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: 66 (1975)

Heft: 7

Artikel: Mittel- und Niederspannungsnetzausbau in Städten unter Berücksichtigung der Elektroheizung

Autor: Wehn, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915276

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: 12.07.2025

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

Die Einführung der elektrischen Heizung und die entstehenden Leistungen Tabelle III

Heizvariante (siehe Tabelle I)	Leistung in MW			Leistung in %			Zuwachsrate in %/Jahr		
	B	C	D	B	C	D	B	C	D
1975 ohne elektrische Heizung	400	400	400	100	100	100	–	–	–
1985 ohne elektrische Heizung, Zuwachsrate übrige Verbraucher 5 %	650	650	650	163	163	163	5,0	5,0	5,0
1985 mit elektrischer Heizung, Zuwachsrate übrige Verbraucher 0 %	1190	1000	930	298	250	230	11,5	9,6	8,7
1985 mit elektrischer Heizung, Zuwachsrate übrige Verbraucher 5 %	1440	1250	1180	360	312	295	13,7	12,0	11,4

Ich möchte noch darauf hinweisen, dass in meinen Ausführungen ein Gestehungspreis von 4,5 Rp. pro kWh für Energie ab Kernkraftwerk eingesetzt wurde als Anteil am Energiepreis beim Konsumenten (Basis 1975), was einer Jahresgebrauchsdauer des Kraftwerkes von 6000 Stunden, ohne Berücksichtigung von Leistungsreserven, entspricht. Die elektrische Heizung weist aber im besten Fall etwa 2000 Stunden Jahresgebrauchsdauer auf, was einem Gestehungspreis von über 13 Rp. pro kWh entsprechen würde, wenn aus dem Kraftwerk ausschliesslich elektrische Heizungen gespeist werden. Es müsste deshalb bei der Einführung der elektrischen Heizung für die Energie aus Kernkraftwerken eine ergänzende Absatzmöglichkeit gefunden werden.

Das Ziel, mit Hilfe von elektrischer Heizung innert der Frist von 10 Jahren den auf die BKW fallenden Anteil an einer Substitution von 20 % des schweizerischen Heizölbedarfs zu erreichen, bedingt einen sehr grossen leistungsmässigen Ausbau des Übertragungs- und Verteilnetzes. Mit einer gut geplanten Netzkonzeption können die wirtschaftlichen und technischen Anforderungen beherrscht werden. Der Netzausbau verursacht entsprechend hohe Investitionen, währenddem sich Diskussionen über Finanzierungsfragen der zukünftigen Bereitstellung von Energie oft allzu sehr auf die Produktion beschränken. Ein Netzausbau im geschilderten Umfang würde unser Personal aufs äusserste beanspruchen. Die Grenze der Realisierbarkeit ist jedoch bei der Installation und dem Anschluss der elektrischen Heizung selbst (je etwa 12000 Wohnungen pro Jahr auf 10 Jahre) sicher überschritten, so dass schlussendlich von dieser Seite aus die im Zeitraum der nächsten 10 Jahre substituierbare Menge an Heizöl begrenzt wird.

Adresse des Autors:
H. R. Strickler, Vizedirektor der Bernischen Kraftwerke AG, Viktoriaplatz 2, 3000 Bern 25.

Mittel- und Niederspannungsnetzausbau in Städten unter Berücksichtigung der Elektroheizung

Von R. Wehn

Der stetig ansteigende, überdurchschnittliche Leistungsbedarf – insbesondere der Kunden mit Elektroheizung – zwingt zu neuen Überlegungen bei der Gestaltung der Mittel- und Niederspannungsnetze. Die Mittel- und Niederspannungsnetze ausgeführter Großsiedlungsprojekte mit mehr als 2000 elektrisch beheizten Wohnungen werden beschrieben. Betriebserfahrungen und Belastungskennwerte aus diesen Netzen, Altbaugebieten und ausländischen Netzen werden erläutert, ebenso zukünftige Belastungsentwicklungen und Netzausbau.

La demande de puissance toujours croissante et supérieure à la moyenne – surtout de la part des clients qui usent du chauffage à l'électricité – oblige à reviser la conception des réseaux à moyenne et basse tension. L'auteur décrit les projets exécutés de réseaux à moyenne et basse tension devant desservir des agglomérations comptant plus de 2000 appartements chauffés à l'électricité. Les expériences d'exploitation et les caractéristiques de charge de tels réseaux aussi bien que les régions d'anciennes bâtisses et les réseaux de l'étranger sont évoqués de même que l'évolution future des charges et de l'extension des réseaux.

Als Mitarbeiter eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens, in dem schon vor etwa 15 Jahren die Elektrospeicherheizung eingeführt wurde, kann ich Ihnen über unsere über einen längeren Zeitraum gemachten Erfahrungen berichten.

Wir hatten im Ruhrgebiet Anfang der sechziger Jahre das Glück, neue Netze in bisher unerschlossenen Gebieten planen zu können. Satellitenstädte mit jeweils mehreren tausend Wohnungen wurden auf der grünen Wiese geplant und gebaut. Hier konnte man neue Überlegungen anstellen und verwirklichen.

Diese Möglichkeiten werden aber wieder seltener, denn die Satellitenstädte haben nicht in elektrizitätswirtschaftlicher, sondern in soziologischer Beziehung schwierige Probleme aufgeworfen. Es ist deshalb in der Zwischenzeit in vielen Fällen die Erkenntnis gewachsen, dass es unter Umständen besser sein kann, alte, erschlossene Gebiete zu sanieren, auszubauen und zu verdichten, anstatt völlig neue grosse Wohnsiedlungen zu erstellen.

Die Fig. 1 zeigt die Entwicklung der installierten Speicherheizung nach Anlagenzahl und Gesamtleistung, aus der

hervorgeht, dass nach den Anfangsjahren etwa ab 1965/66 ein steiler Anstieg einsetzt. Weiterhin ist zu ersehen, dass im Bereich der Betriebsverwaltung Essen des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes (RWE) 22 000 Neubauwohnungen und 52 500 Altbauwohnungen mit Elektroheizung versorgt werden. Bei einem Gesamtwohnungsbestand in unserem Gebiet von 365 000 entspricht das einem Sättigungsgrad von rund 20 %.

Aus der Entwicklung der Netzbelastungskurven (Fig. 2) am jeweiligen Tag der Jahreshöchstlast für dieses Gebiet – sie wird mit Hilfe einer Fernmessung aus den einspeisenden Umspannwerken stetig aufgezeichnet – kann ersehen werden, wie stark die Entwicklung dieser Kurve durch den Einsatz der Elektroheizung geprägt wurde.

In den vergangenen zehn Jahren ist unsere Nachtlast praktisch vervierfacht worden, während die Spitzenlast unter Einbeziehung der Mittagsnachladezeit auf etwas mehr als das Doppelte angestiegen ist.

Die durch die Heizbelastung entstehende Gesamtbelastung ist in der oberen Kurve abgesetzt, so dass auch die Belastungskurve erkennbar ist, wie sie sich im Jahre 1973 eingestellt hätte, wenn wir keine Energie für Heizung verkauft hätten.

Wir haben eine ausgesprochene Mittagsspitze, weil wir bis vor einiger Zeit die Mittagsnachladezeit zur Auffüllung unserer Belastungskurve und zur Verringerung der Heizleistung der einzelnen Wohnungen mit herangezogen haben.

Seit einigen Monaten gestatten wir den Anschluss von Speicherheizungsanlagen nur noch in einer neunstündigen Aufladezeit innerhalb der Nachtstunden. Wir hoffen dadurch und durch weitere Spreizung der Nachladezeit in den Mittagsstunden, ein weiteres Ansteigen der Mittagsspitze zu verhindern. Es muss aber auch darauf hingewiesen werden, dass diese Kurve nur zusammen mit der Belastungskurve des

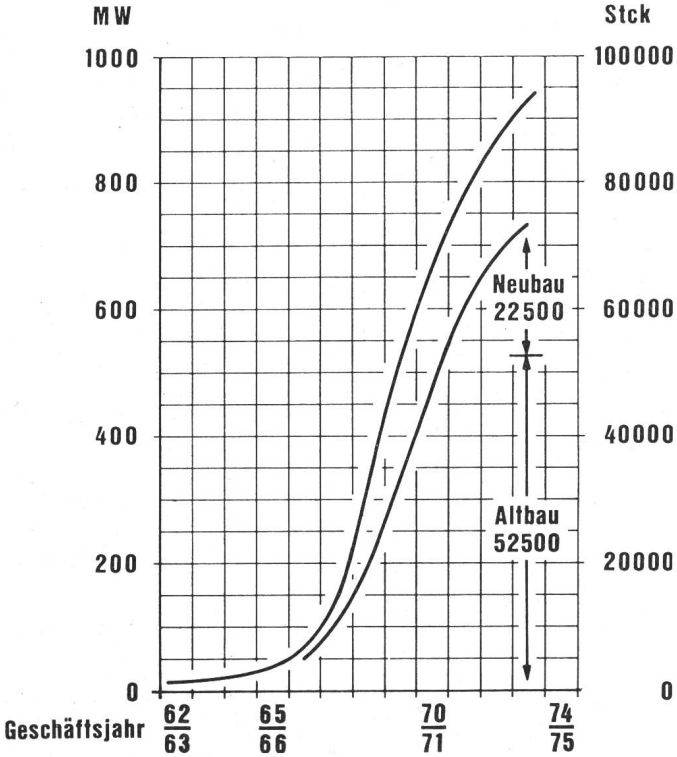


Fig. 1 Installierte Speicherheizleistung

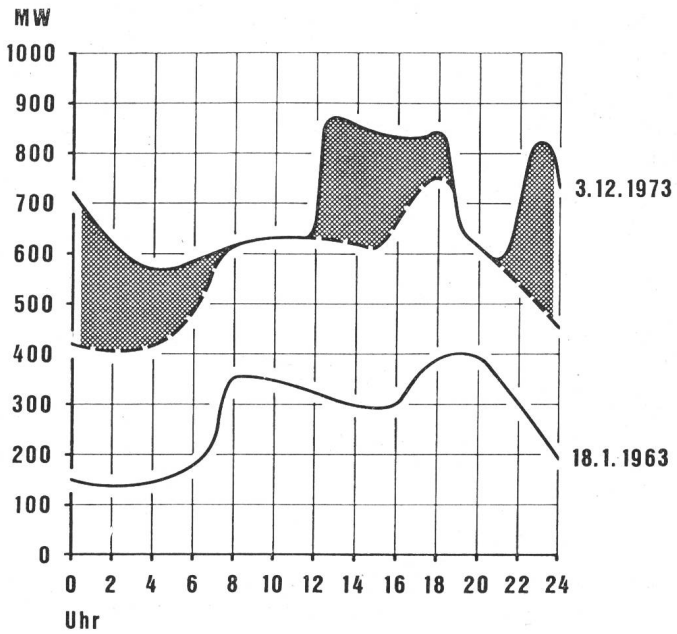


Fig. 2 Netzbelastung im Bereich der Betriebsverwaltung Essen

Gesamt-RWE-Netzes betrachtet werden kann, und hier fügt sie sich gut ein.

Die Gleichzeitigkeitsfaktoren bei Elektroheizung, bezogen auf die verschiedenen Betriebsmittel, und jeweils in Zehnerpotenzsprüngen die ungefähre Anzahl der Wohungen, die gemessen wurden, sind in Fig. 3 dargestellt.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass wir die Nachladung sowohl in der Nacht als auch in den Tagesstunden in verschiedene Gruppen vornehmen, was eine ausserordentlich günstige Auswirkung auf den Gleichzeitigkeitsfaktor ergibt. Man kann also diese Gleichzeitigkeitsfaktoren nur mit gewissen Einschränkungen auf andere Gebiete übertragen.

Vor einiger Zeit haben wir, um den Leistungsbedarf je Wohnung und die Kosten für die Aufladesteuerung beim Kunden gering zu halten, die sogenannte Zentralsteuerung eingeführt. Hier wird durch einen zentral in dem entsprechenden Bebauungsgebiet angeordneten Wetterfühler die benötigte Wärmemenge für den nächsten Ladezeitraum ermittelt und dann mit Hilfe der Rundsteuerung die erforderliche Aufladezeit mit einem Zuschlag von etwa 20 %, um auch in ungünstigen Fällen genügend Wärme zu haben, freigegeben.

Aus meiner Sicht ist das die ideale Möglichkeit zur Steuerung der Aufladezeit, da hierbei eine optimale Anpassung an den Verlauf der Belastungskurve erreicht werden kann.

Wir haben uns schon vor vielen Jahren Gedanken darüber gemacht, welche Spitzenlastanteile wir für die einzelnen Wohnungen annehmen müssen, und wir sind davon ausgegangen, dass im Jahre 1980 etwa 4 kW je Wohnung bereitzustellen seien, wobei hier natürlich schon gewisse Anteile für Heizung als vorhanden angesehen werden.

Die Bereitstellung dieser Leistung erreicht man in vorhandenen Netzen im Normalfall am günstigsten durch das Einfügen von weiteren Transformatorenstationen, während die Kabel von Anfang an mit entsprechend maximalen Querschnitten ausgelegt sein sollen.

Bei der Erstellung neuer Netze für geschlossene Neubaugebiete war es uns sehr schnell klar, dass, wenn wir bezüglich

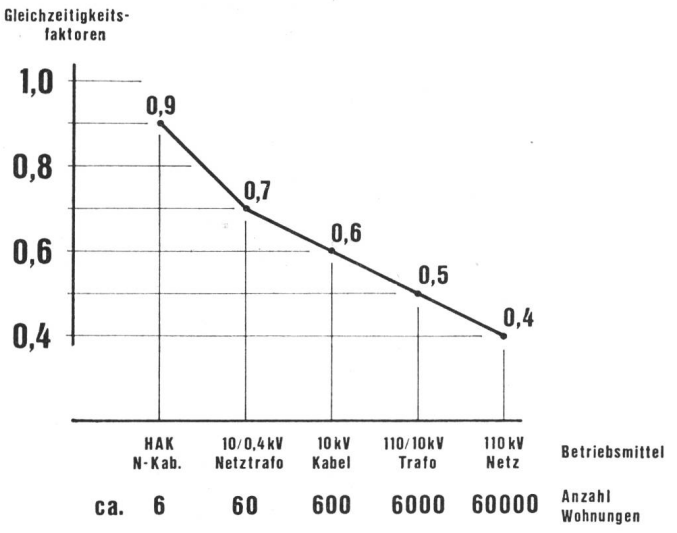


Fig. 3 Gleichzeitigkeitsfaktoren der Elektroheizung

der Heizung im harten Wettbewerb mit anderen Energieträgern bestehen wollten, wir zu neuen Überlegungen kommen müssten mit dem Ziel, die Netzkosten möglichst niedrig zu halten. Wir sind deshalb von Anfang an zum Einsatz vorgefertigter Stationen übergegangen und haben auch die Netzform des Niederspannungsnetzes insoweit verändert, als wir nur noch das heute weitbekannte Anschlussnetz vorgesehen und gebaut haben. In diesem Netz sind die einzelnen Netztransformatorenstationen nicht mehr miteinander verknüpft. Es führen also von den Netzstationen jeweils nur kurze Anschlusskabel in die entsprechenden Häusergruppen.

Wir glauben – und die Praxis hat uns recht gegeben –, dass man bei der geringen Ausfallquote der Netztransformatoren für Reserve nichts mehr zu tun braucht und dass im Falle eines Ausfalles eines Transformators dieser in wenigen Stunden ausgewechselt ist oder durch Notstromaggregate bzw. provisorische Kabelverbindungen zeitweise ersetzt werden kann. An diesen Transformatoren ist ohnehin nur etwa ein Viertel der Kunden eines üblichen Netzes angeschlossen.

In den Stationen, die in Anschlussnetze speisen, wurde auf die niederspannungsseitige Absicherung des Transformators verzichtet, weil hier ganz klar definierte Lasten vorliegen und eine Überlastung durch unkontrollierbare Einflüsse praktisch ausgeschlossen ist.

Bei grosser Stationsdichte, wenn z. B. der Abstand unter 100 m liegt, wird auf die Möglichkeit der Trennung der Mittelspannungsringe unter Spannung in einem Teil der Stationen verzichtet und an die Stelle der Lasttrenner Trennlaschen, die spannungslos geöffnet werden können, eingebaut. Hierdurch ergeben sich weitere Einsparungen.

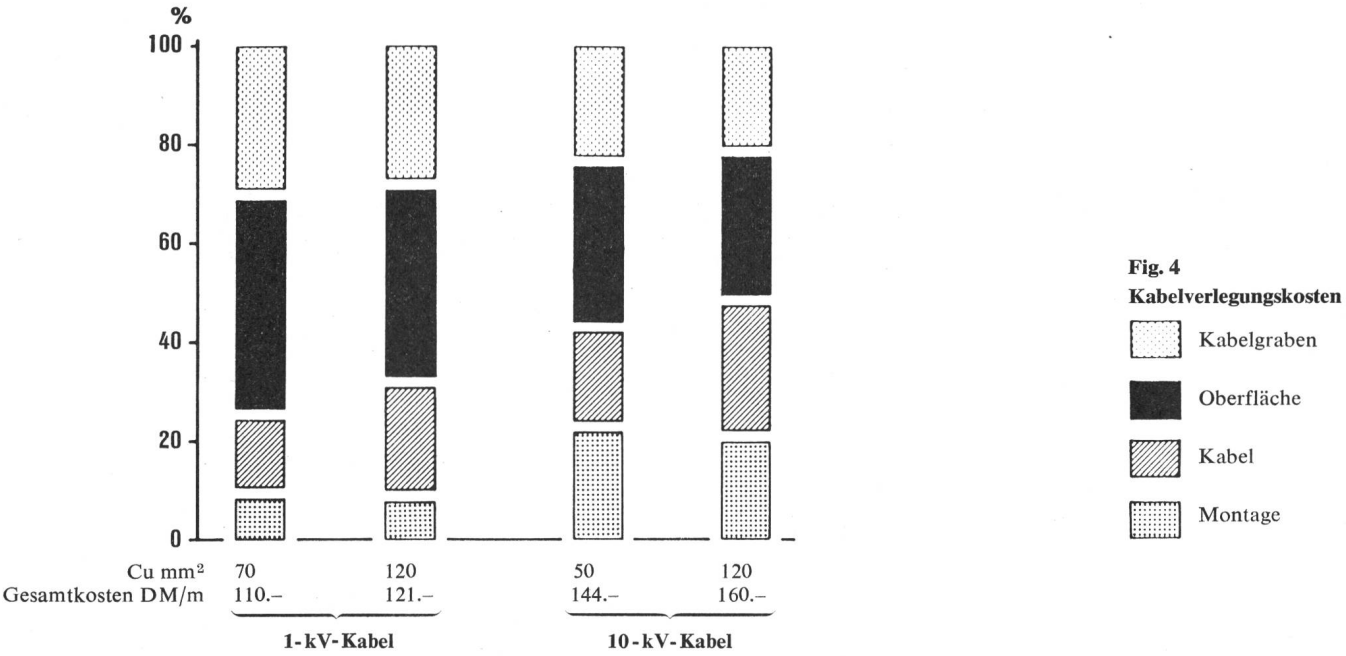
Da die in der neueren Zeit vielfach propagierten Steckverbindungen, die unter Spannung gelöst werden können, sehr kostenaufwendig sind, bin ich der Meinung, dass man sie nicht generell verwenden sollte. Eine Schraubverbindung, in spannungslosem Zustand trennbar, erfordert auch nicht viel mehr Zeitaufwand, zumal z. B. bei Störungen im Falle eines Kabelfehlers solche Verbindungen sowieso in spannungslosem Zustand getrennt werden.

Wir waren immer darauf bedacht, diese Kleinstationen auch in anderen Netzen einzusetzen, weil wir der Meinung sind, dass, je mehr Stationen in die Netze eingefügt werden müssen, es um so wichtiger ist, die Stationen in unmittelbarer Nähe der Kabeltrasse errichten zu können.

Bei den zurzeit in städtischen Bereichen entstehenden Kabelverlegungskosten ergibt sich für den Anschluss einer Netzstation ein Betrag von 800 DM/m Kabeltrasse. Das bedeutet, wenn z. B. eine Station nur 10 m von einer vorhandenen Kabeltrasse entfernt liegt, dass Mehrkosten von 8000 DM anfallen.

In Fig. 4 sind für die bei uns gängigsten Querschnitte die Kosten, unterteilt nach Montage, Kabelgraben, Oberfläche und Kabel dargestellt.

Es hat sich gezeigt, dass der Kabelpreisanteil an der Gesamtkabelanlage immer kleiner wird. Aus diesem Grunde halten wir es in unserem Unternehmen zurzeit jedenfalls nicht für notwendig, von Kupferleiter auf Aluminiumleiter



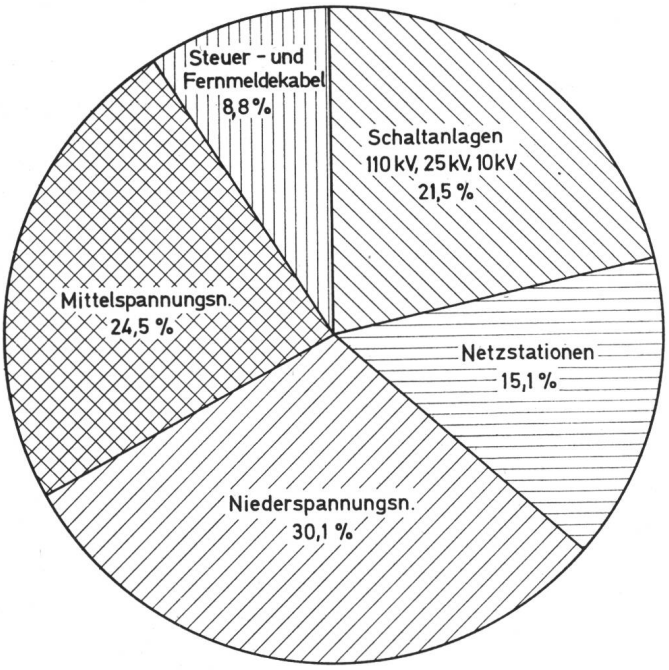


Fig. 5 Aufteilung der Investitionskosten im Jahresmittel aus den Geschäftsjahren 1968/69 bis 1972/73

umzustellen, um einen etwas geringeren Kabelpreis zu erreichen. Im Vergleich zur gesamten Kabelanlage sind diese Einsparungen nahezu uninteressant. Das mag in Netzen geringerer Belastungsdichte – in ländlichen Netzen oder in kleineren Städten – anders sein; aber da, wo die Erdarbeiten und Oberflächenkosten ein Mehrfaches der Kabelpreise ausmachen, lohnt sich meiner Ansicht nach auch heute noch der Einsatz von Kupferkabeln.

Beim RWE ist generell beschlossen worden, dass, wenn der Kupferpreis längere Zeit bei 500 DM/kg oder mehr liegt, umzustellen. Da wir aber unsere Kabeldispositionen langfristig treffen und entsprechend auch das Kupfer zu Zeiten niedrigen Preises disponieren, ergibt sich bei uns, wie gesagt, keine Notwendigkeit zur Umstellung.

Ausblick

Was nun die Zukunft betrifft, so kann festgestellt werden, dass wir uns nicht nur im Hinblick auf die durch die Elektroheizung an uns gestellten Forderungen, sondern ganz allgemein bemühen müssen, einfache, preisgünstige und doch sichere Betriebsmittel einzusetzen (s. auch Fig. 5). Denn abgesehen vom 110-kV-Netz gehen allein von den dann noch aufzubringenden Kosten 30 % in das Niederspannungskabelnetz und 15,1 % in die Netzstationen. Die Netzstationen werden aber in Zukunft an Zahl zunehmen und dementsprechend auch ihren Investitionsanteil erhöhen. Das ist im Grunde nicht kritisch, denn dafür wird relativ der Anteil an Mittelspannungs- und Niederspannungskabel mit den aufwendigen Verlegungskosten zurückgehen.

Im Essener Gebiet sind wir mit der Elektroheizung von der Belastungskurve her mehr als ausgefüllt. Es ist aber hierbei zu bedenken, dass wir unsere Belastungskurve natürlich ganz in den Rahmen der Gesamtbelastungskurve des RWE einfügen müssen. Ausserdem haben wir andererseits in Essen ein Gebiet, wo aus Gründen des Umweltschutzes, also letzten Endes aus besonderer Verantwortung der hiesigen Bevölkerung gegenüber, in hohem Masse bei Neubauvorhaben die Elektroheizung als eine umweltfreundliche Heizungsart bevorzugt worden ist.

In Zukunft werden wir nur noch Speicherheizungsanlagen mit Nachladezeit in der Nacht zulassen, um unsere Mittagsspitze nicht weiter zu erhöhen.

Meines Erachtens werden in der BRD der Elektroheizung, soweit elektrizitätswirtschaftliche Gesichtspunkte das zulassen, noch gewisse Marktanteile zuwachsen, d. h., es brauchen für Heizungsanlagen keine zusätzlichen Kraftwerke gebaut zu werden. In unserem Gebiet werden wir in naher Zukunft *nur die Heizungen zulassen, die durch freie Kapazitäten in unseren Kraftwerken versorgt werden können.*

Zu den Heizsystemen selbst möchte ich bemerken, dass meiner Ansicht nach in Zukunft in starkem Masse gemischte Systeme, d. h. Speicher- und Direktheizung, mit etwas stärkerem Direktheizungsanteil zur Anwendung kommen. Reine Direktheizung sicherlich nur dann, wenn entsprechende Wärmedämm-Massnahmen in den Häusern durchgeführt werden, die die Wärmeverluste auf das geringstmögliche Mass beschränken und den Spitzenlastanteil je Wohnung herabsetzen. Ausserdem sind Direktheizungen nicht wirtschaftlich zu betreiben, wenn die zurzeit gültigen Tarife echt angewandt werden.

Abschliessend ist festzustellen, dass wir beim Ausbau unserer Netze damit rechnen müssen, dass in Zukunft – sei es durch Heizung oder andere Grossgeräte – für die einzelnen Wohnungen höhere Leistungen benötigt werden. Es erscheint mir aber nicht schwierig, diesen Forderungen nachzukommen, wenn man die Kabelnetze entsprechend maximal auslegt, so dass man bei steigenden Lasten nur noch nachträglich Transformatorenstationen in die vorhandenen Netze einfügt.

Adresse des Autors:
R. Wehn, Direktor der Betriebsverwaltung Essen der Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG, Altenessener Strasse 32, D-43 Essen 1.