

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 57 (1966)  
**Heft:** 13

**Rubrik:** Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

### 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:** 21.01.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Sonderdruck der «Seiten des VSE»

*Wir planen einen Sonderdruck aus den Seiten des VSE über die «Erfahrungen mit Netzkommandoanlagen». Es handelt sich um den Bericht über die 29. Diskussionsversammlung des VSE vom 13. Mai 1965 in Zürich und vom 9. Juni 1965 in Lausanne. Die Vorträge und die Diskussion dürfen füglich als Standortbestimmung der Schweizerischen Betriebsleute in bezug auf die Frage der Netzkommandoanlagen betrachtet werden.*

*Der Preis des Sonderdruckes von ungefähr 80 Seiten wird ca. Fr. 10.— betragen. Bestellungen werden bis zum 15. August 1966 entgegengenommen vom Sekretariat des VSE, Postfach 3295, 8023 Zürich.*

### Erfahrungen mit Netzkommandoanlagen

Bericht über die 29. Diskussionsversammlung des VSE vom 13. Mai 1965 in Zürich und vom 9. Juni 1965 in Lausanne  
Fortsetzung aus Nr. 22, 23, 24 (1965) und 2, 3, 4, 9, 10, 11 und 12 (1966).

### Diskussion (Fortsetzung)

**Dipl.-Ing. Dr. sc. techn. Hans Kitten, Wissenschaftlicher Konsulent des Vorstandes der Oberösterreichischen Kraftwerke AG, Gmunden**

Der Redner begrüsste die beispielgebende Objektivität der Schweizerischen Fachkollegen bei der Berichterstattung über ihre Betriebserfahrungen mit ihren Systemen. Er selbst trete für das von der Électricité de France adoptierte 175 Hz-Rundsteuersystem ein, vor allem deswegen, weil die extrem niedrige Frequenz erfahrungsgemäss die besten Ausbreitungsverhältnisse im 50 Hz-Netz gewährleiste. Darüber hinaus vertritt er entschieden die Idee der elektronischen statischen Sender, die allerdings derzeit noch teurer sind als die in ihrer Art bewährten rotierenden Umformer. Er übersieht jedoch hiebei keineswegs die Vorteile und Qualitäten der schweizerischen Systeme und unterstreicht insbesondere die da und dort wechselseitig kritisierten Lösungen, z. B. der Aufteilung eines grösseren Rundsteuergebietes in Teilgebiete oder der Anwendung höherer Sendepegel zwecks «Zudeckung» des Störpegels, als durchaus richtig und wirtschaftlich realisierbar. Er ist aber persönlich der Auffassung, dass nicht ausschliesslich kommerzielle Gesichtspunkte, d. h. etwa billigste Preise, bei der Auswahl eines Rundsteuersystems zur Lösung einer gegebenen Rundsteueraufgabe massgebend seien, sondern auch Gesichtspunkte, die ihm als Ingenieur bei der Befassung mit Rundsteuerproblemen insbesondere auch im Sinne ihrer Weiterentwicklung massgebend erscheinen.

**Der Diskussionsleiter, Herr Schaad, Interlaken,** dankt den beiden Rednern aus dem Ausland für ihre netten Worte an die Adresse der Schweiz. Übrigens hatte er schon in seiner Einleitung auf die erste Netzkommandoanlage in der

Im Rahmen des Unternehmens, dem er angehört, sind derzeit zwei 175 Hz-Anlagen, System PULSADIS, geliefert von der Firma Danubia in Wien, und eine 194 Hz-Anlage, geliefert von Firma Landis & Gyr, Zug, in Betrieb. Die PULSADIS-Anlagen haben elektronische Sender mit Thyatronröhren. Die Thyatronsender verursachten im ersten Anlauf da und dort gewisse Schwierigkeiten, die aber inzwischen vollkommen überwunden worden sind. Die Sender arbeiten einwandfrei. Soweit dem Berichter bekannt, interessieren sich übrigens auch Schweizer Konstrukteure von Tonfrequenzrundsteueranlagen für die Realisierung von statischen Sendern.

Er berichtete ferner kurz darüber, dass im Rahmen des Verbandes der Österreichischen Elektrizitätswerke die Abfassung eines Pflichtenheftes für Tonfrequenzrundsteueranlagen im Gange ist. Er begrüsste es daher, dass der VSE die von ihm bereits abgefassten Empfehlungen dem Österreichischen Verband zur Kenntnis bringen wird.

Spezielle Fragen, die ihn interessieren, seien der Wirkungsgrad der Ankoppelung und die Auffassung über die zulässige Grösse der Resonanzüberhöhung der Tonfrequenzrundsteuerspannungen in rundgesteuerten Netzen.

Schweiz, der Drahtsteuerung mit Schrittschaltwerken von Uznach hingewiesen; der Sohn des Realisators dieser Anlage, **Herr K. Jud**, hat aber etwas zu berichten über eine der ersten Landis & Gyr-Anlagen der Schweiz, derjenigen von Davos.

## K. Jud, Direktor des Elektrizitätswerkes der Landschaft Davos

Die freundlichen, vom Präsidenten an die Adresse meines Vaters gerichteten Worte, verdanke ich bestens und werde sie sehr gerne übermitteln. Die erste Netzkommando-Anlage, eine **Drahtsteuerung**, in Uznach war bis 1955 in Betrieb. Sie wurde 1948 infolge Aufgabe der Apparatefabrikation sukzessive durch eine L & G-Anlage ersetzt.

Das EW Davos hat als eines der ersten Werke eine Netzkommando-Anlage mit *Tonfrequenz-Netzüberlagerung* in Betrieb gesetzt. Es handelt sich um eine 485 Hz L & G-Steuerung aus dem Jahre 1942. Die Anlage ist nun 20 Jahre in Betrieb. Sicherlich dürften daher einige Bemerkungen über unsere Betriebserfahrungen interessieren.

### Anlagenbeschreibung

Da man sich damals noch nicht so recht an die Hochspannungs-Überlagerung wagte, und das konzentrierte Gebiet von Davos ein in den Dreissiger Jahren ausser Betrieb gesetztes, aber betriebsfähiges einphasiges 3 kV-Netz besass, benutzte man dieses für die Signal-Übermittlung zu den **Nullpunkt-Serie-Überlagerungs-Transformatoren** von damals rund 30 Transformatorenstationen. Im Jahre 1948 wurde zusätzlich eine Hochspannungsleitung mit Serie-Überlagerung für abgelegene Stationen eingerichtet. (Siehe auch SEV-Bulletin 1950, Nr. 5, Seite 189).

### Weiterer Ausbau

1959 schafften wir einerseits aus Reservegründen, andererseits infolge Erreichens der Leistungsgrenze der immer noch funktionierenden ersten Gruppe eine weitere, stärkere Umformieranlage an. Heute werden niederspannungsseitig 49 Transformatorenstationen mit 20660 kVA-Trafoleistung und hochspannungsseitig mittels drei Hochspannungs-Überlagerungstransformatoren 38 Stationen mit 5448 kVA installierter Trafoleistung erfasst. Die Netze von 18 Stationen mit 4660 kVA können noch nicht gesteuert werden. Für die Bedienung dieser

Orte wären nochmals 4 bis 5 Hochspannungsankopplungen einzubauen. Trotzdem es sich hier vorwiegend um Bahnbetriebe handelt, besteht heute das Bedürfnis, die an diesen Anlagen angeschlossenen Restaurants und Nebenverbraucher miteinzubeziehen. Der Aufwand steht aber in keinem günstigen Verhältnis zum Resultat. Es handelt sich hingegen gerade um die abgelegenen und unzugänglichen Netzpunkte auf den Bergen.

### Positive Punkte

a) Der Anschaffungspreis war im Verhältnis zur ursprünglich vorgesehenen Netzüberlagerung günstig.

b) Die Verbrauchersteuerung ist sehr lastanpassungsfähig, wobei vor allem die Grossboiler ihre Wirkung geben. Während der Hochsaison in den Wintermonaten erreichen wir am Vormittag eine durchschnittlich konstante Last. Eine Mittags spitze ist trotz Ausmerzung des Gaswerkes im Jahre 1945 nicht sichtbar.

c) Die Tarifschaltung ist einheitlich und genau.

d) Die gleichzeitige Bedienung der Strassenbeleuchtung wird sehr geschätzt.

e) Bei vorübergehender Überlastungsgefahr der Umformergruppe, d. h. bei ungenügender Signalabgabe kann durch Aufteilung der Steuerkreise und durch wechselweises Durchgeben der Steuerbefehle dennoch das ganze Netz genügend überlagert werden.

f) Trotz ab und zu auftretenden Abnutzungserscheinungen von Relais funktioniert die Anlage noch einwandfrei.

### Negative Punkte

a) Für jede neue Station sind zwei Steuerdrähte, d. h. ein Kabel nachzuziehen und ein, beziehungsweise bei grossen Transformatoren zwei Überlagerungstransformatoren einzubauen. Im Gegensatz zu den Einrichtungskosten sind die Aufwendungen für die Erweiterungen sehr hoch.

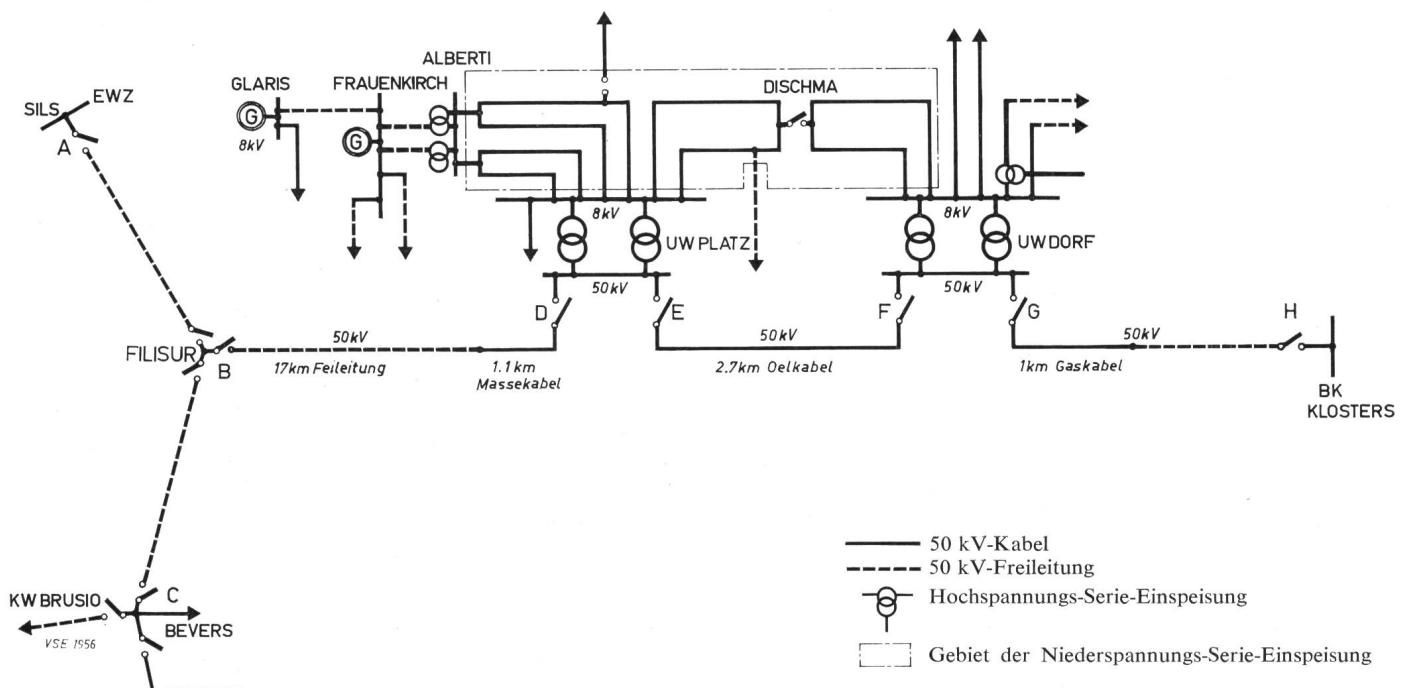


Fig. 1  
Netzaufbau des EW Davos

b) Die Überlagerung des Gesamtnetzes bringt sehr kostspielige Zusatz-Transformatoren und Einbauten mit sich. Dabei spielen die Platzverhältnisse eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

c) Die einphasig serie-überlagerten Hochspannungsnetze führen das Signal nur in 2 Phasen mit und es verbleibt damit in den Aussenstationen oft nur noch eine schwache Tonfrequenzspannung. Dabei erhalten einphasig angeschlossene Häuser zum Teil das Signal überhaupt nicht; in andern ist zum Einbau des Empfängergerätes für das Suchen der richtigen Phase jedes Mal die Gesamtanlage in Betrieb zu setzen.

d) Das Fehlen von Sperren und Saugkreisen ermöglicht die Beeinflussbarkeit der eigenen Empfänger durch fremde Anlagen und Störspannungen.

Bei der bisherigen Netzkonzeption wurden Unannehmlichkeiten in dieser Beziehung allerdings nicht erlebt. Erst die Verlegung eines 2,7 km langen 50 kV-Dreileiter-Oelkabels und eines 1 km langen Dreileiter-Gaskabels für den Anschluss des neuen Unterwerkes Davos-Dorf mit zusätzlichen Stromlieferungs-Programm-Umschaltungen im Frühjahr 1965, verursachten in *Schwachlastzeiten* (unter 1000 kW Bezug) sehr grosse Unannehmlichkeiten. Dabei wurden folgende Situationen festgestellt (siehe Schema Fig. 1):

1. Parallelbetrieb unseres Netzes mit den BK-Klosters (H), Schalter D geöffnet: keine Störspannung feststellbar.

2. Parallelbetrieb unseres Netzes mit Sils-EWZ (A), Schalter G geöffnet, UW Dorf als Einspeisepunkt ausser Betrieb (Zwischensaison): in gewissen Nächten sind die 9. und 11. Harmonische so hoch, dass eine Anzahl Empfänger (485 Hz) anzusprechen beginnt und andauernd durchläuft. Die Folge ist das stetige Ein- und Ausschalten der Verbrauchergruppen.

Angestellte Untersuchungen ergaben die nachstehend angeführten interessanten Ergebnisse:

Albulaleitung B—C im Leerlauf	}	hohe
Strecke A—B—D schwach belastet		konstante
Kabel E—F im Leerlauf		Störspannung

Albulaleitung B—C belastet,  
also Strecke A—B—C belastet,  
Strecke B—D schwach belastet,  
Kabel E—F im Leerlauf

Albulaleitung B—C Leerlauf,  
Strecke A—B—D belastet,  
Kabel E—F ausgeschaltet

} un-  
bedeutende  
Störspannung

} un-  
bedeutende  
Störspannung

Die rechnerische Nachprüfung der Resultate bestätigte die Vermutung, dass eine im Raum Sils-Chur-Bündner-Oberland — vermutlich durch eine stärkere Maschine entstehende Oberwelle — unter den beschriebenen Bedingungen Resonanz findet und damit die EWD-Empfänger zu stören vermag. Diese äusserst unangenehme Erscheinung beschränkt die starkstrommässigen Schaltungsmöglichkeiten und kann vorhandene Energieversorgungswege in Frage stellen.

Die angeführten vier negativen Punkte sowie der neue Unterwerkkreis werden uns zur Anschaffung von 2 neuen Anlagen mit Saugkreis zwingen. Im übrigen glauben wir, dass der Ersatz einer aus der Pionierzeit stammenden Tonfrequenzanlage ohnehin gelegentlich fällig wird.

#### *Gesamthaft gesehen*

Die Netzkmando-Anlage ist eine äusserst nützliche Einrichtung, auf die wir nicht mehr verzichten möchten. Sie wird in Störungsfällen sehr unangenehm, und ihr Ausfall ist auf den Betriebsleiter drückender als z. B. ein Turbinendefekt oder eine andere Netzstörung. Letztere trifft eine Vielzahl von Verbrauchern und ist überall sichtbar (Strassenbeleuchtung, Klopfen der Schütze bei den Abonnenten).

Aus diesen Gründen sind unbedingt zwei Gruppen mit separater Steuerung und ein Reservesender zu empfehlen. Damit wird eine ruhige allfällige Defektsuche ermöglicht. Der Steuerungsbetreuer darf mit gutem Gewissen ebenfalls abwesend sein, was ihm in Anbetracht der allgemeinen 5-Tage-Woche mit den damit verbundenen Wochenendwünschen und Ferienträumen auch nicht zu verwehren ist (Fig. 2).

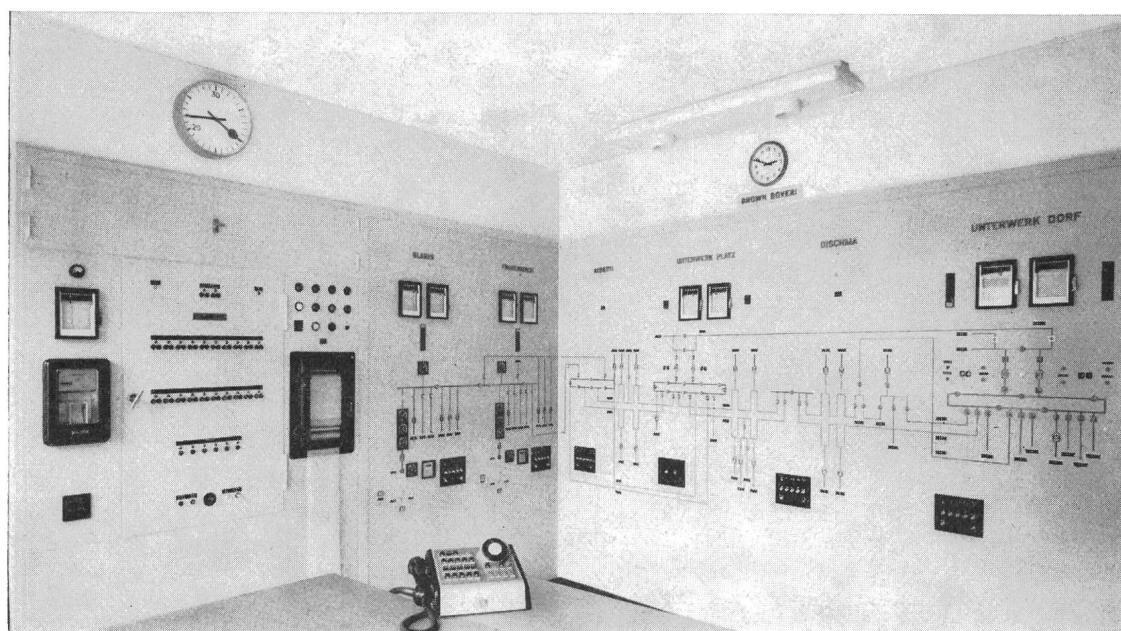


Fig. 2  
**Betriebswarte im Betriebsbüro**

Links Summenmessung und Netzkommandosteuerung, anschliessend Fernbedienung und Überwachung von 2 Zentralen, 2 Schaltstationen und 2 Unterwerken

## H. Wüger, Direktor der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich

Sie haben heute schon sehr viel Interessantes zu hören bekommen. Ich möchte Ihnen nur kurz einige Angaben über unsere Netzkommandoanlagen machen und auf einige Details hinweisen, die vielleicht etwas anders gelöst wurden als an andern Orten.

Die ersten Versuchsanlagen von Zellweger AG, Landis & Gyr AG und Brown Boveri & Cie. AG kamen schon 1946 in Betrieb. BBC gab die Versuche bald auf, die beiden andern Anlagen blieben jedoch über 10 Jahre in Betrieb. Aus geschäfts-politischen Gründen konnte aber erst 1958 eine Entscheidung getroffen werden, die zugunsten der Zellweger AG ausfiel.

Im Prinzip rüsten wir alle Unterwerke mit einer Sende-anlage aus, die das zugehörige 16 kV-Netz speist. Zwölf An-lagen sind bestellt und sieben bereits in Betrieb. Heute sind etwa 13 000 Empfänger in Betrieb; im Endausbau werden wir ca. 50 000 Empfänger benötigen.

In den Unterwerken ist jedem Haupttransformator ein Sender zugeordnet, so dass beim Zu- und Abschalten der Trans-formatoren die Senderleistung automatisch angepasst wird.

Da früher das ganze Netz mit Schaltuhren ausgerüstet war, bringt uns die Netzkommandoanlage keinen Vorteil hin-sichtlich der Glättung der Belastungskurve. Für uns fiel da-gegen folgendes in Betracht:

- Die bei einem Überlandwerk besonders ins Gewicht fal-lenden Einsparungen an Personalkosten für das periodische Verstellen der Uhren,
- die laufenden Gangkontrollen und
- der Wegfall der vielen Reklamationen wegen Gangdifferen-zien bei der Tarifumschaltung und den Strassenbeleuchtungen. Ähnlich wie die Centralschweizerischen Kraftwerke betreiben auch wir sogenannte Überfernsteuerungen. Binnen kurzem werden von 16 Werken und Unterwerken nur noch deren 4 bedient sein. Die 12 übrigen Anlagen werden fernbedient, auch hinsichtlich der Netzkommandoanlagen.

Störungen an den Netzkommandoanlagen haben wir wenig. Herr Brugger, Chef unserer Zählerabteilung, flüsterte mir so-eben ein, dass es etwa 2% seien, also eine ähnliche Zahl, wie sie Herr Mühletaler nannte.

Unsere Sende-anlagen sind bezüglich ihrer Leistung reich-lich bemessen, so dass wir bei Störungen in einem Unterwerk auch die Tonfrequenzenergie von einem Nachbarunterwerk her beziehen können. Aber am Rand unseres Absatzgebietes, wo wir Notverbindungen zu den andern Kantonswerken ein-gerichtet haben, können Schwierigkeiten entstehen, denn beim Einspeisen aus einem fremden Netz fallen nicht nur unsere eigenen Signale aus, sondern es dringen möglicherweise nicht in unser System passende tonfrequente Impulse ein, und diese können unter Umständen stören.

Wir müssen prüfen, ob für solche Fälle ein fahrbarer Sen-der, kombiniert mit einer Sperre, gebaut werden kann.

Nun noch eine Ergänzung zu den Ausführungen von Herrn Direktor Schmucki über die Frequenzen:

Gerade die Ordnung der Frequenzen war seinerzeit ein Hauptgrund zur Bildung der VSE-Kommission für Netzkom-mandofragen. Leider hat man sich dann nicht an den Fre-quenzplan gehalten, wie das Herr Direktor Schmucki schon sagte. Daraus entstanden recht erhebliche Schwierigkeiten. Wie vorher erwähnt, konnten wir erst relativ spät eine Netzkommandoanlage bestellen. In dieser Schwebezeit entbrannte im Kanton Zürich zwischen den Fabrikanten ein sehr scharfer

Kampf. Jeder wollte sich ein möglichst grosses Betätigungs-feld sichern. Was dabei herauskam, erkennt man im Bild. Darin sind mit verschiedenen Schraffuren die Gebiete ange geben, in denen die EKZ 750 Hz-Anlagen betreiben und für die solche Anlagen im Bau oder bestellt sind. Dazwischen liegen die Gebiete der Wiederverkäufer, und die Zahlen lassen das wilde Frequenzmosaik, um nicht zu sagen Frequenzchaos erkennen, das jetzt entstanden ist (Fig. 3).

Wenn man diese Karte betrachtet, kann man nicht recht verstehen, warum die VSE-Kommission den Frequenzplan aufgehoben hat. Das FK8 des CES hat nun versucht zu retten, was zu retten war, und hat neben den Spannungen und Strömen auch noch die Frequenzen genormt. Auf Grund von Be sprechungen mit den Fabrikanten von Netzkommandoanla-gen ist die Zahl der dafür genormten Frequenzen gegenüber der früheren VSE-Liste noch vermehrt worden.

Wie Herr Direktor Jud vorhin sagte, ist es wichtig, dass Netzkommandoanlagen auch bei ausserordentlichen Schalt-zuständen richtig arbeiten. Das ist aber mit tragbaren Mitteln nur möglich, wenn man sich strikte an die Normung hält, und ich ersuche Sie, dies im allgemeinen Interesse zu tun.

Wir hatten verschiedentlich Reklamationen, verursacht durch pfeifende Zentralheizungsanlagen, entgegenzunehmen. Die Erscheinung geht von den Umwälzpumpenmotoren aus. Sie bringen, angeregt durch die Sendeimpulse, das ganze Zen-tralheizungssystem zum Schwingen. Die Schwingungen über-tragen sich auf Decken und Wände der Gebäude. Nachts sind die Störungsgeräusche in der Regel stärker wegen der geringer-en Netzlast und des kleineren Störpegels in der Umgebung. Die Störgeräusche sind in einem und demselben Raum vielfach nur an bestimmten Punkten hörbar; an andern, manchmal in Distanzen von weniger als 1 m, überhaupt nicht. Die Störungen lassen sich anscheinend auf kein bestimmtes Mo-torenfabrikat zurückführen. Einseitig gelagerte Motoren schei-nen störanfälliger zu sein als solche, die zwei Lager aufweisen. Ausgelaufene Lager sind an der Störwirkung ebenfalls mit-beteiligt. Die Schwingungen scheinen sich nur durch die me-tallische Verbindung zwischen Motor und Zentralheizungs-system zu übertragen. Die Wassersäule ist daran nicht be-teiligt. Mit kurzen Gummizwischenstücken kann man die Störwirkung zum Verschwinden bringen. Gute Resultate wur-den durch Vertauschung von Motoren erzielt. Ein und der-selbe Motor stört in einem Zentralheizungssystem stark und in einem andern überhaupt nicht.

Die Anzahl der pfeifenden Motoren ist, gemessen an der Zahl der vorhandenen Zentralheizungsanlagen, gering. An-lass zur Beunruhigung besteht nicht.

Verschiedentliche Meldungen gingen ein von Fernseh-Besitzern. Während der Sendungen bewegt sich das Fernsehbild wellenartig, ähnlich wie eine vom leichten Wind angeblasene Leinwand. Auch hier lassen sich die Störungen nicht auf be-stimmte Fabrikate zurückführen. Von mehreren Apparaten des gleichen Typs reagieren einzelne und die andern nicht. Eine grosse Herstellerfirma von Fernsehempfängern, auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht, versicherte, es sei verhält-nismässig einfach, für Abhilfe zu sorgen. Sie wird in Zukunft alle Empfänger vor der Freigabe auf die üblichen Netzkom-mandofrequenzen hin untersuchen. Falls nicht schon gesche-hen, wäre es angezeigt, alle Fernsehfirmen auf dieses Phäno-men aufmerksam zu machen.

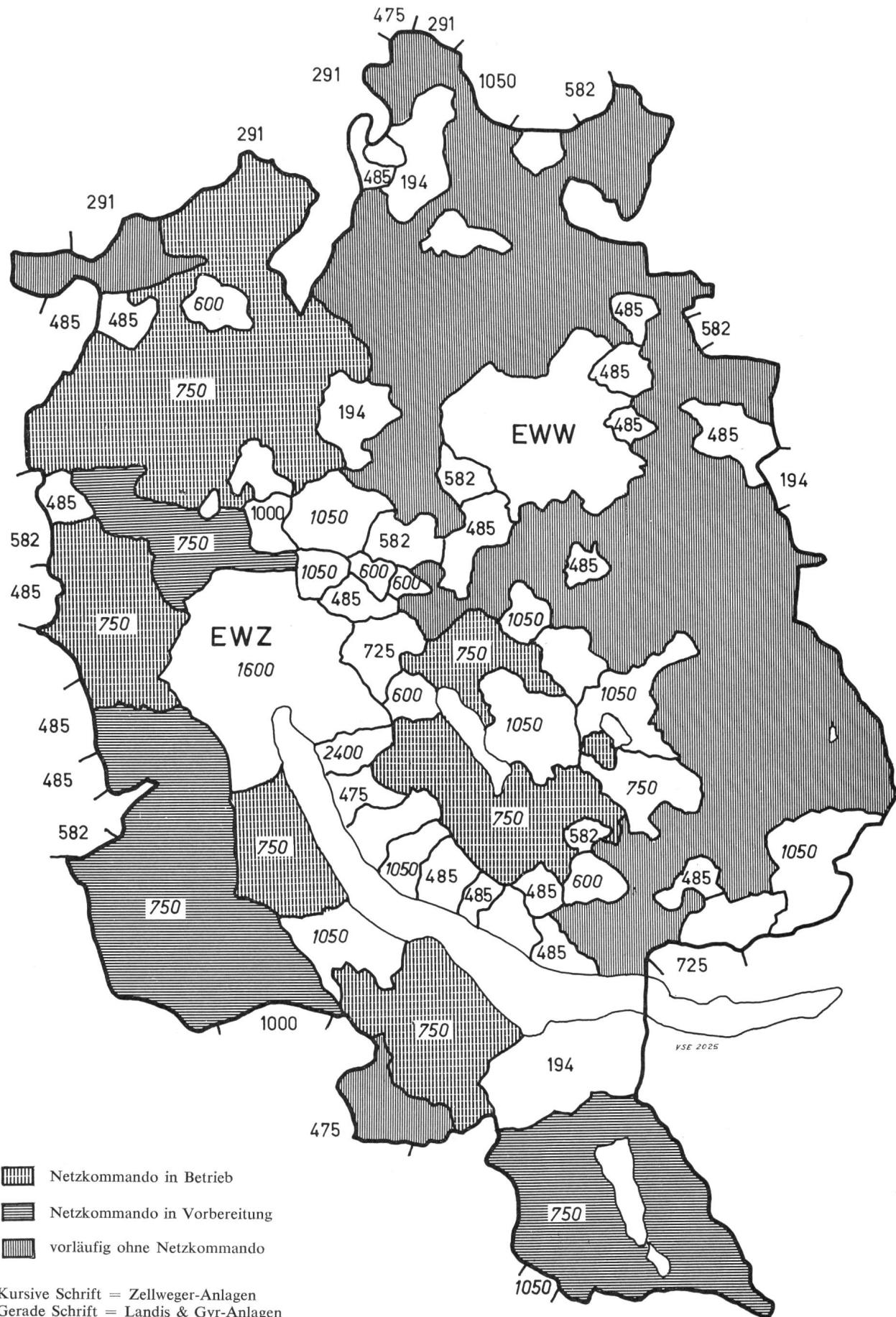


Fig. 3  
**Versorgungsgebiet der EKZ**  
 Benutzte Steuerfrequenzen

Die EBM hat sich im Jahre 1956 entschlossen, eine Netzkommandoanlage in ihrem Verteilnetz einzurichten. Die zu dieser Zeit in unserem Netz vorhandene Entwicklung bedingte eine jährliche Anschaffung von rund 650 Schaltuhren. Das zwei Jahre vorher in Betrieb gekommene Kraftwerk Birsfelden, woran die EBM mit 30% an der Energieproduktion beteiligt ist, führte zum Wunsch, zwecks besserer Ausnutzung der Laufwerkenergie über das Wochenende die Heisswasserspeicher dauernd in Betrieb lassen zu können. Die Steuerung eines solchen Programms kann sinnvoll nur durch eine zentrale Einrichtung verwirklicht werden, sodass — auch im Hinblick auf die Preisdifferenz Uhr — ZE — der Entschluss zur Einführung der Netzkommando-Anlage gefasst wurde.

Die richtige Wahl der Tonfrequenz ist weitgehend von der Gestaltung des Netzes und von der Kopplung gegenüber Nachbarnetzen abhängig. Vorerst wurden in unserem Netz Messungen durchgeführt, die die Verteilung der Oberwellen im Netz bestimmten. Aus dieser Suche der oberfrequenzfreien Gebiete, bei welchen bei 220 V keine Überlagerungsspannung von mehr als 0,3 V auftritt, ergaben sich verschiedene in Frage kommende Frequenzgebiete. Eine relativ hohe Frequenz, z.B. 1600 Hz, die in Stadtnetzen durchaus vorteilhaft sein kann, schied für uns aus, da das 13 kV-Netz besonders in damaliger Konzeption z. T. relativ lange Freileitungen aufwies, wodurch zu grosse Spannungsabfälle auftreten würden. Die Verwendung einer mittleren Frequenz schien uns am vorteilhaftesten. Auch der kaum nennenswerte Abfluss von Steuerenergie in das 50 kV-Netz und die Rücksichtnahme auf benachbarte Werke ergab schliesslich die Wahl von 1050 Hz.

Wahl der Einspeisungsart: Diese erfolgt dezentralisiert, d.h. jedes UW erhält eine eigene Tonfrequenzgruppe. Da bereits der grundsätzliche Entscheid zur Fernsteuerung sämtlicher UW von Münchenstein aus getroffen worden war, entschied man sich auch zur zentralen Steuerung der Netzkommando-Anlage. In Münchenstein befindet sich die Kommando-Einrichtung mit Mutteruhr, von der aus normalerweise die Gruppen sämtlicher UW gleichzeitig gesteuert werden und die Programmgebung erfolgt. Die Inbetriebnahme nur einzelner UW-Gruppen ist möglich. Dies ist besonders in Störungsfällen zur Entlastung der betroffenen UW vorteilhaft.

Für die Leistungsdimensionierung der Tonfrequenzgruppen ist die Netzeistung massgebend. Für das erste mit einer Zentralsteuerung ausgerüstete UW Münchenstein ergab sich eine 50 kW-Gruppe. Für die übrigen UW waren folgende Überlegungen wegleitend. Die UW sind bezüglich Disposition und Leistung normalisiert. Sie werden für drei Trafo-Einheiten vorgesehen. Normalerweise werden bei Inbetriebnahme zwei Trafo mit total 25,6 MVA aufgestellt. Für die Tonfrequenzgruppe ergibt sich damit eine Leistung von 24 kW. Aus Sicherheitsgründen werden zwei solcher Gruppen montiert. Im Endausbau der UW sind drei Trafo à 20 MVA vorhanden, deren mittlere Belastung 70% nicht überschreiten wird. Abgesehen von der damit erreichten vollen Betriebssicherheit bezüglich Transformiererkapazität in jeder einzelnen Anlage

werden beide vorhandenen Tonfrequenzgruppen im Parallellauf mit zusammen 48 kW dieser Netzlast im normalen Schaltprogramm voll genügen können. Die Ankopplung erfolgt jedoch nicht direkt an die Sammelschiene, sondern an die 13 kV-Seite der 50/13 kV-Trafo, und zwar für jeden Trafo einzeln. Sollte in diesem Ausbaustadium nur eine Gruppe zur Verfügung stehen, lässt sich durch Netzaufteilung auf zwei Sammelschienen und nacheinander folgende Einspeisung eine einwandfreie Befehlsdurchgabe in jedem Fall verwirklichen. Diese Disposition weicht in Details von denjenigen der Hauptreferenten ab. Es lässt sich aber damit die Preisersparnis durch Wahl einer möglichst grossen Umformertype gegenüber mehreren kleineren Typen mit Freizügigkeit bei der Ausserbetriebnahme von Trafos in vorteilhafter Weise kombinieren. Die Anpassung der Tonfrequenzleistung und der Tonfrequenzkreise ist damit immer gewährleistet.

Unsere Tonfrequenzanlage ist ebenfalls mit Gruppenwahl ausgerüstet. Vorgesehen sind drei Gruppen à 18 Doppelbefehle, ausgebaut sind heute zwei Gruppen à 18 Befehle, wovon lediglich drei Befehle als Reserve noch nicht belegt sind. Das Programm umfasst die Steuerung der Tarife, der Heisswasserspeicher und der Strassen- und Schaufensterbeleuchtung. Ferner werden als Verbraucher die Bäckereiöfen, Futterkessel, Akkumulieröfen und die Kirchenheizungen separat gesteuert. Abgesehen von der Aus- und Einschaltung der Gleichrichter für drei von uns versorgte Vorortsbahnen und einem Alarmruf für unsere eigene Montagegruppe sind keine Spezialaufgaben vorhanden und auch grundsätzlich nicht vorgesehen. Die Umlaufzahl beträgt heute 24, früher 36. Den Ausschlag zur Reduktion gab das Defektwerden der Antriebsmotoren der 50 kW-Umformergruppen.

Zu den Störungen an den Empfängern kann folgendes gesagt werden:

Störungen infolge	
defekter Einzelteile	107 ZE = 1,1 %
Fehlschaltungen	50 ZE = 0,5 %
Fabrikationsfehler	189 ZE = 1,9 %

Von den zuletzt erwähnten Störungen werden hauptsächlich die ZE der ersten Serien betroffen. Im elsässischen Netzteil wurden erst seit 1960 ZE montiert, die mittlere Reparaturanfälligkeit liegt bei ca. 1,3%. Es darf erwartet werden, dass die Reparaturquote auch bei uns noch weiter abnehmen wird. ZE mit Fabrikationsfehlern werden außerdem von der Lieferfirma in Garantie repariert, selbst wenn der ZE schon einige Jahre in Betrieb gestanden ist.

Zum Schluss noch zu den Störquellen. Wichtig ist ein einwandfreies Netz; Unsymmetrien und Spannungsabfälle, die bei 220 V, 50 Hz noch keine Rolle spielen, ergeben immer Ungenügen für die Tonfrequenzspannung. Dies gilt für ganze Netzgruppen wie auch für Einzelobjekte.

Zum Schluss darf gesagt werden, dass sich die Einrichtung der Netzkommando-Anlage sicher gelohnt hat und auch im Betrieb vielfältig und wirtschaftlich eingesetzt werden kann.

#### **A. Bühler, Direktor der Industriellen Betriebe der Stadt Chur**

Ich möchte Sie kurz über die Netzkommandoanlage des EW Chur orientieren. Chur hat bereits im Jahre 1947 eine Netzkommandoanlage durch die Firma Zellweger AG, ein-

richten lassen. Die Anlage arbeitet mit 2000 Hz. Ende 1964 waren 1410 Empfänger montiert. In der Zentrale Sand steht eine Umformergruppe von 10 kW Leistung. Sie speist in das

10 kV- und in das 2 kV-Hochspannungsnetz. Eine Umformergruppe gleicher Leistung ist im Unterwerk Titt eingebaut. Zwei weitere Unterwerke werden projektiert. Sie werden gleiche Umformergruppen erhalten wie die bereits eingebauten. An wichtigen Reserveteilen sind vorhanden: Eine Umformergruppe von 1,5 kW Leistung, drei Drosselpulen und ein Prüfsender. Die Umformergruppe versorgte 1949 das ganze Verteilnetz bei einer gesamten Netzlage von 14000 kW. Der Prüfsender kann die Aufgabe des Kommandogerätes übernehmen.

Die Netzkommandoanlage wird hauptsächlich für folgende Aufgaben eingesetzt: Tarifsteuerung, Steuerung der Strassenbeleuchtung über Empfänger in den Transformatorenstationen, Sperrung von Nachtverbrauchern, Sperrung verschiedener Apparate während der Mittagsspitze, Sperrung von Boiler mit mehr als 50 l Inhalt nach Bedarf. Der Aufwand für den Unterhalt der Anlagen ist gering. Pro Jahr werden etwa 50 Empfänger ausgewechselt, d. h. ca. 3%. Nicht alle sind reparaturbedürftig, sondern nur ein kleiner Teil. Bei den anderen ist es meistens die etwas knappe Steuerspannung im Einphasennetz, die zu Störungen Anlass gibt. Teilweise haben wir Empfänger seit 1949 ohne Revision in Betrieb. Nach unseren Erfahrungen dürfte eine Revisionsperiode von etwa 20 Jahren in Frage kommen. Störungen fremder Netzkommandoanlagen durch unsere Anlage sind bisher nicht vorgekommen. Auch Beeinflussungen von Fremdapparaten waren nicht zu verzeichnen, obwohl wir wegen der im Einphasennetz knappen Steuerspannung Mühe haben, die «Meisterkurve» einzuhalten. Bei Kinoapparaten sind akustische Störungen vorgekommen. Sie konnten behoben werden durch richtige Erdung der betreffenden Apparate. Akustische Störungen durch Empfänger sind verschiedentlich aufgetreten und zwar dort, wo diese ungünstig montiert waren. Behoben wurden diese Geräusche durch Gummidämpfungselemente. Durch Fremdeinflüsse wurde die Netzkommandoanlage verschiedentlich gestört, so durch unverdrosselte Kondensatoranlagen. Die Steuerspannung sank auf einen ungenügenden Wert. Durch Verdrosselung konnte das behoben werden. Verschiedene Fehlstarts, verursacht durch Motoren von Baumaschinen, konnten unterbunden werden durch Einbau von Entladungswiderständen in den betreffenden Empfängern. Auf gleiche Weise liessen sich Fehlstarts an Empfängern der Gemeinde Tschiertschen beheben. Die dort auf-

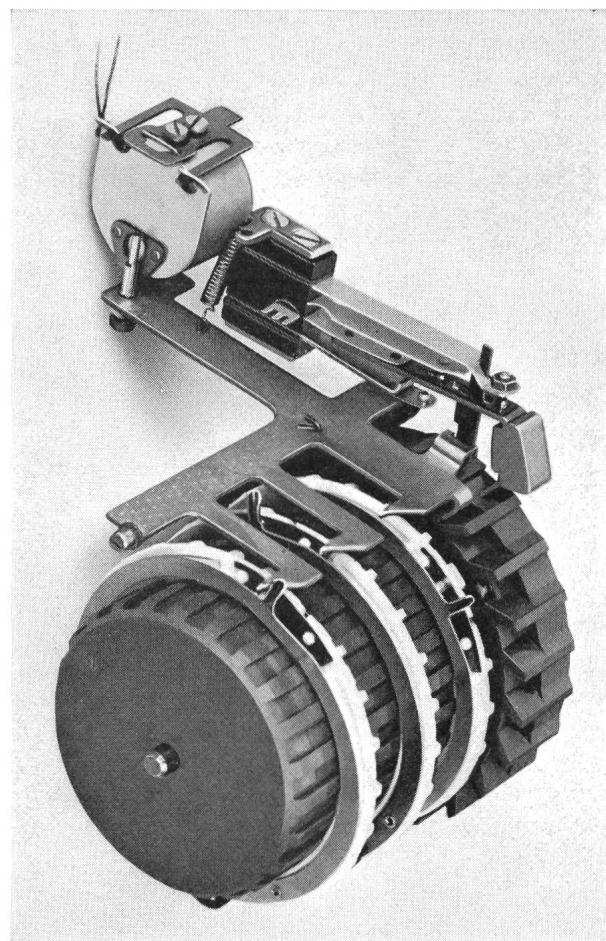


Fig. 4  
Detail eines Netzkommandoempfängers Zellweger (Photo ZAG)  
Synchronmotor, Kommandowähler

getretenen Störspannungen rührten von den Gleichrichteranlagen der Chur-Arosa-Bahn her.

Unsere Anlage weist folgende Vorteile auf: Kleiner Platzbedarf, billige Sendeanlage, keine Sperrkreise wegen der relativ hohen Frequenz. Wünschenswert wäre eine etwas weniger hohe Frequenz wegen der erwähnten Schwierigkeit, überall eine genügende Steuerspannung und nirgends eine zu hohe Steuerspannung zu haben. Im übrigen sind wir mit unserer Anlage sehr zufrieden.

#### P. Troller, dipl. Ing., Chef der Abteilung für Energiewirtschaft, Elektrizitätswerk Basel

Nach den vielen und sehr interessanten Vorträgen über Netzkommandoanlagen fällt es mir etwas schwer, hier als Mitarbeiter eines grossen städtischen Elektrizitätswerkes zu sprechen, welches noch keine Netzkommandoanlage für die Steuerung der Doppeltarifzähler, der Sperrschatzer für Boiler usw. besitzt. Es sieht heute fast so aus, als ob ein modernes Elektrizitätswerk unbedingt eine Netzkommandoanlage besitzen müsse. Ich bin auch schon wiederholt gefragt worden, warum Basel noch keine grosse Netzkommandoanlage habe; das ist auch der Grund, warum ich mir erlaube, hier kurz über diese Frage zu sprechen.

Wenn man sich in der Schweiz umschaut, so findet man noch verschiedene teilweise recht bedeutende Elektrizitätswerke, welche noch keine Netzkommandoanlage besitzen. Es kann also Gründe geben, die ein Werk bestimmen, mit der Anschaffung einer Netzkommandoanlage mindestens noch zuzu-

warten. Ich möchte mich hier auf Basel beschränken und Ihnen zuerst zeigen, dass verschiedene Vorteile einer Netzkommandoanlage in Basel schon früher auf andere Weise erreicht worden sind und zwar zu einer Zeit, als die Netzkommandoanlagen in ihrer heutigen bewährten Form entweder noch gar nicht existierten oder sich noch in der Entwicklungsperiode befanden.

#### 1. Die Steuerung der öffentlichen Beleuchtung

In vielen Berichten und Vorträgen über Netzkommandoanlagen wird immer wieder betont, wie wunderbar es sei, wenn man mit einer Netzkommandoanlage die ganze öffentliche Beleuchtung, womöglich mit Hilfe eines Dämmerungsschalters, gleichzeitig einschalten könne und damit die durch die Gangdifferenzen der früheren Schaltuhren bedingte, unterschiedliche Ein- und Ausschaltung in den einzelnen Strassenzügen

überwunden habe. Es gibt auch verschiedene Publikationen, die nachweisen, dass sich die Anschaffung einer Netzkommadoanlage bereits lohne, wenn man damit die bisherige Steuerung der öffentlichen Beleuchtung mit Schaltuhren ersetzen und zentralisieren könne. In der Stadt Basel war bereits im Jahre 1939 die Steuerung der ganzen öffentlichen Beleuchtung mit damals bereits 5000 Lampen (wovon 60% ganznächtig und 40% halbnächtig) mit Hilfe eines Systems mit drei Steuerdrähten auf eine einzige Befehlsstelle zentralisiert. Im Frühling 1939 wurde dann in der zentralen Befehlsstelle noch eine Photozellensteuerung eingebaut und damit erreicht, dass die Ein- und Ausschaltung der öffentlichen Beleuchtung automatisch dem von der jeweiligen Witterung beeinflussten Eintritt der Abend- und Morgendämmerung angepasst wurde. Die Anlage mit der Verriegelung der Photozelle gegen unzeitgemäßes Schalten bei vorübergehender Dunkelheit, z. B. während eines Gewitters tagsüber oder durch Fremdlicht in der Nachtzeit wurde seinerzeit im Bulletin SEV beschrieben. Vor wenigen Jahren wurde die Steuerung der öffentlichen Beleuchtung ergänzt durch einen Netzkommadosender kleiner Leistung, welcher über das vorhandene System der drei Steuerdrähte die einzelnen Schaltstellen steuert. Diese Anlage ermöglicht nun ein reichhaltigeres Zeitprogramm mit unterschiedlichen Schaltzeiten für Haupt- und Nebenstrassen, für die Beleuchtung besonderer Areale und für die Festbeleuchtung von Brücken und Monumenten.

## 2. Eliminierung des Handaufzuges und der Gangkontrolle von Schaltuhren für Tarifapparate und Sperrschatzter (für Boiler usw.)

Es wurde wiederholt betont, dass man mit der Eliminierung der handaufgezogenen Schaltuhren durch eine Netzkommadoanlage namhafte Ersparnisse machen konnte. In Basel sind schon vor einer Reihe von Jahren alle Schaltuhren mit Handaufzug durch Uhren mit elektrischem Aufzug ersetzt worden, sodass auf diesem Gebiete mit einer Netzkommadoanlagen nichts zu holen war. Die Gangkontrolle der Schaltuhren erfolgt durch die Einzüger anlässlich der periodischen Ablesungen der Zähler für die Stromverrechnung. Die Kosten von Kontrollgängen für die Auswechselung von allfällig defekten Uhren fallen in dem relativ kleinen, dicht bebauten Stadtgebiet weniger ins Gewicht als bei einem Überlandnetz, wo die Wegkosten für Montage und Demontage einer Schaltuhr grösser sein können als die Kosten der Reparatur selbst.

## 3. Alarm für Pikettpersonal, Feuerwehr, usw.

Diese sogenannten Nebenaufgaben einer Netzkommadoanlage werden in Basel mit Hilfe des Telefonnetzes der PTT gelöst. Für die Alarmierung der Feuerwehr durch das Publikum sind bereits einige Jahre vor dem Krieg eine Anzahl über das ganze Gebiet der Stadt verteilte Feuermelder installiert worden, mit deren Hilfe man nach Einschlagen einer Schutzscheibe durch Drücken eines Knopfes die Feuerwehr alarmieren kann. Neben der Berufsfeuerwehr können auch die Angehörigen der in mehrere Kompanien gegliederten freiwilligen Feuerwehr mit Hilfe des Telefonnetzes nach Bedarf von der Feuerwehrzentrale aus einzeln oder gruppenweise alarmiert werden. Das Pikettersonal der öffentlichen Versorgungsbetriebe (Elektrizität, Gas, Wasser) wird über das Telefon aufgeboten. Die zusätzliche Nutzung einer Netzkommadoanlage für die geschilderten Alarme würde also in Basel wegfallen. Ebenso erfolgt die Steuerung der Verkehrs-

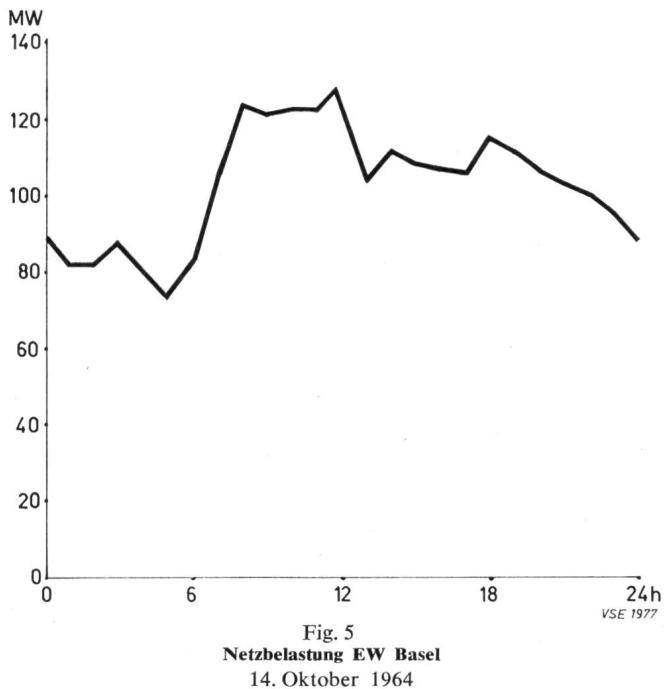
signale für den Strassenverkehr (Betriebsart grün/gelb/rot oder gelbes Blinklicht oder gänzliche Ausschaltung z. B. in Spät Nacht; Kupplung einer Reihe von Verkehrssignalen zur sog. grünen Welle) über das Telephonnetz.

## 4. Die Beeinflussung des Belastungsdiagramms

Es gab Zeiten, in denen eine eifrige Propaganda für Netzkommadoanlagen den Eindruck erweckte, als ob man mit einer Netzkommadoanlage das Belastungsdiagramm eines Elektrizitätswerkes in weiten Grenzen und viel wirksamer beeinflussen könne als mit Schaltuhren. Es ist in letzter Zeit in dieser Beziehung ruhiger geworden. Es hat sich bestätigt, was man eigentlich schon vorher wusste, nämlich dass in einem Netz der Allgemeinversorgung die Grösse der vom Werk beliebig ein- und ausschaltbaren Belastung meist verhältnismässig klein ist. Wo für grosse industrielle Belastungen wie Schmelzöfen, Elektrolysen, Elektrodampfkessel ein Fahrplan nach den Wünschen des Werks möglich ist, muss dieser sowieso mündlich oder schriftlich vereinbart werden. In Haushaltungen und bei gewerblichen Abnehmern kommen für die Lastbeeinflussung bzw. für vom Werk vorgeschriebene Betriebs- und Sperrzeiten eigentlich nur die Heisswasserspeicher und in geringerem Masse event. noch die elektrische Raumheizung und die Waschmaschinen in Frage.

### a) Heisswasserspeicher

Die Belastungsbeeinflussung mit Hilfe der Heisswasserspeicher ist ein altes, aber immer wieder aktuelles Thema. Ursprünglich begann man bei vielen Werken mit der Einschaltung der Boiler ungefähr um 21 oder 22 Uhr mit einer normalen Heizdauer von 8 Stunden für die Vollaufheizung. Es zeigte sich aber mit zunehmender Boilerzahl, dass sich auf diese Weise mit den oft nicht voll ausgenutzten Boilern eine grosse Nachtlast in den Stunden vor Mitternacht und das berühmte «Morgenloch» des Belastungsdiagramms etwa zwischen drei und sechs Uhr früh ergab. Eine gleichmässigere Belastung im Verlaufe der Nachtstunden ergab sich durch die Staffelung der Einschaltzeiten der Boiler, durch die Einführung von Boilern mit kürzeren Aufheizzeiten von z. B. nur ca. 4 Stunden und deren Einschaltung erst zwischen 2 und 6 bzw. zwischen 3 und 7 Uhr. Was sich auf diese Weise mit Hilfe von Schaltuhren bei sorgfältiger Überwachung und Einteilung der Aufheizzeiten der Heisswasserspeicher in einem grossen städtischen Netz mit rund 100000 kW Anschlusswert aller Heisswasserspeicher erreichen lässt, möge Ihnen das Belastungsdiagramm des Elektrizitätswerkes Basel an einem durchschnittlichen Werktag des Jahres 1964 zeigen (Fig. 5). Der Anschlusswert aller beim Elektrizitätswerk Basel angeschlossenen Anlagen beträgt heute rund 1 Million kW und die Spitze der normalen Abgabe an einem Dezemberwerktag rund 150000 kW. Das sog. «Morgenloch» bringt man nie ganz weg, weil man allen Boilern eine Aufheizzeit für eine volle Aufheizung des ganzen Speicherinhalts zuteilen muss, welche aber je nach Warmwasserverbrauch der einzelnen Anlagen am Vortag dann oft nicht voll ausgenutzt wird. Vor einigen Jahren entwickelte Steuerapparate, welche die Einschaltzeit in Abhängigkeit vom jeweiligen Warmwasservorrat vom Ende aus rückwärts festlegen (z. B. bei Boilern mit 4 Stunden Aufheizzeit für Vollaufheizung Einschaltung nur von 5—7 Uhr bei 50% Warmwasservorrat und Einschaltung von 4—7 Uhr bei 25% Warmwasservorrat) vermochten sich bisher nicht recht durchzusetzen, z. T. wegen der



relativ zu hohen Apparatekosten für normale Haushaltboiler von 100 oder 125 Liter Inhalt.

Wie eine Publikation von Herrn Morel im Bulletin SEV Nr. 6/1965 über die Belastungskurven zeigt, ist die Nachtlast in allen westeuropäischen Staaten erheblich kleiner als die Tageslast. Wenn man die vielen in den Jahresberichten der schweizerischen Elektrizitätswerke veröffentlichten Belastungskurven vergleicht, so kann man keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Werken ohne Netzkommandoanlagen und den Werken mit einer grösseren Zahl von Netzkommandoempfängern feststellen. Zugunsten der Netzkommandoanlagen spricht meines Erachtens vor allem die Möglichkeit, einmal eingestellte Schaltprogramme für einzelne Gruppen sofort von einer Zentralstelle aus umstellen zu können, wenn sich dies als nötig erweist. Bei Steuerung mit Schaltuhren sind für solche Umstellungen eine grosse Anzahl von Gängen des Werkpersonals zu den einzelnen Schaltuhren notwendig. Es würde mich interessieren, wie weit die Eigentümer von Netzkommandoanlagen von der leichten Umstellmöglichkeit der Schalt- und Sperrzeiten Gebrauch machen und diese laufend z. B. in Abhängigkeit vom Angebot von Laufenergie oder vom Verlauf des Belastungsdiagramms verändern.

#### b) Haushalt-Waschmaschinen

Die Sperrung der elektrisch beheizten Haushalt-Waschmaschinen mit Heizleistungen von meist 5 bis 7 kW ist ebenfalls ein beliebtes Diskussionsthema. Viele Werkleiter betonen die grossen Vorteile, die ihnen die Sperrung der Haushalt-waschmaschinen mit Hilfe der Netzkommandoanlage oder ev. mit Schaltuhren z. B. in der Zeit der Mittagsspitze (ca. 11 bis 12.30 Uhr) bringt. Andere Werke wie z. B. das Elektrizitätswerk Basel verzichteten bis heute vollständig auf die Sperrung von elektrischen Haushalt-Waschmaschinen. Auch bei dieser

Frage gibt es keine allgemeine Regel, sondern man muss die Verhältnisse bei den einzelnen Werken näher betrachten. In Gebieten, wo einerseits die Haushaltbelastung in Gebieten ohne viel Industrie eine grosse Rolle spielt und wo andererseits das Einfamilienhaus oder das kleine Mehrfamilienhaus überwiegt, kann die Waschmaschinenlast eine grosse Rolle spielen und zur berühmten grossen Montagvormittag-Waschspitze des Belastungsdiagramms führen. Dort mögen gewisse Sperrungen angezeigt sein. In grossen Städten wie Basel mit rund 85000 Haushaltungen gibt es aber nur rund 8000 Einfamilienhäuser. Der grösste Teil der Bevölkerung wohnt in Mehrfamilienhäusern mit einer Waschküche und meist mit einer einzigen Waschmaschine für das ganze Haus mit bis 10 und mehr Wohnungen. Deshalb kann nur ein kleiner Teil der Familien am Montag waschen und die Waschmaschinenlast verteilt sich automatisch auf alle Werkstage der Woche. Da also die Waschmaschinen in Basel nicht gesperrt werden, ergäbe sich auch auf diesem Gebiete heute keine Anwendungsmöglichkeit für eine allfällige Netzkommandoanlage.

#### c) elektrische Raumheizung

Pro Haushaltung ist ein elektrischer Ofen von 1,2 kW ohne weiteres zugelassen. Für grössere Leistungen muss beim Werk ein Gesuch eingereicht werden, welches in jedem einzelnen Falle geprüft und nur bei Vorliegen besonderer Verhältnisse bewilligt wird, z. T. mit Sperrungen in den Hauptbelastungszeiten. Diese Sperrungen werden mit Schaltuhren realisiert.

#### 5. Der Bedarf an Steuerbefehlen beim Einheitstarif

Wie dargelegt wurde, hatte man in Basel schon verschiedene mit einer Netzkommandoanlage erzielbare Vorteile bereits vor dem Aufkommen dieser Anlagen auf andere Weise realisiert. Trotzdem interessierten wir uns auch für eine Netzkommandoanlage und gaben in den Jahren 1949/50 einer Herstellerfirma Gelegenheit, eine Versuchsanlage in unserem Netz zu erproben. Es ist darüber seinerzeit von Seiten der Firma und des Werks an einer damaligen Diskussionsversammlung über Netzkommandoanlagen berichtet worden. Ungefähr zu gleicher Zeit wurde aber in Basel der Haushalt-Einheitstarif eingeführt und damit trat bei rund 50000 Abonenten anstelle des bisherigen Lichtdoppeltarifzählers ein Einfachtarifzähler nach Einheitstarif. Damit hatte sich auch der Bedarf an Steuerbefehlen für Doppeltarif schlagartig verringert und damit waren die mit einer Netzkommandoanlage bei gleichen Senderkosten erzielbaren Vorteile viel kleiner geworden.

Die heutige Entwicklung der Anschaffungskosten für Schaltuhren und Netzkommandoanlagen, der Personalmangel und die Unterhaltskosten für Schaltuhren verlangen eine neue Überprüfung der Lage auch bei denjenigen Werken, welche bis heute mit den Schaltuhren gut gefahren sind und sich bisher aus verschiedenen Gründen nicht für die Anschaffung einer Netzkommandoanlage für die Tarifsteuerung der Zähler, die Sperrung von Boilern usw. entschlossen konnten. Der Entscheid muss aber von jedem Werk unter besonderer Berücksichtigung seiner Verhältnisse gefällt werden.

#### Schlusswort von Herrn Dir. W. Schmucki an der Versammlung in Zürich

Wenn ich noch kurz auf die beiden Voten unserer deutschen und österreichischen Freunde antworten darf, so möchte ich Ihnen folgendes sagen: Wir haben unsere Tagung hier in erster

Linie auf das Thema der Erfahrungen abgestimmt, die diejenigen Werke besitzen, die bereits schon viele Jahre eine Netzkommandoanlage in Betrieb haben. Wir wollen aus diesen

Erfahrungen das bestätigt wissen, was uns die Lieferanten versprochen haben, bevor sie uns die Anlagen verkauften. Unsere Kommission hat sich aber noch mit vielen Fragen zu befassen, die heute noch nicht gelöst sind. In der Netzkommardotechnik liegt noch eine Problematik, wie Herr Professor Dennhardt richtigerweise auf einer der ersten Fachtagungen bemerkt hat, indem er seinem Vortrag den Titel «Die Problematik der Rundsteueranlagen» gab. Wir sind heute immer noch in der Problematik drin. Es gibt noch keine Patentlösungen; aber wir sind bemüht, das Richtige herauszubekommen. Wie ich letztes Jahr am UNIPEDE-Kongress in Stockholm in einem Votum ausgeführt habe, muss sich unsere Kommission noch mit einigen prinzipiellen Fragen befassen. Unsere Arbeiten sind mit den Empfehlungen, die ich eingangs erwähnt habe, noch nicht abgeschlossen.

Die erste Hauptfrage, mit der wir uns beschäftigen müssen, lautet: «Welche Massnahmen müssen getroffen werden, um mit geringsten Kosten das Überspielen von Tonfrequenzimpulsen in Nachbarnetze zu vermeiden?» Es gibt deren verschiedene. Die Saugkreisschaltung ist zum Beispiel ein Mittel. Es gibt aber auch noch andere. Ich möchte nur darauf hinweisen, dass Landis & Gyr bereits mit zwei verschiedenen Ansprechspannungen arbeitet, mit 1,05% und 1,5%. Da ist die Möglichkeit gegeben, dass man für ein kleines Netz bei Serieeinspeisung zwischen Transformatorsternpunkt und Nulleiter unter Umständen die gleich Frequenz wählen kann, wie für das speisende Überlandnetz. Die Empfänger im Wiederverkäufernetz sprechen bei einer bedeutend höheren Spannung an und die Impulse, die mit kleinerer Spannung vom Überlandwerk kommen, schaden dieser Anlage nicht. Die einphasige Serieeinspeisung hat ja den grossen Vorteil, dass bei einem einigermassen symmetrischen Netz keine Tonfrequenzresten ins Überlandnetz hinübertreten, auch wenn die Steuerimpulse relativ stark sind. Es gibt wahrscheinlich noch andere Möglichkeiten; wir wollen auf diesem Gebiet die Fabrikanten arbeiten lassen.

Die zweite Frage lautet: «Wie hoch ist der bei der Steuerfrequenz bis jetzt beobachtete Störpegel?» Über diesen haben wir nach meiner Meinung noch viel zu wenig Unterlagen. Dieser Störpegel muss noch systematisch untersucht werden. Ich bin allen Betriebsleitern, auch denjenigen, die noch keine Netzkommadoanlagen besitzen, für Beobachtungen und Mitteilungen über die Höhe des Störpegels sehr dankbar. Wie Sie aus dem Referat von Herrn Mühlethaler gehört haben, sind in letzter Zeit Motoren aufgetaucht, die ziemlich starke und andauernde Störpulse ins Netz geben. Man ist daran, deren Ursachen an der Quelle zu erfassen. Wir erwähnen in den Empfehlungen, dass der Netzstörpegel ungefähr bei 0,7% der Netzzspannung liegt und dass die Ansprechspannung der Empfänger keineswegs niedriger sein darf.

Die dritte Frage: «Welche minimalen Empfangsspannungen dürfen nicht mehr unterschritten werden?» Es gibt ein System, bei welchem die Empfangsspannung das Doppelte der Ansprechspannung beträgt, damit man eine genügende Ansprechsicherheit hat. Ob man diese Marge kleiner machen kann, das ist auch noch eine problematische Frage. Das müsste noch genügend untersucht werden.

Und da ist noch die vierte Frage: «Welche maximalen Empfangsspannungen sind noch zulässig, ohne dass die Tonfrequenzimpulse in den Niederspannungsnetzen akustische

Störungen verursachen?» Ich habe Ihnen die Meisterkurve gezeigt. Die PTT-Vorschriften sind einzuhalten, und wir können an ihnen nicht mehr herumdeuteln. Für die Annahme der österreichischen Kurve, die für höhere Frequenzen einige Erleichterungen bringt, müsste in erster Linie die PTT ihr Einverständnis geben. Wenn Störungen in Radioapparaten, Fernsehgeräten oder Telephonrundsprachkanlagen entstehen, dann geht der Störungsdienst der PTT der Sache nach. Dieser wird bei der jetzigen Regelung schon stark beansprucht. Ich glaube daher, dass die PTT beim heutigen Personalmangel keine Erleichterungen einräumen wird. Diejenigen Firmen, die mit höheren Frequenzen arbeiten, halten sich in der Schweiz ebenfalls an die PTT-Vorschriften, und ich sehe eigentlich nicht recht ein, warum da noch Konzessionen gemacht werden müssen. In der Schweiz geht es ja gut; warum soll es im Ausland nicht ebenso gut gehen? Das wären also die vier Fragen.



Fig. 6  
Netzkommandoempfänger L & G (Photo L & G)

Der statische Frequenzumformer, der von Herrn Dr. Kitten erwähnt wurde, wird ja auch in der Schweiz studiert. Ich weiss dies von Landis & Gyr, aber wahrscheinlich wird auch Zellweger einen statischen Frequenzumformer in nächster Zeit bauen. Man hat mir gesagt, ein solcher statischer Frequenzumformer sei für kleinere Leistungen, vielleicht bis 2 kW, noch preislich tragbar. Aber wenn es um grössere Leistungen gehe, dann würde er schon teuer. Andererseits muss ich sagen, die billigsten Maschinen, die man kennt, sind die Asynchronmaschinen. Sie haben eine sehr lange Lebensdauer. Ihre Nutzung ist bei den wenigen und kurzen täglichen Sendungen äusserst gering. Ferner haben die Maschinen den grossen Vorteil, dass die Steuerfrequenz sich mit der Netzfrequenz ändert. Der relative Abstand zwischen Steuerfrequenz und Netzoberwellen ist auch bei Netzfrequenzschwankungen stets gewahrt. Beim statischen Frequenzumformer muss hiefür eine zusätzliche Regelung da sein. Nach meiner Meinung ist der statische Frequenzumformer heute noch nicht so weit, um den Konkurrenzkampf mit der Maschine zu gewinnen.

## R. Poletti, Direktor des Gemeindeelektrizitätswerkes Yverdon

Es ist unseres Erachtens nützlich, sich zu den verschiedenen praktischen Fragen zu äussern, die in den Vorträgen und Diskussionsbeiträgen angeführt werden.

### *Störungen an Kleinapparaten durch die grossen Schaltschütze*

Wir haben auch in unserem Betrieb die Erfahrung gemacht, dass es technisch falsch ist, sich von Gründen der Ästhetik oder der Vereinfachung mechanischer Art verleiten zu lassen, die Schaltschütze hoher Stromstärke im gleichen Tableau unterzubringen wie die kleinen Apparate. Die Schläge und Schwingungen führen unweigerlich früher oder später zu Störungen, schlechtem Kontakt, Lösen von Schrauben usw.

Die Lösung besteht darin, die grossen Schaltschütze getrennt aufzustellen.

### *Störungen an Netzkommandoempfängern*

Wir haben nach und nach innerhalb von 5 Jahren alle Schaltuhren durch Netzkommandoempfänger ersetzt. Gegenwärtig sind bei uns etwa 1500 in Betrieb. Während dieser Zeitspanne hatten wir ungefähr 30 Störungen.

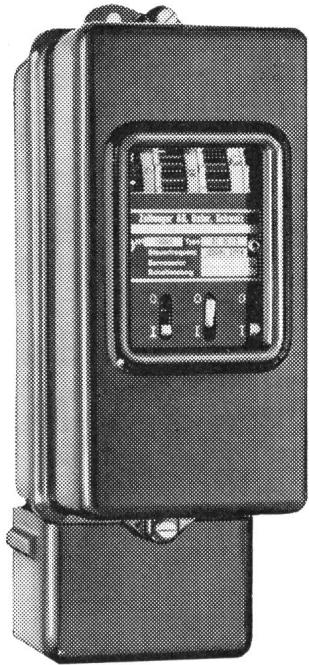


Fig. 7

Netzkommandoempfänger ZAG ZE 22/3 (Photo ZAG)

Die meisten Störungen rührten von einem schlechten Kontakt her, durch den Kontakt, der durch den Siebkreis gesteuert wird. Meistens genügte eine oberflächliche Reinigung der Kontakte, um den Empfänger wieder betriebsbereit zu machen. Wir ziehen zunächst daraus den Schluss, dass es sich um Oxydation handelte. Es bleibt noch zu untersuchen, warum dieser spezielle Kontakt am anfälligsten ist: ist er besonders stark belastet, steht die Qualität des Metalls in Frage oder spielen Kondensation und Temperaturunterschiede eine Rolle? Wir danken dem, der uns darüber aufklären wird.

Wir erwähnen, dass wir ausserhalb dieser Frage der Kontakte zwei kleine blockierte Antriebsmotoren vorgefunden haben.

### *Von den Netzkommandoempfängern hervorgerufene Störungen oder Geräusche*

In einem einzigen Fall, bei zeitweilig höchster Sendestruktur von 14-15 V am Sender, haben wir weisse Streifen auf einem Fernseh-Bildschirm festgestellt. Eine Abstimmung an diesem Apparate brachte die Störung zum Verschwinden.

### *Übertragung von Geräuschen*

In einem Fall, wo der Empfänger auf einem Tableau im Vorhof eines Kellers aufgebaut war, erklärte sich der Abonnent befriedigt, nachdem wir den Empfänger mit einer schallisolierten Abdeckung versehen und zwischen das Schaltbrett und die Befestigungsschrauben Unterlagsscheiben aus Gummi eingelegt hatten.

Man hat allgemein beobachten können, dass Kleinwicklungen, ans Netz angeschlossene Uhren, Drosselpulen von Leuchtstoffröhren in gewissen Fällen, den Ton der Steuerfrequenz dem Apparat mitteilen, der sie enthält.

Wir haben diese Erscheinung an der Zirkulationspumpe einer Zentralheizung festgestellt; dabei wurde die Schwingung durch die Rohrleitungen bis zum Heizkörper in einem Schlafzimmer übertragen. Wir suchten dadurch eine Lösung zu finden, dass wir oberhalb des Motors eine mechanische Sperre für die Frequenz von 725 Hz einbauten.

Abschliessend kann gesagt werden, dass die Empfänger an möglichst schalldämpfenden Orten oder auf solchen Mauern montiert werden sollten; in schwierigen Fällen helfen schallabsorbierende Mittel aller Art.

### *Verteilung der Last mittels Netzkommandoempfängern*

Was die Boiler betrifft, so sind sie in unserem Betrieb in 5 Gruppen eingeteilt, deren Einschaltung ziemlich gestaffelt werden kann. So haben wir Boiler mit Aufheizzeiten von 6 und 8 Stunden. Diese Aufheizzeiten sind auf 2 Gruppen aufgeteilt, einerseits die geraden, anderseits die ungeraden Hausnummern einer Strasse. Somit erhalten wir ohne jede Schwierigkeit bei der Aufteilung 4 Gruppen. Die fünfte Gruppe enthält alle Boiler mit mehr als 150 Liter Inhalt. Unser Kollege aus Basel, Herr Troller, hat uns sehr interessante Aufschlüsse darüber gegeben, warum Basel noch keine Netzkommandoanlage besitzt. Wir möchten demgegenüber festhalten, dass die Netzkommandoanlage neben den bereits erwähnten Vorteilen einen für kleine Verteiler sehr interessanten Vorteil besitzt, nämlich den, mit Hilfe eines Duomax über die Netzkommandoanlage dieses oder jenes Verbrauchsgerät abzuschalten, das für den Abonnenten zeitweilig entbehrlich ist. Dazu gehören die Geräte, die etwas speichern, seien es nun Kalorien, Frigorien oder Wasser. Auf diese Weise haben wir den Ausbau einer wichtigen Verteilstation um 3 oder 4 Jahre hinausschieben können; anderseits haben wir dadurch von den Vorteilen einer Begrenzung der Spitzenlasten im Zweigleitertarif Nutzen gezogen.

D : AE

## P. Jaccard, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Genf

Herr Burger hat heute vormittag ausgezeichnet die Erfahrungen eines Betriebsleiters beschrieben, der sich mit den Kinderkrankheiten eines Systems herumschlagen musste. Es ist klar, dass ein Netzkommandoempfänger die Fernbetätigung eines elektrischen Kontaktes erlaubt. Es dürfte aber nicht ohne Nutzen sein, daran zu erinnern, dass ein Stromverkäufer Licht und warmes Wasser verkauft! Für den Verbraucher existiert nur der Ausfall der Beleuchtung oder Warmwasserversorgung; er weiss nichts von den Zufälligkeiten der Fernsteuerung.

Ich möchte nach Herrn Troller aus Basel die Erfindung unseres verstorbenen Kollegen Cart herausstrecken: er hat nämlich einen Thermostaten entwickelt, dessen theoretische Funktion genau den Bedingungen entspricht, die von den Stromlieferanten an ein Zusatzorgan zum Fernsteuerempfänger für Boiler gestellt werden. Dieser Spezialthermostat erlaubt es, den Füllungsgrad an Warmwasser eines zu steuernden Boilers zu erfassen. Dadurch kann die Belastungskurve wesentlich verbessert werden. Wo ist der Industrielle, der die Arbeiten von Cart zu Ende führen will?

Man hat viel von gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Netze gesprochen. Ich gestatte mir darauf hinzuweisen, dass auch Schwierigkeiten mit den Verbrauchern in einem fern-

gesteuerten Netz entstehen können. Die elektronischen Maschinen nehmen immer mehr überhand, denken Sie an Maschinen mit automatischer Steuerung, an pilotierte oder programmierte Einrichtungen. Je nach der Frequenz der Netzteuerungsanlage können solche Maschinen leicht Betriebsstörungen erleiden.

Herr Burger sprach auch von den Versuchen, die wir in Genf seit einigen Jahren durchführen. 1942 führten wir die Netzkommandoanlage ein durch Ausmerzung der Schaltuhren. Heute müssen wir ein Netzkommandsystem aufgeben und ein neues wählen. Daher möchte ich zwei Fragen stellen:

Das System Landis & Gyr benutzt sehr hoch beanspruchte Schütze für die Impulsgebung. In einem Falle hat man von der Notwendigkeit gesprochen, zwei Schütze in Serie zu schalten, in einem andern Fall musste man sie aus den Schaltschränken herausnehmen und direkt an den Wänden fixieren. Ist dies wirklich ein schwacher Punkt für die Sendung?

Das System Zellweger kennt nur Einschaltimpulse und keine Ausschaltimpulse. Hat dieses Prinzip zu Betriebschwierigkeiten geführt?

Ich danke Ihnen.

D : AE

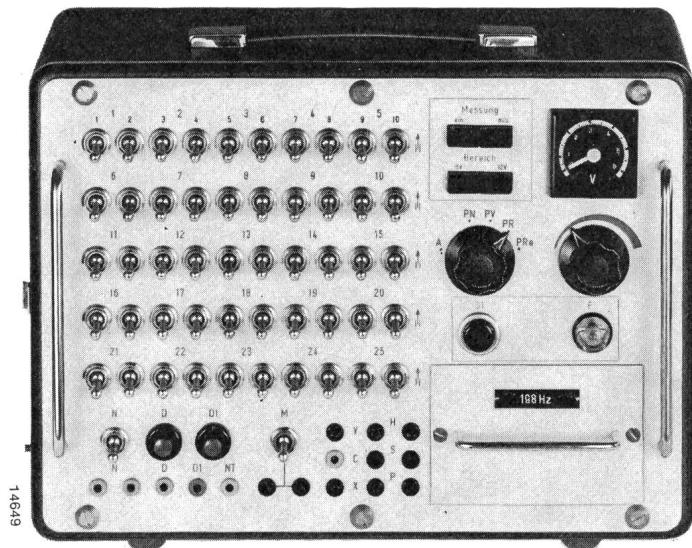
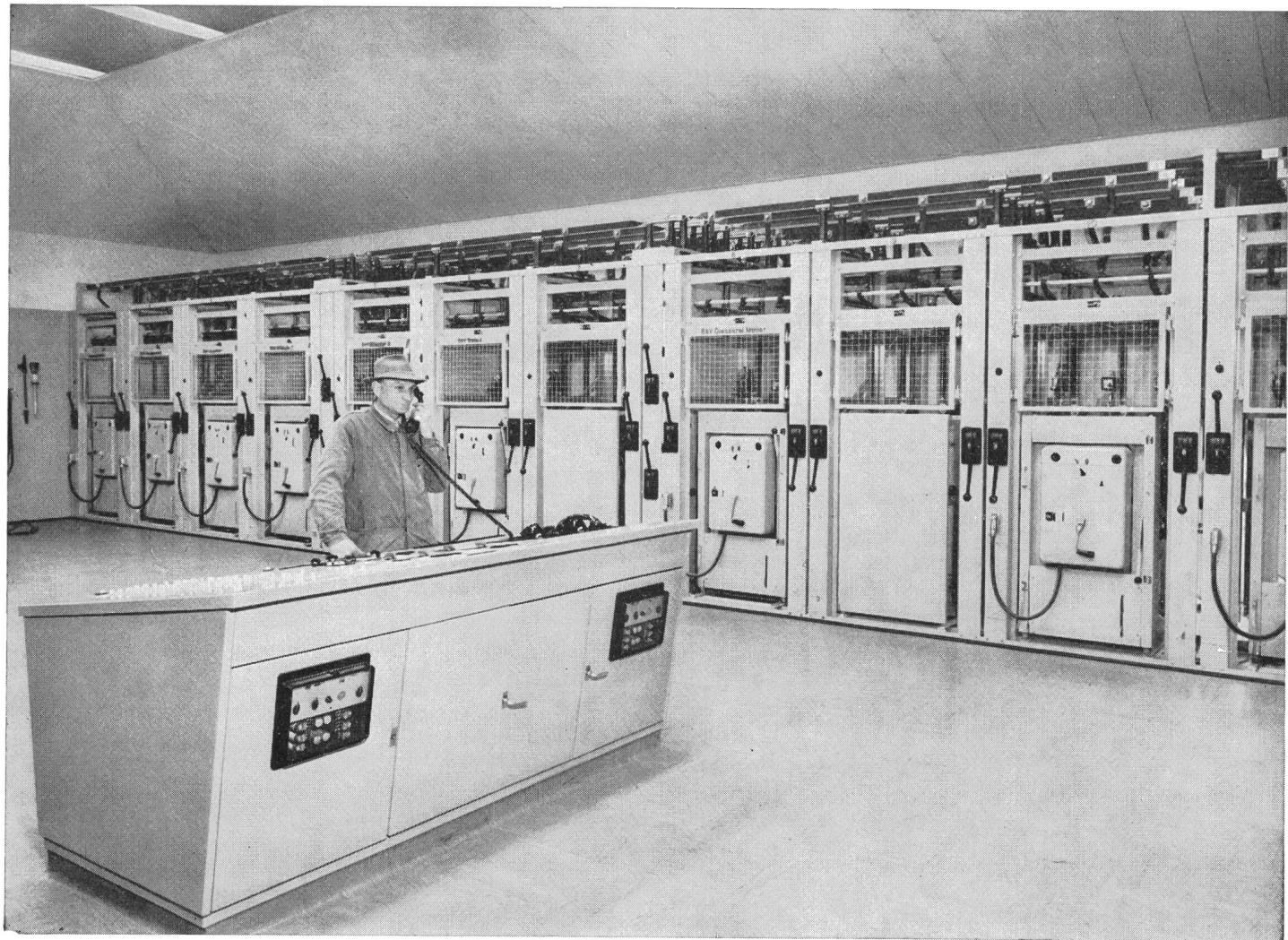


Fig. 8  
Tragbarer Prüfsender für Empfängerprüfung, ebenfalls verwendbar  
als Reserve-Sendeautomatik (Photo L & G)

**Redaktion der «Seiten des VSE»:** Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1;  
Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telefon (051) 27 51 91; Postcheckkonto 80-4355; Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

**Redaktor:** Ch. Morel, Ingenieur.

Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.



N 0399

## **Wir fabrizieren**

Schaltwarten  
Kommando-Räume  
Niederspannungs-Verteilanlagen  
Industrie-Steuerungen

**Sprecher & Schuh AG, Aarau**

# Fluora- Leuchten... mehr Qualität zum gleichen Preis!

Haben Sie Fluora-Leuchten vergleichsweise schon einmal richtig *«unter die Lupe»* genommen? ... Nein? Bitte holen Sie es nach, wenn Sie wieder ein Problem lichttechnischer Art zu lösen haben; es lohnt sich! Musterleuchten stellen wir Ihnen dazu gerne zur Verfügung ■

Fluora-Leuchten sind auf alle nur erdenklichen Erfordernisse moderner Innenraumbelichtung abgestimmt. Sie sind formschön, sinnvoll konstruiert, mit zuverlässigen Geräten ausgerüstet und durch und durch sauber gearbeitet ■ Und zudem: Fluora-Leuchten sind leicht zu montieren (was Installationskosten spart) und sie sind wirtschaftlich und sicher im Betrieb ■

Fluora-Leuchten bringen die Ideallösung für jeden noch so speziellen Fall. Bitte rufen Sie uns an, wir helfen Ihnen gerne bei der Planung.

## Fluora Herisau

Spezialfabrik für Fluoreszenzleuchten, Telefon:  
071 / 51 23 63, 9102 Herisau ■ Vertretung in  
Langenthal: Roman Schick, Telefon 063/23339



Fluora-Diffusoren  
zum Aufstecken  
auf offene Leuchten

120/34 1×20 W  
140/34 1×40 W  
165/34 1×65 W

220/34 2×20 W  
240/34 2×40 W  
265/34 2×65 W

120/40 s 1×20 W  
140/40 s 1×40 W  
165/40 s 1×65 W  
120/40 w 1×20 W  
140/40 w 1×40 W  
165/40 w 1×65 W

140/44 ALC 1×40 W  
165/44 ALC 1×65 W  
240/44 ALC 2×40 W  
265/44 ALC 2×65 W

3

