Wirtschaftliche Rechtfertigung der Netzkommandoanlagen

Autor(en): **Grob, O. / Kniel, R.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **51 (1960)**

Heft 4

PDF erstellt am: **03.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-917020

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

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

http://www.e-periodica.ch

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Wirtschaftliche Rechtfertigung der Netzkommandoanlagen

von *O. Grob* und *R. Kniel*, Uster

621.398.003 : 621.311.003

Dieser Beitrag ist eine um einige wesentliche Einzelheiten erweiterte Fassung eines Vortrages von O. Grob, Uster, der anlässlich der Tagung zum Austausch der Erfahrungen über Netzkommandoanlagen vom 4./5. Juni 1959 in Gmunden [1]) *gehalten wurde. Als Grundlage diente eine ausführlichere Arbeit von R. Kniel. Die Verfasser untersuchen die Wirtschaftlichkeit der Netzkommandoanlagen und die zu erwartenden Einsparungen durch die Herabsetzung der Spitzenbelastung und legen dar, dass diese mittels der Netzkommandotechnik wirksamer und wirtschaftlicher erreicht werden kann, als mit Schaltuhren. Ein weiterer Abschnitt befasst sich mit den Einsparungen bei öffentlichen Beleuchtungsanlagen, wenn statt eines separaten Beleuchtungsnetzes einzelne Leuchten oder Gruppen von Leuchten an das normale Versorgungsnetz angeschlossen und durch einen Netzkommandoempfänger gesteuert werden. Die Verfasser kommen zum Schluss, dass sich die Einführung der Netzkommandoanlagen für die grosse Mehrzahl der Verteilnetze wirtschaftlich rechtfertigen lässt.*

Cet article est une version augmentée de certains détails de la conférence que M. O. Grob, a tenu lors de l'échange d'expériences sur les installations de télécommande centralisée qui a eu lieu les 4 et 5 juin 1959 à Gmunden [1]) *; il se fonde sur un travail plus complet de R. Kniel. Les auteurs examinent de quelle façon l'introduction de la télécommande centralisée dans des réseaux de distribution peut être justifiée, économiquement parlant, et quelles sont les économies que peut apporter une installation de ce genre, tant par la réduction des puissances de pointe que par la diminution des frais d'entretien en comparaison de la solution avec horloges à contact. Dans une seconde partie, les auteurs étudient les économies qu'il est possible de réaliser sur les installations d'éclairage public en supprimant le réseau spécial d'alimentation et en raccordant chaque point lumineux ou chaque groupe de points lumineux au réseau normal par l'intermédiaire d'un récepteur de télécommande. Ils arrivent à la conclusion qui l'introduction de la télécommande centralisée se justifie dans la grande majorité des réseaux de distribution.*

Einführung

Die Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Netzkommandoanlagen stützen sich im wesentlichen auf zwei «Hauptsäulen»:

1. die Tatsache, dass mit der Netzkommandotechnik das Belastungsdiagramm von Anlagen zur Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie ganz beträchtlich verbessert werden kann, speziell wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind;
2. die Tatsache, dass Neuanlagen öffentlicher Beleuchtungen dank der Netzkommandotechnik viel einfacher und wirtschaftlicher erstellt werden können als mit der üblichen Speisung durch getrennte Netze.

In der grossen Mehrzahl der Fälle genügt schon eine dieser beiden «Hauptsäulen», um die Einführung einer Netzkommandoanlage in einem Verteilnetz vom wirtschaftlichen Standpunkt aus zu rechtfertigen. Durch die gleichzeitige Verwendung beider Hauptmöglichkeiten und durch andere Anwendungen, wie beispielsweise die Übermittlung von Alarmen, Tarifumschaltungen, Sperrung von Waschmaschinen [1] [2]), Steuerung der elektrischen Raumheizung [2; 3] usw. ist es selbstverständlich möglich, die Einsparungen, welche mit einer Netzkommandoanlage erzielt werden können, noch in grossem Massstabe zu erhöhen.

Die Betrachtung beschränkt sich auf moderne Netzkommandosysteme, die pro Sendeanlage eine einzige Frequenz verwenden und nach dem *Impuls-Intervall-Verfahren* arbeiten. Immerhin bestehen zwischen den verschiedenen Systemen in bezug auf die Ausführung der Anlagen und die Wahl der Steuerfrequenz beträchtliche Unterschiede. Diese Systeme sollen hier nicht beschrieben werden, da dies mit allen wünschbaren Einzelheiten bereits verschiedentlich geschehen ist [4...9].

[1]) s. Bull. SEV Bd. 50(1959), Nr. 23, S. 1157...1160, Nr. 25, S. 1253...1258 und Bull. SEV Bd. 51(1960), Nr. 3, S. 115...118.
[2]) siehe Literaturverzeichnis am Schlusse des Aufsatzes.

Der Ausgleich der Belastungskurven

Die Anstrengungen der Elektrizitätswerke, die elektrische Energie für die verschiedensten Zwecke einzusetzen, führen zu einer mehr oder weniger regelmässigen Belastungskurve während der Tageszeit. Voraussetzung dafür ist, dass ein gewisses Gleichgewicht zwischen den einzelnen Anwendungen besteht. Doch wird sich in der Regel während der Nachtstunden ein Belastungstal zeigen, da der Verbrauch elektrischer Energie eine Funktion der Lebensweise des Menschen ist. Nun kann beispielsweise dieses nächtliche Belastungstal durch Aufheizen von Speichergeräten, wie Heisswasserspeicher, aufgefüllt werden.

Um die Wirtschaftlichkeit von Netzkommandoanlagen bei ihrem Einsatz zur Verbesserung der Belastungskurve zahlenmässig zu erfassen, sind vorerst drei Fragen zu beantworten:

1. Um wieviel kann im Mittel die Belastungsspitze durch einen Netzkommandoempfänger herabgesetzt werden;
2. wie gross sind die ersparten Investitionen, wenn die Belastungsspitze um 1 kW reduziert wird;
3. was kostet im Durchschnitt ein Netzkommandoempfänger, inklusive Montage, Unterhaltskosten und Anteil an den Sendeanlagen und an weiteren Nebenkosten.

Mittlere, durch ein Schaltorgan herabgesetzte Spitzenbelastung

Diese Frage kann auf Grund der 14jährigen Erfahrungen mit den über 200 000 von der Firma Zellweger A.-G. in Uster gelieferten Netzkommandoempfängern beantwortet werden, wobei über die Verbesserung des Belastungsdiagrammes sichere Zahlen vorliegen. Die Erfahrung zeigt, dass jedes Werk, welches Energie für Heisswasserspeicher liefert, *pro eingesetztem Netzkommandoempfänger*

die Spitzenbelastung um mindestens 0,4 kW[3]) herabsetzen kann.

Diese Leistung von 0,4 kW versteht sich als an der Mittelspannungssammelschiene von Verteil-Unterwerken gemessener Wert. Bei einzelnen Werken wurde die Belastungsspitze bis zu 1 kW pro Netzkommandoempfänger herabgesetzt. Um jedoch diese Betrachtung allgemeiner zu halten, soll auch weiterhin mit dem oben genannten Wert von 0,4 kW gerechnet werden. Es ist übrigens einfach, diesen Erfahrungswert auch zahlenmässig zu untermauern. Prinzipiell ist die mittlere, durch einen Netzkommandoempfänger herabgesetzte Spitzenbelastung gleich der mittleren Leistung des gesteuerten Verbrauchsgerätes multipliziert mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor. Die in Frage kommenden Verbrauchsgeräte sind zumeist elektrische Heisswasserspeicher in Haushalten, für welche mit einer Heizenergie von 9 kWh pro 100 Liter (Wirkungsgrad 90 %, Erwärmung des Wassers um 70 °C) gerechnet werden muss. Diese Heisswasserspeicher enthalten durchschnittlich 125...150 Liter Wasser, oder mit andern Worten, sie weisen eine mittlere Nennleistung von ungefähr 1,5 kW bei einer Heizdauer von 8 Stunden auf. Der Gleichzeitigkeitsfaktor liegt etwa zwischen 0,5 und 0,2. Dejou [10] nennt einen Wert von 0,3, welcher jedoch nicht nur für Heisswasserspeicher gilt, während McNaughton [11] in Brisbane (Australien) 0,26 gemessen hat. Bei Berücksichtigung dieses Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,26 und unter der Annahme, dass jeder Empfänger nur einen einzigen Heisswasserspeicher mit einer mittleren Kapazität von ca. 130 Litern steuert, wird er die Belastungsspitze um $0{,}26 \times 1{,}5 = 0{,}4$ kW herabsetzen.

Notwendige Investitionen für die Erzeugung, den Transport und die Verteilung von einem kW während der Belastungsspitze

Man verfügt auf diesem Gebiet über international anerkannte Unterlagen, denen folgende Werte entnommen werden:

a) *Thermische Erzeugung*

Das im Kraftwerk investierte Kapital liegt zwischen Fr. 740.— und Fr. 880.—[4]) pro kW, mittlerer Wert Fr. 810.— pro kW [12; 13].

b) *Hydraulische Erzeugung in Speicherkraftwerken*

In Ländern, in denen die Erzeugung elektrischer Energie zur Hauptsache hydraulisch erfolgt, werden Werke mit Saisonspeicherbecken die Spitzenleistung bzw. die Grenzleistung in kW decken. Da die pro Tag lieferbare Energie von der Belastung unabhängig ist, wird der notwendige Inhalt des Saisonspeicherbeckens durch die Spitzenbelastung nicht beeinflusst. Es müssen deshalb in der Rechnung nur die Kosten für den Zuleitungsstollen, das Wasserschloss, die Druckleitung und die Maschinengruppen sowie die Kosten der elektrischen Anlage berücksichtigt werden, d. h. ungefähr Fr. 600.— pro kW.

c) *Hydraulische Erzeugung in Laufkraftwerken*

Bestimmte Länder, wie z. B. Belgisch-Kongo, erzeugen die elektrische Energie praktisch ausschliesslich in Laufkraftwerken. In diesen Fällen muss mit mittleren Kosten von etwa Fr. 3000.—...Fr. 4000.— pro kW gerechnet werden, da sich diese Länder, in denen die hydraulischen Verhältnisse günstig sind, im allgemeinen noch im Entwicklungsstadium befinden.

[3]) Die gleiche Überlegung gilt natürlich auch für den Fall der Anwendung von Schaltuhren.

[4]) Sofern nichts anderes aufgeführt, verstehen sich die Kosten in Schweizer Franken.

d) *Energieerzeugung in Kernkraftwerken*

Auf Grund der bisherigen Unterlagen muss mit etwa Fr. 1660.— bis Fr. 1785.— pro kW gerechnet werden (für spaltbare Materialien zusätzlich ungefähr Fr. 390.—...Fr. 430.— pro kW), also mit Werten, die eindeutig über denjenigen bei thermischer und hydraulischer Erzeugung liegen [14; 15].

e) *Investitionen für die Übertragung*

Diese Investitionen betreffen die Anlagen für den Transport bei Höchstspannungen, die Transformierung von Höchstspannung in Hochspannung und schliesslich das Hochspannungsverteilnetz. Sie ergeben einen mittleren Wert von Fr. 550.— pro kW [12; 13].

f) *Investitionen für die Transformierung von Hoch- auf Mittelspannung*

Die Leistungserhöhung wird eher durch die Erstellung neuer Unterwerke als durch die Erhöhung der Leistungen in bestehenden Unterwerken erzielt. Die Kosten für die zusätzlichen kW werden daher gleich den mittleren Kosten, d. h. Fr. 200.— pro kW, eingesetzt [12; 13].

g) *Investitionen im Mittelspannungsnetz*

Trotz der Vielseitigkeit der Struktur im Mittelspannungsverteilnetz ist es möglich, einen sinnvollen Mittelwert anzugeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen Fr. 312.— und Fr. 723.— pro kW [12], mit einem Mittelwert von Fr. 500.— pro kW.

h) *Investitionen für die Transformierung von Mittelspannung auf Niederspannung*

Als Richtwert kann hier der Mittelwert der Veröffentlichung [12], d. h. Fr. 390.— pro kW, angenommen werden. Die kleinsten aufgeführten Werte betragen Fr. 283.— pro kW, die grössten Fr. 628.— pro kW.

Gegenwärtig besteht eine eindeutige Tendenz, die Anzahl der Mittelspannungs/Niederspannungs-Transformatoren zu erhöhen, und zwar sowohl in ländlichen Gebieten mit geringer Siedlungsdichte [16] als auch in städtischen Gebieten mit hoher Belastung [17]. Daher entspricht auch hier der Wert für die Spitzendeckung, also der Grenzwert dem Mittelwert.

i) *Investitionen im Niederspannungsnetz*

Hier ist es unerlässlich, zwischen den Durchschnittskosten pro kW und den Grenzkosten pro zusätzliches kW zu unterscheiden. Die veröffentlichten Daten [12; 18; 19] gestatten die Ermittlung eines sehr vorsichtigen Wertes von Fr. 150.— pro zusätzliches kW während der Belastungsspitze.

Totale Investitionen pro zusätzliches kW während der Belastungsspitze

	Fr./kW
Erzeugung, Mittelwert	700.—
Transport bis zur Hochspannungssammelschiene der Hochspannungs-Mittelspannungsstationen	550.—
Umformung Hochspannung / Mittelspannung	200.—
Erzeugung und Transport bis zur Mittelspannungs-Sammelschiene	1450.—
Verteilung Mittelspannung	500.—
Umformung Mittelspannung / Niederspannung	390.—
Verteilung Niederspannung	150.—
Gesamte Investitionen pro zusätzliches kW während der Belastungsspitze	2490.—

Investitionen für die Einführung der Netzkommandoanlage

a) *Empfänger*

Die Gesamtkosten für einen Empfänger samt Montage und Zusatzkosten infolge Transport, Zoll usw. betragen im Mittel ungefähr Fr. 120.—.

b) *Sendeanlage*

Die genauen Kosten einer Sendeanlage können erst auf Grund eines Kostenvoranschlages für ein festes Projekt bestimmt werden. Fig. 1 zeigt die approximativen Erstellungskosten der Sendeanlage in Funktion der Leistung des mit dem Sender gesteuerten Verteilnetzes. Den folgenden Rechnungen liegt als Beispiel ein Unterwerk zugrunde, dessen installierte Leistung 15 MVA beträgt. Die Sendeanlage kann also entsprechend Fig. 1 mit Fr. 33 000.— eingesetzt werden. Die Montagekosten samt den Montagelöhnen und allem Zusatzmaterial, wie Leistungstrenner für die Kopplungszelle, Sicherungskasten usw. seien zu Fr. 1000.— + 10 % der Kosten für die Sendeanlage angenommen, d. h. zu total Fr. 4300.—.

Wenn nun weiter angenommen wird, dass in einem Netz mit einer Leistung von 15 MVA ca. 1000 Netzkommandoempfänger montiert werden (das ist die unterste Grenze, da man leicht 2500 Empfänger und mehr benötigt, wenn Heisswasserspeicher in einem solchen Netz allgemein Verwendung finden), belaufen sich die anteiligen Kosten der Sendeanlage samt Zusatzkosten pro Empfänger auf Fr. 37.—. Die Totalkosten pro Empfänger inklusive den Kostenanteil der Sendeanlage stellen sich infolgedessen auf Fr. 157.—.

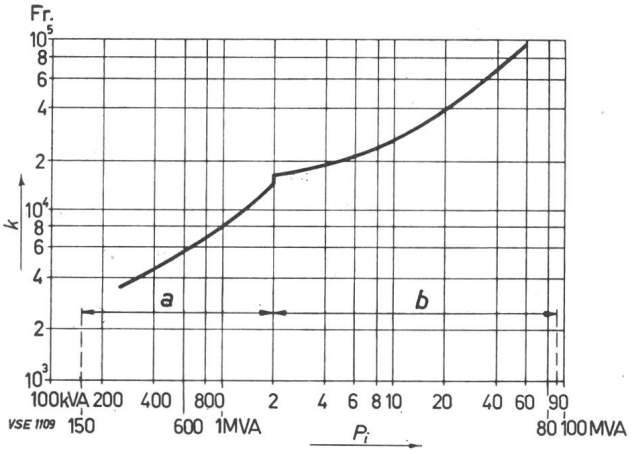

Fig. 1

Kosten einer Netzkommando-Sendeanlage in Abhängigkeit der Leistung des Hochspannungs/Mittelspannungs-Unterwerkes, in dem die Sendeanlage installiert ist (im Fall der Mittelspannungs-Einspeisung) oder der gesamten Leistung aller Transformatorenstationen Mittelspannung/Niederspannung (im Fall der Niederspannungs-Einspeisung)

P_i installierte Leistung
k Kosten der Sendeanlage
a Einspeisung in das Niederspannungsnetz
b Einspeisung in das Mittelspannungsnetz

Durch Lastausgleich erzielbare Einsparungen mittels Netzkommandoanlagen

Die Kosten pro zusätzliches kW während der Belastungsspitze belaufen sich, wie oben berechnet wurde, auf rund Fr. 2500.—.

Da anderseits durchschnittlich jeder Netzkommandoempfänger die Belastungsspitze um 0,4 kW herabsetzen kann, sparen zweieinhalb Netzkommandoempfänger eine Spitzenleistung von 1 kW ein. Diese kosten 2,5 × Fr. 157.—, also ungefähr Fr. 400.—, inbegriffen alle Sender- und Nebenkosten. Mit einer Netzkommandoanlage können daher pro kW reduzierter Spitzenleistung 2500.– — 400.– = Fr. 2100.– eingespart werden.

Mit andern Worten müssen pro installierten Empfänger rund Fr. 1000.— weniger für den Ausbau der Erzeugungs- und Verteilanlagen ausgelegt werden und, da diese Empfänger brutto nur Fr. 157.— kosten, bringt ein Stück einen Nettogewinn von Fr. 840.—.

Die angestellte Vergleichsrechnung bezieht sich in beiden Fällen auf neu zu investierende Kapitalien. Die Rechnung lässt sich aber selbstverständlich auch auf Grund der Jahreskosten durchführen. Rechnet man mit Jahreskosten von 8 % des investierten Kapitals, was einer Abschreibungsdauer von 20 Jahren und einem Zinssatz von 5 % [5]) entspricht, so ergeben sich für jedes kW zur Zeit der Belastungsspitze Jahreskosten von Fr. 200.—. Da ein Netzkommandoempfänger die Spitze, wie bereits erwähnt, um durchschnittlich 0,4 kW herabzusetzen vermag, erspart man pro Empfänger 0,4 × Fr. 200.— = Fr. 80.— an Jahreskosten. Der Netzkommandoempfänger, selbst inklusive Sendeanlageanteil und aller Nebenkosten, kostet nur Fr. 157.— und amortisiert sich infolgedessen schon in etwa zwei Jahren.

Die folgende Tabelle über den in verschiedenen Ländern von Wiederverkäufern zu bezahlenden Preis pro Jahr und pro kW beanspruchter Spitzenleistung zeigt übrigens klar, dass die eingesetzten Kosten den heutigen Verhältnissen entsprechen.

Tabelle I

Land	Preis pro kW und Jahr	Währung	in sFr.	Bemerkungen
Schweiz	70...100	sFr.	70...100	sehr oft mit Doppeltarif (Tag/Nacht) kombiniert
Deutschland[20]	60...120	DM	60...120	
Frankreich	4219	fFr.	37	mit stark differenziertem Dreifachtarif kombiniert
Australien	18	A£	175	
Neuseeland	13...14	NS£	157...170	
Belgisch-Kongo	2700...3800	kfr.	225...320	kein Arbeitspreis bei einer Benutzungsdauer < 4000 h; 0,016 sFr./kWh bei einer Benutzungsdauer > 4000 h
Südafrika	13...14	SA£	157...170	

Dabei ist selbstverständlich zu bedenken, dass dieser vom Wiederverkäufer zu bezahlende Preis nur die Jahreskosten der Erzeugung, der Übertragung und der Hochspannungsverteilung bis zur Mittelspannungs-Sammelschiene deckt. Für die Jahreskosten der Mittel- und Niederspannungsverteilung hat der Wiederverkäufer noch selbst aufzukommen. Zu berücksichtigen ist ferner, dass durch die Anwendung von Mehrfachtarifen ein grosser Teil der effektiven Jahreskosten für die beanspruchten Spitzenleistungen in den Arbeitspreisen für Hochtarif-Energie enthalten sind.

Zudem ist allgemein bekannt, dass, wenigstens in europäischen Ländern, aus psychologischen Gründen die Leistungspreise für die beanspruchte Spitzenleistung unter den effektiven Kosten angesetzt werden, während die Arbeitspreise eher über den effektiven Kosten liegen.

Dies ist in Überseegebieten wie Australien, Neuseeland und Südafrika weniger der Fall. Es können daher die dort angewendeten Tarife mit den hier genannten Zahlen verglichen werden. Die Leistungspreise belaufen sich, wie aus Tabelle I hervorgeht, auf Fr. 157.—...Fr. 170.— pro kW und Jahr; sie decken nur die Kosten bis zur Mittelspannungs-Sammelschiene.

Der oben angegebene Kapitalbedarf für Erzeugung und Transport bis zur Mittelspannungs-Sammelschiene von Fr. 1450.— pro kW ergibt (bei einer Amortisationsdauer von 20 Jahren und einem Zinsfuss von 5 % samt Zinseszins) Jahreskosten von Fr. 116.50, ein Betrag, der also sicherlich nicht zu hoch gegriffen ist.

[5]) Unter Berücksichtigung des Zinseszinses, berechnet nach der Methode von H. Mackedanz [20].

Praktisches Beispiel der Verbesserung einer Belastungskurve

Ein praktisches Beispiel wird uns ermöglichen, einige genaue Angaben über die mit einer Netzkommandoanlage erzielbaren Verbesserungen der Belastungskurve zu erhalten. Eines der wichtigsten schweizerischen Elektrizitätswerke, das ländliches und halbstädtisches Gebiet beliefert und im Jahre 1957 begonnen hat, das ganze Netz mit *Zellweger*-Netzkommandoanlagen auszurüsten, hat die entsprechenden Unterlagen zur Verfügung gestellt. Die Messungen erstreckten sich auf ein typisches Niederspannungsnetz; untersucht wurden das Belastungsdiagramm und die Auswirkungen der Netzkommandoanlage bei der Sperrung von Heisswasserspeichern. Es ist darauf hinzuweisen, dass vor der Inbetriebnahme der Netzkommandoanlagen die Haushalt-Heisswasserspeicher im betreffenden Elektrizitätswerk nicht durch Schaltuhren gesperrt wurden.

Die folgenden Hauptdaten mögen eines der typischen Niederspannungsnetze kennzeichnen:

1. Installierte Transformatorleistung Mittelspannung / Niederspannung (12 kV/220/380 V) 2 × 400 kVA
2. Nennleistung der 396 bei den Abonnenten installierten Heisswasserspeicher 540 kW
3. Nennleistung der 394 bei den Abonnenten installierten Kochherde 2346 kW
4. Anzahl der bei den Abonnenten montierten Zentralsteuerungsempfänger: 66

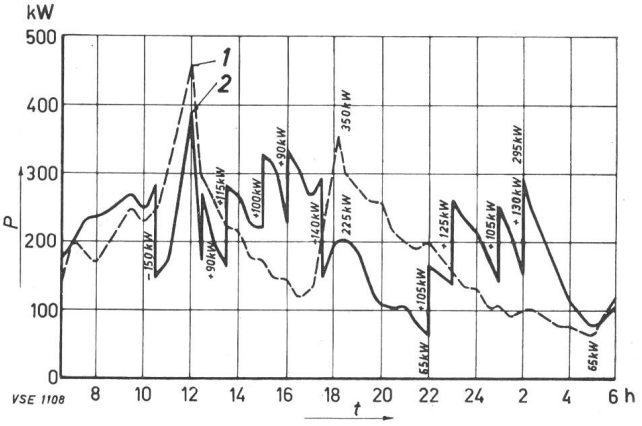

Fig. 2

Mit einer Netzkommandoanlage erzielte Verbesserung der Belastungskurve in einem ländlichen und halbstädtischen Niederspannungsverteilnetz

P Belastung der Transformatorenstation
t Zeit
1 Spitzenbelastung ohne Sperrung der Heisswasserspeicher (465 kW)
2 Spitzenbelastung mit Sperrung der Heisswasserspeicher (380 kW)

Die voll ausgezogene Kurve in Fig. 2 zeigt die Belastung für Dienstag, den 12. 11. 1957 nach der Inbetriebsetzung der Netzkommandoanlage.

Man erkennt sehr deutlich die Wirkung der zeitweisen Sperrung der Heisswasserspeicher durch die Netzkommandoempfänger (andere Sperrungen wurden nicht vorgenommen). Die Heisswasserspeicher wurden um 10.30 Uhr und 17.30 Uhr gesperrt. Diese Sperrungen führten zu einer Herabsetzung der Belastung um 150 bzw. 140 kW (gemessen in der Transformatorenstation Mittelspannung / Niederspannung). Dies ist mehr als 1/4 der in Heisswasserspeichern total installierten Leistung.

Gruppenweise Einschaltungen erfolgten, im Anschluss an die Abschaltung am Morgen, um 12.30 Uhr (90 kW), um 13.30 Uhr (115 kW), um 15.00 Uhr (100 kW), um 16.00 Uhr (90 kW) sowie, im Anschluss an die Abschaltungen am späteren Nachmittag, um 22.00 Uhr (105 kW), um 23.00 Uhr (125 kW), um 01.00 Uhr (105 kW) und schliesslich um 02.00 Uhr (130 kW).

Um über Vergleichsdaten zu verfügen, wurden die Sperrungen am Donnerstag, den 14. November 1957, nicht durchgeführt. Die entsprechende Belastungskurve ist in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet.

Von besonderem Interesse dürften der Vergleich des Belastungsverlaufes und die Gegenüberstellung der in Tabelle II zusammengestellten Hauptdaten sein.

Vergleich der Belastungsdiagramme (mit und ohne Netzkommandoanlage)

Tabelle II

		Donnerstag 14. 11. 1957 ohne Sperrung durch Netzkommandoempfänger	Dienstag 12. 11. 1957 mit Sperrung durch Netzkommandoempfänger
Abgegebene Tagesenergie (0700...2200 Uhr)	kWh	3609 (79,6%)[1]	3528 (72%)
Abgegebene Nachtenergie (2200...0700 Uhr)	kWh	925 (20,4%)[1]	1378 (25%)
In 24 Stunden total abgegebene Energie	kWh	4534	4906
Belastungsspitze	kW	465	380
Mittlere Tagesbelastung (0700...2200 Uhr)	kW	226	220
Mittlere Nachtbelastung (2200...0700 Uhr)	kW	116	172
Benutzungsdauer für 24 Stunden	h	9,74	12,9
	%	40,6	53,8

[1]) In Prozenten der total abgegebenen Energie.

Die Belastungsspitze konnte also um 85 kW oder 18,2 % herabgesetzt werden. Dieser hohe Prozentsatz wurde trotz des Umstandes erreicht, dass die total abgegebene Energie zufälligerweise am 12. November 1957 — also mit Sperrung — um 372 kWh oder 7,5 % grösser war als am 14. November 1957. Pro installiertem Netzkommandoempfänger konnte demnach die Belastungsspitze um 1,3 kW herabgesetzt werden.

Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Erfolg der Netzkommandoanlagen

Wie bereits erwähnt, lassen sich solche Erfolge nur unter gewissen Voraussetzungen erzielen. Diese bestehen darin, dass in einem mit einer Netzkommandoanlage auszurüstenden Netz genügend Verbrauchsgeräte vorhanden sind, die während der Zeit hoher Belastung gesperrt werden können, ohne dass dadurch die Freizügigkeit in der Energieverwendung in Frage gestellt wird.

Für die Steuerung eignen sich vor allem elektrische Heisswasserspeicher. In Sonderfällen können aber für den Lastausgleich beispielsweise auch elektrische Speicheröfen, Backöfen und Bewässerungspumpen gesteuert werden.

Generell kann gesagt werden, dass sich eine Netzkommandoanlage für den Lastausgleich bei jenen Elektrizitätswerken wirtschaftlich rechtfertigt, welche die Verbreitung elektrischer Heisswasserspeicher in ihren Netzen fördern, um die Benutzungsdauer ihrer Erzeugungs- und Verteilanlagen durch vermehrten Verkauf von Nachtenergie zu verbessern.

In diesem Zusammenhang ist die allzu grosszügige Zulassung von Durchlauferhitzern besonders gefährlich. Wie *G. M. Ott* gezeigt hat, deckt sich die Verbrauchs-Spitze dieser Apparate mit der Kochspitze [21].

Gesteuerte Heisswasserspeicher nützen Energie aus, die während der Schwachlast-Zeiten produziert wird, deren Gestehungskosten also gering sind. Es ist daher angebracht, für diese Heisswasserspeicher einen besonderen, günstigen Tarif einzuräumen. Dann macht sich sicher auch der Mehraufwand für die Anschaffung eines Heisswasserspeichers — verglichen mit dem billigeren Durchlauferhitzer — für den Abonnenten reichlich bezahlt.

Zu beachten wäre noch, dass optimale Resultate nur erzielt werden können, wenn die Heisswasserspeicher zum Zwecke eines guten Belastungsausgleiches in zeitlich verschieden einzuschaltende Gruppen aufgeteilt werden, und wenn wenigstens ein Teil der Heisswasserspeicher mit leistungsstarken Heizelementen für kurze Aufheizzeiten ausgerüstet ist.

Die gruppenweise Wiedereinschaltung wird notwendig, sobald die Heisswasserspeicher einen wesentlichen Teil der Belastung des Niederspannungsnetzes ausmachen. Zur Zeit der Wiedereinschaltung sind die Thermostaten der meisten Heisswasserspeicher geschlossen und ihre gleichzeitige Wiedereinschaltung könnte eine neue unerwünschte Spitze erzeugen. Die Leistung bei der Wiedereinschaltung entspricht erfahrungsgemäss dem Drei- bis Vierfachen der herabgesetzten Leistung (praktisch entsprechend dem Kehrwert des Gleichzeitigkeitsfaktors). Diese beiden Massnahmen ermöglichen auch den Ausgleich des letzten Belastungstales, das normalerweise von 03.00...06.00 Uhr auftritt.

In diesem Zusammenhang dürfte interessieren, wie das *Elektrizitätswerk der Stadt Zürich* die Heisswasserspeicher seiner Abonnenten sperrt und freigibt.

Die Heisswasserspeicher wurden hier zunächst in drei Gruppen mit verschiedenen Aufheizzeiten eingeteilt, nämlich in:

Gruppe I	Speicher mit 8 Stunden Aufheizzeit	40 % der durch Heisswasserspeicher verursachten Belastung
Gruppe II	Speicher mit 6 Stunden Aufheizzeit	20 % der durch Heisswasserspeicher verursachten Belastung
Gruppe III	Speicher mit 4 Stunden Aufheizzeit	40 % der durch Heisswasserspeicher verursachten Belastung

Die Einschaltzeiten der verschiedenen Gruppen sind in Fig. 3 dargestellt. Diese Abbildung zeigt gleichzeitig den durch den Schaltzustand der Heisswasserspeicher sich ergebenden prinzipiellen Belastungsverlauf.

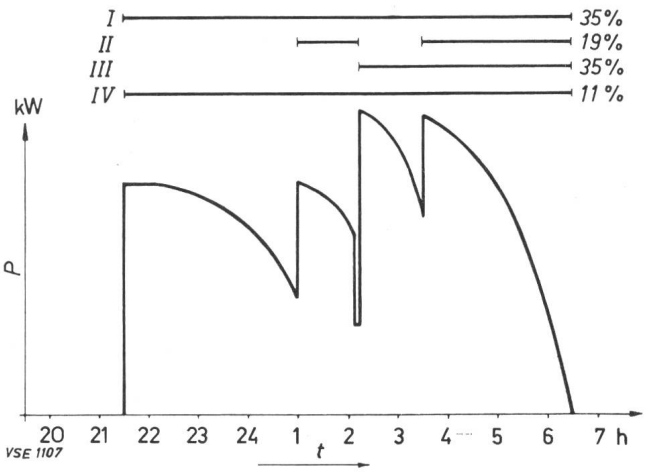

Fig. 3

Programm für die Einschaltung der Heisswasserspeicher in Haushaltungen und sich daraus ergebendes Belastungsdiagramm eines städtischen Verteilnetzes (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich)

P von den Heisswasserspeichern beanspruchte Leistung
t Zeit

Die römischen Ziffern I...IV bezeichnen die einzelnen Gruppen der Heisswasserspeicher; die Prozentzahlen beziehen sich auf die installierte Leistung der einzelnen Gruppen im Vergleich zur installierten Leistung aller Heisswasserspeicher

Die Einschaltung der Gruppe I um 21.30 Uhr und die anschliessende Zuschaltung weiterer Gruppen bringt die gewünschte Erhöhung der Nachtbelastung.

Infolge der individuellen Ausschaltungen der in den Heisswasserspeichern eingebauten Thermostaten sinkt die Belastung der Gruppe I bis 01.00 Uhr beinahe auf die Hälfte. Durch Einschaltung der Gruppe II um 01.00 Uhr wird die totale Belastung der Heisswasserspeicher wieder ungefähr auf den ursprünglichen Wert gehoben.

Um 02.15 Uhr wird die letzte Gruppe zugeschaltet. Mit einem Belastungsanteil von 40 % würde sie einen zu starken Anstieg der Belastung verursachen. Es wird daher vorübergehend — d. h. von 02.15...03.30 Uhr — die Gruppe II nochmals ausgeschaltet.

Damit erreichte das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich *mit nur 3 Doppelbefehlen* den gewünschten Belastungsverlauf während der Nacht. Bemerkenswert ist vor allem die gute Auslastung in den frühen Morgenstunden. Neben den drei Gruppen für normale Heisswasserspeicher in Haushalten verwendet das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich noch für folgende Heisswasserspeicher eigene Netzkommandobefehle:

2 Doppelbefehle für kleinere Küchenheisswasserspeicher, die im wesentlichen nur während der Kochspitze, d. h. von 11.15... 12.30 Uhr gesperrt werden.

9 Doppelbefehle für sogenannte Zentralboiler (grosse gemeinsame Heisswasserspeicher für mehr als einen Haushalt). Diese 9 Doppelbefehle verfügen neben dem täglichen 24-Stundenprogramm noch über spezielle Wochenend-Programme. Sie gestatten zusammen mit den Heisswasserspeichern in Haushalten einen bemerkenswert wirksamen und auch sehr feinen Belastungsausgleich.

Vergleich zwischen der Steuerung eines Netzes mittels der Netzkommandotechnik und mittels Schaltuhren

Die ersten Versuche, Belastungskurven von elektrischen Verteilnetzen auszugleichen, wurden zu einer Zeit unternommen, in der die Netzkommandotechnik noch nicht so fortgeschritten war wie dies heute der Fall ist. Man hat sehr bald festgestellt, dass die Belastungskurve eines Netzes eine gewisse Periodizität aufweist; und es war daher naheliegend, die

gewünschten Ein- und Ausschaltungen mittels durch Uhrwerke gesteuerte Schalter vorzunehmen. Diese Art der Steuerung erwies sich nicht als sehr anpassungsfähig. Ferner erfordern die Uhrwerke einen beträchtlichen Unterhalt, da sie periodisch auf Uhrzeit gerichtet werden müssen und infolge ihrer mechanischen Empfindlichkeit regelmässiger Pflege bedürfen. Im Nachfolgenden sollen vom streng wirtschaftlichen Standpunkt aus die beiden Steuermöglichkeiten — durch Schaltuhren und durch Netzkommandoanlagen — miteinander verglichen werden. Dabei soll der, in Zahlen nur schwer ausdrückbare Vorteil des anpassungsfähigeren Betriebes der Netzkommandoanlagen nicht berücksichtigt werden. Bei der Verwendung von Schaltuhren kann man das Programm erst nach einem langen Zeitraum (im allgemeinen nach einem Vierteljahr) ändern. Dieser Zeitraum wird durch die beträchtlichen Kosten bestimmt, welche Programmänderungen verursachen. Bekanntlich werden die Programmänderungen jeweils durch einen Beamten an Ort und Stelle vorgenommen. Wird hingegen mittels einer Netzkommandoanlage gesteuert, so kann das Programm mit unbedeutenden Kosten geändert werden, und zwar immer dann, wenn es wünschenswert erscheint. Es genügt, das Schaltprogramm für alle Netzkommandoempfänger durch eine einfache Manipulation am Kommandogerät, d. h. an einem einzigen und zentralen Ort, zu ändern. Das Programm kann auch für die jeweiligen Bedürfnisse automatisch den gegebenen Netzverhältnissen angepasst werden (beispielsweise durch automatische Lastabwurfschaltungen, Photozellen und Wochenendschaltungen).

Im Vergleich sollen nur Uhren guter Qualität mit mechanischer Hemmung und elektrischem Aufzug berücksichtigt werden. Synchronuhren ohne Gangreserve befriedigen nicht, da sie nach jedem Spannungsausfall wieder gerichtet werden müssen. Dies verursacht jedesmal beträchtliche Arbeit und erhebliche Kosten. Bei einem allgemeinen Netzunterbruch bleiben zudem alle Uhren ohne Gangreserve stehen, so dass die Gefahr besteht, dass alle Heisswasserspeicher zu Spitzenzeiten eingeschaltet werden. Synchronuhren ohne Gangreserve sind deshalb nur anwendbar, wenn sie zur Steuerung von Verbrauchsgeräten dienen, bei welchen der Konsument über die Ein- und Ausschaltzeiten beliebig verfügen kann (Schaufenster- oder Treppenhausbeleuchtungen). Sie sind aber — aus den erwähnten Gründen — praktisch unbrauchbar für Tarif-Umschaltungen, Sperrung von Heisswasserspeichern usw. Schliesslich wird im nachstehenden Vergleich auch der Tatsache, dass die Netzkommandoempfänger bedeutend leistungsfähigere Kontakte aufweisen (Nennstromstärke 15 A bei 380 V induktiver Belastung und 25 A bei 380 V rein ohmscher Belastung) als Schaltuhren (im allgemeinen nur Kontakte für kleinere Stromstärken von 2 oder 5 A) nicht Rechnung getragen.

Die Preise für Schaltuhren sind, je nach dem auszuführenden Programm sehr unterschiedlich, d. h. je nachdem es sich um Schaltuhren mit einfachen Kontakten, um solche mit Wochenendkontakten oder gar um solche, welche astronomisch betätigt werden, handelt. Der in Tabelle III angegebene Preis ist ein Mittelwert für verschiedene Uhrentypen mit 2 Stromkreisen. Die zum Vergleich herangezogenen Uhren bieten also ungefähr dieselben Schaltmöglichkeiten wie Netzkommandoempfänger.

Die Vergleichszahlen stammen zudem von verschiedenen Elektrizitätswerken, welche unter den verschiedensten Bedingungen arbeiten. Sie wurden durch die Erfahrung bestätigt. Angenommen wurde ein Zinssatz von 5 % und eine Amortisationsdauer von 20 Jahren.

1. *Netzkommandoempfänger*

Unterhalt der Empfänger

Eine systematische Revision nach 15 Jahren beansprucht 3/4 h Arbeit für das Abmontieren und Ersetzen durch einen neuen Empfänger, 3 1/2 h Arbeit in der Werkstatt und Fr. 8.— für Material. Die *Löhne* inklusive Transport und allgemeine Spesen betragen 6.— Fr./h für die Arbeit beim Konsumenten und 7.50 Fr./h für die Arbeit in der Werkstatt.

Reparatur zufälliger Defekte

Pro 100 installierte Empfänger rechnet man im Jahr mit 1 1/2 defekten Apparaten (sehr vorsichtiger Wert, da diese Zahl bei vielen Werken unter 1 % pro Jahr sinkt). Die Reparatur benötigt 1 1/2 h für das Abnehmen und Wiederanschliessen und 2 h in der Werkstatt, sowie 6.— Fr. für Material.

2. *Schaltuhren*

Unterhalt der Schaltuhren

Das Richten auf Uhrzeit und die Programmänderung beanspruchen im Mittel 10 min je Uhr (alle 2 Monate, Transportzeit inbegriffen).

Systematische Revisionen:

Alle 10 Jahre müssen (einzelne Elektrizitätswerke führen alle 4 Jahre Revisionen durch) 3/4 h für das Abmontieren der alten und Wiedermontieren der neuen Uhren und 6 1/2 h Arbeit in der Werkstatt plus Fr. 15.— für Material aufgewendet werden.

Reparatur defekter Uhren

Pro 100 installierte Uhren rechnet mat mit 5 defekten Apparaten pro Jahr, welche 1 1/2 h Arbeit für das Abmontieren und Wiederbefestigen benötigen und 5 h Werkstattarbeit plus Fr. 10.— für Material pro Fehler.

Tabelle III zeigt das Ergebnis des Vergleiches und insbesondere den erheblichen Vorteil von Netzkommandoempfängern verglichen mit Schaltuhren.

Dieser Kostenvergleich gestattet, die *minimale Anzahl Netzkommandoempfänger festzulegen, welche, wirtschaftlich gesehen, die Einführung der Netzkommandotechnik in einem Netz rechtfertigt.* Diese Zahl

Vergleich der jährlichen Kosten und der Gesamtkosten von Schaltuhren und Netzkommandoempfängern [1])

Tabelle III

	Netzkommando-Empfänger		Schaltuhren	
	Jährliche Kosten	Gesamtkosten	Jährliche Kosten	Gesamtkosten
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Anschaffungskosten und Montage des Gerätes	9.62	120.—	15.82	197.—
Reparatur der zufälligen Defekte	—.45	5.60	2.83	35.20
Systematische Revision	2.58	32.15	6.83	85.10
Einregulierung, Richten und Programmänderung	—.—	—.—	6.—	74.80
Totalkosten	12.65	157.75	31.48	392.10
Davon Unterhaltskosten	3.03	37.75	15.66	195.10
Unterschied zugunsten der Empfänger pro Gerät:				
Totale Kosten	18.83	234.35		
Anschaffungskosten und Montage		77.—		
Unterhaltskosten	12.63	157.35		

[1]) In diesem Vergleich werden die Kosten der Sendeanlage nicht berücksichtigt. Die Kapitalisierung der jährlichen Kosten wurde entsprechend der Methode von *H. Mackedanz* [20] vorgenommen.

wird durch die Kurve in Fig. 4 dargestellt, die auf dem Preis der Sendeanlage der Fig. 1 basiert und den Unterhalt der Sendeanlage (2 Tage pro Jahr) sowie die Kosten des kapitalisierten Stromverbrauches, gerechnet zu Fr. —.05 pro kWh, berücksichtigt.

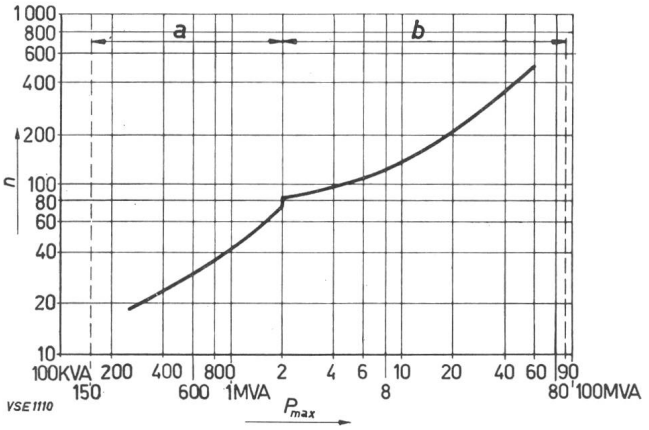

Fig. 4

Mindestanzahl der Empfänger, die in einem Netz installiert werden müssen, damit sich die Einführung einer Netzkommandoanlage lohnt

P_{max} Belastungsspitze des Netzes
n Mindestzahl der Empfänger
a Einspeisung in das Niederspannungsnetz
b Einspeisung in das Mittelspannungsnetz

Die Steuerung der Strassenbeleuchtung mittels Netzkommandoanlagen

Die Versorgung der öffentlichen Strassenbeleuchtungsanlagen erfolgte bis vor kurzem — und in vielen Fällen heute noch — auf folgende Weise:

Die Lampen werden mittels Kabel oder Freileitung an einem *besondern Beleuchtungsnetz* angeschlossen. Dieses Netz wird zu einer bestimmten Zeit durch eine Schaltuhr unter Spannung gesetzt. Eine solche Schaltuhr befindet sich in jeder Transformatorenstation Mittelspannung / Niederspannung, welche dieses separate Netz speist. Falls der Bau des öffentlichen Beleuchtungsnetzes nicht gleichzeitig mit dem Bau des Hauptverteilnetzes [6]) erfolgt und sofern es sich um ein unterirdisches Netz handelt, muss auch ein separater Graben hergestellt und die Strasse nachher wieder instandgestellt werden. Die Netzkommandoanlagen gestatten nun eine erhebliche Einsparung bei der Erstellung neuer öffentlicher Strassenbeleuchtungsanlagen, da sich dann die Verlegung eines besondern Kabelnetzes für die Speisung erübrigt. Jede einzelne Leuchte kann durch Zwischenschaltung eines Netzkommandoempfängers direkt an das allgemeine Versorgungsnetz angeschlossen werden. Da das allgemeine Verteilnetz überall vorhanden ist, genügt ein sehr kurzer Anschluss und die auf dem Kabel und auf dem Graben erzielten Einsparungen werden wesentlich höher sein als die zusätzlichen Kosten eines Netzkommandoempfängers (inklusive die anteiligen Kosten der Sendeanlage).

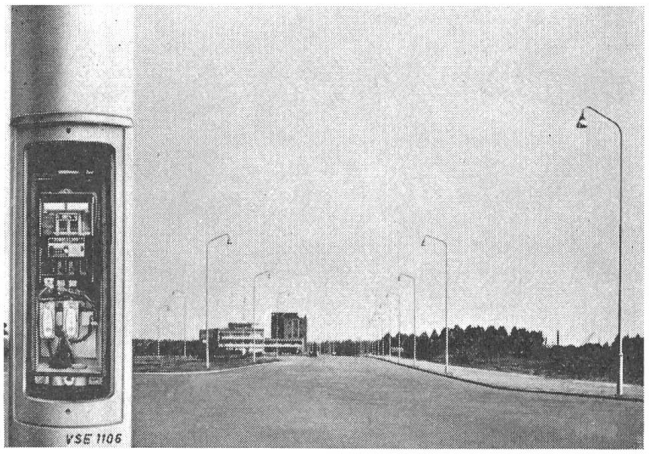

Fig. 5

Öffentliche Strassenbeleuchtungsanlage in Antwerpen

Vorn ein in einem Gussgehäuse eingebauter und im Sockel eines Kandelabers montierter Netzkommandoempfänger (Photo F. Claes, Antwerpen)

Die Vergleichsrechnung wurde für 1 km Strassenlänge mit 30 Leuchten durchgeführt, und zwar unter der Annahme, dass

[6]) Dieser Fall kommt hauptsächlich im Ausland vor.

Kostenvergleich mit und ohne Netzkommandoanlage für die Erstellung einer Strassenbeleuchtungsanlage mit total 30 Leuchten auf 1 km Strassenlänge

Tabelle IV

ohne Netzkommandoanlage eigenes Beleuchtungskabel	Fr.	mit Netzkommandoanlage ohne eigenes Beleuchtungskabel	Fr.
Kosten für den Kabelgraben 1000 Lfm. 80×55 cm à Fr. 10.85	10 850.—	Kosten für die kurzen Kabelanschlussgraben 60 Lfm. 80×55 cm à Fr. 10.85	650.—
Kosten des Kabels 4×10 mm² 1200 Lfm. à Fr. 4.—	4 800.—	90 Lfm. Anschlusskabel 4×2,5 mm² à Fr. 3.—	270.—
Kosten für 30 Sicherungskasten à Fr. 13.50	405.—	30 Kabelanzapfvorrichtungen à Fr. 17.50	525.—
900 Arbeitsstunden für Montage à Fr. 5.20	4 680.—	30 Gusskasten kombiniert für Empfänger und Sicherungen à Fr. 25.—	750.—
Total pro km und 30 Leuchten	20 735.—	1050 Arbeitsstunden für Montage à Fr. 5.20	5 460.—
Demgegenüber Kosten pro km u. 30 Leuchten (mit Netzkommandoanlage ohne eigenes Beleuchtungskabel)	10 505.—	30 Zentralsteuerungsempfänger (ohne Gehäuse) à Fr. 95.—	2 850.—
Ersparnis pro km und 30 Leuchten	10 230.—	Total pro km und 30 Leuchten	10 505.—
Pro Memoria:		*Pro Memoria:*	
15 Kandelaber mit Beleuchtungskörper à Fr. 850.—		wie links	18 000.—
15 Wandarme mit Beleuchtungskörpern à Fr. 350.—	18 000.—	Kostenanteil für die Zentralsteuerungs-Sendeanlage	1 000.—
Kostenanteil für die gemeinsame, automatische Steuerung der verschiedenen Beleuchtungsnetze	1 000.—		

eine Strasse beleuchtet werden muss, in welcher zwar bereits ein Niederspannungsverteilnetz verlegt ist, welche aber noch keine elektrische Beleuchtung aufweist. Oberirdische Leitungen für die Strassenbeleuchtung sollen nicht geduldet werden, so dass es notwendig ist, einen Kabelgraben zu erstellen, sofern die öffentliche Beleuchtung durch ein getrenntes Netz zu erfolgen hat.

Für den Aushub des Kabelgrabens inklusive Wiederherstellung der Strasse kann ein Betrag von Fr. 10.85 pro Laufmeter angenommen werden. Dieser Wert entspricht einem Mittel zwischen den niedrigsten Kosten (leichter Boden, kein Strassenbelag) und den Höchstkosten (harter und steiniger Boden, Strassenbelag Asphalt), nach *R. Dreiser* [19]. Ebenfalls wird angenommen, dass das normale Niederspannungs-Verteilkabel, das von Haus zu Haus geht, mit einer Abzweigung versehen werden kann, die zur Speisung der Strassenlampe dienen soll. Die Abzweigung soll entweder direkt bei der Einführung des Kabels in das Haus oder mit Hilfe einer einfachen Kabelanzapfvorrichtung realisiert werden. Ein grosses belgisches Elektrizitätswerk hat solche Kabelanzapfvorrichtungen aus Isoliermaterial entwickelt. Diese Vorrichtungen sind sehr billig und können installiert werden, ohne dass das Niederspannungs-Verteilnetz ausgeschaltet werden muss. Die gleiche Gesellschaft hat dieses Verfahren für die Speisung von ungefähr 16 000 Leuchten verwendet.

Eine weitere Annahme sei, dass von den total 30 Leuchten pro km Strassenlänge deren 15 auf Kandelabern und 15 auf an den Häusern befestigten Auslegern montiert seien.

Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich eine Vergleichsrechnung gemäss Tabelle IV.

Dieser Rechnung ist zu entnehmen, dass mit Hilfe einer Netzkommandoanlage — wie oben definiert — rund Fr. 10 000.— pro km eingespart werden. Trotzdem in diesem Betrag der Kostenanteil für die Sendeanlage nicht berücksichtigt ist, wird beispielsweise für eine Stadt von 50 000 Einwohnern bei einer 4 km langen Strecke, die beleuchtet werden muss, eine so grosse Einsparung realisiert, dass die Kosten für den Netzkommandosender vollständig gedeckt werden können.

Für eine solche Stadt ist selbstverständlich eine zu beleuchtende Strecke von 4 km sehr wenig. Jeder mehr zu beleuchtende km bringt die oben angegebene Einsparung von ca. Fr. 10 000.—. Dieses Beispiel basiert auf einem für die Netzkommandotechnik eher ungünstigen Fall, da angenommen wurde, die Steuerung der öffentlichen Beleuchtung hätte die gesamten Senderkosten zu tragen. Dies ist im allgemeinen nicht der Fall, da die andern Anwendungen der Netzkommandoanlagen ebenfalls einen Teil der Senderkosten decken.

Zu den finanziell direkt erfassbaren Vorteilen bei Anwendung der Netzkommandotechnik für die Strassenbeleuchtung kommt der schwer in Zahlen ausdrückbare Vorteil der Vermeidung einer Verkehrsbehinderung durch das sehr lästige Aufreissen von Kabelgräben ganzer Strassenzüge.

Schlussfolgerungen

Die vorstehenden Überlegungen zeigen klar, dass die Anwendungsmöglichkeiten der Netzkommandoanlagen sehr gross sind und dass eine Anzahl wirtschaftlicher und technischer Argumente ihre Einführung rechtfertigen.

Anhand von Beispielen wurde zunächst der Belastungsausgleich, d. h. die Spitzenbrechung, betrachtet (hauptsächlich Haushaltapparate mit thermischer Speicherung, wie Heisswasserspeicher). Jeder Empfänger gestattet eine Einsparung an Investitionen von ungefähr Fr. 1000.— durch Verminderung der Belastungsspitze des Netzes. Diese Einsparung ist 6mal grösser als die Investition für die Netzkommandoanlage selbst.

Der wirtschaftliche Vergleich zwischen der Steuerung mit Schaltuhren und mittels Netzkommandoanlagen schliesst zugunsten der letzteren ab. Mit der Verwendung einer normalen Anzahl von Empfängern im Netz wird unter Berücksichtigung der kapitalisierten Unterhaltskosten für Schaltuhren und für die Netzkommandoanlagen deutlich gezeigt, dass die Kosten einer Netzkommandoanlage nur etwa die Hälfte der Kosten für eine Steuerung mittels Schaltuhren ausmachen. Schliesslich kann durch die Anwendung der Netzkommandoanlage für öffentliche Beleuchtungsanlagen die Erstellung eines speziellen Kabelnetzes vermieden werden. Daraus ergibt sich eine wesentliche Einsparung der Kosten dieser Anlagen.

Jeder verantwortliche Betriebsleiter, der den Konsumenten einen möglichst günstigen Energiepreis und seinem Unternehmen eine gute Rendite sichern möchte, sollte deshalb untersuchen, ob eine Netzkommandoanlage nicht auch in seinem Betrieb erhebliche wirtschaftliche Vorteile bringen würde.

Literatur

[1] *Pfaehler, W.* und *Ch. Morel:* Vom Einfluss der Waschmaschine auf die Netzbelastung. Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 1, S. 13...19.

[2] *Delpastre, F.:* Chauffage électrique des locaux. Bulletin Soc. franç. Electr. 7e série, Bd. 7(1957), Nr. 79, S. 387...400.

[3] *Masukowitz, H.* und *W. Samwer:* Deutsche Erfahrung mit elektrischer Speicher-Raumheizung. Elektr.-Wirtsch. Bd. 57 (1958), Nr. 19, S. 605...614.

[4] *Grob, O.:* Netzkommandoanlagen der Zellweger A.-G. Uster. Bull. SEV Bd. 41(1950), Nr. 5, S. 178...181.

[5] *Koenig, W.:* Die Grundzüge des Zentralsteuerungssystems von Landis & Gyr. Bull. SEV Bd. 41(1950), Nr. 5, S. 173...178.

[6] *Spahn, E.:* Das Sauter-Fernsteuerungssystem. Bull. SEV Bd. 41(1950), Nr. 5, S. 181...184.

[7] *Cahen, F.* und *H. Prigent:* Le nouveau système de télécommande centralisée 175 Hz adopté par l'Electricité de France. Rev. Gén. Electr. Bd. 64(1955), S. 475...484.

[8] *Pelpel, J.:* La nouvelle télécommande centralisée à 175 Hz. Le système Pulsadis. Rev. Gén. Electr. Bd. 65(1956), Nr. 2 S. 69...79.

[9] *Grob, O.:* Zentralsteuerungsanlagen «ZELLWEGER». Wirkungsweise und Bau, insbesondere des Empfängers. Techn. Rdsch. 1955, Nr. 16.

[10] *Dejou, M. A.:* Raisons et principes des études technico-économiques sur la structure des réseaux de distribution. Bull. Soc. franç. Electr. 7e série, Bd. 7(1957), Nr. 82, S. 585...588.

[11] *McNaughton, D.:* The centralised load control of the Brisbane City Council. (Nicht veröffentlicht, Kopien können jedoch bei den Autoren dieser Veröffentlichung bezogen werden.)

[12] *Cautius, W.:* Kapitalbedarf der Netze. Elektr.-Wirtsch. Bd. 55(1956), Nr. 5, S. 119...121.

[13] *Hameister, G.:* Ausgewählte Betriebsspannungen, Netzschaltungen und Betriebsmittel zur wirtschaftlicheren Lösung der Übertragungs- und Verteilungsaufgaben. Elektr.-Wirtsch. Bd. 57(1958), Nr. 19, S. 598...604.

[14] *Marguerre, Fr.:* Anpassung von Atomkraftwerken an die Bedürfnisse der öffentlichen Versorgung. Atom und Strom Bd. 4(1958), Nr. 1, S. 1...8, in Elektr.-Wirtsch. Bd. 57(1958), Nr. 2.

[15] *Saudan, R.:* Die Erzeugungskosten der Kern-Energie. Bull. SEV Bd. 50(1959), Nr. 9, S. 433...437.

[16] *Mestres, C.:* Etude de la structure des réseaux ruraux dans les zones d'habitat dispersé. Bull. Soc. franç. Electr., 7e série, Bd. 7(1957), Nr. 82, S. 588...602.

[17] *Zwanziger, W.:* Grenzen einer Vermaschung von Niederspannungsnetzen. Elektr.-Wirtsch. Bd. 57(1958), Nr. 20, S. 640...646.

[18] *Ramusch, A.:* Kosten der Niederspannungs-Ortsnetzanlagen. Elektr.-Wirtsch. Bd. 57(1958), Nr. 20, S. 647...649.

[19] *Dreiser, R.:* Tendenzen und Empfehlungen zur technischen Gestaltung von Ortsnetzen. Elektr. Wirtsch. Bd. 57(1958), Nr. 23, S. 756...762.

[20] *Mackedanz, H.:* Wirtschaftlichkeitsberechnung in einfacher Form. Elektr.-Wirtsch. Bd. 55(1956), Nr. 16, S. 552...556.

[21] *Ott, G. M.:* Die Analyse von Belastungskurven — ein wichtiges Instrument für die betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis. Elektr.-Wirtsch. Bd. 58(1959), Nr. 17, S. 610...615, und Nr. 18, S. 636...642.

Adressen der Autoren:

O. Grob, dipl. Ing. ETH, Unterbühlenstr. 15, Uster.
R. Kniel, dipl. Ing. ETH, Krämerackerstr. 24, Uster.

Verbandsmitteilungen

Nächste Kontrolleurprüfung

Die nächste Prüfung von Kontrolleuren findet, wenn genügend Anmeldungen vorliegen, im Monat Mai dieses Jahres statt.

Interessenten wollen sich beim Eidg. Starkstrominspektorat, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, bis spätestens am *31. März 1960* anmelden.

Dieser Anmeldung sind gemäss Art. 4 des Reglementes über die Prüfung von Kontrolleuren für elektrische Hausinstallationen beizufügen:

das Leumundszeugnis
ein vom Bewerber verfasster Lebenslauf
das Lehrabschlusszeugnis
die Ausweise über die Tätigkeit im Hausinstallationsfach

Die genaue Zeit und der Ort der Prüfung werden später bekanntgegeben. Reglemente sowie Anmeldeformulare können beim Eidg. Starkstrominspektorat in Zürich bezogen werden (Preis der Reglemente 50 Rp.). Wir machen besonders darauf aufmerksam, dass Kandidaten, die sich dieser Prüfung unterziehen wollen, gut vorbereitet sein müssen.

Eidg. Starkstrominspektorat
Kontrolleurprüfungskommission

Aus dem Kraftwerkbau

Inbetriebnahme des Kraftwerkes Hinterthal

Nach einer Bauzeit von drei Jahren wurde am 4. Februar 1960 das *Kraftwerk Hinterthal* des Elektrizitätswerkes des Bezirkes Schwyz A.-G. in Betrieb genommen. Seine mittlere mögliche Jahreserzeugung beläuft sich auf 56 Millionen kWh, wovon 13 Millionen kWh auf das Winterhalbjahr entfallen. Die maximal mögliche Leistung des Kraftwerkes Hinterthal beträgt 13 MW. Die gesamten Baukosten belaufen sich auf ca. 15 Millionen Franken.

Kongresse und Tagungen

Energiewirtschaftliche Arbeitstagung

Aus der «Elektrizitätswirtschaft», Heft 1 (59. Jahrgang), der Zeitschrift der VDEW entnehmen wir, dass die nächste Arbeitstagung des Energiewirtschaftlichen Institutes an der Universität Köln am 6. und 7. April 1960 in Köln stattfinden wird. Es sind folgende Vorträge, die unter dem Generalthema «Internationale Zusammenhänge in der Energiewirtschaft» stehen, vorgesehen:

1. Mindestbedingungen für eine optimale Arbeitsteilung in der Energiewirtschaft
2. Sturkturvergleich der Energiewirtschaft Westeuropas
3. Internationale Zusammenhänge in den einzelnen Energiezweigen
   a) Kohlewirtschaft
   b) Mineralölwirtschaft
   c) Elektrizitätswirtschaft (einschliesslich Kernenergie)
   d) Gaswirtschaft (einschliesslich Erdgas)
4. Wirtschaftliche Verbesserungen des Energieverbrauches und ihre Rückwirkungen auf die Energieerzeugung
5. Koordinierung der Energiewirtschaftspolitik im gemeinsamen Markt als Aufgabe.

Wirtschaftliche Mitteilungen

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus «Monatsbericht Schweizerische Nationalbank»)

Nr.			Dezember 1958	Dezember 1959
1.	Import	10^6 Fr.	637,5	940,0
	(Januar-Dezember)	10^6 Fr.	(7 335,2)	(8 267,9)
	Export	10^6 Fr.	607,6	749,1
	(Januar-Dezember)	10^6 Fr.	(6 648,8)	(7 273,8)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden		6 830	3 248
3.	Lebenskostenindex*)	Aug. 1939 = 100	182,6	181,5
	Grosshandelsindex*)	Aug. 1939 = 100	213,7	215,7
	Detailpreise*): (Landesmittel) (August 1939 = 100)			
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh.		33	33
	Elektr. Kochenergie Rp./kWh		6,6	6,8
	Gas Rp./m³		30	30
	Gaskoks Fr./100 kg		20,03	16,69
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 42 Städten		1 689	2 379
	(Januar-Dezember)		(17 674)	(24 707)
5.	Offizieller Diskontsatz	%	2,5	2,0
6.	Nationalbank (Ultimo)			
	Notenumlauf	10^6 Fr.	6 109,3	6 343,9
	Täglich fällige Verbindlichkeiten	10^6 Fr.	2 726,4	2 535,3
	Goldbestand und Golddevisen	10^6 Fr.	8 890,2	8 903,9
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold	%	94,27	94,26
7.	Börsenindex		am 19. 12. 58	am 23. 12. 59
	Obligationen		100	97
	Aktien		445	573
	Industrieaktien		590	746
8.	Zahl der Konkurse		42	52
	(Januar-Dezember)		(704)	(557)
	Zahl der Nachlassverträge		17	16
	(Januar-Dezember)		(167)	(157)
9.	Fremdenverkehr		November 1958	November 1959
	Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten		13,1	13,4
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein:*		November 1958	November 1959
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr	10^6 Fr.	60,3	70,0
	(Januar-November)	10^6 Fr.	(764,1)	(795,2)
	Betriebsertrag	10^6 Fr.	66,7	76,9
	(Januar-November)	10^6 Fr.	(837,5)	(869,4)

*) Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Juni 1914 = 100 fallen gelassen und durch die Basis August 1939 = 100 ersetzt worden.