

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 51 (1960)
Heft: 4

Artikel: Wirtschaftliche Rechtfertigung der Netzkommandoanlagen
Autor: Grob, O. / Kniel, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-917020>

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: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://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 Gmunden¹⁾ 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 Gmunden¹⁾; 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 que 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].

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*

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.

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.—.

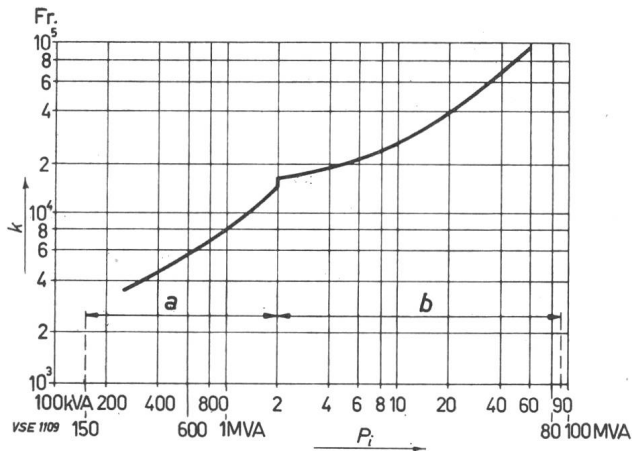


Fig. 1

Kosten einer Netzkommando-Sendeanlage in Abhängigkeit der Leistung des Hochspannung/Mittelspannungs-Unterwerkes, in dem die Sendeanlage installiert ist (im Fall der Mittelspannungseinspeisung) oder der gesamten Leistung aller Transformatorstationen Mittelspannung/Niederspannung (im Fall der Niederspannungseinspeisung)

- 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 andererseits durchschnittlich jeder Netzkommandoempfänger die Belastungsspitze um 0,4 kW herabsetzen kann, sparen zweieinhalb Netzkommandoempfänger eine Spitzenleistung von 1 kW ein. Diese kosten $2,5 \times \text{Fr. } 157.—$, also ungefähr Fr. 400.—, unbegriffen 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,

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

um durchschnittlich 0,4 kW herabzusetzen vermag, erspart man pro Empfänger $0,4 \times \text{Fr. } 200.— = \text{Fr. } 80.—$ 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	kein Arbeitspreis bei einer Benutzungsdauer < 4000 h; 0,016 sFr./kWh bei einer Benutzungsdauer > 4000 h
Belgisch-Kongo	2700...3800	kfr.	225...320	
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 Zinssatz von 5% samt Zinsseszins) Jahreskosten von Fr. 116.50, ein Betrag, der also sicherlich nicht zu hoch gegriffen ist.

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 Nachtenenergie zu verbessern.

In diesem Zusammenhang ist die allzu grosszügige Zulassung von Durchlauferhitzern besonders gefährlich. Wie G. M. Ott gezeigt hat, deckt sich die Verbrauchsspitze 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 Lastenausgleiches 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.

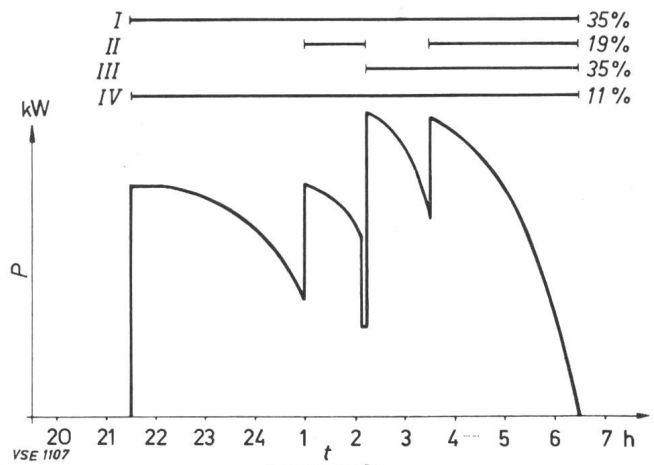


Fig. 3

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 Steuerungsmöglichkeiten — 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 $\frac{3}{4}$ h Arbeit für das Abmontieren und Ersetzen durch einen neuen Empfänger, $3\frac{1}{2}$ 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 $1\frac{1}{2}$ defekten Apparaten (sehr vorsichtiger Wert, da diese Zahl bei vielen Werken unter 1 % pro Jahr sinkt). Die Reparatur benötigt $1\frac{1}{2}$ 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) $\frac{3}{4}$ h für das Abmontieren der alten und Wiedermontieren der neuen Uhren und $6\frac{1}{2}$ h Arbeit in der Werkstatt plus Fr. 15.— für Material aufgewendet werden.

Reparatur defekter Uhren

Pro 100 installierte Uhren rechnet man mit 5 defekten Apparaten pro Jahr, welche $1\frac{1}{2}$ 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
<i>Unterschied zugunsten der Empfänger pro Gerät:</i>				
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.

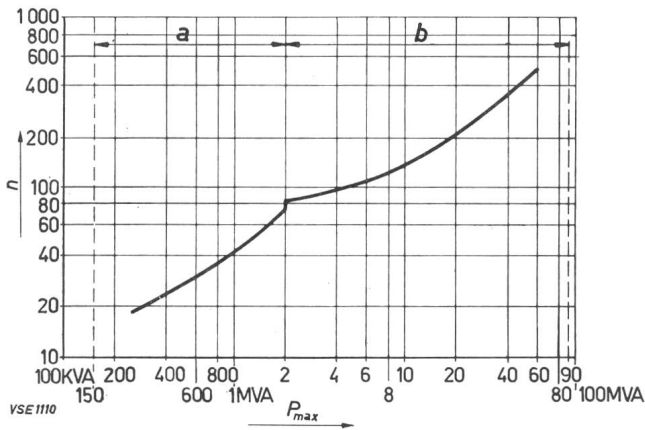


Fig. 4

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 Transformatorstation Mittelspannung / Niederspannung, welche dieses separate Netz speist. Falls der Bau des öffentlichen Beleuchtungsnetzes nicht gleich-

zeitig mit dem Bau des Hauptverteilnetzes⁶⁾ 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).

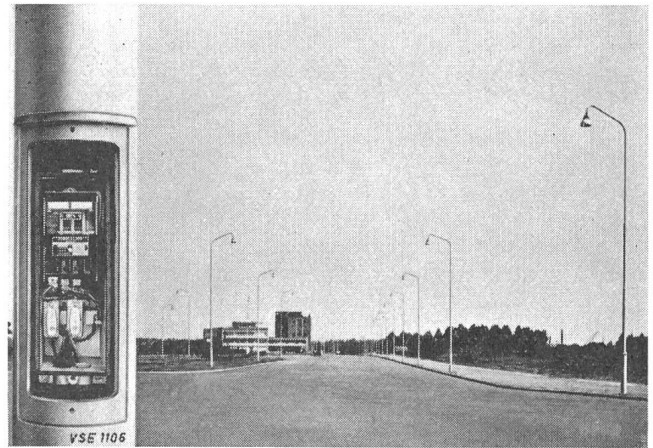


Fig. 5

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		mit Netzkommandoanlage ohne eigenes Beleuchtungskabel	
	Fr.		Fr.
Kosten für den Kabelgraben		Kosten für die kurzen Kabelanschlussgraben	
1000 Lfm. 80 × 55 cm à Fr. 10.85	10 850.—	60 Lfm. 80 × 55 cm à Fr. 10.85	650.—
Kosten des Kabels 4 × 10 mm ²		90 Lfm. Anschlusskabel 4 × 2,5 mm ² à Fr. 3.—	270.—
1200 Lfm. à Fr. 4.—	4 800.—	30 Kabelanzapfvorrichtungen à Fr. 17.50	525.—
Kosten für 30 Sicherungskasten à Fr. 13.50	405.—	30 Gusskasten kombiniert für Empfänger und Sicherungen à Fr. 25.—	750.—
900 Arbeitsstunden für Montage à Fr. 5.20	4 680.—	1050 Arbeitsstunden für Montage à Fr. 5.20	5 460.—
Total pro km und 30 Leuchten	20 735.—	30 Zentralsteuerungsempfänger (ohne Gehäuse) à Fr. 95.—	2 850.—
Demgegenüber Kosten pro km u. 30 Leuchten (mit Netzkommandoanlage ohne eigenes Beleuchtungskabel)	10 505.—	Total pro km und 30 Leuchten	10 505.—
Ersparnis pro km und 30 Leuchten	10 230.—		
<i>Pro Memoria :</i>		<i>Pro Memoria :</i>	
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 thermi-

scher 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. 7^e 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. 7^e 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., 7^e 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 Kontrollleurprüfung

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
Kontrollleurprüfungskommission*

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 maximale 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	1959
1.	Import (Januar-Dezember) } 10 ⁶ Fr. { Export (Januar-Dezember) }	637,5 (7 335,2) 607,6 (6 648,8)	940,0 (8 267,9) 749,1 (7 273,8)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden	6 830	3 248
3.	Lebenskostenindex*) } Aug. 1939 { Grosshandelsindex*) } = 100 { Detailpreise*): (Landesmittel) (August 1939 = 100)	182,6 213,7	181,5 215,7
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh.	33	33
	Elektr. Kochenergie Rp./kWh	6,6	6,8
	Gas Rp./m ³	30	30
	Gaskoks Fr./100 kg	20,03	16,69
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 42 Städten (Januar-Dezember)	1 689 (17 674)	2 379 (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 (Januar-Dezember)	42 (704)	52 (557)
	Zahl der Nachlassverträge . . (Januar-Dezember)	17 (167)	16 (157)
9.	Fremdenverkehr		November
	Bettenbesetzung in % nach den vorhandenen Betten . .	1958	1959
		13,1	13,4
10.	Betriebseinnahmen der SBB allein:		November
		1958	1959
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr } 10 ⁶ Fr. {	60,3 (764,1)	70,0 (795,2)
	Betriebsertrag }	66,7 (837,5)	76,9 (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.