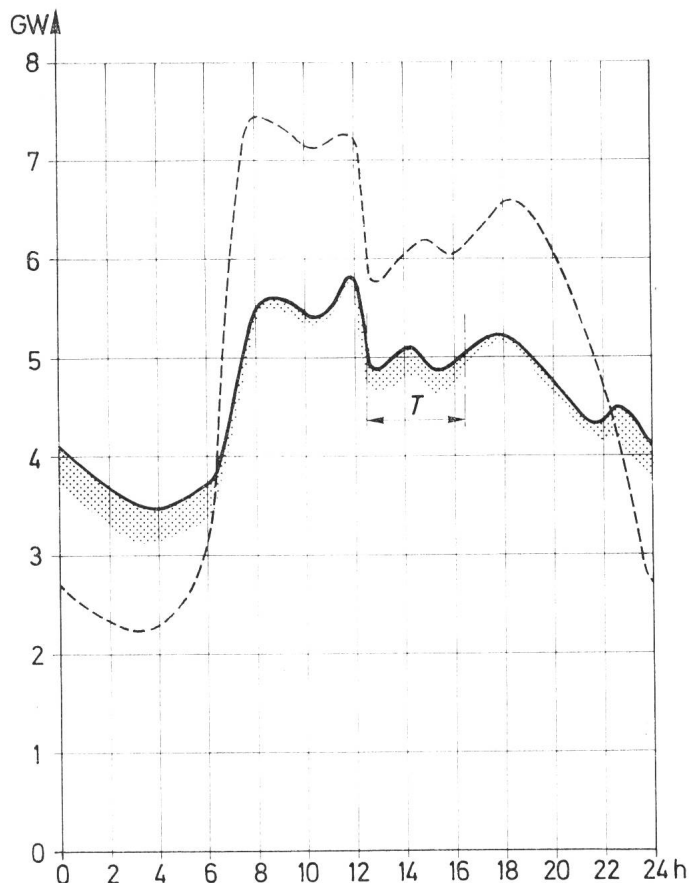
Nombre d'installations de chauffage des locaux en Suisse

- A Chauffage direct
- B Chauffage à accumulation
- C Chauffage mixte
- n Nombre d'installations

Fig. 3 Landes-Tagesbelastungsdiagramm im Winter

Diagramme journalier suisse de charge globale en hiver

- Inlandverbrauch an einem kalten Wintertag
Consommation du pays pendant un jour d'hiver très froid
- ▨ Belastung durch die elektrische Raumheizung
Charge due au chauffage électrique des locaux
- - - - Inland-Produktion
Production du pays
- T Tagesnachladeperiode für elektrische Speicherheizungen (2-3 Stunden)
Période de relance diurne pour chauffages électriques à accumulation (2 à 3 heures)



Dass sich die elektrische Raumheizung bisher nicht auf breiterer Basis durchzusetzen vermochte, hat im wesentlichen zwei Ursachen:

- Die bis vor wenigen Jahren sehr tiefen Erdölpreise, welche eine Verwendung des neben dem Holz einzigen einheimischen Energieträgers zu Heizzwecken lange Zeit als unwirtschaftlich erscheinen liessen.
- Eine Hemmung der meisten Elektrizitätswerke vor grossen zusätzlichen Investitionen in die Produktions- und Verteilanlagen im Hinblick auf eine Spitzenbelastung im Winter; das heisst ausgerechnet in der Jahreszeit, da die Produktion in den Wasserkraftwerken, welche rund 70% des Landesbedarfs an elektrischer Energie decken, am geringsten ist.

1.3 Leistungsbedarf für die elektrische Raumheizung

Die statistisch erfasste installierte Leistung bei der elektrischen Wohnraumbeheizung beträgt pro angeschlossenes Objekt im schweizerischen Mittel:

- 11 kW für Direktheizanlagen
- 18 kW für Speicherheizungen mit Tagesnachlademöglichkeit und für Mischheizungen

Die Gesamtbelastung durch die elektrische Raumheizung wie auch die mittleren Produktionsverhältnisse gehen aus dem Landes-Tagesbelastungsdiagramm (Fig. 3) für einen kalten Tag hervor. Wie der Fig. 3 entnommen werden kann, bestehen zurzeit im schweizerischen Netz in bezug auf die Leistungsbereitstellung auf der Produktionsseite und der Übertragungskapazität im Höchstspannungsnetz keine grösseren Probleme. Auch die Mittelspannungsverteilanlagen weisen selbst in Spitzenlastzeiten mittlere Leistungsreserven von etwa 50% am Tag auf; allerdings sind die Reserven in den Niederspannungs-

Le chauffage électrique est surtout utilisé dans les maisons individuelles, ce qui montre que leurs propriétaires inclinent plus facilement pour ce mode de chauffage et qu'ils ont par ailleurs la possibilité de le choisir.

Si le chauffage électrique n'a pas pu se répandre plus jusqu'à présent, cela est principalement dû aux deux raisons:

- Les prix du mazout, qui étaient très bas jusqu'il y a peu d'années, ont longtemps fait croire que l'énergie électrique, le seul agent énergétique indigène outre le bois, n'était pas économique.

- La plupart des entreprises d'électricité n'étaient pas disposées à faire de gros investissements supplémentaires pour renforcer leurs installations de production et de distribution en prévision des pointes de charge en hiver. Et l'hiver est précisément la saison pendant laquelle la production des centrales hydrauliques est la plus faible. (A noter qu'elles couvrent 70% des besoins d'énergie électrique du pays.)

1.3 Puissance nécessaire pour le chauffage électrique des locaux

Selon les statistiques, la puissance installée moyenne d'une installation de chauffage électrique en Suisse est la suivante:

- 11 kW pour le chauffage direct
- 18 kW pour le chauffage à accumulation avec possibilité de relance diurne et pour le chauffage mixte

Le diagramme de charge globale par un jour très froid (Suisse) que représente la fig. 3, montre la charge globale due au chauffage électrique ainsi que la fluctuation moyenne de la production. Cette même figure fait apparaître qu'aucun problème majeur ne se pose actuellement pour le réseau suisse en ce qui concerne les disponibilités de puissance côté production

netzen im allgemeinen bedeutend geringer. Gesamtschweizerisch gesehen dürften die Leistungsreserven in den Netzen im Niederspannungsbereich zwischen 5 und 15 % liegen, die für die elektrische Raumheizung noch genutzt werden könnten. Neukonzeptionen von Mittel- und Niederspannungsnetzen werden jedoch heute vielfach so geplant, dass ein erheblich höherer Anteil an Leistungsreserve für den Anschluss elektrischer Raumheizungen zur Verfügung steht.

1.4 Verwendete Heizsysteme

Auf dem schweizerischen Markt sind praktisch alle in Europa gebräuchlichen Ausführungen von Elektroheizanlagen erhältlich. Die Tabelle III zeigt die Aufteilung der zurzeit installierten Heizsysteme.

Die Anschlusspraxis der Elektrizitätswerke in bezug auf die zugelassenen Heizsysteme ist unterschiedlich. Je nach Netzverhältnissen (z. B. Stadt- oder Landnetz, Leitungskapazitäten) und Energiebezugsverhältnissen (z. B. Eigenproduktion oder Fremdstromzukauf) sind die Stromlieferbedingungen ausgestaltet. Dementsprechend sind je nach den Tarifbedingungen und Sperrzeiten in einzelnen Regionen Misch- und Gemischtheizungen oder Direktheizsysteme vorherrschend.

1.5 Tarifgestaltung für die elektrische Raumheizung

Die rund 1000 schweizerischen Elektrizitätswerke, die Energie an Letztverbraucher abgeben, sind in ihrer Tarifgestaltung autonom. Es haben sich deshalb in den einzelnen Elektrizitätswerken unterschiedliche Tarife für die Raumheizung in bezug auf Struktur und Tarifniveau ausgebildet.

Vollelektrische Raumheizanlagen werden im allgemeinen zu den üblichen Haushalttarif-Ansätzen (Grundpreis und Arbeitspreis) beliefert, wobei normalerweise kein Grundpreiszuschlag erfolgt. Die Niedertarifansätze (etwa 22 bis 6 Uhr, in einzelnen Fällen auch über das Wochenende) betragen rund 5 bis 6 Rp./kWh, die Tagestarifansätze zwischen 12 und 15 Rp./kWh. Einige Elektrizitätswerke haben für allelektrifizierte Haushalte spezielle Tarife eingeführt, deren Arbeitspreise etwas unter jenen der genannten Haushalt-Einheitspreise liegen. Die Reduktion lässt sich begründen durch die bessere Ausnutzung der Anlagen.

Einzelne Überlandwerke unterscheiden für Warmwasserbereitung und Raumheizung nicht nach Hoch- und Niedertarifpreisen, sondern haben Tag und Nacht unveränderte Arbeitspreise.

et la capacité de transport au réseau à très haute tension. Les installations de distribution à moyenne tension présentent elles aussi, en moyenne, des réserves de puissance d'environ 50% le jour, même pendant les heures de pointe. Dans les réseaux à basse tension cependant, les réserves sont en général nettement plus faibles. Pour l'ensemble de la Suisse, les réserves de puissance des réseaux à basse tension devraient se situer entre 5 et 15%, et ce sont ces réserves qui pourraient être utilisées pour le chauffage électrique des locaux. Pour les nouveaux réseaux à moyenne et basse tensions, que l'on projette actuellement, il est souvent prévu une plus grande réserve de puissance en prévision du raccordement d'installations de chauffage électrique.

1.4 Systèmes de chauffage utilisés

Pratiquement tous les systèmes de chauffage électrique usuels en Europe sont disponibles sur le marché suisse. Le tableau IV montre la répartition des différents systèmes installés à l'heure actuelle.

La politique de raccordement en ce qui concerne les systèmes de chauffage varie d'une entreprise d'électricité à l'autre. Les conditions de la fourniture d'énergie électrique dépendent du réseau (p. ex. réseau urbain ou réseau de campagne, capacité des lignes) et de la provenance de l'énergie (p. ex. production propre ou achat). Selon le tarif appliqué, il arrive donc que dans une région, un des systèmes de chauffage (mixte, combiné ou direct) soit plus répandu que les autres.

1.5 Structures tarifaires pour le chauffage électrique

Les quelque 1000 entreprises d'électricité suisses qui distribuent l'énergie électrique au consommateur sont autonomes en matière de tarification. C'est la raison pour laquelle la structure et le niveau des tarifs appliqués pour le chauffage électrique varient d'une entreprise d'électricité à l'autre.

Pour les installations de chauffage fonctionnant entièrement à l'électricité, l'énergie est en général fournie aux tarifs domestiques usuels (redevance fixe et prix de l'énergie) et il n'est normalement pas facturé de redevance fixe supplémentaire. Les prix de bas tarif (appliqués entre 22 et 6 h environ, dans certains cas aussi pendant le week-end) varient entre 5 et 6 cts/kWh, et les prix de haut tarif varient entre 12 et 15 cts/kWh. Quelques entreprises ont introduit des tarifs spéciaux pour les ménages complètement électrifiés; les prix d'énergie sont alors un peu au-dessous de ceux des tarifs pour usages domestiques

Entwicklung der elektrischen Raumheizung in der Schweiz nach Heizsystem
Expansion du chauffage électrique des locaux en Suisse, d'après les systèmes de chauffage

Tabelle III
Tableau III

Winter	Direktheizung	Speicherheizung ¹⁾	Mischheizung	Total
Hiver	Chauffage direct	Chauffage à accumulation ¹⁾	Chauffage mixte	
	GWh			
1970/71	21	14	27	62
1971/72	28	21	51	100
1972/73	32	40	69	141
1973/74	70	70	138	278
1974/75	92	96	171	359
1975/76	116	161	230	507
1976/77	140	188	272	600

¹⁾ Anteil an Tagesenergie: max. 10% des Gesamtverbrauchs – Part d'énergie diurne: au max. 10% de la consommation globale.

Heizsystem	Anteil des Gesamtbestandes ¹⁾ %
Direktheizgeräte (Konvektoren, Niedertemperatur-Heizgeräte usw.)	35
Speicherheizgeräte (Dynamische und statische Wärmespeicher, Mischheizspeicher)	47
Zentrale Heizanlagen	
– Speicher (Luft- und Wasser-Blockspeicher)	15
– Direktheizanlagen (Lufterhitzer und Durchlauferhitzer)	1
Grossflächenheizung (Fussbodenheizung)	2

¹⁾ Die statistischen Erhebungsgrundlagen differieren von denjenigen für die Tabelle III.

Die meisten Elektrizitätswerke erheben beim Anschluss elektrischer Raumheizungen spezielle, einmalige Baukostenbeiträge, die bis zu 200 Fr./kW beanspruchte Heizleistung betragen. Demgegenüber wird im allgemeinen für die Elektroheizung kein Leistungspreis verrechnet.

1.6 Zu erwartende Entwicklung bis 1985

In den letzten Jahren haben verschiedene Faktoren dazu beigetragen, die Voraussetzungen für den Anschluss elektrischer Raumheizanlagen zu verbessern.

- Starke Steigerung der Heizölpreise nach der Erdölkrise 1973;
- Substitutionsbestrebungen, das heisst Verstärkung der Anstrengungen zur Verminderung der grossen Abhängigkeit der Schweiz vom Erdöl (rund 75 % des Gesamtenergiebedarfs entfallen auf Erdölprodukte);
- Umweltschutzmassnahmen (Verringerung der Luft- und Gewässerverschmutzung);
- grössere Versorgungssicherheit mit Elektrizität;
- Steigerung des Anteils der thermischen Produktion an der Gesamtelektrizitätserzeugung, wodurch zusätzliche Schwachlastenergie verfügbar wird;
- Zunahme der Komfortbedürfnisse.

Es ist zu erwarten, dass aus ökologischen, versorgungspolitischen und Komfortgründen die netzgebundenen Systeme, vor allem die Elektroheizung, in Zukunft vermehrt eingesetzt werden. In der Schweiz gibt es zurzeit rund 2,4 Millionen Wohnungen, von denen über 90 % mit Ölheizungen ausgerüstet sind. Da für Ölheizungen mit einer mittleren Lebensdauer von rund 15 bis 20 Jahren gerechnet werden kann, ergibt sich in nächster Zeit ein beachtlicher Ersatzbedarf von Heizkesselanlagen, welcher zusammen mit dem Neubaumarkt jährlich rund 100 000 Wohnungsheizungen umfassen dürfte. Wenn auch nur ein relativ kleiner prozentualer Anteil dieser Wohnungen allelektrisch ausgerüstet wird, so ergibt sich für die Elektrizitätswirtschaft, was den erforderlichen Netzausbau betrifft, das Erfordernis einer sehr sorgfältigen Anschlussplanung.

Abklärungen haben ergeben, dass bis zum Jahre 1985 die elektrische Beheizung von rund 10 % aller Wohnungen (inkl. Einfamilienhäuser) bei einem angenommenen mittleren Ener-

Systèmes	Pourcentage par rapport au nombre total ¹⁾ %
Appareils de chauffage direct (convecteurs, appareils de chauffage à basse température, etc.)	35
Appareils de chauffage à accumulation (accumulateurs de chaleur dynamiques et statiques, accumulateurs mixtes)	47
Installations de chauffage central	
– Accumulateurs (accumulateurs centraux à air et à eau)	15
– Chauffage direct (réchauffeur d'air et chauffe-eau instantané)	1
Chauffage de grande surface (sol chauffant)	2

¹⁾ Les bases statistiques de cette enquête diffèrent de celles utilisées pour le tableau III.

mentionnés précédemment. Cette réduction est justifiée par la meilleure exploitation des installations.

Pour la préparation d'eau chaude et le chauffage des locaux, certaines entreprises d'électricité du pays ne distinguent pas entre haut tarif et bas tarif, mais facturent le même prix de l'énergie pour le jour et la nuit.

La plupart des entreprises d'électricité perçoivent, lors du raccordement d'installations de chauffage électrique, une contribution spéciale unique aux frais de construction pouvant s'élever jusqu'à 200 francs/kW de puissance maximale demandée. Généralement par contre, il n'est pas facturé de prime de puissance pour le chauffage électrique.

1.6 Evolution probable jusqu'en 1985

Ces dernières années, différents facteurs ont contribué à améliorer les conditions préalables au raccordement d'installations de chauffage électrique des locaux, soit notamment:

- la forte augmentation du prix du mazout après la crise du pétrole en 1973;
- les efforts de substitution visant à réduire la grande dépendance de la Suisse vis-à-vis du pétrole (75% des besoins énergétiques étant couverts par les produits pétroliers);
- les mesures de protection de l'environnement (réduction de la pollution de l'air et de l'eau);
- la plus grande sécurité d'approvisionnement en énergie électrique vis-à-vis les autres agents énergétiques;
- l'augmentation de la part de production d'électricité par voie thermique, ce qui élève les disponibilités d'énergie pendant les heures creuses;
- les exigences accrues en matière de confort.

On peut s'attendre que les systèmes dépendant d'un réseau, notamment les installations de chauffage électrique, se multiplieront toujours davantage à l'avenir, notamment pour des raisons d'ordre écologique, de politique d'approvisionnement et de confort. La Suisse compte actuellement quelque 2,4 millions de logements, dont 90% sont chauffés au mazout. Comme la durée de vie moyenne des installations de chauffage au mazout est estimée à 15 à 20 ans, on peut s'attendre dans les prochains temps au remplacement d'un nombre considérable de chaudières. Compte tenu des logements neufs, le potentiel

giebedarf für die Raumheizung von 14000–20000 kWh pro Jahr und Wohnung mit dem erforderlichen Netzausbau durchaus im Bereich des Möglichen liegt. Die elektrische Raumheizung würde unter diesen Annahmen im Winter 1984/85 rund 4000 GWh, oder rund 8% des für diesen Zeitpunkt geschätzten schweizerischen Jahreselektrizitätsverbrauchs beanspruchen.

2. Entwicklungshypothesen für die elektrische Raumheizung bis ins Jahr 2000. Auswirkungen auf die Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie

2.1 Die voraussichtliche Verbreitung der elektrischen Raumheizung im Jahre 2000

Auch Gas- und vor allem Fernwärme-Verteilnetze werden sich bis zum Jahre 2000 weiterentwickeln, hauptsächlich in den dichtbevölkerten Regionen unseres Landes. Diese Gegebenheiten sind bei der Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der elektrischen Raumheizung zu berücksichtigen. Eine harmonische Weiterentwicklung aller drei Raumheizmethoden ist entscheidend für die schweizerische Volkswirtschaft.

Es kann vorausgesehen werden, dass sich die elektrische Raumheizung vor allem ausserhalb von städtischen Agglomerationen in den kleinen und mittleren Gemeinden entwickeln wird. Andererseits ist zu beachten, dass diese Heizungsart aus dem Gesichtswinkel der sinnvollen Verwendung der Primärenergien auf gut isolierte Neu- und Umbauten beschränkt bleiben sollte. Nur Wärmepumpenheizungen könnten diesbezüglich durch ihren besseren Energienutzungsgrad eine Ausnahme bilden.

Aufgrund dieser Ausgangslage könnte im Jahr 2000 unter der Annahme eines jährlichen zweiprozentigen Zuwachses der in schweizerischen Gemeinden unter 10000 Einwohnern bestehenden Wohnungen mit rund 860000 elektrisch beheizten Wohneinheiten gerechnet werden. Einige davon werden es mit Bestimmtheit nicht sein, so zum Beispiel weil dem das Prinzip der freien Wahl des Heizsystems entgegensteht. Auf der andern Seite werden aber eine gewisse Anzahl Wohnungen auch in Gemeinden über 10000 Einwohnern elektrisch beheizt werden; insbesondere in Gegenden, die nicht durch Fernheiznetze in grossen Ballungszentren erschlossen werden können. Die Zahl von 860000 elektrisch beheizten Wohnungen für das Jahr 2000 kann deshalb als obere Grenze betrachtet werden. Diese Zahl könnte nur übertroffen werden, sofern eine völlige Umwälzung der heutigen Konjunkturlage erfolgen würde, insbesondere bei einer wesentlichen Änderung des Preisverhältnisses zwischen Heizöl und Elektrizität. Auch der massive Einsatz von Wärmepumpen in alten und renovierten Wohnungen oder auch gesetzliche Massnahmen zur Reduktion von Ölheizanlagen sowie die Förderung der Elektroheizung könnten dazu beitragen. Letztere Massnahme dürfte jedoch im Hinblick auf unsere liberale Wirtschaftsordnung kaum in Frage kommen.

du marché du chauffage représenterait annuellement quelque 100000 logements. Même si l'on ne devait entièrement électrifier qu'un assez petit nombre de ces logements, il importe, en prévision de l'extension des réseaux, que l'économie électrique fasse une planification soigneuse en ce qui concerne les raccordements.

Des études ont permis de constater que, dans l'hypothèse d'une consommation moyenne d'énergie pour le chauffage des locaux de 14000 à 20000 kWh par an et par logement et compte tenu qu'il faudrait renforcer les réseaux, il serait parfaitement possible vers 1985 de chauffer à l'électricité environ 10% de l'ensemble des logements (maisons individuelles comprises). Dans ces hypothèses, le chauffage électrique des locaux nécessiterait en hiver 1984/85 quelque 4000 GWh, ce qui représente environ 8% de la consommation intérieure annuelle d'énergie électrique qui est estimée pour cette époque-là.

2. Hypothèses relatives au développement du chauffage électrique en Suisse jusqu'en l'an 2000. Incidences sur la production et la distribution d'électricité

2.1 Estimation du rôle du chauffage électrique en l'an 2000

Les réseaux de distribution de gaz et surtout de chaleur vont se développer eux aussi jusqu'en l'an 2000, et surtout dans les régions à forte densité de population du pays, et il faut en tenir compte dans les pronostics relatifs au chauffage électrique. Le développement harmonieux de ces trois modes de répartition d'énergie est judicieux pour l'économie générale du pays. Il l'est encore plus particulièrement pour les services industriels des grandes villes suisses distribuant eau, gaz, électricité et souvent chaleur.

En tout état de cause on peut prévoir que le chauffage électrique se développera principalement en dehors des grandes agglomérations, dans les localités de petite et moyenne tailles. Il faut admettre d'autre part que ce mode de chauffage doit être réservé – dans l'optique d'une judicieuse utilisation de l'énergie primaire – aux logements neufs ou rénovés, pourvus d'une forte isolation thermique; seul le chauffage au moyen de pompes à chaleur électriques pourrait faire exception à cette règle, compte tenu de leur bon coefficient de performance.

Finalement, sur la base d'un taux d'augmentation de 2% du nombre des logements existant dans les localités suisses de moins de 10000 habitants, on atteindrait un chiffre d'environ 860000 logements susceptibles d'être chauffés à l'électricité en l'an 2000. Une partie d'entre eux ne le serait certainement pas, pour diverses raisons en relation notamment avec la liberté du propriétaire de choisir son mode de chauffage. Par contre, un certain nombre de logements seraient aussi chauffés à l'électricité dans les localités de plus de 10000 habitants, notamment dans les zones périphériques non desservies par les réseaux de chauffage à distance des grandes agglomérations. Le chiffre de 860000 logements peut donc être considéré comme une limite supérieure vraisemblable du nombre de logements chauffés à l'électricité en Suisse en l'an 2000; pour qu'il soit dépassé il faudrait un bouleversement de la conjoncture économique actuelle, notamment du rapport des prix mazout/électricité, ou l'utilisation massive de pompes à chaleur dans des immeubles anciens non rénovés; ou encore l'adoption – peu probable vu le régime d'économie libérale sous lequel l'on vit en Suisse – de lois et ordonnances restreignant l'utilisation du mazout pour le chauffage et favorisant les énergies de substitution.

Unter Zugrundelegung eines mittleren jährlichen Heizenergieaufwandes von 10000 kWh für eine 4-Zimmer-Wohnung und von rund 2200 kWh für die Warmwassererzeugung ergibt sich ein Gesamtjahresbedarf von 8,6 bzw. 1,9 TWh, das heisst von total 10,5 TWh für alle elektrisch beheizten Wohnungen der Schweiz.

2.2 Auswirkungen der elektrischen Raumheizung auf die Elektrizitätserzeugung im Jahre 2000

Die heutige schweizerische Stromproduktion basiert zu rund 78% auf der Wasserkraft, wobei die Laufkraftwerke jährlich mindestens 16,1 TWh, die Speicherkraftwerke rund 9 TWh beitragen. Der erforderliche zusätzliche Strombedarf

En tablant sur les besoins moyens d'appartements de 4 pièces, la consommation spécifique serait de 10000 kWh/an pour le chauffage et de 2200 kWh/an pour la production d'eau chaude sanitaire, soit respectivement 8,6 et 1,9 TWh, soit au total 10,5 TWh par an pour l'ensemble de ces logements.

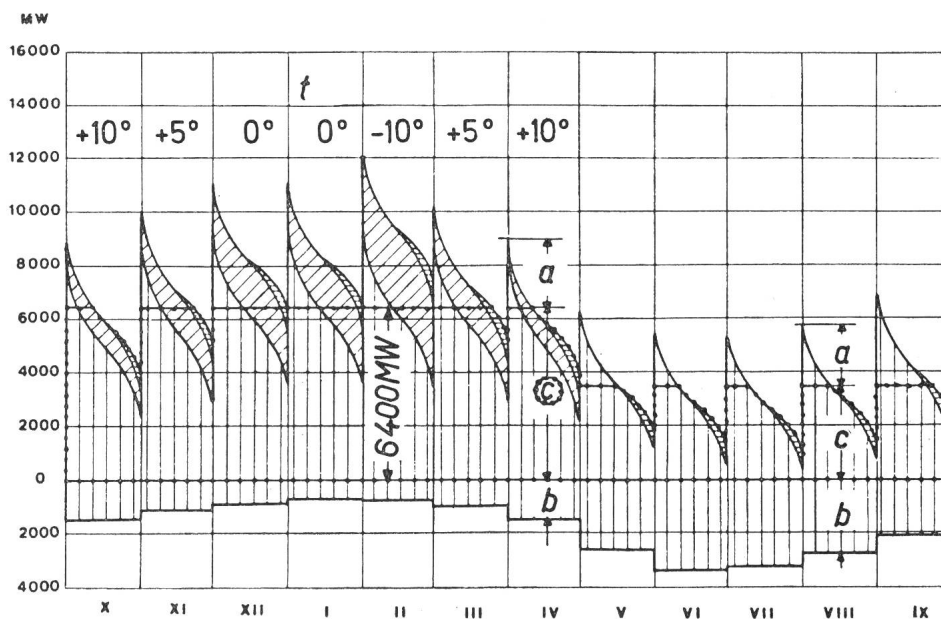
2.2 Incidences du chauffage sur la production d'énergie électrique en l'an 2000

La production actuelle suisse d'énergie électrique est principalement assurée par un ensemble d'usines hydrauliques au fil de l'eau et à accumulation – environ 78% – les premières fournissant au minimum 16,1 TWh/an et les secondes 9 TWh/an.

Fig. 4
Geordnete Monatsbelastungskurven für die Erzeugung und den Verbrauch elektrischer Energie im Jahre 2000

Puissances classées par mois relatives à la production et à la consommation d'énergie électrique en Suisse en l'an 2000

t Mittlere Aussentemperaturen (Hypothese)
Températures moyennes (hypothèse)



Annahmen und Hypothesen:

- Anzahl elektrisch beheizter Wohnungen: 860 000
- Anzahl Wohnungen im Jahr 1970: 2 207 000
- Mittlere jährliche Zuwachsrates von 2,3% der Basisbelastung bis ins Jahr 2000

Mittlerer Verbrauch:

- Heizungen: 10 000 kWh pro Jahr und Wohnung
- Warmwasser: 2 200 kWh pro Jahr und Wohnung
- Heizlast je nach mittlerer Monatstemperatur

Pumpspeicherung und Stromexport:

- nicht berücksichtigt

Produktionsbilanz:	Winter TWh	Sommer TWh	Jahr TWh
a) Speicherkraftwerke	7,2	1,8	= 9,0
b) Laufkraftwerke	5,7	10,4	= 16,1
c) Thermische Kraftwerke	31,5	10,9	= 42,4
Gesamterzeugung	44,4	23,1	= 67,5

Verbrauchsbilanz:

▨ Basisbelastung	34,6	22,4	= 57,0
▧ Elektr. Heizung	8,6	0	= 8,6
▤ Warmwasser	1,2	0,7	= 1,9

Benutzungsdauer der thermischen Leistung:

42,4 TWh: 6400 MW = 6 625 h

Données et hypothèses:

- Nombre de logements chauffés à l'électricité: 860 000
- Nombre total de logements en Suisse: 2 207 000 en 1970
- Charge de base actuelle croissant à raison de 2,3% par an en moyenne jusqu'en 2000

Consommations unitaires:

- Chauffages: 10 000 kWh/an-logement
- Eau chaude: 2 200 kWh/an-logement
- Charge due au chauffage variant avec la température moyenne mensuelle

Pompages et exportations:

- pas pris en considération

Bilan production:	Hiver TWh	Eté TWh	Année TWh
a) Centrales à accumulation	7,2	1,8	= 9,0
b) Centrales au fil de l'eau	5,7	10,4	= 16,1
c) Centrales thermiques	31,5	10,9	= 42,4
Production totale	44,4	23,1	= 67,5

Bilan consommation:

▨ Charge de base	34,6	22,4	= 57,0
▧ Chauffages électriques	8,6	0	= 8,6
▤ Chauffe-eau	1,2	0,7	= 1,9

Durée d'utilisation de la production thermique:

42,4 TWh: 6400 MW = 6 625 h

wird durch einige ölthermische (4 %) und nukleare Kraftwerke (18 %) gedeckt.

Aufgrund des heute praktisch ausgenützten Wasserkraftpotentials wird der gesamte zukünftige Elektrizitäts-Mehrbedarf – insbesondere derjenige für die Deckung des Bedarfs für die elektrische Raumheizung – in neuen thermischen Kraftwerken, insbesondere Kernkraftwerken, zu erzeugen sein.

Man könnte aufgrund der relativ geringen Benutzungsdauer der Elektroheizungen (siehe Kap. 1.1) die Befürchtung hegen, dass mit dem Aufkommen der elektrischen Raumheizung die jährlichen Ausnutzungsdauern dieser neuen thermischen Kraftwerke weit unter den 6000 bis 6600 Stunden zu liegen kommen, die üblicherweise für einen wirtschaftlichen Betrieb für die Rentabilitätsrechnung notwendig sind.

Zur Klärung dieser Frage kann anhand von geordneten Belastungsdiagrammen (Fig. 4) die zu erwartende Ausnutzungsdauer aller konventionell- und nuklear-thermischen Kraftwerke im Jahr 2000 bestimmt werden.

In diesem Diagramm wurde der Basisverbrauch unter der Annahme einer bescheidenen jährlichen Zuwachsrate von 2,3 % sowie der oben errechnete Zusatzbedarf von 8,6 TWh für die elektrische Raumheizung von 860 000 Wohnungen inklusive der damit verbundene Bedarf von 1,9 TWh für die elektrische Warmwasserbereitung eingetragen. Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung fällt auf die Schwachlastzeiten, derjenige für die Raumheizung wird – unter Berücksichtigung der Betriebsweisen der verschiedenen Systeme: Speicher-, Direkt- oder Mischheizungen – gleichmässig in Abhängigkeit von den mittleren Aussentemperaturen auf die einzelnen Monate verteilt.

Die Energieerzeugung erfolgt in Laufkraftwerken (unterer Teil des Diagramms), durch Speicherkraftwerke (unter Auffüllung des oberen Teils des Diagramms soweit die verfügbare Energie dies erlaubt, aber ohne Überschreitung der installierten Leistungen) sowie durch Wärmekraftwerke (restlicher Teil des Diagramms).

Daraus ergibt sich eine Benutzungsdauer, die etwas über 6600 Stunden liegt, was die üblichen Wirtschaftlichkeitskriterien gut zu erfüllen vermag.

Unter der allerdings sehr unwahrscheinlichen Annahme, dass bis ins Jahr 2000 sogar die doppelte Anzahl Wohnungen angeschlossen werden könnte, also 1 720 000, würde die Jahresausnutzungsdauer dieser Kraftwerke immer noch leicht über 6000 Stunden liegen. Aus diesem Grunde hätte selbst ein sehr intensiver Ausbau der elektrischen Raumheizung keine negativen Auswirkungen auf die mittleren Gestehungskosten der aus thermischen Kraftwerken bezogenen Energie.

2.3 Auswirkungen der elektrischen Raumheizung auf die elektrischen Übertragungs- und Verteilnetze

Der Anschluss von 860 000 elektrisch beheizten Wohnungen erfordert neben Investitionen auf der Produktionsseite auch solche für die Übertragungs- und Verteilanlagen.

Diese Aufwendungen sind, unter Berücksichtigung der zusätzlich erzielbaren Einnahmen, allerdings relativ bescheiden. Dies insbesondere weil:

- die Zahl der angeschlossenen Wohnungen unverändert bleibt, ob die elektrische Raumheizung installiert wird oder nicht,
- die zusätzlichen Investitionskosten für die elektrische Raumheizung im Verhältnis zu den Basisanschlusskosten des

Le solde de l'énergie nécessaire est produit par quelques usines thermiques classiques – 4% – et nucléaires – 18%.

Etant donné l'épuisement des possibilités d'extension des aménagements hydro-électriques, tout le développement de la fourniture d'énergie électrique, et notamment de celle nécessaire aux installations de chauffage, se fera à partir de nouvelles centrales thermiques et plus particulièrement nucléaires.

On peut alors craindre qu'avec une part importante de chauffage électrique, la durée d'utilisation de ces centrales thermiques soit bien inférieure aux 6000 à 6600 h admises normalement dans les calculs de rentabilité, étant donné la relativement courte durée d'utilisation de ce genre de consommateurs (voir chapitre 1.1).

Pour lever ce doute on détermine, à l'aide d'un diagramme des puissances classées par mois, la durée d'utilisation probable en l'an 2000 pour l'ensemble des centrales thermiques classiques et nucléaires (voir fig. 4).

On y a reporté la consommation de base, extrapolée de l'actuelle avec un taux de croissance modeste (2,3%), et la consommation de 8,6 TWh admise plus haut pour le chauffage des 860 000 logements ainsi que la consommation de 1,9 TWh pour la production d'eau chaude les concernant. Les appels d'énergie pour l'eau chaude sont concentrés sur les heures creuses, ceux concernant le chauffage sont répartis uniformément par mois – compte tenu d'une imbrication de fonctionnement des installations des divers types: accumulation, direct et mixte – et en fonction de températures moyennes.

La production est assurée par les usines au fil de l'eau et à éclusée (partie inférieure du diagramme), par celles à accumulation (remplissage de la partie supérieure du diagramme jusqu'à concurrence de l'énergie disponible et sans dépasser les puissances installées) et par des centrales thermiques (partie restante du diagramme).

Il en découle une durée d'utilisation légèrement supérieure à 6600 h et donc parfaitement acceptable eu égard aux critères usuels de rentabilité.

En admettant – ce qui paraît très invraisemblable – que l'on puisse doubler le chiffre admis précédemment pour les logements chauffés à l'électricité en l'an 2000 et arriver à 1 720 000, la durée d'utilisation serait encore un peu supérieure à 6000 h/an. Ainsi un développement même très intensif du chauffage électrique n'aurait pas une incidence gênante sur les prix de revient moyens de l'énergie thermique.

2.3 Incidences du chauffage électrique sur le transport et la distribution d'énergie électrique




Le raccordement des chauffages électriques des 860 000 logements précités entraînerait forcément des investissements non seulement à l'échelon de la production mais aussi à ceux du transport et de la distribution.

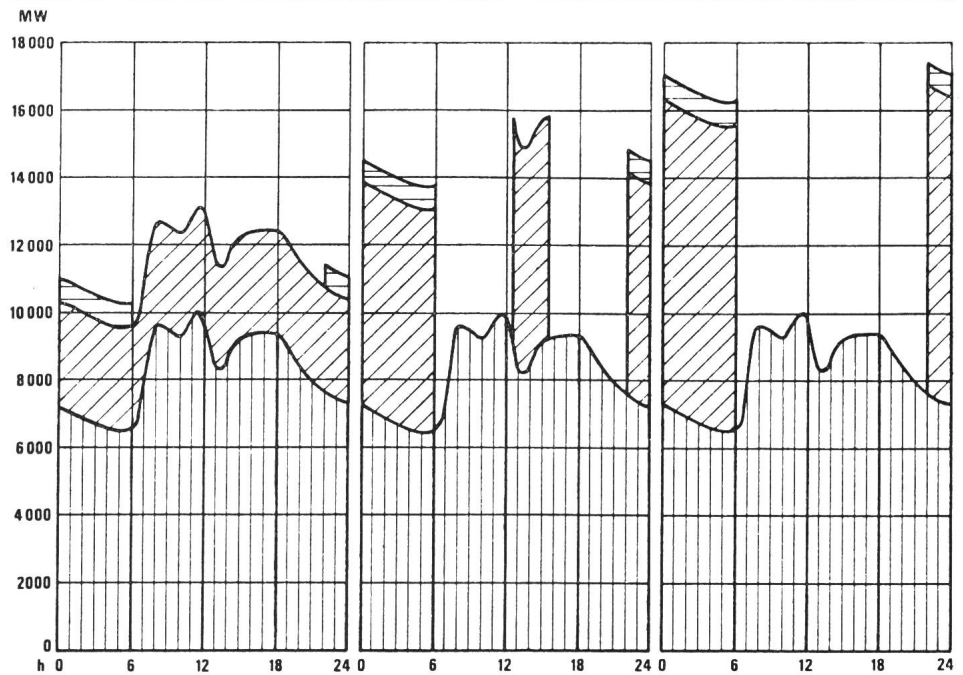
Ces immobilisations seraient cependant relativement faibles, eu égard aux recettes supplémentaires obtenues, étant donné notamment que:

- le nombre de dérivations d'abonnés à réaliser est identique, que le chauffage électrique soit adopté ou non
- le supplément de frais pour le chauffage est modique par rapport au coût de base du raccordement d'abonné, surtout

Fig. 5
Schweizerisches Tagesbelastungsdiagramm
für einen kalten Tag im Jahre 2000

Diagramme de charges global suisse pour
un jour très froid de l'an 2000

-  Basisbelastung
Charge de base
-  Heizung
Chauffage
-  Warmwasserbereitung
Chauffe-eau



a) mit Direktheizung (24 h)
oder Speicherheizung mit
8stündiger Nachtaufladung
und maximal 16stündiger
Tagesnachladung

b) mit Speicherheizung
(8stündige Nachtaufladung
und maximal 3stündige
Tagesnachladung)

c) mit Speicherheizung
(nur 8stündige Nachtauf-
ladung)

a) avec chauffages directs
24 h, ou chauffages à accu-
mulation nocturne 8 h et
relance de jour maximale 16 h

b) avec chauffages à accu-
mulation nocturne 8 h et
relance de jour maximale 3 h

c) avec chauffages à accu-
mulation nocturne 8 h

Annahmen und Hypothesen:

- Anzahl der elektrisch beheizten Wohnungen: 860 000
- Beschränkung auf ein einziges Heizsystem
- Mittlere jährliche Zuwachsrate von 2,3% der Basisbelastung bis ins Jahr 2000 unter Beibehaltung der heutigen Kurvenform

Données et hypothèses:

- Nombre de logements chauffés à l'électricité: 860 000
- Recours à un seul mode de chauffage électrique
- Charge de base actuelle croissant de 2,3% par an en moyenne jusqu'en 2000 en conservant la même forme

Abnehmers relativ gering sind, besonders dann, wenn Heizsysteme mit geringen installierten Leistungen gewählt werden (Direktheizung, Nachtspeicherheizung mit langen Nachladezeiten),

- die Erstellungskosten von Hoch- und Mittelspannungsleitungen wie auch Unterstationen im Verhältnis zu ihrer Übertragungs- und Transformationskapazität unterproportional ansteigen.

- unter geeigneter Ausnutzung der Schwachlastzeiten im Belastungsdiagramm mehrere 10000 Wohnungen mit Direktheizung (mit einer Sperrung von ungefähr einer Stunde während der Spitzenbelastungszeit, was keine Schwierigkeiten verursacht) wie auch rund 300000 Wohnungen mit Speicherheizungen ausgerüstet werden könnten, ohne dass eine spezielle Verstärkung der Hoch- und Mittelspannungsnetze erforderlich würde,

- sich der gesamte Leistungsbedarf für die elektrische Raumheizung infolge der Leistungsverstärkung reduziert, je mehr man sich aus der lokalen Versorgung entfernt und sich den Produktionsstätten nähert.

Man kann sich fragen, ob sich bei einer Verlegung der Priorität auf den Anschluss von reinen Nachtspeicherheizungen - eventuell mit Tagesnachladezeiten von einigen Stunden -

lorsqu'on a affaire à des installations de chauffage de relativement faibles puissances unitaires (chauffage direct, chauffage à accumulation nocturne avec longue période de relance diurne),

- les coûts des lignes à haute et moyenne tensions ainsi que des postes croissent moins vite que leurs capacités de transport ou de transformation,

- l'on pourrait alimenter, en utilisant judicieusement les creux du diagramme de base journalier, plusieurs dizaines de milliers de logements en chauffage direct (moyennant une période de blocage d'environ 1 heure par jour, parfaitement supportable pour l'utilisateur), et environ 300 000 logements en chauffage à accumulation, sans renforcement particulier des réseaux à haute et moyenne tensions,

- l'appel global de puissance dû au chauffage se réduit notablement au fur et à mesure que l'on s'écarte de la distribution locale pour se rapprocher des sources de production, par le jeu du foisonnement des charges.

On peut se demander encore si, en donnant la préférence exclusive au chauffage à accumulation nocturne pure - ou éventuellement avec relance diurne de quelques heures - plutôt qu'au chauffage pouvant fonctionner 24 h/jour, on ne pourrait pas réduire les investissements en matière de transport et de distribution.

anstelle von Direktheizungen mit 24stündiger Leistungsaufnahme eine Reduktion der Investitionen für die Übertragungs- und Verteilanlagen erzielen liesse.

Die Fig. 5 zeigt, dass dies nicht der Fall ist. Unter den vorgängig erwähnten Hypothesen sind es die Heizsysteme mit frei abrufbarer Energie (Direktheizungen und Speicherheizungen mit 8stündiger Nachtaufladung und maximal 16stündiger Tagesnachlademöglichkeit), die infolge ihrer geringen Anschlussleistungen zur geringsten Erhöhung der Belastungsspitze führen und damit am wenigsten Investitionen erfordern.

2.4 Schlussfolgerungen

Kleine und mittelgrosse schweizerische Gemeinden bieten die besten Entwicklungschancen für die elektrische Raumheizung. Diese Heizungsart hat sich prinzipiell auf Neubauten und renovierte Gebäude mit guter Isolation zu beschränken.

Aufgrund dieser Voraussetzungen kann für das Jahr 2000 mit einem Anteil von 800000 bis 900000 elektrisch beheizten Wohnungen gerechnet werden, was rund 40% des heutigen Gesamtwohnungsbestands entspricht. Die zusätzlich bereitzustellende Energie beziffert sich auf jährlich 10,5 TWh, das heisst 8,6 TWh für die reine Heizung und 1,9 TWh für die Warmwasserbereitung. Der Gesamtelektrizitätsbedarf der Schweiz beträgt zum Vergleich zurzeit rund 34 TWh pro Jahr.

Die zusätzliche Stromerzeugung stammt aus thermischen Kraftwerken, da die Möglichkeiten zur Erstellung neuer Wasserkraftanlagen praktisch erschöpft sind. Die jährliche Ausnutzungsdauer aller schweizerischen thermischen Kraftwerke dürfte damit rund 6600 Stunden/Jahr erreichen, was für einen wirtschaftlichen Betrieb völlig genügend ist.

Der erforderliche Ausbau der Übertragungs- und Verteilnetze für die elektrische Raumheizung ist – obwohl nicht vernachlässigbar – relativ bescheiden, was auf die erreichbare höhere Stromverbrauchsdichte zurückgeführt werden kann.

Der geeignetste Weg für einen minimalen Investitionsbedarf bezüglich Übertragung und Verteilung der elektrischen Heizenergie für einen grossen Anteil der schweizerischen Wohnungen führt zu Heizsystemen mit möglichst geringen Anschlussleistungen, das heisst zu Heizungen mit frei abrufbarer Energie je nach Bedarf während des ganzen Tages.

La fig. 5 montre que ce n'est pas le cas et que, avec les hypothèses admises plus haut, ce sont les chauffages pouvant tirer librement leur énergie tout au long de la journée – chauffages directs ou à accumulation nocturne de 8 h plus relance maximale de 16 h – qui conduisent grâce à leurs faibles puissances unitaires, à la pointe globale de puissance la moins élevée et, par conséquent, aux investissements les plus réduits.

2.4 Conclusions

En Suisse, les zones de développement du chauffage électrique se situent principalement dans les localités de petite et moyenne tailles. Ce mode de chauffage doit être réservé, en principe, aux bâtiments neufs ou rénovés pourvus d'une très bonne isolation thermique.

Compte tenu de ces données on peut envisager le chauffage à l'électricité de 800000 à 900000 logements en l'an 2000, ce qui représenterait environ 40% du total actuel. La consommation supplémentaire d'énergie atteindrait 10,5 TWh par an, à savoir 8,6 pour le chauffage proprement dit et 1,9 pour la production d'eau chaude, alors que la consommation totale du pays est actuellement de l'ordre de 34 TWh/an.

Tout le développement de la production devra se faire au moyen de centrales thermiques car les possibilités de réaliser de nouveaux aménagements hydrauliques sont presque épuisées. La durée d'utilisation pour l'ensemble des centrales thermiques suisses devrait atteindre environ 6600 h/an, chiffre parfaitement acceptable en ce qui concerne la rentabilité de tels équipements.

Les renforcements des réseaux de transport et de distribution nécessités par l'extension prévue pour le chauffage électrique, sans être négligeables, seront relativement faibles étant donné le rôle favorable joué par l'accroissement de la densité de la consommation.

La voie conduisant aux investissements minimaux en ce qui concerne le transport et la distribution de l'énergie électrique nécessaire au chauffage d'une part importante des logements suisses passe par l'emploi d'installations de puissances aussi faibles que possible, pouvant fonctionner librement tout au long de la journée lorsque les besoins l'exigent.

Literatur

- [1] *Wachsende Chancen für die Elektroheizung*. NZZ, 24./25. April 1976.
- [2] *Die elektrische Raumheizung*. Schweizerische Kommission für Elektrowärme, 1973.
- [3] Eidg. Amt für Energiewirtschaft: *Einzelgebäudeheizung mit Elektrizität und Gas* (Dezember 1975), mit Ergänzungsbericht (Februar 1976).
- [4] *Le chauffage électrique dans l'habitat*. OFEL Lausanne (1976).
- [5] J. Grivat: Possibilités d'expansion du chauffage électrique et incidence sur la production et la distribution, Bull. SEV/VSE 67(1976)5.
- [6] H. Moditz: *Elektrische Raumheizung*, Springer-Verlag, 1975.

Adressen der Autoren

J. Mutzner, dipl. Ing. ETH, Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, 8023 Zürich, und J. Grivat, ing. dipl. EPF, Compagnie Vaudoise d'Electricité, rue Beau-Séjour 1, 1002 Lausanne.

Références

- [1] *Wachsende Chancen für die Elektroheizung*. Neue Zürcher Zeitung (24/25 avril 1976), S. 35.
- [2] *Le chauffage électrique des locaux*. Commission Suisse d'Electrothermie (1973).
- [3] *Einzelgebäudeheizung mit Elektrizität und Gas*. Rapport de l'Office fédéral de l'économie énergétique, Berne (décembre 1975), et Rapport complémentaire (février 1976).
- [4] *Le chauffage électrique dans l'habitat*. OFEL Lausanne (1976).
- [5] J. Grivat: Possibilités d'expansion du chauffage électrique et incidence sur la production et la distribution, Bull. ASE/UCS67(1976)5.
- [6] H. Moditz: «Elektrische Raumheizung», Springer-Verlag, 1975.

Adresses des auteurs

J. Mutzner, ing. dipl. EPF, Union des Centrales Suisses d'Electricité, Bahnhofplatz 3, 8023 Zurich, et J. Grivat, ing. dipl. EPF, Compagnie Vaudoise d'Electricité, rue Beau-Séjour 1, 1002 Lausanne.