Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 68 (1977)

Heft: 16

Artikel: Elektrische Raumheizung und Energieverbrauch = Chauffage électrique et consommation d'énergie

Autor: Grivat, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915062

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

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

Elektrische Raumheizung und Energieverbrauch

Von J. Grivat

1. Wirkungsgrade der Heizsysteme

Der elektrischen Raumheizung wird öfter vorgeworfen, die Energieverschwendung zu fördern. Zur kritischen Überprüfung dieses Vorwurfes soll nun als Beispiel die elektrische Direktheizung mit einer Ölheizung eines Einfamilienhauses verglichen werden. Die elektrische Direktheizung, das heisst mit Konvektoren, Heizwänden usw., findet vor allem in *Einfamilienhäusern* immer mehr Anwendung.

Die *elektrische Raumheizung* nutzt die eingesetzte elektrische Energie zu 100 %, was bedeutet, dass alle durch die Heizelemente bezogene elektrische Energie in Wärme umgesetzt wird.

Durch die Unvollkommenheit der Regelorgane und der Wärmeträgheit der Heizkonvektoren, welche zwar gering, aber nicht gleich Null ist, muss etwas mehr Wärme erzeugt werden, als effektiv erforderlich ist. Der Umwandlungswirkungsgrad ist deshalb mit dem Regelwirkungsgrad, der rund 97 % beträgt [1, 2], zu multiplizieren. Zusätzlich müssen auch die Übertragungs-, Transformations- und Verteilverluste der elektrischen Energie, die im Mittel rund 8 bis 10 % betragen, berücksichtigt werden, so dass ein Netzwirkungsgrad von rund 90 % verbleibt.

Je nachdem ob die elektrische Energie aus einem Wasserkraftwerk, einer ölthermischen Anlage, einem Leichtwasser- oder Hochtemperaturreaktor stammt, ergeben sich etwa folgende mittlere Erzeugungswirkungsgrade: 80 %, 37 %, 33 %, 37 % [3].

Die Wirkungsgrade von 37 und 33 %, thermodynamischen Gesetzen folgend, liegen sehr tief. Aber es ist diesbezüglich zu erwähnen, dass in ölthermischen Kraftwerken mit dem Heizöl ein Rohstoff verbraucht wird, der anderseits für hochwertige chemische Produkte verwendet werden könnte. Uran hingegen kann effektiv nur für die Erzeugung von Elektrizität und Wärme eingesetzt werden. Zudem kann mit der weiteren Entwicklung der Technik das Uran energiemässig um das Mehrfache der heute benötigten Einsatzmengen ausgenützt werden.

Die Gesamtwirkungsgrade, das heisst das Verhältnis von Energiebedarf zum Primärenergieeinsatz, erreichen für die Beheizung von Einfamilienhäusern, je nach der Erzeugungsmethode der elektrischen Energie, folgende Werte: 70 %, 32 %, 29 %, 32 %.

Bei den heutigen Stromerzeugungsverhältnissen, das heisst 75 % aus Wasserkraft, 5 % aus ölthermischen und 20 % aus Leichtwasser-Kernkraftwerken, wird ein Gesamtwirkungsgrad für die Beheizung eines Einfamilienhauses von rund 60 % erreicht.

Chauffage électrique et consommation d'énergie

Par J. Grivat

1. Rendements des systèmes de chauffage

On reproche souvent au chauffage électrique des logements de pousser à un grand gaspillage d'énergie. Pour juger la valeur de cette critique, comparons le chauffage électrique direct – c'est-à-dire avec convecteurs, panneaux rayonnants, etc. – au chauffage central à mazout dans le cas de *maisons familiales,* pour lesquelles le premier mode de chauffage cité est de plus en plus utilisé:

Avec le *chauffage électrique,* le rendement de conversion de l'électricité est de 100 %, ce qui signifie que toute l'énergie électrique consommée par les convecteurs équipant les divers locaux est transformée intégralement en chaleur.

Etant donné l'imperfection des organes de réglage et l'inertie thermique des convecteurs – minime mais non nulle – la chaleur libérée est un peu supérieure à celle qui serait strictement nécessaire; il faut multiplier le rendement de conversion précité par le rendement de régulation, qui est de l'ordre de 97 % [1, 2]. Il faut également faire apparaître les pertes de transport, transformation et distribution, qui atteignent en moyenne 8 à 10 %, disons 10 % et faire intervenir ainsi un rendement de réseaux d'environ 90 %.

Selon que l'énergie est fournie par une centrale hydraulique, une centrale thermique au mazout, une centrale nucléaire à eau légère, et ultérieurement par une centrale nucléaire à haute température, le rendement moyen de production s'élève respectivement à environ: 80 %, 37 %, 33 %, 37 % [3].

Les chiffres de 37 et 33 % – découlant des lois de la thermodynamique – sont faibles. Mais il convient de relever que, dans le cas de centrales au mazout, on détruit une matière première indispensable par ailleurs à la marche de l'industrie chimique. L'uranium par contre ne peut servir qu'à la production d'électricité ou de chaleur. De plus, avec les progrès de la technique, les quantités d'énergie produites par tonne d'uranium peuvent être considérablement accrues.

Les rendements globaux correspondants: «énergie nécessaire/énergie primaire absorbée» pour le chauffage d'une maison familiale atteignent finalement, selon le mode de production: 70 %, 32 %, 29 %, 32 %.

Dans le cas actuel, d'une production mixte à 75 % hydraulique, à 5 % thermique classique et 20 % nucléaire à eau légère, le rendement global pour le chauffage de la maison familiale précitée s'élève à 60 %.

Avec une production mixte à 37 % hydraulique et à 63 % nucléaire à eau légère (une des hypothèses formulées pour l'an 2000), ce même rendement global serait de 44 %.

Bei einer gemischten Erzeugung von 37 % Wasserkraftanteil und 63 % aus Leichtwasser-Kernkraftwerken (Hypothese für die Erzeugung elektrischer Energie im Jahre 2000) ergäbe sich ein Gesamtwirkungsgrad von 44 %.

Bei der *Ölheizung* sind verschiedene anlagebedingte Wärmeverluste mitzuberücksichtigen. Nach Angaben verschiedener Autoren, unter anderen solcher aus neutralen und von der Elektrizitätswirtschaft unabhängigen Kreisen, beträgt der Gesamtwirkungsgrad einer leistungsmässig kleineren Ölzentralheizungsanlage rund 40 bis 60 % [4, 5]. Angaben mit höheren Werten berücksichtigen offensichtlich keinen Regelwirkungsgrad (d. h. das Verhältnis zwischen dem theoretischen Wärmebedarf zur Aufrechterhaltung der notwendigen Raumtemperatur und dem effektiven Heizenergiebedarf). Diese sehr tiefen Wirkungsgrade ergeben sich aus folgenden Umständen:

– Der mittlere Gesamtwirkungsgrad einer Ölheizungsanlage liegt während ihrer Lebensdauer bedeutend unter den von den Herstellern spezifizierten Werten (ungefähr 75 bis 80 % für eine kleine Heizanlage). Diese vom Hersteller genannten Werte beziehen sich auf fabrikneue Anlagen mit einem gut eingestellten Brenner und im Vollastbetrieb. In der Praxis muss hingegen die übliche Lebensdauer der Anlage sowie eine mittlere Belastung, die deutlich unter der Vollast liegt, mitberücksichtigt werden. Auch ist die Brennereinstellung selten optimal.

– Neben den durch das Kamin entweichenden Abgasen geht auch Wärme durch Abstrahlverluste des Kessels und der Heizleitungen in Räume, die wenig oder überhaupt keine Heizung benötigen, verloren.

– Der sogenannte Regelwirkungsgrad, der die Energieverluste berücksichtigt, die durch nicht erforderliche Wärmeabgaben an beheizte Räume entstehen, liegt bei Warmwasser-Zentralheizungen relativ tief. Auch unter der Voraussetzung, dass alle Heizkörper ausser der üblichen Gebäude-Heizregulierung noch mit individuellen Heizkörperthermostaten ausgerüstet sind, erlaubt die Trägheit des Heizsystems keine so gute Ausnutzung der Gratisenergie (Wärme aus Sonneneinstrahlung, aus Haushaltgeräten usw.) wie die elektrischen Heizgeräte mit äusserst geringer Trägheit, welche mit sehr empfindlichen Thermostaten ausgerüstet sind. Dem Regelwirkungsgrad von 97 %, der im allgemeinen für die elektrische Direktheizung gilt, ist ein solcher von nur 75 % (gute Gebäude-Heizregulierung) bis 90 % (gute Gebäude-Heizregulierung mit zusätzlicher Regelmöglichkeit über Heizkörperthermostate) bei der Warmwasser-Zentralheizung gegenüberzustellen [1, 4].

Gesamthaft gesehen kann der Gesamtwirkungsgrad einer kleineren Ölheizungsanlage auf rund 50 % geschätzt werden. Ein Vergleich dieser Werte mit dem Gesamtwirkungsgrad einer elektrischen Raumheizung zeigt im ungünstigsten Produktionsfall (nur Einsatz von Leichtwasser-Kernkraftwerken) einen maximalen Mehrverbrauch an Primärenergie gegenüber der Ölheizung von 72 %.

Wenn die voraussichtlichen Produktionsverhältnisse des Jahres 2000 (37 % aus Wasserkraft und 63 % aus Kernkraftwerken) zugrunde gelegt werden, so beträgt der Mehrverbrauch an Primärenergie knapp 14 %, wobei vorausgesetzt wird, dass auch bei der Ölheizung der bei der Elektroheizung im allgemeinen verlangte Gebäudeisolationsstandard

Avec le *chauffage à mazout,* il faut tenir compte des diverses pertes intervenant dans ce genre d'installations. Selon les chiffres cités par divers auteurs, notamment par des organismes neutres ou étrangers à l'économie électrique, le rendement global moyen d'une petite installation de chauffage central à mazout est de l'ordre de 40 à 60 % [4, 5]. Les chiffres les plus élevés ne tiennent apparemment pas compte du rendement de régulation (c'est-à-dire du rapport entre la quantité de chaleur nécessaire pour maintenir la température des locaux à la valeur de consigne et la quantité de chaleur effectivement fournie auxdits locaux). Ces rendements faibles dans l'ensemble s'expliquent notamment par les faits suivants:

– Le rendement moyen au cours de la durée de vie d'une chaudière à mazout est bien inférieur au maximum spécifié par le constructeur, de l'ordre de 75 à 80 % pour une petite installation. Le chiffre donné par le fabricant concerne un appareil neuf, avec un brûleur parfaitement au point, marchant à pleine charge. Le chiffre à utiliser dans la pratique concerne, par contre, une moyenne pour la durée de vie de la chaudière, fonctionnant à une charge moyenne bien inférieure à la charge maximale atteinte quelques jours par an, le brûleur étant également dans un état d'entretien moyen.

– A part les gaz chauds s'échappant par la cheminée, de la chaleur est également perdue par le rayonnement de la chaudière et des tuyauteries dans des locaux qui ne nécessitent peu ou pas de chauffage.

– Le rendement de régulation, qui traduit la perte d'énergie due à une fourniture exagérée de chaleur aux locaux à chauffer, est relativement bas avec les chauffages centraux à circulation d'eau. Même si l'on équipe chaque radiateur d'un thermostat individuel, en plus de la régulation globale, l'inertie du système ne permet pas une aussi bonne utilisation de la chaleur «libre» (chaleur fournie par le rayonnement solaire ou dégagée par les appareils domestiques, etc.) que dans le cas des convecteurs électriques, à faible inertie, équipés de thermostats très sensibles. En face du rendement de régulation de 97 % généralement admis pour le chauffage électrique direct, on doit opposer un chiffre d'environ 75 % (bon réglage général) à 90 % (bon réglage général et en outre réglage par thermostats montés sur chaque radiateur) à eau chaude [1, 4].

En tout état de cause le rendement global moyen d'une petite installation de chauffage à mazout peut être estimé à environ 50 %. En comparant ces chiffres avec le rendement global déterminé pour le chauffage électrique dans le cas de production le plus défavorable (centrales nucléaires à eau légère exclusivement), on peut dire que ce système consommerait au maximum 72 % d'énergie primaire de plus que le chauffage à mazout.

Avec l'hypothèse de production retenue ci-dessus pour l'an 2000 (à 37 % hydraulique et à 63 % nucléaire), ce supplément de consommation d'énergie primaire dépasserait à peine 14 %, et seulement dans le cas où l'isolation thermique des bâtiments chauffés au mazout atteindrait le haut niveau imposé pour le chauffage électrique. Avec la production suisse actuelle (à 75 % hydraulique et à 25 % thermique classique et nucléaire), c'est au contraire le chauffage à mazout qui consomme, par logement, 20 % de plus que le chauffage électrique, et cela encore dans l'hypothèse d'une

zur Anwendung gelangt. Bei den heute bestehenden schweizerischen Elektrizitätsproduktions-Verhältnissen (75 % Wasserkraft, 25 % aus ölthermischen und Kernkraftwerken) benötigt die Ölzentralheizung sogar 20 % mehr Primärenergie (auch in diesem Falle unter der Annahme gleicher Gebäudeisolationen).

Sofern die in einigen Studien [7] für das Jahr 2000 geschätzte Zahl von 800 000 bis 900 000 elektrisch beheizten Wohnungen erreicht wird, könnten damit jährlich rund 1 800 000 Tonnen Heizöl eingespart werden. Dies entspricht einem Eisenbahnzug mit Heizölzisternen von über 600 km Länge oder andererseits einem Bedarf von rund 50 Tonnen Uran für ein Kernkraftwerk.

2. Einfluss der Wärmeisolation

Wie bereits erwähnt, sind Vergleiche über den Primärenergieverbrauch nur zulässig, wenn von identischen Gebäudeisolationen ausgegangen wird. Bis heute sind aber im allgemeinen nur die Gebäude, die für die elektrische Raumheizung konzipiert wurden, systematisch mit guten Isolationen, welche erhebliche Energieeinsparungen erlauben, versehen worden.

Bei ölbeheizten Gebäuden haben bisher weder behördliche Vorschriften noch wirtschaftliche Argumente eine wirksame Verbesserung der Gebäudeisolation ergeben. Aus diesem Grund liegt meistens auch heute noch der Wärmebedarf von ölbeheizten Liegenschaften erheblich über dem eines elektrisch beheizten Hauses. Ein Vergleich fällt auch in dieser Hinsicht bezüglich des Primärenergieverbrauchs zugunsten der Elektroheizung aus.

3. Einfluss der Warmwasserbereitung

Auch bei kombinierter Erzeugung von Heizwärme und Brauchwarmwasser in ölbeheizten Kombikesseln ändert sich der vorhergehende Vergleich nicht. Ein normal gewarteter Elektroboiler weist im Mittel einen Wirkungsgrad von rund 90 % auf, während bei der Brauchwarmwasser-Erzeugung in Kombikesseln etwa 40 % [2, 6] erreicht werden.

Dieser tiefe Wert ergibt sich hauptsächlich aus den sehr ungünstigen Betriebsverhältnissen der Kombikessel in den Sommermonaten. Bei diesen Heizanlagen, die ja neben der Brauchwarmwasser-Erzeugung für den Haushalt vor allem für die Heizwärmeproduktion an kalten Tagen ausgelegt sind, fällt im Sommer je nach Warmwasserbedarf der Wirkungsgrad auf nur 10 bis 20 %.

4. Die Wärmeverluste

Die Wärmeverluste bei der Raumheizung umfassen nicht nur die Verluste im Kraftwerk, im Verteilnetz usw. oder in der Ölheizungsanlage, sondern auch die erforderliche Wärme zur Aufheizung der Räume auf die gewünschte Temperatur. Schliesslich wird die gesamte eingesetzte Primärenergie als Wärme in die Umwelt abgegeben, und man erhält die gleichen Zahlen beim Vergleich der Wärmeverluste wie beim Wärmebedarf. Falls man die Gesamtwärmeverluste einer Ölheizung mit der Ziffer 1 bezeichnet, ergeben sich unter den angenommenen Produktionshypothesen für die elektrische Raumheizung – hydraulisch, ölthermisch, Leichtwasser-Kernkraftwerk, heutige gemischte Produktion, angenom-

isolation thermique identique dans les deux cas de chauffages considérés.

Si le nombre des logements chauffés à l'électricité atteignait en 2000 les 800 000 à 900 000 cités dans quelques études prospectives [7], on pourrait économiser environ 1 800 000 tonnes de mazout par an – l'équivalent d'un train de wagons-citernes de plus de 600 km de longueur –, en consommant seulement une cinquantaine de tonnes d'uranium, en contrepartie.

2. Rôle de l'isolation thermique

Comme dit ci-dessus, les comparaisons de consommation en énergie primaire ne sont valables que si l'isolation thermique est identique dans les deux cas de chauffages considérés. A vrai dire, seules les maisons conçues pour le chauffage électrique ont, jusqu'à présent, été munies systématiquement d'une forte isolation permettant de réduire les besoins de chaleur de façon importante par rapport à ce qui était nécessaire habituellement.

Quant aux immeubles chauffés au mazout, ni les prescriptions administratives, ni les arguments économiques n'incitent par contre les propriétaires à en pousser très loin l'isolation. Ainsi, dans la plupart des cas, les besoins en chaleur sont nettement plus élevés pour une maison chauffée au mazout que pour un immeuble similaire chauffé à l'électricité, ce qui améliore encore en faveur de l'électricité les comparaisons sur le plan de la consommation d'énergie primaire.

3. Incidence de la production d'eau chaude

La production combinée d'eau chaude et de chaleur dans les installations à mazout n'améliore pas les comparaisons précédentes. Si le rendement de la production d'eau chaude avec chauffe-eau électrique normalement entretenu atteint environ 90 % en moyenne, le rendement moyen de la production d'eau chaude avec une chaudière mixte à mazout n'est que de l'ordre de 40 % [2, 6].

Ce chiffre très bas est dû principalement à la marche fort défavorable des chaudières mixtes durant les mois d'été. Ces appareils, calculés pour fournir, en plus de l'eau sanitaire, la chaleur exigée pendant les plus grands froids, ne produisent alors que l'eau chaude nécessaire aux besoins domestiques et le rendement tombe à 10–20 %, voire moins, selon les quantités soutirées.

4. Les rejets thermiques

Les rejets de chaleur en relation avec le chauffage des logements comprennent non seulement les pertes dans les centrales de production, les réseaux de distribution, etc., ou dans les installations de chauffage à mazout, mais encore la chaleur nécessaire pour amener les locaux à la température de consigne. C'est finalement toute l'énergie primaire utilisée qui réchauffe l'environnement et l'on retrouve les mêmes chiffres pour la comparaison des rejets que pour la comparaison des énergies absorbées. Si l'on admet le chiffre de 1 pour les rejets globaux consécutifs au chauffage à mazout, on obtient, avec les hypothèses formulées plus haut, pour le chauffage électrique alimenté par une production respectivement: hydraulique, thermique classique, nucléaire à eau lé-

mene gemischte Produktion im Jahre 2000 – folgende Werte: 0,71; 1,56; 1,72; 0,83; 1,14.

Diese Werte sind sehr weit entfernt von den von einigen Gegnern der elektrischen Raumheizung veröffentlichten Zahlen. Die gesamten Wärmeverluste bei der elektrischen Raumheizung dürften unter den vorhersehbaren Produktionsverhältnissen im Jahre 2000 diejenigen bei einer vergleichbaren Ölheizung um höchstens 14 % übersteigen.

Anderseits würden die luftverschmutzenden Gasemissionen und der Sauerstoffverbrauch erheblich reduziert. Bei einer jährlichen Einsparung von 1 800 000 Tonnen Heizöl würde der Ausstoss von Schwefeldioxid (SO_2) um rund 11 000 Tonnen, von Stickoxiden (NO_x) um rund 3000 Tonnen, von Kohlenmonoxid (CO) um 500 Tonnen und von Kohlendioxid (CO_2) um rund 5 Millionen Tonnen vermindert. Zusätzlich würden die Asche- und Staubemissionen um etwa 1800 Tonnen und der jährliche Sauerstoffverbrauch um etwa 6 Millionen Tonnen reduziert.

Allerdings würden vermehrt radioaktive Abfälle aus schweizerischen Kernkraftwerken anfallen, was die temporäre Lagerung von einigen 100 m³ pro Jahr sowie die Endlagerung von einigen Kubikmetern pro Jahr bedingen würde. Mit den bestehenden und den in Entwicklung befindlichen Technologien zur Behandlung und Lagerung dieser Abfälle dürfte sich dieser Nachteil durch die anderseits mögliche Reduktion der Luftverschmutzung durch Heizöleinsparungen mehr als nur kompensieren.

5. Schlussfolgerungen

Im Gegensatz zu erschienenen Artikeln in der Tages- und sogar Fachpresse kann gesagt werden, dass die elektrische Raumheizung zu einer sinnvollen Energieverwendung beiträgt. Dies vor allem bei Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern in Gebieten relativ geringer Bevölkerungsdichten, in welchen der Aufbau von Fernwärmeversorgungsnetzen nicht gegeben ist (mittlere und kleinere Gemeinden, Randgebiete von grösseren städtischen Agglomerationen usw.).

Um die Zweckmässigkeit der verschiedenen Heizungsarten abzuschätzen, sind nicht nur der Primärenergieverbrauch, die Wärmeverluste und der Wirkungsgrad als alleinige Beurteilungskriterien heranzuziehen; auch Faktoren wie die Luftverschmutzung, die Versorgungssicherheit, die Kostenstabilität der Versorgung, die Erschöpfbarkeit der natürlichen Ressourcen und schliesslich die Wirtschaftlichkeit sind in Betracht zu ziehen.

Literatur

[1] *H. Moditz:* Elektrische Raumheizung, Springer-Verlag, 1975.
[2] Schweizerischer Brennstoffhändler-Verband: Heizkostenvergleich, Lausanne, 1976.
[3] Eidg. Amt für Energiewirtschaft: Energieaufkommen und Energieverbrauch der Schweiz. Bulletin SEV/VSE 23/1976.
[4] *M. Rudolph:* Vergleich verschiedener Raumheizsysteme bezüglich Primärenergieaufwand und Schadstoffemissionen im Jahre 1980, BWK 25(1973)3.
[5] Bilans en énergie primaire du chauffage électrique ...., EDF, 1973.
[6] *K. Nenadal:* Gegenüberstellung des Energieverbrauchs für die Warmwasserbereitung in Elektroboilern und Kombi-Ölkesseln, Elektrizitätsverwertung 5/1975.
[7] *J. Grivat:* Possibilité d'expansion du chauffage électrique et incidences sur la production et la distribution d'énergie, Bulletin SEV/VSE 5/1976.

Adresse des Autors

Jean Grivat, Vizedirektor der Compagnie Vaudoise d'Electricité, Rue Beau-Séjour 1, 1002 Lausanne.

gère, mixte actuelle, mixte en l'an 2000, les chiffres suivants: 0,71 – 1,56 – 1,72 – 0,83 – 1,14.

On est de nouveau très loin des chiffres publiés par certains adversaires du chauffage électrique: les rejets globaux de chaleur le concernant ne devraient pas dépasser, dans les conditions de production prévues pour l'an 2000, les 14 % de ceux qu'entraînerait le chauffage à mazout équivalent.

D'autre part, les émissions de gaz polluants et la consommation d'oxygène seraient diminuées de façon importante. Avec l'économie annuelle de 1 800 000 tonnes de mazout précitée, les rejets d'anhydride sulfureux (SO_2) seraient réduits d'environ 11 000 tonnes, ceux d'oxydes d'azote (NO_x) d'environ 3000 tonnes, ceux de monoxyde de carbone (CO) de 500 tonnes, ceux d'anhydride carbonique (CO_2) d'approximativement 5 millions de tonnes; quant aux suies et poussières, elles diminueraient d'environ 1800 tonnes. De plus la consommation d'oxygène baisserait de quelque 6 millions de tonnes par an.

Il est vrai que des déchets radioactifs seraient, en contrepartie, produits dans les centrales nucléaires suisses et nécessiteraient leur stockage, soit temporaire – pour quelques centaines de mètres cubes par an –, soit définitif – pour quelques mètres cubes annuellement –. Avec les techniques actuelles et celles en cours de développement relatives au traitement et à la conservation de ces résidus, ces inconvénients devraient être largement compensés par la réduction massive de la pollution consécutive à cette économie de la consommation de mazout.

5. Conclusions

Ainsi, contrairement à diverses informations parues dans la presse quotidienne et même dans la presse technique, le chauffage électrique des logements conduit à une utilisation raisonnable de l'énergie, surtout dans le cas des maisons familiales et des petits immeubles locatifs édifiés dans les zones à densité de population pas très élevée et dépourvues, de ce fait, de réseaux de distribution de chaleur (localités de moyenne et petite tailles, périphérie des grandes agglomérations, etc.).

On peut relever d'autre part que, pour juger les divers modes de chauffage, les critères de consommation d'énergie primaire, de rejets de chaleur et de rendement ne sont pas les seuls à entrer en ligne de compte et qu'il conviendrait de prendre aussi en considération d'autres données, par exemple, la pollution de l'air, la sécurité de l'approvisionnement, la stabilité des coûts de ravitaillement, les possibilités des ressources naturelles et enfin la rentabilité.

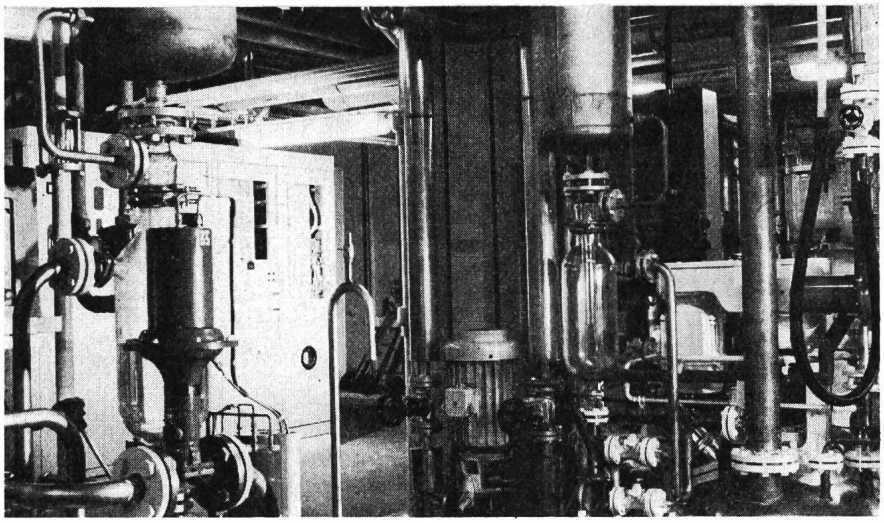
Bibliographie

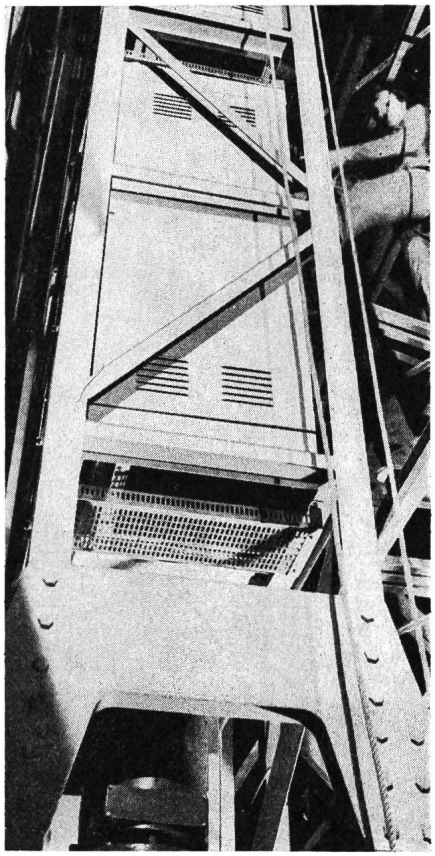
[1] *H. Moditz:* Elektrische Raumheizung. 1975, Ed. Springer.
[2] Coût de différents systèmes de chauffages. Union Suisse des Négociants en Combustibles, Lausanne, 1976.
[3] Office fédérale de l'économie énergétique: Apports et consommation d'énergie en Suisse. Bulletin ASE/UCS 23/1976.
[4] *M. Rudolph:* Vergleich verschiedener Raumheizsysteme bezüglich Primärenergieaufwand und Schadstoffemissionen im Jahre 1980, BWK 25(1973)3.
[5] Bilans en énergie primaire du chauffage électrique ...., EDF, 1973.
[6] *K. Nenadal:* Gegenüberstellung des Energieverbrauchs für die Warmwasserbereitung in Elektroboilern und Kombi-Ölkesseln. Elektrizitätsverwertung (1975), N° 5.
[7] *J. Grivat:* Possibilité d'expansion du chauffage électrique et incidences sur la production et la distribution d'énergie. Bulletin ASE/UCS 5/1976.

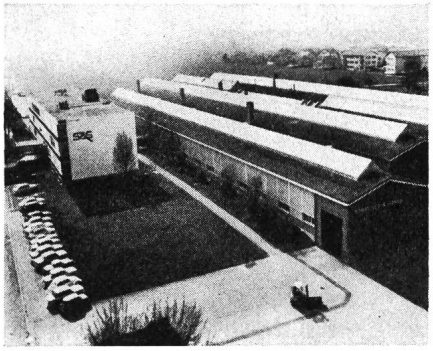
Adresse de l'auteur

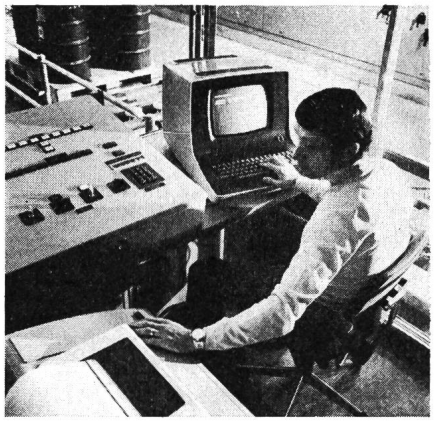
Jean Grivat, ingénieur EPFL, Compagnie Vaudoise d'Electricité, rue Beau-Séjour 1, 1002 Lausanne.

Wenn Sie mit uns **steuern,** fahren Sie **gut...**









... in der industriellen Steuerungstechnik!
Einige Schwerpunkte aus unserer langjährigen Erfahrung:

- Steuerungen und Regelungen in der Verfahrenstechnik
- Steuerungen für Förderanlagen und automatische Lagerhäuser
- Maschinensteuerungen
- Steuerungen für die Energieversorgung

Unser Programm umfasst den gesamten Bereich vom einfachen Schützkasten bis zur rechnergesteuerten Anlage für die Automatisierung ganzer Fabrikationsprozesse.

Sprecher+Schuh als Hersteller von Hoch- und Niederspannungsapparaten verfügt über ein Sortiment von Bausteinen elektromechanischer und elektronischer Schaltgeräte für den Einsatz in Steuerungen und Schaltanlagen. Sorgfältig ausgewählte Fremdfabrikate wie Computer gewährleisten ein ausgewogenes und allen Anforderungen angepasstes Produkteangebot.

Dieses Spektrum technischer Mittel erlaubt optimale Anwendungen von

- fest verdrahteten Steuerungen
- programmierbaren Steuergeräten
- Prozessrechnern.

Anwendungsorientierte Fachleute mit besonderem Verständnis für die Probleme des Kunden stehen für die Lösung anspruchsvollster Aufgaben zur Verfügung.
Lassen Sie uns beweisen, dass Sie mit Sprecher+Schuh gut fahren.

Bitte richten Sie Ihre Anfragen an:

sprecher+ schuh

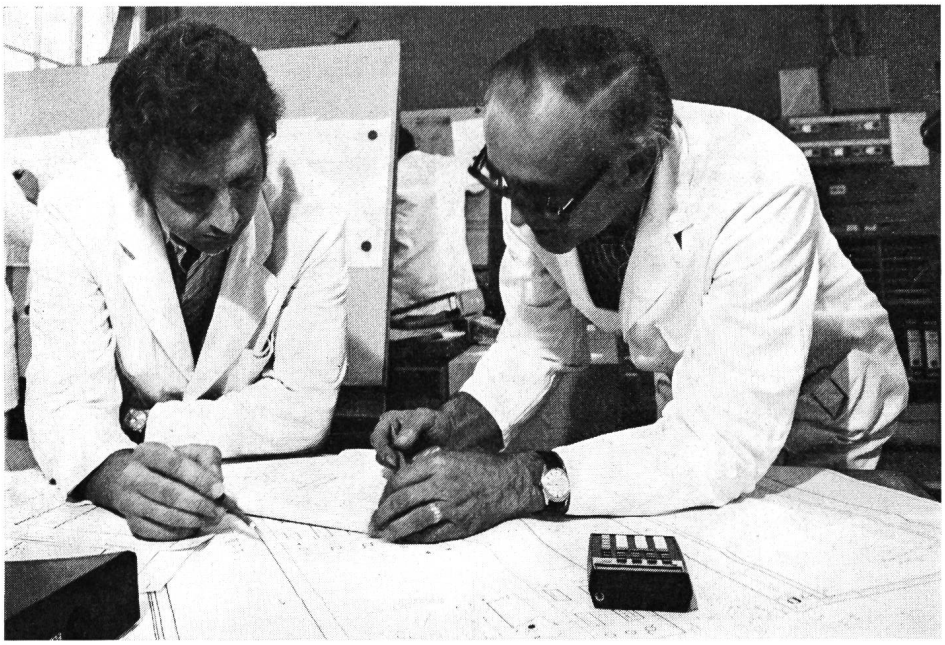
Sprecher+Schuh AG
5001 Aarau/Schweiz
Telefon 064 25 21 21

S 41.665.1.74

Besuchen Sie uns an der INELTEC, Halle 3, Stand 421

Wirkungsvoll automatisieren – das gesamte Vorhaben oder einzelne Steuerungsprobleme

CMC informiert Sie 6.-10.9.77 ineltec Basel Halle 3, Stand 331



Wirkungsvoll automatisieren heisst, unabhängig von Verknüpfungsdichte und Komplexität:
- technisch sicher und funktionell einwandfrei automatisieren
- finanziell optimal automatisieren, bei der Einführung und im Betrieb.

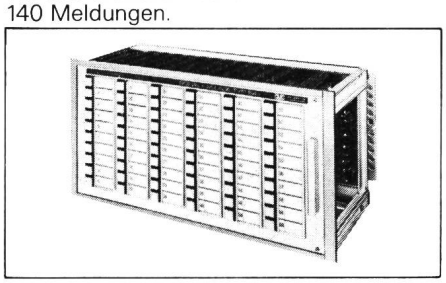
CMC verwirklicht seit vielen Jahren wirtschaftliche Anlagen in bewährter Technik und Technologie. Heute erweitert bis hin zu freiprogrammierbaren Steuerungen und Prozessführungs-Systemen.

Zur ersten Aufgaben- und Problem-Analyse kommen die Überlegungen der Realisation:
- alles selbst machen
- alles schlüsselfertig bestellen
- Engineering und Montage einzeln vergeben.

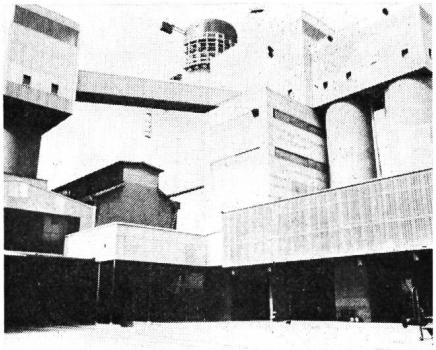
CMC arbeitet partnerschaftlich und erfolgreich in der Energie-Verteilung, für Verbrennungs-, Misch-, Transport- und chemische Prozesse. Wir liefern das Engineering, die Hardware- und Montage-Leistungen oder die komplette, fixfertig durchdachte und ausgeführte Anlage. Und wir haben den ständigen 24-Stunden-Service.

Zum Beispiel Engineering
Tanklagersteuerung mit Unterflurbe-tankung für einen Flughafen. Ein reiner Ingenieur-Auftrag, für den wir das know-how liefern. Wir planen den gesamten elektrischen Teil, inklusive dem wichtigen Explosions-Schutz.

Zum Beispiel Hardware
Die selbstentwickelten Signalanlagen. Kompakt, zuverlässig und durch die elektronischen Baugruppen voll kompatibel. Für alle Grundfunktionen und maximal 140 Meldungen.



Zum Beispiel ‹schlüsselfertig›:
Transportanlage für ein Zementwerk. Komplettes Engineering und betriebs-mässige Übergabe aller Leistungs-, Steuerungs- und Bedien-Einheiten für den Transport von den Mühlen über die Lager- und Verteiler-Silos bis zum Entladen.



Doch bieten wir viel mehr als diese 3 Beispiele.
Sprechen Sie mit CMC. Über Ihr grosses Vorhaben oder Ihr spezielles Steuer-problem: Sie erreichen unsere beratenden Ingenieure direkt.

CMC

CMC Carl Maier+Cie AG, Elektrische Schaltapparate und Steuerungen, CH-8201 Schaffhausen

CH-1020 Renens-Lausanne, Telefon 021 35 61 71, Telex 24449

Telefon 053 81666, Telex 76486