

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 32 (1941)
Heft: 26

Rubrik: Diskussion

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: 20.01.2026

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

Unterzentrale dar, mit der bei Störungen auf dem Stuenetz auch unabhängig vom Zentral-Kommandoposten Signale ausgelöst werden können. Solange die Uebertragung jedoch nicht gestört ist, hat der zentrale Steuerbefehl den Vorrang und annulliert jederzeit eine lokal ausgelöste Signalgabe.

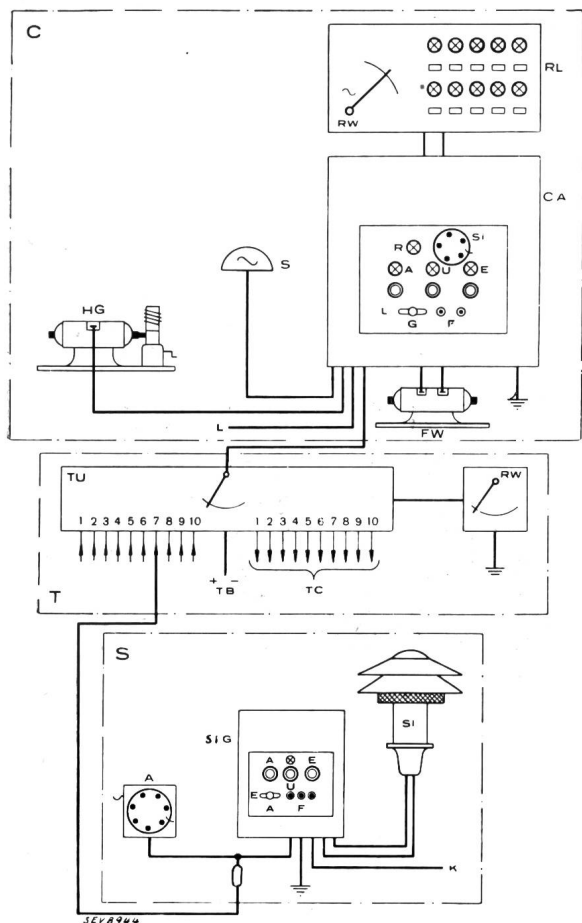


Fig. 9.

Schema einer Sirenenfernsteueranlage, System Landis & Gyr.

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| C Kommandostelle. | TU Leitungsumschalter. |
| CA Kommandogerät. | S Empfangsstelle. |
| RW Rückmeldewähler. | Si Sirene. |
| RL Rückmeldelampen. | SIG Gerät für die lokale |
| FW Frequenz-Umformer. | Sirenensteuerung. |
| S Signalglocke. | K Kraftanschluss für |
| HG Reservestromgruppe. | Sirene. |
| T Telephonamt. | A Fernsprechapparat. |

Das Prinzipschema nach Fig. 9 umfasst in seinem oberen Teil die in der Kommandostelle aufgestellten Apparate und Einrichtungen. In der Mitte sind die Umschaltvorrichtungen des Telephonamtes und der untere Teil stellt eine Sirene mit dem lokalen Steuergerät und eine Telephonteilnehmerstation

dar. Die Alarmsignale werden mit einer Frequenz von 200 Hz übertragen. Ein Frequenzumformer liefert den Steuerstrom; er kann bei Unterbruch der Energiezufuhr auf eine Reservegeneratorgruppe mit Benzinmotorantrieb umgeschaltet werden.

Das Kommandogerät (Fig. 10) vereinigt in seinem untern Teil sämtliche Einrichtungen, die zur

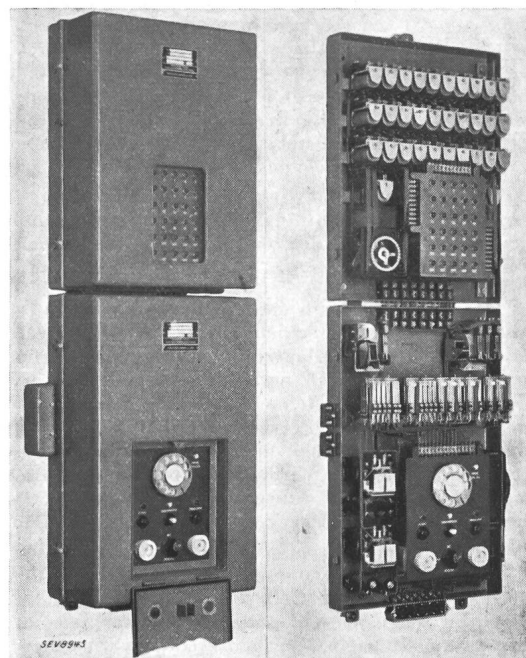


Fig. 10.

Kommando- und Rückmeldegerät einer Sirenensteueranlage.

Aussendung und Erzeugung sowie zur zeitlichen Begrenzung der beiden Signale «Fliegeralarm» und «Endalarm» dienen. Die Ueberwachungs-Relais für die Kommandoleitung nach dem Telephonamt und die Vorrichtungen für die Einzelwahl einer Sirene sind ebenfalls hier untergebracht. Der obere Teil enthält die Rückmeldeapparatur, welche sich aus einem Synchronwähler, den Rückmelderelais und den auf einem Tableau angeordneten Signallampen zusammensetzt. Der Ausbau dieser Meldevorrichtung richtet sich nach der Zahl der zu steuernden Sirenen, die im Maximum 30 betragen kann.

Ein Vorsatzgerät, das den Umschalter in der Telephonzentrale steuert, enthält einen weiteren Wähler, der zusammen mit dem bereits beschriebenen die Aufgabe hat, die einzelnen Sirenen aufeinander folgend rückzumelden.

Diskussion.

Der Vorsitzende, Herr Dr. h. c. M. Schiesser, Präsident des SEV: Meine Herren, Sie haben mit all den Referaten, die Sie anhörten, einen sehr guten Ueberblick bekommen über das, was heute auf dem Gebiet des Fernmessens, Fernsteuerens und Fernregulierens geleistet wird. Es ist erstaunlich, wieviel Arbeit, Liebe und Leistung, wieviel Wissen und Können nötig gewesen ist, um alle diese Detailarbeit zustande zu bringen. Es ist grosse Gedankenarbeit, aber bestimmt auch grosses technisches und mechanisches Können

damit verbunden. Es ist ganz sicher, dass gründliche Kenntnis der Gesetze der Physik und der Elektromechanik dafür vorausgesetzt werden muss. Ohne dieses ist es ganz ausgeschlossen, so gute Erfolge erzielen und so vollkommene Apparate bauen zu können.

Mit einer einzigen Ausnahme haben Sie jetzt die Vertreter von Konstruktionsfirmen gehört. Es wäre ausserordentlich interessant, auch von Vertretern der Werke etwas zu hören über ihre Erfahrungen, vielleicht auch ihre Kritik,

und gewisse Anregungen entgegenzunehmen. Der Techniker, der schöpferisch tätig ist, ist dankbar, wenn er Anregungen aus der Praxis bekommt. Es gäbe ohne Zweifel unzählige Fragen, die man diskutieren könnte. Ich habe mir selbst einige notiert, obwohl ich auf diesem Gebiet tatsächlich ein Laie bin und darum nicht weiss, ob ich damit das Zweckmässige treffe. Ich bin der Ansicht, es müsste sehr nützlich sein, zum Beispiel Grundsätzliches über den Betrieb und den Unterhalt dieser Apparaturen zu erfahren, ferner über die Betriebssicherheit, die Wirtschaftlichkeit, die Einsparung von Personal, über die vorteilhafte Betriebsführung, über die Grenzen der Fernautomatik, über die Zuverlässigkeit, vielleicht in Abhängigkeit der Entfernungen, dann die Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme, von denen heute die Rede war. Ebenso lehrreich müsste es sein, einiges zu vernehmen über die Bedürfnisse an Geschwindigkeit der Fernwirkung. Sie sehen, es gibt eine ganze Menge von Fragen, über die man sich aussprechen könnte.

Mehrere Herren haben sich in verdankenswerter Weise zum voraus zur Diskussion angemeldet, und zwar hauptsächlich aus den Betrieben. Ich erlaube mir, ihnen zuerst das Wort zu erteilen.

Herr H. Sameli, Licht- und Wasserwerke Thun: Herr H. Fröhlich, Zug, hat in seinem interessanten Vortrag auch auf das Prinzip der Ueberlagerung tonfrequenter Ströme auf dem normalen Versorgungsnetz hingewiesen und erwähnt, dass sich damit Steuersysteme entwickeln lassen, die weitgehend den Bedürfnissen gerecht werden können. Er hat auch der Meinung Ausdruck gegeben, dass der Aufbau der Versorgungsnetze infolge Vermaschung und mehrfacher Einspeisung die praktische Anwendung dieses Steuersystems meistens erschwere oder gar grosse Schwierigkeiten bereite.

Es wird Sie interessieren, wenn ich, nur ganz kurz, über unsere Tonfrequenzanlage in Thun, System *Actadis*, berichte, die auf dem Prinzip der Ueberlagerung aufgebaut ist, seit 1½ Jahren im Betriebe steht und unseres Erachtens an Vollkommenheit und Betriebssicherheit nichts zu wünschen übrig lässt.

Bevor wir im Besitze dieser Tonfrequenzsteuerung waren, wurden unsere etwa 1000 Strassenlampen von über 100 Automaten gesteuert, die in Transformatorstationen, in Kästen, an Hausfassaden und auf Stangen montiert waren. Die Bedienung war umständlich und zeitraubend, die Apparate waren bei grosser Kälte unzuverlässig. Viel bessere Verhältnisse für die Strassenbeleuchtung zu schaffen, war die erste Forderung. Dann kam das Bedürfnis des Luftschutzes, die Strassenbeleuchtung besser in die Hand zu bekommen. Die In-

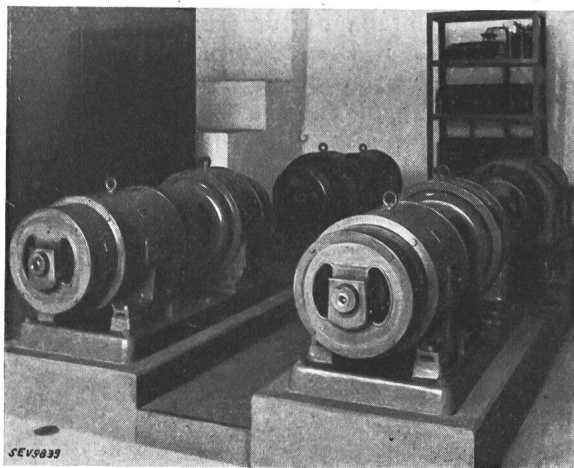


Fig. 1.
Zwei Sendegruppen für Tonfrequenz.

betriebsetzung von gegen 30 neu zu montierenden Richtlampen war wohl nebensächlich, sollte aber gleichzeitig miteinbezogen werden. Ein weiterer bedeutender Punkt bildete der Umstand, dass die Uebernahme eines neuen Netzgebietes in unserm Versorgungsgebiet die Anschaffung von ca. 1000 neuen Umschaltuhren erfordert hätte, indem dieses Gebiet

bis anhin die Haushaltensenergie im Einfachtarif bezogen hat, bei uns aber, nach Uebernahme des Netzes, im Doppel-tarif beziehen wird.

Nachdem wir die Energie für unser Versorgungsgebiet bis heute fast ausschliesslich in unserem eigenen Kraftwerk erzeugen, dieses aber nun an der Grenze der Leistungsfähigkeit angelangt ist, kam das weitere Bedürfnis, die Belastung verschieben, also die Belastungskurve glätten zu können.

Um diese und noch andere Wünsche erfüllt zu sehen, wählten wir das *Actadis*-System, das folgendermassen arbeitet:

Gleichstrom wird in einer Drehstrom/Gleichstromgruppe von 26 kW erzeugt und an eine Gleichstrom/Tonfrequenzgruppe in einer Schaltung abgegeben, die weitgehende Regulierbarkeit erlaubt. Der Tonfrequenzgenerator erzeugt Ströme folgender Frequenzen: 370, 400, 420, 480, 510, 570 usw. bis 830 Hz. Eine Automatik nimmt die für eine bestimmte Sendung gewollte Regulierung der Spannung und

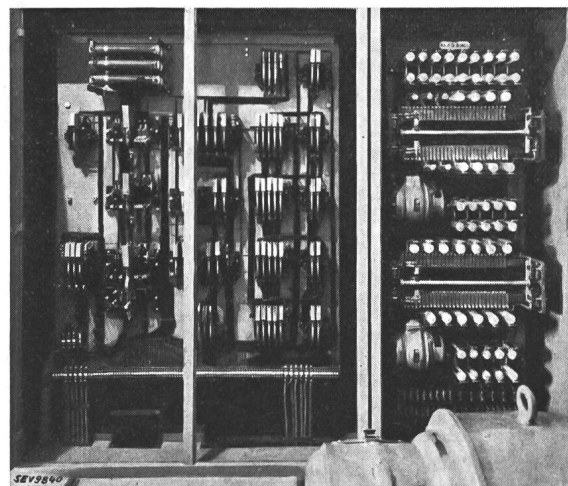


Fig. 2.
Regulier- und Schützen-Schränke.

der Frequenz, resp. des Frequenzbandes, vor. Der Sendestrom speist über Schützen diejenigen Emissionstransformatoren, die zugeschaltet sind, welche dann die gewollte Sendung als überlagerten Strom bestimmter Tonfrequenz den 2000-V- oder 16 000-V-Kabeln aufdrücken. 5 im Kraftwerk abgehende Kabel von 2000 V und ein Kabel von 16 000 V sind mit je 3 Emissionstransformatoren pro abgehende Leitung ausgerüstet und können somit Tonfrequenzsendungen übernehmen. Damit werden sämtliche Netzteile für Strassenbeleuchtung, Licht, Kraft und Wärme in Haushalt und Industrie, überhaupt das gesamte Netz erreicht.

Überall dort, wo Sendungen empfangen werden sollen, werden auf eine ganz bestimmte Frequenz abgestimmte Relais montiert, an Stelle von Schaltuhren und Sperrschaltern. Da diese kein Uhrwerk besitzen und auch sonst einen relativ einfachen Aufbau aufweisen, sind diese auch bedeutend billiger als Schaltuhren und Sperrschalter. Ein- und zweipolige Sperrschalter bis zu 25 A können ohne weiteres durch Relais mit Quecksilberröhren ersetzt werden, wovon speziell bei der Strassenbeleuchtung sowohl für durchnächte als auch für halbnächte Kreise weitgehend Gebrauch gemacht wird. Wo für Kraft und Wärme die Relais selbst zu schwach sind, können von solchen relativ billige Schützen gesteuert werden. Oder aber, was für Werke, die eine Tonfrequenzanlage einrichten, sehr wichtig ist: alte Sperrschalter können ohne weiteres, oder nach Vornahme belangloser Aenderungen, durch Relais, natürlich mit Drahtverbindung, gesteuert werden. Alte Sperrschalter ohne Uhr finden somit weiter Verwendung.

Bis heute werden in unserm Netz etwa 1000 Strassenlampen für durchnächte Beleuchtung, aber auch für teil- und durchnächte Beleuchtung, durch über 100 *Actadis*-Relais gesteuert, ferner 30 Richtlampen mittels 25 Relais, dann etwa 700 Doppel- und Dreifachtarifzähler durch über 400 Relais und eine Anzahl Heisswasserspeicher direkt oder

unter Vermittlung von Schützen oder alten Sperrschaltern. Dies sowohl im umgebauten Gebiet (220 V), als aber auch im alten Netz (125 V).

Von den 13 verfügbaren Frequenzen sind heute 9 belegt, so dass noch weitere 4 Frequenzen für neue Schaltfunktionen

nen am Telephonnetz hat jedoch den Vorteil, dass alle Sirenen miteinander ansprechen.)

Eine Sendung, z. B. das Ein- oder Ausschalten der gesamten Strassenbeleuchtung über 6 abgehende Leitungen, die so zusammengeschlossen sind, dass drei Sendungen hintereinander notwendig werden, dauert von der Inbetriebsetzung des Drehstrommotors an kaum 3 Minuten, bei Sendung nur einzelner Gruppen, z. B. Heisswasserspeicher, entsprechend weniger lang. Selbstverständlich können die wenigen Manipulationen für eine durchgehende Sendung von einem Standort aus, vor der Schalttafel, gemacht werden.

Die ganze Sendeanlage französischer Provenienz, als System der Compagnie des Compteurs in Montrouge bei Paris, wurde uns von dieser Firma projektiert und durch ihre Vertragsfirma, der Compagnie des Compteurs in Genf, verkauft. Zu erwähnen ist, dass der weitest grösste Teil der Apparatur, so die zwei Gruppen mit zwei Reservegruppen, die Kondensatoren, Schaltchränke, Hauptschalttafel und Schützen, von 4 Schweizer Firmen hergestellt wurde und nur der Regulierrack und die Emissionstransformatoren von 2000 und 16 000 V sowie die Empfangsrelais in Montrouge fabriziert worden sind. Die Montage

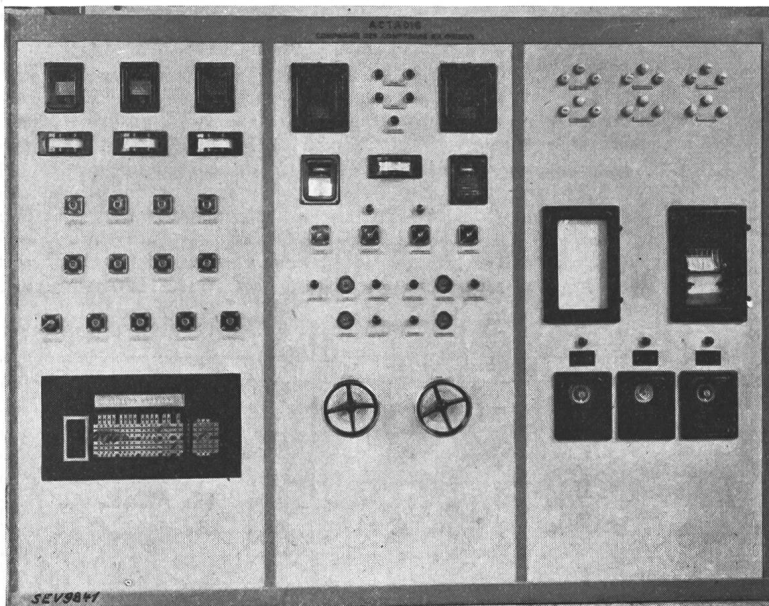


Fig. 3.
Kommando-Tableau.

in Reserve stehen. Ausserdem ist die Anlage bereits derart vorgesehen, dass durch Modulation einer Frequenz noch 10 weitere Schaltbefehle erhalten werden können. Die Anlage ist somit noch weitgehend ausbaufähig.

fürten wir ohne jede Aufsicht selbst aus, nach uns vom Stammhaus zur Verfügung gestellten Plänen, während die Inbetriebsetzung der fertig montierten Anlage von einem

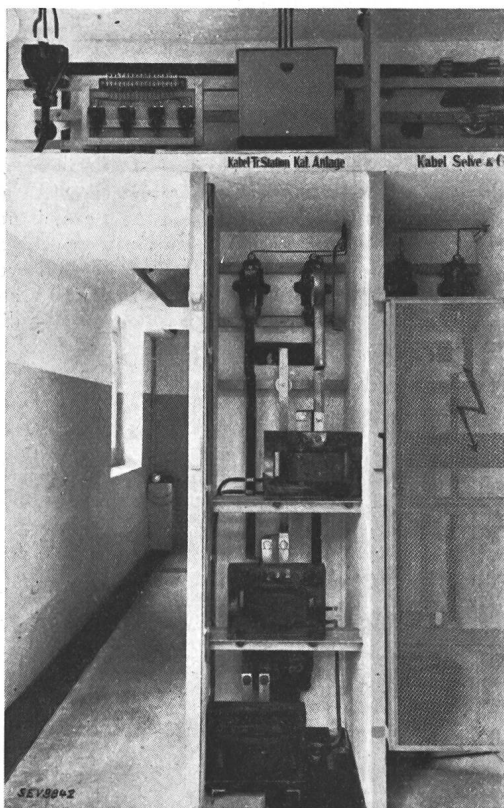


Fig. 4.
Emissions-Transformatoren 2000 V.

Unsere Luftschuttsirenen könnten ohne weiteres auch durch Actadis bedient werden, wenn dazu noch ein Bedürfnis bestehen würde. (Der Anschluss der Luftschuttsire-

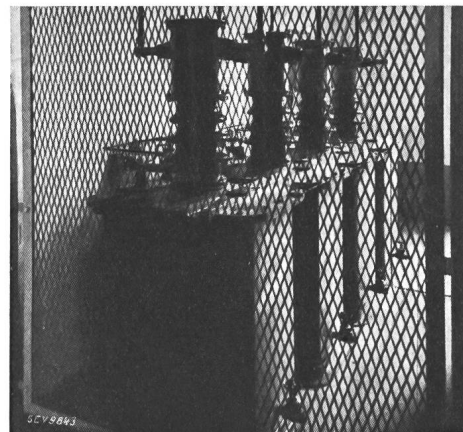


Fig. 5.
Emissions-Transformatoren 16 000 V.

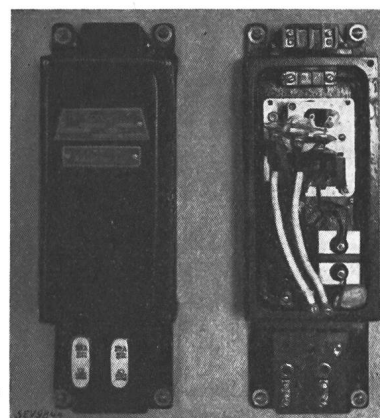


Fig. 6.
Empfangsrelais in
Gussgehäuse für
Strassenbeleuchtung,
Aussenmontage.

Ingenieur der Compagnie des Compteurs vorgenommen wurde.

Die Anlage arbeitete von der ersten Stunde der Inbetriebsetzung an bis heute einwandfrei und dies gleichgültig, ob unser Netz mit dem Hochspannungsnetz der Bernischen Kraftwerke parallel geschaltet ist oder nicht. Auf irgendwelche Einschränkungen oder Hindernisse prinzipieller Na-

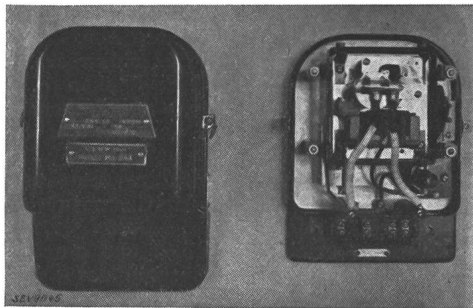


Fig. 7.

Empfangsrelais in Blechgehäuse für Tarif usw., Innenmontage.

tur sind wir bis heute nicht gestossen, Beeinflussungen von Telefon, Radio, medizinischen Apparaten usw. sind uns nicht bekannt geworden. Die Anlage erfüllt somit restlos die an sie von uns gestellten Forderungen.

Herr F. Hug, Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden: Gestatten Sie, auf die sehr interessanten Ausführungen der Herren Vorredner einen kleinen Beitrag aus der Betriebstechnik folgen zu lassen.

Durch die Vergrößerung der Netze und ihre gegenseitige Kupplung wurde die Betriebsführung vor neue Aufgaben gestellt. Die zeitlich sehr verschieden anfallende Energie in Wasserkraftwerken sowie der ständig wechselnde Verbrauch führen zu besondern Eingriffen in die Betriebsführung. Daher muss die Energie-Erzeugung und -Verteilung durchaus nach wirtschaftlichen, betrieblichen und vertraglichen Gesichtspunkten verlaufen. Die Elektrizitätswirtschaft befasst sich vor allem mit der Verteilung der Wirkleistung, während die Blindleistung mehr eine interne Betriebsbedeutung besitzt (Spannungshaltung). Besondere Verhältnisse entstehen bei der Netzkupplung, vornehmlich mit verwaltungsfremden Netzen. Der Leistungsaustausch via Übergabestelle muss hierbei nach Grösse und zeitlichem Verlauf dem Vertragswillen der Partner entsprechen.

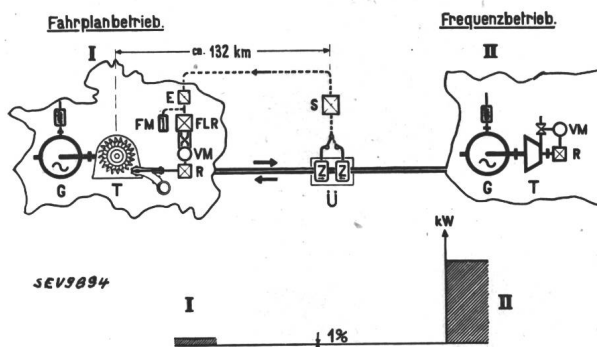


Fig. 1.

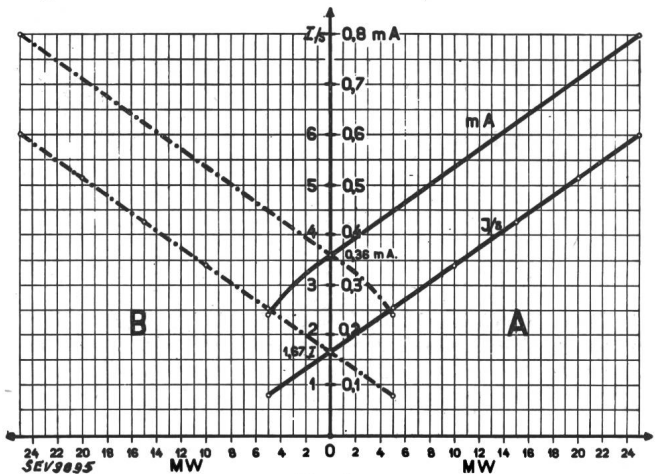
Energieaustausch zwischen zwei Netzgruppen.

- | | |
|---------|--|
| Netz II | Leistungsregulierung (Fahrplanbetrieb) |
| Netz I | Frequenzregulierung |
| ü | Übergabestelle |
| Z | Sendezähler |
| S | Sendegerät |
| E | Empfangsgerät |
| FM | Fernmessung |
| FLR | Fernleistungsregulierung |
| VM | Verstellmotor |
| R | Regler |

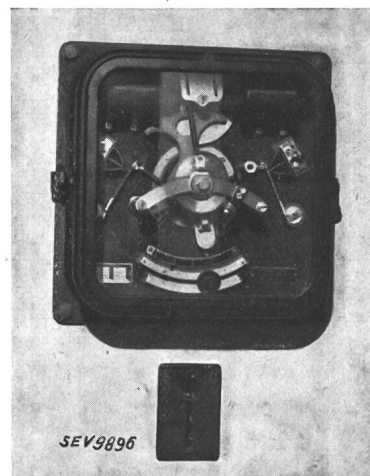
Die Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. (NOK) fassten sich schon frühzeitig mit solchen Betriebsführungen, wobei der Energieaustausch vorerst vermitteltst Fernmessung über eine Hochfrequenzverbindung und Handregulierung durchgeführt wurde (Dezember 1930). Die ausserordentliche

Inanspruchnahme des Betriebspersonals durch diese intensive Regulierrätigkeit veranlasste die NOK im August 1938, die A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, zur Entwicklung und Bereitstellung einer automatischen Fernleistungsregulierung zu ersuchen. Während nahezu zwei Jahren waren nun die neu entwickelten Regulierapparate fast ununterbrochen in Betrieb, wobei wertvolle Erfahrungen gesammelt werden konnten. Die folgenden Bilder mögen zur weiteren Erläuterung beitragen.

Fig. 1 zeigt die schematische Darstellung des Energieaustausches nach festgelegtem Programm zwischen zwei Netzgruppen I und II. Im Netz I befindet sich das leistungsregulierende Speicherwerk mit Peltonsturbinengruppen, deren günstige Voll- und Teillastwirkungsgrade eine wirtschaftliche Regulierung gewährleisten. Die Kupplung der beiden Netze erfolgt über eine 45-kV-Drehstromleitung mit einer maximalen Uebertragungsfähigkeit von ca. 20 000 kW, was ca. 1 % der eingesetzten Leistung des Netzes II entsprechen mag.

Fig. 2.
Fernmessung.

In Fig. 2 ist der Zusammenhang zwischen übertragener Leistung und der Impulszahl/Sekunde (I/s) wiedergegeben. Umstellungen von beispielsweise Energieabgabe (A) auf Bezug (B) können am Sendegerät und am Fernleistungsregler durch Umschaltungen in kürzester Frist ausgeführt werden. Die relativ kleinen Impulszahlen und die ausserordentlich geringen Stromstärken im Gleichstromkreis ohne Beeinflussung der Fernmessung zu verstärken und für die Tur-

Fig. 3.
Fernleistungs-
Impulsregler von
Brown Boveri

binen-Zusatzregulierung zu verwenden, war ein besonderes Problem.

Eine Betriebsaufnahme des Fernleistungs-Impulsreglers zeigt Fig. 3.

Das Leistungsdiagramm der früher von Hand regulierten Energieübergabe ist aus Fig. 4 ersichtlich, während Fig. 5 die Frequenz- und Leistungsdiagramme des automatisch geregelten Betriebes darlegt. Der Regler besorgt nur die Konstanthaltung der Uebergabeleistung. Das Auf- und Abregulieren wird nach wie vor von Hand ausgeführt. Bemerkens-

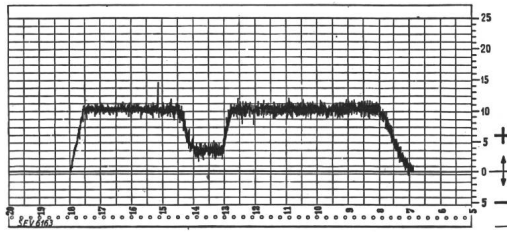


Fig. 4.
Uebergabeleistung (Handregulierung).
+ bedeutet Lieferung
— bedeutet Bezug

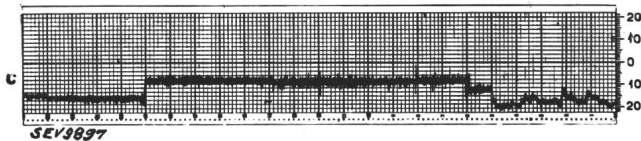
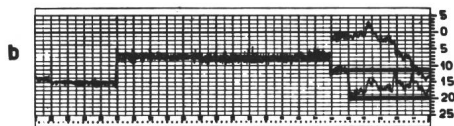
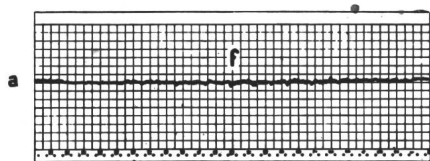


Fig. 5.
Frequenz- und Fernmessdiagramme.
a Frequenzstreifen des Netzes II.
b Löntsch (fernübertragene Messwerte).
c Beznau (an der Sendestelle direkt registrierte Messwerte).

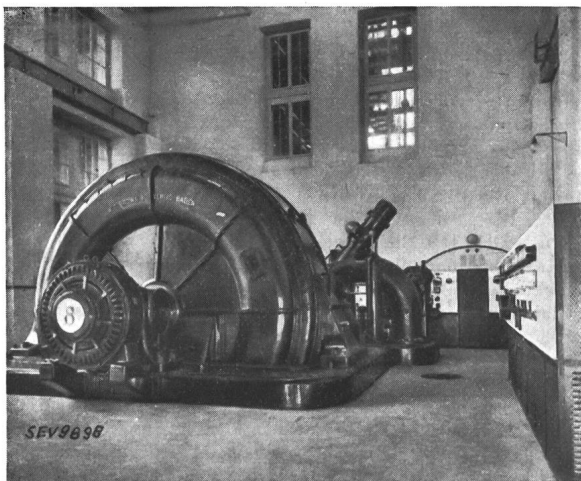


Fig. 6.
Löntschwerk, 12 000-kVA-Drehstromgenerator 8.

wert ist, dass das Frequenzband ca. 3...5‰ vom Sollwert ausmacht, während die Uebergabeleistung innerhalb einer Bandbreite von ca. 1...2‰ des Maschineneinsatzes des Netzes II gehalten werden kann.

Bei Energiebezug der Netzgruppe I wird normal die Konstanthaltung durch den Fernleistungsregler durch Einwirkung

auf die Erzeugung besorgt. Bei nächtlicher Nullast des Spitzenwerkes wird jedoch eine wirtschaftlich automatische Regulierung unmöglich, weshalb der Energiebezug durch Speichergruppen, d. h. durch künstliche Haltung der Netzlast in allerdings weiteren Grenzen erfolgen muss. Bei Nichtbeeinflussung der Netzlast würde sich die Uebergabeleistung entsprechend dem natürlichen Belastungsverlauf des Netzes I einstellen und möglicherweise zu einer Umkehrung des Energieflusses führen (Kurve b rechts).

Aus dem gezeigten Leistungsdiagramm ist ferner zu sehen, dass keinerlei Leistungspendungen zwischen den Netzen auftreten. Ein zum vorneherein instabiler Parallelbetrieb kann aber niemals durch Einbau einer Fernleistungsregulierung nachträglich verbessert werden.

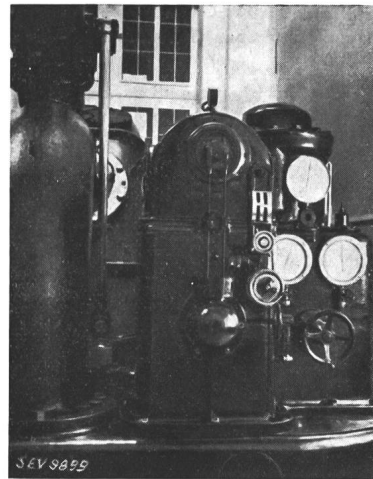


Fig. 7.
Löntschwerk.
Drehzahl-Regulator
Turbine 8.

Von Interesse mag auch sein, zu vernehmen, dass zufolge der automatischen Uebergabeleistungsregulierung der Integralwert der Leistungen, also die Zählerangaben praktisch genau dem vereinbarten Sollwert der Energieverschiebung entspricht.

Fig. 6 gibt den leistungsregulierenden Generator wieder, der vom Drehzahl-Regulator (Fig. 7) beeinflusst wird.

Die Drehzahlverstellvorrichtung (Fig. 8) der Turbine wird vom Impulsregler gesteuert. Je nach dem Öffnungsgrad der Turbine würden diese Impulse verschiedene Generatorleistungen zur Folge haben. Durch eine besondere Einrichtung am Turbinenregulator wird jedem Stromimpuls auf den Verstellmotor die nämliche Lastveränderung des Aggregates zugeordnet, wovon eine günstige beruhigende Wirkung

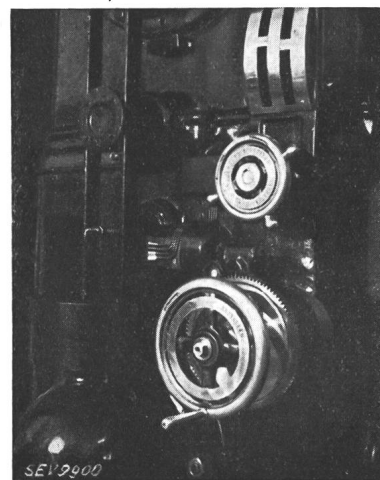


Fig. 8.
Löntschwerk.
Drehzahl-Verstellung
Turbine 8.

auf den Fernleistungsregler und den hydraulischen Teil der Anlage ausgeht.

Fig. 9 zeigt, wie der Generator seinerseits starken Lastschwankungen ausgesetzt werden muss, um andererseits eine möglichste Beruhigung des Energieflusses an der Uebergabestelle zu erreichen (Fig. 5).

Den Einfluss verschiedener Dämpfungsgrade der Fernleistungsregulierung auf die Druckdiagramme der Rohrleitung zeigt Fig. 10. Die Druckschwankungen konnten durch verschiedene Massnahmen auf ca. 6% gebracht werden.

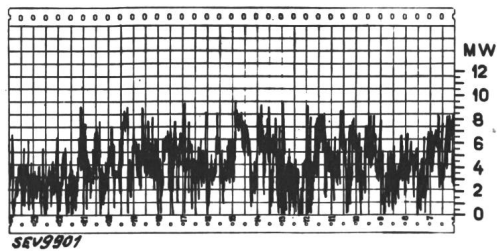


Fig. 9.

Löntschwerk. Belastungsdiagramm Generator 8.

Aus diesen Darlegungen lässt sich ersuchen, dass auch für besonders schwierige Verhältnisse der Netzkupplung grosser Betriebe mit Hilfe der Hochfrequenzfernsteuerung und Regulierung bereits ein genügend fein geregelter Leistungsaustausch möglich ist.

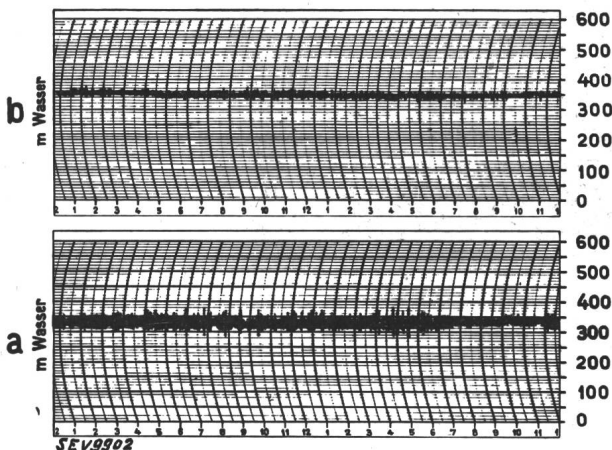


Fig. 10.

Löntschwerk. Druckdiagramm Rohrleitung 4.

Herr P. Schmid, EW der Stadt Bern: Bei der Projektierung des Unterwerkes Enghalde stand das Elektrizitätswerk der Stadt Bern vor der Wahl, diese Anlage entweder durch ständig anwesendes Personal bedienen zu lassen oder aber für Fernsteuerung von einer hiezu geeigneten Stelle aus vorzusehen. Da sich in unmittelbarer Nähe des Betriebsbureaus, in rd. 2½ km Entfernung von der Enghalde, unsere Umformerstation Monbijou befindet, war es angezeigt, das dort ständig anwesende Personal zur Ueberwachung und Bedienung der Enghalde heranzuziehen.

Die Fernmesseinrichtung nach System Trüb, Täuber & Co. umfasst im jetzigen Ausbau rd. 70 Geber-Instrumente, welchen im Monbijou 30 Empfänger zugeordnet sind. Die wichtigsten Betriebsgrössen werden durch fest miteinander verbundene Geber und Empfänger dauernd übertragen, während die weniger wichtigen Messwerte durch Aufschalten eines Empfängersatzes wahlweise auf verschiedene Gebersätze ermittelt werden. Die hiezu erforderliche Fernsteuerung wurde von der Firma Gfeller A.-G., Bern-Bümpliz, geliefert, welche auch die zur Fernbetätigung der Schalter und Trenner nötigen Apparaturen und das Blindschema ausführte.

Die von uns getroffene Ausführung hat sich in der nun achtjährigen Betriebszeit einwandfrei bewährt und als sehr zweckmässig erwiesen. Hervorgehoben sei noch, dass sich die Geber nach System TTC wie normale Instrumente in die Schalttafel einbauen und ablesen lassen, so dass sich auch im Kommandoraum der Enghalde der Betriebszustand jederzeit vollständig überblicken lässt. Hiezu waren also nicht noch spezielle Anzeige-Instrumente erforderlich.

Eine gewisse Schwierigkeit ergab sich aus den Bestimmungen der Starkstrom-Verordnung, wonach Stromkreise,

welche sich über den Wirkungsbereich der Schutzterde hinaus erstrecken, in der Anlage entsprechend einer Prüfspannung von 4 kV isoliert oder durch Isoliertransformatoren geschützt sein müssen. Bei der weitverzweigten Anlage mit den vielen Instrumenten kam nur die Verwendung solcher Isolier-Transformatoren in Frage. Diese waren ursprünglich mit Kernen aus normalem Dynamoblech versehen. Es zeigte sich jedoch, dass dadurch mit den Jahreszeiten sich ändernde Zusatzfehler in der Messung entstehen. Durch Ersatz der Eisenkerne gegen solche aus Permalloy konnte dieser Zusatzfehler praktisch zum Verschwinden gebracht werden.

Zum Schlusse möchte ich noch erwähnen, dass sich auch das Fernsteuer-System Gfeller in unserm Betrieb bestens bewährt hat.

Herr H. Marty, Bernische Kraftwerke A.-G., Bern: Viele Fernwirkanlagen müssen nur in grossen Zeitabständen funktionieren. Das kann den Betriebsleitern auf Grund einer allgemeinen Erfahrung das unsichere Gefühl geben, dass diese Einrichtungen aus irgendeiner kleinen Zufälligkeit heraus gerade dann einmal nicht spielen, wenn sie wirken sollten. Man schützt sich gegen dieses Gefühl der Unsicherheit am besten dadurch, dass man die Fernwirkanlagen in regelmässigen Zeitabständen probeweise in Betrieb setzt und sie kontrolliert. Die BKW halten es seit Jahren so und haben damit gute Erfahrungen gemacht.

Herr A. Kleiner, Generalsekretär des SEV und VSE: Ich möchte noch ein paar Betriebserfahrungen vorbringen, die ich in meiner Praxis gemacht habe. Dabei scheint mir ein kleiner Rückblick darüber, wie es früher gemacht wurde, durchaus angebracht. Ich hatte das Glück, bei verschiedenen Kraftwerksbauten dabei zu sein. Es sei zuerst Mühlberg erwähnt. Dort sprach noch kein Mensch von Fernregulierung. Der Pegel war so nahe, dass man den Wasserstand direkt ablesen konnte. Es kam das Wägitalwerk. Hier hat man dann wenigstens davon gesprochen, dass die Stellung der Drosselklappen und die Seestände von Rechts wegen ferngemeldet werden sollten. Wir hatten uns damals schon gemerkt, was Herr Marty eben erwähnt hat, dass diejenigen Betätigungen, die selten vorkommen, immer wieder probiert werden müssten, und sind dabei so weit gegangen, dass wir alle Tage probierten, und zwar während des Betriebes, ob die Drosselklappen mit der noch recht skeptisch beurteilten Fernbetätigung gehen oder nicht.

Sie sehen aus diesen kurzen Hinweisen, mit welchen primitiven Mitteln man vor noch nicht ganz zwanzig Jahren funktioniert hat. Später kamen dann allerdings noch einige Fernmeldungen nach. Das Kraftwerk Wägital ist ja zweistufig. Da hätte es nahe gelegen, die obere Stufe ganz durch Einrichtungen der unteren fernzusteuern. Man kam aber gar nicht auf die Idee, offenbar weil die nötigen Elemente noch nicht vorlagen.

Anschliessend kam der Bau des Oberhasliwerkes. Da glaubten wir zu wissen, wie man ein Kraftwerk baut, und waren dann erstaunt, dass nun wieder ganz neue Probleme, eben die der Fernsteuerung auftauchten. Herr Direktor Thut von den Bernischen Kraftwerken kam verdienstlicherweise mit der Idee, dass es hier gegeben sei, weitgehend fernzusteuern. Das Oberhasliwerk sollte nämlich nicht nur für ein Maschinenhaus ausgebaut werden, sondern am Schluss auf drei bis fünf, die man alle vom Zentralpunkt Innertkirchen aus einheitlich betreiben und daher auch fernsteuern wollte. Wir hatten allerdings vorerst nur das Maschinenhaus Handeck zu betreiben. Dort ist aber der Winter mit den grossen Schneemassen und der andauernden grossen Kälte so streng, dass man fürchtete, es werde kein Mensch dauernd da oben bleiben wollen. Durch die Fernsteuerung hätte man somit an dem schwer zu beschaffenden und teuren Personal sparen können. Herr Direktor Thut hat uns dann amerikanische Literatur und Angebote geschickt, und mein getreuer Mitarbeiter, Herr Tschumi, und ich kratzten uns oft heftig hinter unseren Starkstromohren und versuchten, uns in die Materie einzuarbeiten. Wenn ich den heutigen Vortrag des Herrn Lardelli über Fernbedienungseinrichtungen durchgehe und sehe, wie heute auf diesem Gebiet theoretisch und praktisch gearbeitet wird, so muss ich schon sagen, dass es damals noch sehr primitiv zugeht. Gleichwohl waren wir stolz auf das, was wir dann schliesslich begriffen und einrichteten.

Es handelte sich darum, das Maschinenhaus Handeck von Innertkirchen aus, wo die Verteilung stattfand, fernzusteuern. Die Aufgabe war insofern nicht einfach, als die beiden Punkte 13 km voneinander entfernt und durch 50-kV-Kabel und -Fernleitung in Serie verbunden waren. Es lag aber nicht bloss an diesen 13 km Entfernung, sondern daran, dass die ganze Strecke auch mit gefährlichen Lawinenzügen durchsetzt ist, über die man mit List und Tücke hinwegsetzen musste. Den einen Stolz habe ich heute noch: wir waren der Technik, wie sie uns damals zu Gebote stand, sehr weit voraus, so weit, dass sie uns heute noch nicht eingeholt hat! Wir sagten uns nämlich, wir könnten das Problem der Fernablesung der für die Fernregulierung nötigen Instrumente auf das einfachste reduzieren, indem wir die Aufgabe durch Television lösen. Wir brauchten ja «nur» eine Fernsehapparatur oben in der Handeck vor dem Maschinentableau aufzustellen, die auf das Tableau «blickt», um unten in Innertkirchen alle Aufzeichnungen dauernd ablesen zu können. Wir sind auch in der Welt herumgereist, um eine Firma zu finden, die uns unsere Idee in Wirklichkeit umsetzte; zum Glück war man aber überall so ehrlich, zu erklären: Wir sind noch nicht so weit. Es handelte sich also vorerst darum, diejenigen Messwerte zu übertragen, die zur Betriebsführung nötig waren. Wir mussten also an Messwerten an den Maschinenklemmen übertragen: die Wirkleistung, die Blindleistung, die Spannung und den Erregerstrom. Bei dieser Gelegenheit haben wir dann dem armen $\cos \varphi$, der sich nicht fernübertragen liess, den Todesstoss gegeben und im ganzen Oberhasli ausschliesslich mit Blindleistung und Wirkleistung operiert. Bei der Wahl des Uebertragungssystems haben wir dann halt doch wieder unser Starkstromherz sprechen lassen und die Lösungen mit all dem uns unbekannten Schwachstrom-Zeug abgelehnt, denn schon die Sprache, welche die Schwachstromleute sprechen, war uns ja fremd und stimmte uns skeptisch. So haben wir noch etwas gesucht, das unsern Gewohnheiten eher entsprach. Bei den Schweizer Firmen war noch nichts vorhanden, das uns befriedigte, und so hat uns dann Siemens geholfen mit ihrem damals weitgehend ausprobierten System mit ständig umlaufendem Hebel, der andauernd eine Kontaktbahn abtastet, wie wir es in verschiedenen heute gezeigten Schemata gesehen haben. Da hatten wir ein Element, auf das wir einigermaßen vertrauen konnten, und wir haben dann dieses Uebertragungssystem zwischen Innertkirchen und Handeck eingerichtet. Es ging recht gut.

Nun kommt die Erfahrung, die mich Herr Aemmer, der vorzeitig weg musste, Ihnen zu übermitteln beauftragte. Die Anlage ist seit zwölf Jahren im Betrieb. Wir hatten damals Bedenken, ob die Leute die immerhin komplizierte Apparatur auch richtig unterhalten könnten; doch es ging. Die Leute vertieften sich in die Angelegenheiten und so wurde das Kind von Anfang an gut aufgezogen und genährt, so dass es gut in Form kam. Unterdessen ist es aber eben doch schon ins Pensionsalter eingetreten.

Ein Mensch, der z. B. mit 25 Jahren in einen Betrieb eintrat, wird heute mit 65 Jahren pensioniert. Er hat dann 80 000 bis 100 000 Stunden gearbeitet. Die Anlage hat nun gerade auch ungefähr so lange gearbeitet und soll jetzt auch in den Ruhestand versetzt werden, denn in ein paar Jahren wird man sie ersetzen, und man kann ihr ins Abgangszeugnis schreiben, dass sie sehr gut gearbeitet hat und zu keinen Fehlschaltungen usw. Veranlassung gab. In dieser Erfahrung liegt vielleicht auch ein kleiner Hinweis in finanzieller Beziehung. Eine zwölfjährige Lebensdauer bedeutet eine Abschreibung von jährlich 8 Prozent. Das ist nicht sehr viel. Man rechnet — vielleicht etwas zu vorsichtig — ja auch bei andern Apparaten, bei Generatoren und Transformatoren mit diesem Ansatz.

Nur die Idee, dass man mit dieser Fernsteuerung Personal sparen könne, liess sich leider nicht nach Wunsch verwirklichen. Wir hatten damals verschiedene Diskussionen, in denen sogar die böse Frage, wer die Verantwortung für die unbediente Anlage übernehmen wolle, aufgeworfen wurde. Schliesslich fand man, die grossen Generatoren dürften nicht unüberwacht bleiben und so stellte man gleichwohl Maschinisten ein, und zwar der Platzersparnis wegen ledige. Das Resultat war, dass diese nach dem ersten Jahr alle heirateten und bald auch Kinder hatten und man schliesslich nicht nur vermehrte Wohngelegenheiten, sondern

einen Extrazug der Stollenbahn einrichten musste. So war in dieser Richtung nicht viel erreicht. Jetzt ist es so, dass die Anlage reduziert worden ist und nicht mehr in dem Umfang benutzt wird, wie wir damals die Absicht hatten. Denn wir hatten vorsichtigerweise auch in Innertkirchen Instrumente eingebaut, nach denen man, wenn man die Anlage einmal kennt, auch regulieren kann.

Gehen wir wieder einen Schritt weiter, so kommen wir zur Anlage Enghalde, über die Herr Schmid berichtete. Unterdessen hatte die Fernregulierung dann wirklich Fortschritte gemacht, so dass die Anlage tatsächlich komplett ferngesteuert werden konnte. Das Bedienungspersonal, das schon halbwegs angestellt war, brauchte man nicht mehr; der Vorteil der Personaleinsparung hat sich hier also voll auswirken können. Als die Neuerung in der Enghalde so gut arbeitete, haben wir uns mit der Zeit ein bisschen in die Geschichte verliebt und dieses neue System im Oberhasli auch noch für weitere Fernmeldestellen angewendet. Das erwies sich dann aber als nicht so leicht, denn neue Schwierigkeiten tauchten auf, die in den Uebertragungsverhältnissen lagen. Wie Sie sehen, meine Herren, galt es, Erfahrungen zu sammeln. Durch die Zusammenarbeit der Firma für Fernsteuerungsanlagen mit den massgebenden Technikern des Kraftwerkes — ich selbst war dann nicht mehr dort —, die sich durch gegenseitige Geduld und Freundlichkeit fruchtbar gestaltete, suchte man immer wieder nach den Ursachen von oft ganz unerklärlichen Fehlern und Störungen. Das führte dazu, dass sie mit der Zeit restlos eliminiert werden konnten. Das System wurde ausgebaut und hat sich auch im Laufe der Zeit bewährt, trotzdem es «nur» mit Schwachstrom-Relais arbeitete, die wir anfänglich so gar nicht geschätzt hatten!

Man sieht auch hier, dass Fortschritte nur erzielt werden können und man zu guten Resultaten nur gelangt, wenn man zusammenarbeitet und sich durch vorgefasste Meinungen und durch Misserfolge nicht beeinflussen lässt. Das lohnt sich immer, denn ohne Zweifel ist die Fernsteuerung, die sich gewiss auch nur durch Erfahrungen zu der heutigen Höhe entwickeln konnte, ein sehr wirksames Hilfsmittel, um die Regulierung der Kraftwerke und damit die Elektrizitätsversorgung zu verbessern und zu fördern.

Herr A. Kraft, A.-G. Kraftwerk Wäggital, Siebnen: Die Ausführungen von Herrn Kleiner veranlassen mich zu einigen Bemerkungen. Die von ihm erwähnte Drosselklappe im Wäggital funktioniert gut. Es handelt sich um eine Drosselklappe, die den Stollen der oberen Stufe gegen den Stausee Innertal abschliessen kann. Eine gewisse Sorge bereitete es uns seinerzeit, dass die Klappe nicht vom Maschinenhaus Rempen aus fernbetätigt werden konnte. Dies ist nun möglich, dank einer Impuls-Fernübertragung. Wir können mit der Fernübertragungseinrichtung über zwei auf der Hochspannungsleitung nachgezogene Drähte nicht nur die Drosselklappe betätigen, sondern auch den Wasserstand im Staubecken Innertal nach dem Maschinenhaus Rempen übertragen, Stellungen verschiedener Apparate fernanzeigen und telefonieren. Die Fernübertragung war wirtschaftlich nur möglich mit dem Impulsverfahren. Die nun vorhandene Anlage kostete ungefähr zwei Drittel dessen, was bei einer andern Anlage allein die Uebertragungsleitung durch selbsttragendes Luftkabel gekostet hätte. Ich kann mitteilen, dass die Anlage tadellos funktioniert. Der Forderung von Herrn Marti werden wir dadurch gerecht, dass die Anlage mindestens jeden Monat probiert wird. Zweimal im Jahr lassen wir die Fernübertragung, im Abonnement, durch die Lieferfirma kontrollieren. Dadurch wird die Anlage von Zeit zu Zeit von Spezialisten nachgesehen und unterhalten. Ausserdem ist die Möglichkeit gegeben, das eigene Personal immer wieder instruieren zu lassen.

Herr J. Engeli, Fr. Sauter A.-G., Basel: Im Anschluss an die Referate über Fernsteuerung und Fernregulierung möchte ich das System der *Programmschaltung* der Fr. Sauter A.-G., Fabrik elektrischer Apparate, Basel, erläutern.

Bei der Abgabe grösserer Leistungen für Wärmeerzeugung hat sich den Elektrizitätswerken das Problem gestellt, diese Leistungsabgabe nach der Zeit regulieren zu können. Es wurde dazu eine Apparatur entwickelt, die im Prinzip durch Fig. 1 dargestellt wird. Sie besteht aus einer Schaltuhr (1), einem Programmregler (2) und beliebigen Regu-

lierorganen. In unserem Beispiel ist eine Elektrodenregulierung angenommen. Das Regulierorgan besteht in diesem Fall aus einem Motorantrieb (3), welcher die Elektroden des Kessels (4) mechanisch betätigt.

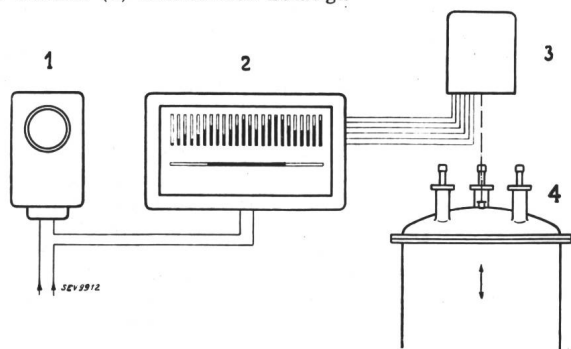


Fig. 1.

Prinzip der Programmschaltung; Beispiel: Elektrodenregelung.
1 Schaltuhr, 2 Programmschalter, 3 Motorantrieb,
4 Elektrodenkessel.

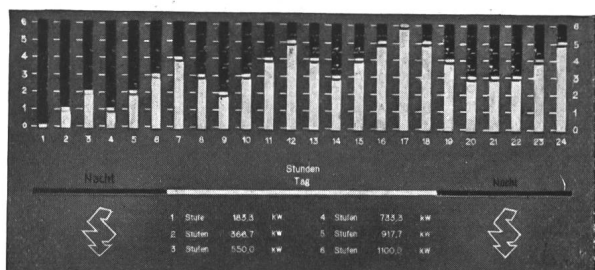


Fig. 2.

Frontplatte des Programmreglers.

Die Schaltuhr gibt beispielsweise stündliche Impulse auf das Steuerrelais des Programmschalters. Dieses Relais schaltet den Stufenschalter ein, der dem zugeordneten Zeitelement entspricht. Der Programmschalter weist eine vollstän-

dig neue Form auf. Er erlaubt, die Leistungskurve in Abhängigkeit der Zeit in einem rechtwinkligen Koordinatensystem beliebig einzustellen. Das gewählte Programm ist auf der Frontplatte jederzeit ersichtlich (Fig. 2). Die Ordinaten entsprechen der Leistung, die Abszissen der Zeit. Den einzelnen Zeitelementen sind Stufenkontakte zugeordnet. Jeder auf der Frontplatte verschiebbare Kontakt ist mit einer Markierfahne versehen, die im Bilde weiss erscheint. Die zum Vorschein kommende Länge dieser Fahne ist der Leistung proportional. Die Frontplatte des Programmreglers zeigt deshalb die eingestellte Leistungskurve über eine bestimmte Zeit.

Je nach Wahl der Intervalle in der Schaltuhr und der Stufenzahl im Programmschalter kann jede beliebige Feinheit der Regulierung erzielt werden. Die Wirkung erfolgt in der dargestellten Form stufenweise. Durch besondere Mittel kann sie auch kontinuierlich gestaltet werden.

Die Apparatur kann in prinzipiell gleicher Form auch verwendet werden zur Regulierung nach einem Temperatur-Zeitprogramm oder für ein Druck-Zeitprogramm.

Der Vorsitzende, Präsident Dr. Schiesser:

Meine Herren, damit sind wir am Schluss angelangt. Ich danke allen Referenten herzlichst für die grosse Mühe, der sie sich unterzogen haben, um die Diskussionstagung vorzubereiten und fruchtbar zu gestalten. Es war eine gewaltige Arbeit, die die Referenten da zusammen ausgeführt haben. Wir haben einen wunderbaren Ueberblick über das ganze Gebiet bekommen. Auch heute wieder hat sich gezeigt, dass solche Vorträge reichen Gewinn bringen. Ich möchte wiederum betonen, wie interessant und wichtig es ist, viele Meinungen zu hören, um einen guten Querschnitt durch das zu behandelnde Gebiet zu bekommen.

Danken möchte ich ferner allen denen, die sich an der Aussprache beteiligten und die Tagung durch ihre Beiträge bereicherten.

Ich bin mir durchaus bewusst, welche Zumutung wir an die Teilnehmer mit dem langen Programm gestellt haben. Mit einem nochmaligen, herzlichsten Dank an Sie alle möchte ich diese Diskussionsversammlung schliessen, die uns so viel gegeben hat.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des SEV und VSE.

Urabstimmung über die Annahme der neuen Statuten.

Die neuen Statuten sind in Uebereinstimmung mit Art. 21 und 10 der alten Statuten durch die Urabstimmung vom 8. Dezember 1941 gültig angenommen worden und treten somit mit dem in der Generalversammlung in Burgdorf genehmigten Vertrag und den zugehörigen Reglementen auf 1. Januar 1942 in Kraft.

Der Vorstand hat die Feststellung des Abstimmungsergebnisses seinen beiden Mitgliedern Herrn Kunz und Herrn Jahn übertragen, welche folgenden Bericht über die Urabstimmung abgegeben haben:

Die Unterzeichneten haben im Auftrag des Vorstandes des SEV das Resultat der Urabstimmung vom 8. Dezember 1941 nachgeprüft. Sie stellen fest, dass die statutarischen Fristen eingehalten worden sind. Die Stimmkarten der Kollektivmitglieder wurden mit der statutarisch berechtigten Stimmzahl verglichen und richtig befunden.

Die Resultate haben wir kontrolliert, und es ergibt sich folgendes Ergebnis:

Gültige Stimmzahl, Einzelmitglieder	504
Kollektivmitglieder	973
Total	1477 ¹⁾

¹⁾ Weitere 58 Stimmen gingen nach dem festgesetzten Termin vom 8. Dezember 1941 ein und sind daher ungültig. Sie stimmten alle ja.

Hievon stimmten zur :

a) Vorfrage mit ja	1468
mit nein	9
b) Hauptfrage mit ja	1467
mit nein	10

Damit die Urabstimmung gültig ist, müssen nach Statuten ein Drittel, also 1225 Stimmen abgegeben werden. Diese Stimmzahl ist 1477, davon 1467 Ja-Stimmen, somit ist die Statutenänderung angenommen worden.

Zürich, den 17. Dezember 1941.

(sig.) V. Kunz.
K. Jahn.

Neuorganisation SEV und VSE.

Wir machen die Mitglieder des SEV und VSE hiemit noch einmal ausdrücklich darauf aufmerksam, dass ab 1. Januar 1942 die neue Organisation in Kraft tritt, laut welcher das Generalsekretariat als solches verschwindet. An seine Stelle tritt für die gemeinsamen Aufgaben der beiden Verbände die gemeinsame Geschäftsstelle.

Wir bitten unsere Mitglieder und Geschäftsfreunde, in Zukunft die Korrespondenz wie folgt zu adressieren:

für reine SEV-Angelegenheiten:

an das Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins;

für reine VSE-Angelegenheiten:

an das Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke;