

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 56 (1965)  
**Heft:** 1  
  
**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:** 21.02.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Die automatische Datenverarbeitung und der Betrieb elektrischer Netze

Bericht über die 14. Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Automation vom 9. und 10. April 1964 in Genf

*Ziel dieser Arbeit ist die Zusammenfassung der Vorträge, die anlässlich der 14. Tagung der SGA, unter Mitarbeit des SEV und des VSE, am 9. und 10. April 1964 in Genf gehalten wurden. Es ging darum, den heutigen Stand der automatischen Datenverarbeitung auf folgenden Gebieten aufzuzeigen:*

- Produktionsoptimalisierung hydro-elektrischer Kraftwerke
- Regulierung der schweizerischen Netze
- Betrieb thermischer Kraftwerke.

*Im letzten Teil werden einige Anwendungsbeispiele dieser neuen Methoden aus Frankreich, Deutschland und den Vereinigten Staaten vorgelegt.*

*Ce texte s'efforce de faire la synthèse des exposés qui ont été présentés lors des 14<sup>e</sup> journées de l'ASSPA à Genève, organisées les 9 et 10 avril 1964 en collaboration avec l'ASE et l'UCS. Il s'efforce de dégager l'essentiel des renseignements que l'on peut tirer du stade actuel de l'utilisation du traitement automatique de l'information dans les domaines suivants:*

- optimisation de la production d'un aménagement hydro-électrique
- réglage des réseaux en Suisse
- exploitation de centrales thermiques.

*Dans une dernière partie, certains exemples d'application de ces techniques nouvelles en France, en Allemagne et aux Etats-Unis sont présentés.*

#### 1. Vorwort

Die neuen Methoden der automatischen Datenverarbeitung durch Anwendung von Digital-Rechenautomaten gewinnen immer mehr an Bedeutung. Dies ist aus dem lebhaften Interesse ersichtlich, welches der 14. Informationstagung der Schweizerischen Gesellschaft für Automatik (SGA) entgegengebracht wurde. Diese Tagung der SGA wurde unter Mitarbeit des SEV und des VSE veranstaltet; über 150 Teilnehmer hatten sich am 9. und 10. April 1964 im grossen Hörsaal des CERN in Genf eingefunden.

Nachdem das Prinzip der Regulierungsoptimalisierung wieder in Erinnerung gebracht worden war, wurden folgende vier Themen behandelt:

- Der *erste Teil*, unter dem Vorsitz von Dr. M. Cuénod, behandelte die Anwendung der Mittel für die automatische Datenverarbeitung im Rahmen der hydro-elektrischen Energieerzeugung.
- Der *zweite Teil*, deren Vorsitzender Dir. P. Jaccard war, orientierte über die Anwendung dieser Mittel beim Betrieb der schweizerischen Netze.
- Der *dritte Teil*, unter dem Vorsitz von Prof. Dr. P. Profos, verwies auf die Vorteile, die man bei der Anwendung dieser Mittel beim Betrieb thermischer Kraftwerke erzielen kann.
- Zum Schluss brachte der *vierte Teil*, unter dem Vorsitz von Dir. E. Binkert, einige besonders wichtige Beispiele aus der Anwendung dieser Mittel beim Betrieb ausländischer Netze.

In den folgenden Zeilen wird versucht, das Wesentliche dieser Tagung hervorzuheben.

#### 2. Grundsätzliches über die Optimalisierungsmethoden in der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie

«Theoretische Behandlung der Aufteilung der Produktion unter den verschiedenen Kraftwerken eines Netzes» von

J. Carpentier, Service «Etudes de Réseaux et Calcul Automatique» de la Direction des Etudes et de Recherches d'EdF à Paris.

Das Kriterium für die optimale Verteilung der aufzubringenden Leistung durch die verschiedenen Kraftwerke eines Netzes besteht darin, mit minimalen Produktionskosten zu arbeiten, indem einerseits die spezifischen Produktionskosten und andererseits die Leitungsverluste berücksichtigt werden. Zwei Optimalisierungsmethoden wurden entwickelt: Die eine wurde in dem heute als klassisch betrachteten Werk von Kirchmeyer USA (1, 2) behandelt und verwendet den Lagrange'schen Multiplikator, die andere wurde durch die Electricité de France (EdF) entwickelt. Letztere ist unter dem Namen «Einspeisungsmethode» (3, 4) bekannt.

##### a) Problemstellung

Ein elektrisches Netz kann als vermaschtes System mit  $(N + 1)$  Knoten betrachtet werden, von denen jeder charakterisiert ist durch

- eine zugeführte Leistung  $P_i$
  - eine abgeführte Leistung  $C_i$
  - eine in das Netz eingespeisene Leistung  $I_i$ ,
- so dass  $I_i = P_i - C_i$  ist.

Die gesamten Übertragungsverluste  $p$  sind gleich der Summe der ins Netz eingespeisten Wirkleistungen:

$$p = \sum_i I_i$$

Diese Verluste sind eine Funktion der Verteilung von Produktion und Verbrauch

$$p = g(I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n)$$

Die totalen Produktionskosten  $F$  sind Funktion der in den verschiedenen Zentralen erzeugten Leistungen

$$F = F(P_0, P_1, \dots, P_i, \dots, P_n)$$

Die Problemstellung der Produktionsoptimalisierung wird folgende:

«Ist eine bestimmte Verteilung der Verbraucher  $C_i$  gegeben, dann handelt es sich darum, die Leistungen  $P_i$  der Kraftwerke so zu bestimmen, dass die totalen Produktionskosten  $F$  ein Minimum werden.»

#### b) Optimalisierung nach der Lagrange'schen Methode

Zuerst betrachtet man ein Netz ohne Verluste. Der gesamte Verbrauch  $C$  ist gleich der Summe der erzeugten Leistungen. Diese Forderung bestimmt die Randbedingung  $H$ , der das System unterliegt:

$$H = \sum_{i=0}^n P_i - C = 0$$

Die Lagrange'sche Methode gibt an, dass das Optimum erreicht wird, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{\partial F}{\partial P_i} - \lambda \frac{\partial H}{\partial P_i} = \frac{\partial F}{\partial P_i} - \lambda \frac{\partial}{\partial P_i} (\sum P_i - C) = 0$$

worin  $\lambda$  der Lagrange'sche Multiplikator ist, dessen physikalische Bedeutung weiter präzisiert werden soll.

Alle anderen Leistungen wie  $P_i$  und der Verbrauch  $C$  sind unabhängig von  $P_i$ . Als Bedingung erhält man schliesslich:

$$\frac{\partial F}{\partial P_i} - \lambda = 0$$

Daraus folgt:

$$\lambda = \frac{\partial F}{\partial P_i} = \frac{\partial \sum F_i}{\partial P_i} = \frac{d F_i}{d P_i}$$

Man findet die allgemein bekannte Bedingung, dass die optimale Verteilung in einem als verlustlos gedachten Netz erreicht wird, wenn die Grenzkosten  $\frac{d F_i}{d P_i}$  der erzeugten Energie in allen Kraftwerken die gleichen sind, gleich dem Lagrange'schen Koeffizienten  $\lambda$ .

Wenn man die Verluste berücksichtigt, dann nimmt die Randbedingung  $H$  folgende Form an:

$$H = \sum_{i=0}^n P_i - C - P_L = 0$$

worin  $P_L$  für die Übertragungsverluste gesetzt wird:

$$\sum_m \sum_n P_m P_n B_{mn}$$

$B_{mn}$  = Verlustkoeffizient in Funktion der Verteilung der Energieproduktion  $m$  und  $n$ .

Die Anwendung der Lagrange'schen Methode führt zu folgenden Zusammenhängen:

$$\frac{\partial F}{\partial P_i} - \lambda \frac{\partial H}{\partial P_i} = \frac{\partial F}{\partial P_i} - \lambda \frac{\partial}{\partial P_i} \left( \sum_{i=0}^n P_i - C - P_L \right) = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial P_i} = \frac{d F}{d P_i} = \lambda \left( 1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_i} \right)$$

Dieser Zusammenhang kann auch wie folgt ausgedrückt werden:

$$\frac{d F_i}{d P_i} = L_i = \lambda$$

worin  $L_i$  der Verlustkoeffizient ist:

$$L_i = \frac{1}{1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_i}} \sim 1 + \frac{\partial P_L}{\partial P_i}$$

Die Verlustkoeffizienten  $B_{mn}$  sind abhängig vom Netzaufbau. Diese Methode berücksichtigt die durch die Spannungs-niveaux sowie die durch die in den verschiedenen Kraftwerken maximal und minimal zu erzeugenden Leistungen gesetzten Grenzen nicht. Dies hat die EdF dazu geführt, die bereits erwähnte Methode zu entwickeln; sie ist eine Anwendung des Lehrsatzes von Kuhn und Tucker.

#### c) Optimalisierung mit Hilfe der Einspeisungsmethode

Der Lehrsatz von Kuhn und Tucker sagt aus, dass das Optimum der Verteilung erreicht wird für diejenigen Werte, die die Änderung  $d\alpha$  der Grösse  $\alpha$  null werden lassen:

$$\alpha = F + \lambda \left[ g(P_1 - C_1; \dots; P_n - C_n) - \sum_{i=0}^n (P_i - C_i) \right] + \sum_i M_i (P_i - P_{iM}) + \sum m_i (P_{im} - P_i)$$

$M_i$  und  $m_i$  sind duale Grössen und werden wie folgt definiert:

$$M_i (P_i - P_{iM}) = 0$$

$$m_i (P_{im} - P_i) = 0$$

mit  $P_{iM}$  = maximal erzeugbare Leistung in der Zentrale  $i$

$P_{im}$  = minimal erzeugbare Leistung in der Zentrale  $i$

Statt wie bei der Lagrange'schen Methode die in jedem Knoten erzeugten Wirk- und Blindleistungen als Variablen zu betrachten, ist es angebracht, die Phasen  $\Theta_i$  und die Spannungsmodule  $U_i$  als Veränderliche zu setzen.

Diese Variablen sind miteinander verbunden durch die «Einspeisungsbeziehungen»  $H_i$  und  $R_i$ , die man für jeden Knoten  $i$  aufstellen kann:

$$\begin{cases} H_i = I_i(\Theta_0, U_0) - P_i + C_i = 0 \\ R_i = K_i(\Theta_0, U_0) - Q_i + D_i = 0 \end{cases}$$

mit  $P_i, C_i, I_i$  = produzierte bzw. verbrauchte oder ins Netz eingespeisene Wirkleistung im Knoten  $i$ .

$Q_i, D_i, K_i$  = erzeugte, bzw. verbrauchte oder dem Netz zugeführte Blindleistungen im Knoten  $i$ .

$\Theta_0$  = Phasenvektor der Komponenten  $\Theta_0, \Theta_1, \dots, \Theta_n$

$U_0$  = Einheitsvektor der Komponenten  $U_0, U_1, \dots, U_n$

$$\begin{cases} I_i(\Theta_0, U_0) = \sum_{\alpha} \frac{U_i U_{\alpha}}{\Xi_{i\alpha}} \sin(\Theta_i - \Theta_{\alpha} - \vartheta_{i\alpha}) + \sum_{\alpha} U_i^2 \frac{\sin \vartheta_{i\alpha}}{\Xi_{i\alpha}} \\ K_i(\Theta_0, U_0) = - \sum_{\alpha} \frac{U_i U_{\alpha}}{\Xi_{i\alpha}} \cos(\Theta_i - \Theta_{\alpha} - \vartheta_{i\alpha}) + \sum_{\alpha} U_i^2 \frac{\cos \vartheta_{i\alpha}}{\Xi_{i\alpha}} \\ \quad \quad \quad = Y_{ii} U_i^2 \end{cases}$$

Für jeden Knoten des Netzes stellt man die Optimalitätsbedingungen, wie sie nach dem Lehrsatz von Kuhn und Tucker definiert sind, auf; sie enthalten nicht die Verlustdifferentialen, sondern die partiellen Ableitungen

$$\frac{\partial I}{\partial \Theta}, \frac{\partial K}{\partial \Theta}, \frac{\partial I}{\partial U}, \frac{\partial K}{\partial U}$$

der zugeführten Wirk- und Blindleistungen  $I$  und  $K$  nach den Phasen  $\Theta_0 \dots \Theta_i$  und den Modulen  $U_0 \dots U_i$  und lassen sich

verhältnismässig einfach berechnen. Das Verhalten jedes Knoten ist festgelegt durch zwei Gleichungen und sieben Ungleichungen, in denen die Variablen aller andern Knoten vorkommen. Man sieht, dass bei einer grossen Zahl von Knoten die Berechnungen langwierig werden; allein, mit einem digitalen Rechenautomaten bietet ihre Lösung keine Schwierigkeiten.

### 3. Produktionsoptimalisierung im Rahmen eines hydroelektrischen Kraftwerkes

#### a) Optimalisierung des Betriebes der Zuleitungen eines Wasserkraftwerkes

«Anwendung eines elektronischen Rechners beim Betrieb der Zuleitungen der Grande Dixence und ihrer Pumpwerke», P. Meystre, Grande Dixence S. A. Lausanne.

Die rationelle Ausrüstung eines hydroelektrischen Kraftwerkes führt zu sehr komplexen Anlagen, so z. B. beim Kraftwerk Grande Dixence, dessen Grundschemata durch Fig. 1 gegeben ist. Es umfasst 5 Ausgleichsbecken, 4 Pumpwerke und etwa 100 km Stollen; Fig. 2 zeigt das Längenprofil der verschiedenen Zuleitungen dieser Anlagen.

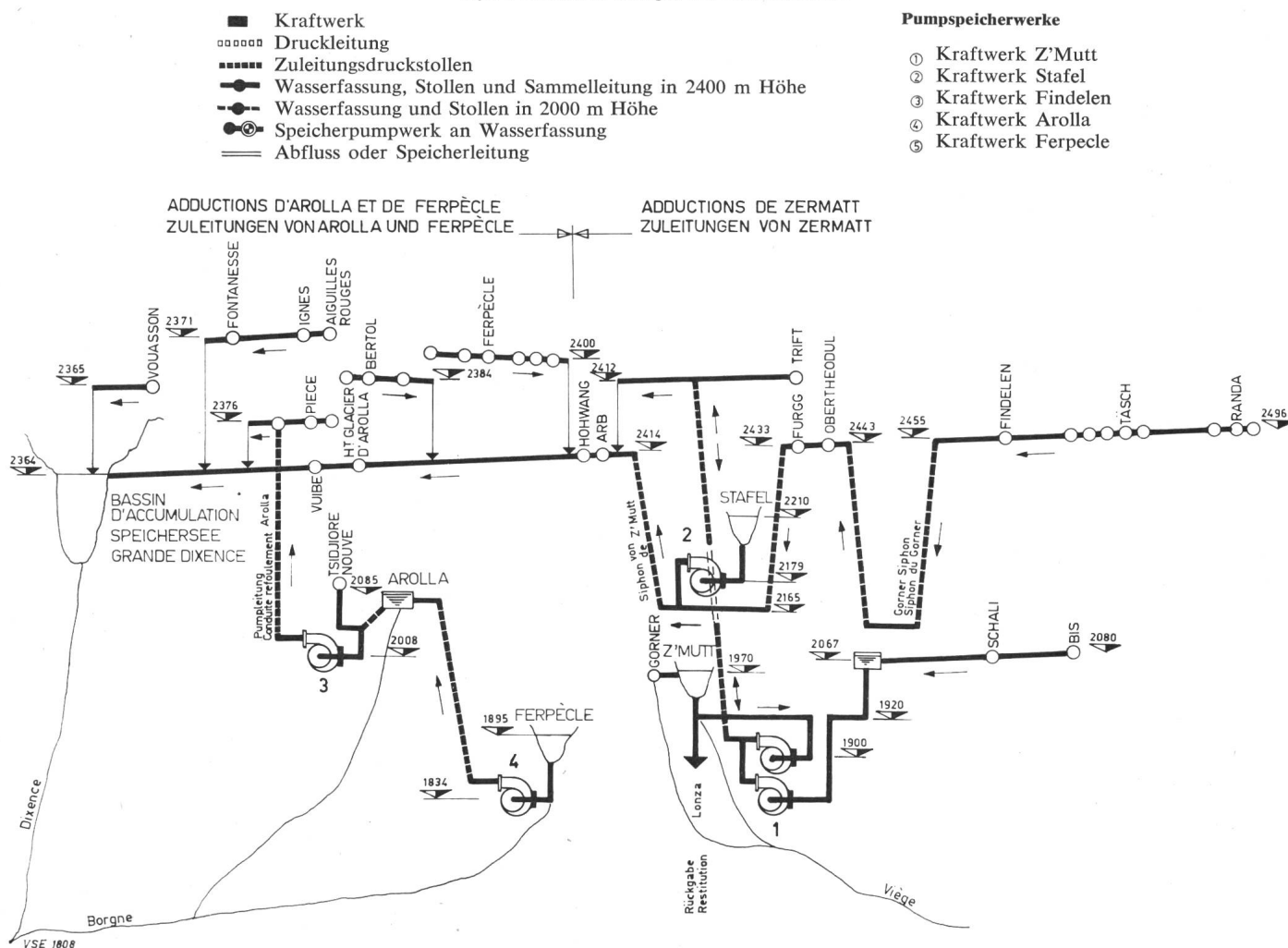
Es geht hier darum, das Programm für den optimalen Betrieb der verschiedenen Werke so auszuarbeiten, dass die Wasserverluste durch Überlauf auf ein Minimum reduziert werden, unter Berücksichtigung des Preises der zum Füllen der Speicherbecken zur Verfügung stehenden Energie, der

Stollenquerschnitte und des Speichervermögens der Stau-becken. Um dies auszuführen, hat man vorgesehen, das Betriebsbureau in Sitten mit einem digitalen Rechenautomaten auszurüsten. Diesem werden durch Fernmessung die Wasserstände und die Durchflussmengen mitgeteilt und es soll folgende Aufgaben erfüllen:

- Zentralisierung der Messungen der Durchflussmengen, der Wasserstände in den Stauseen und des Energieverbrauchs der Pumpen
- Kontrolle der Durchflussmengen in der Hauptzuleitung
- Voraussage der durch Gletscherschmelze frei werdenden Wassermengen aus den meteorologischen Aufzeichnungen
- unter Berücksichtigung der Voraussagen und der übermittelten Werte, einen wirtschaftlichen Betrieb zu erreichen und ein neues Optimum zu bestimmen, wenn in einem gegebenen Zeitpunkt eine Sammelleitung überlastet ist
- Vorausbestimmung des Energieverbrauchs der Pumpen im Einvernehmen mit den Partnern
- Kontrolle, ob der effektive Betrieb auch dem ausgearbeiteten Programm entspricht
- Ermöglichung von raschen Korrekturen des Betriebsprogrammes bei unvorhergesehenen Veränderungen, z. B. der zufließenden Wassermengen, usw.

Fig. 1

Hydro-Elektrische Anlagen der Grande-Dixence





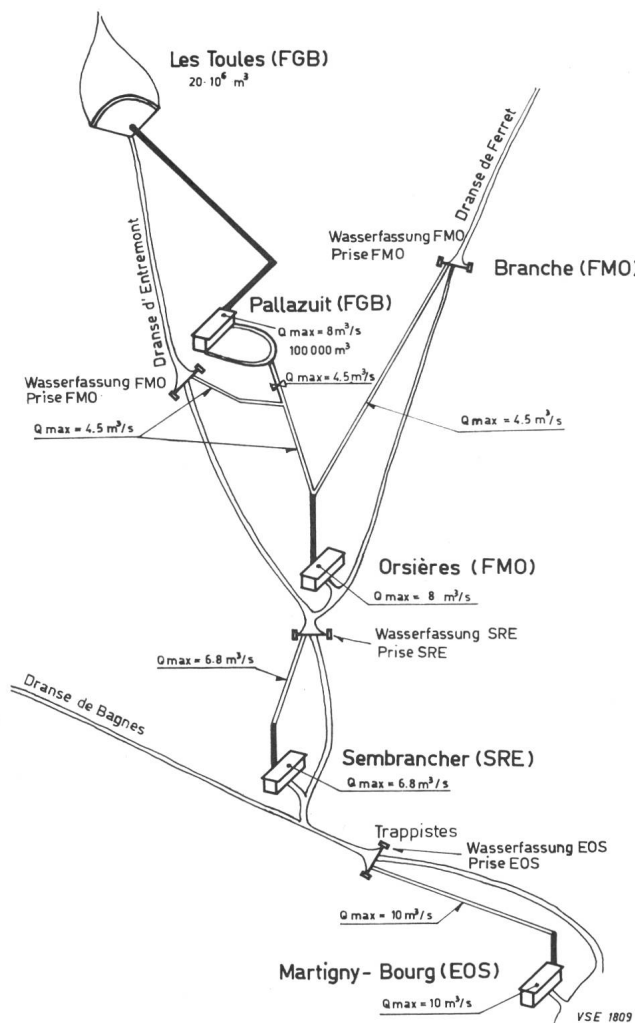


Fig. 2  
Schema des Längenprofils der Zuleitungen

#### b) Betriebsoptimalisierung von stufenweise angeordneten Kraftwerken

«Angewandte Simulation in der Geschäftsführung komplexer hydroelektrischer Kraftwerksgruppen», M. Bussy, Ingenieur der EOS, Lausanne.

Häufig wird eine ganze Reihe von Kraftwerken stufenweise angeordnet; zwischen ihnen liegen die Ausgleichsbecken, die oft nur ein geringes Stauvermögen haben; jede Zentrale nützt das Wasser, das von der vorangehenden zur Verfügung gestellt wird, eventuell noch die Zuflüsse aus dem dazwischen liegenden Einzugsgebiet. Die Probleme der Wahl des minimalen Volumen der zu projektierenden Becken, sowie des Betriebes solcher Anlagen, sind sehr komplex (4...7). Fig. 3 zeigt die Nutzung der Gewässer des Entremont-Tales mit den Zentralen Pallazuit, Orsières, Sembrancher und Martigny-Bourg. Die installierten Leistungen und die Schluckvermögen der verschiedenen Zentralen sind ebenfalls aus der Fig. 3 ersichtlich.

Zur Optimalisierung des Betriebes zeigt sich das Simulationsverfahren unter Zuhilfenahme eines mathematischen Modells als besonders vorteilhaft. Die Simulation umfasst die folgenden Stufen:

- Ausarbeiten des mathematischen Modells der zu untersuchenden Anlage, d. h. Aufstellen der Gleichungssysteme, welche die Durchflussmengen, Gefälle und Leistungen der verschiedenen Zentralen in Zusammenhang bringen.

- Verwendung dieses mathematischen Modells
- Vergleich der gewünschten mit den erhaltenen Ergebnissen
- Verbesserung des ursprünglichen Vorgehens, bis der Betriebsleiter mit den erhaltenen Ergebnissen zufrieden ist.

Diese Methode wurde auf den besonderen Fall der Nutzung der Entremont-Gewässer angewendet. Dazu wurde ein Programm nach der FORTRAN-Methode ausgearbeitet, das 463 Befehle umfasst; eine Simulationsstunde entspricht ca. 1,7 s Rechenzeit.

Die Betriebsbedingungen sind gegeben durch:

- die natürlichen Zuflüsse der 5 Wasserfassungen in Funktion der Zeit
- die Lage des Energiemarktes, in Funktion der Zeit (Voll- und Teillaststunden in der Nacht und am Wochenende)
- die Grenzen, gegeben durch den maximalen Inhalt der Speicherbecken, die maximale Schluckfähigkeit der Stollen usw.
- die Leistungen der verschiedenen Kraftwerke in Funktion der verarbeiteten Wassermengen.

Unter Berücksichtigung von verschiedenen «Ausgangsbedingungen» (Tag und Stunde des Beginns der Simulation) und verschiedenen «Betriebsanweisungen» (Dauer der Simulation) wurde eine «Betriebspolitik» in Form von zwei Programmen ausgearbeitet:

- Abflüsse der Werkgruppe Pallazuit in Funktion der Zeit
- Abflüsse am Ausfluss des Ausgleichsbeckens von Pallazuit in Funktion der Zeit.

Das mathematische Modell berechnet von Stunde zu Stunde die Wasserstände, Durchflussmengen und Leistungen und integriert in der Zwischenzeit die Momentanwerte.

In Fig. 4 sind die Angaben und das Schema des Simulationsprogramms zusammengefasst und die gelieferten Werte angegeben.

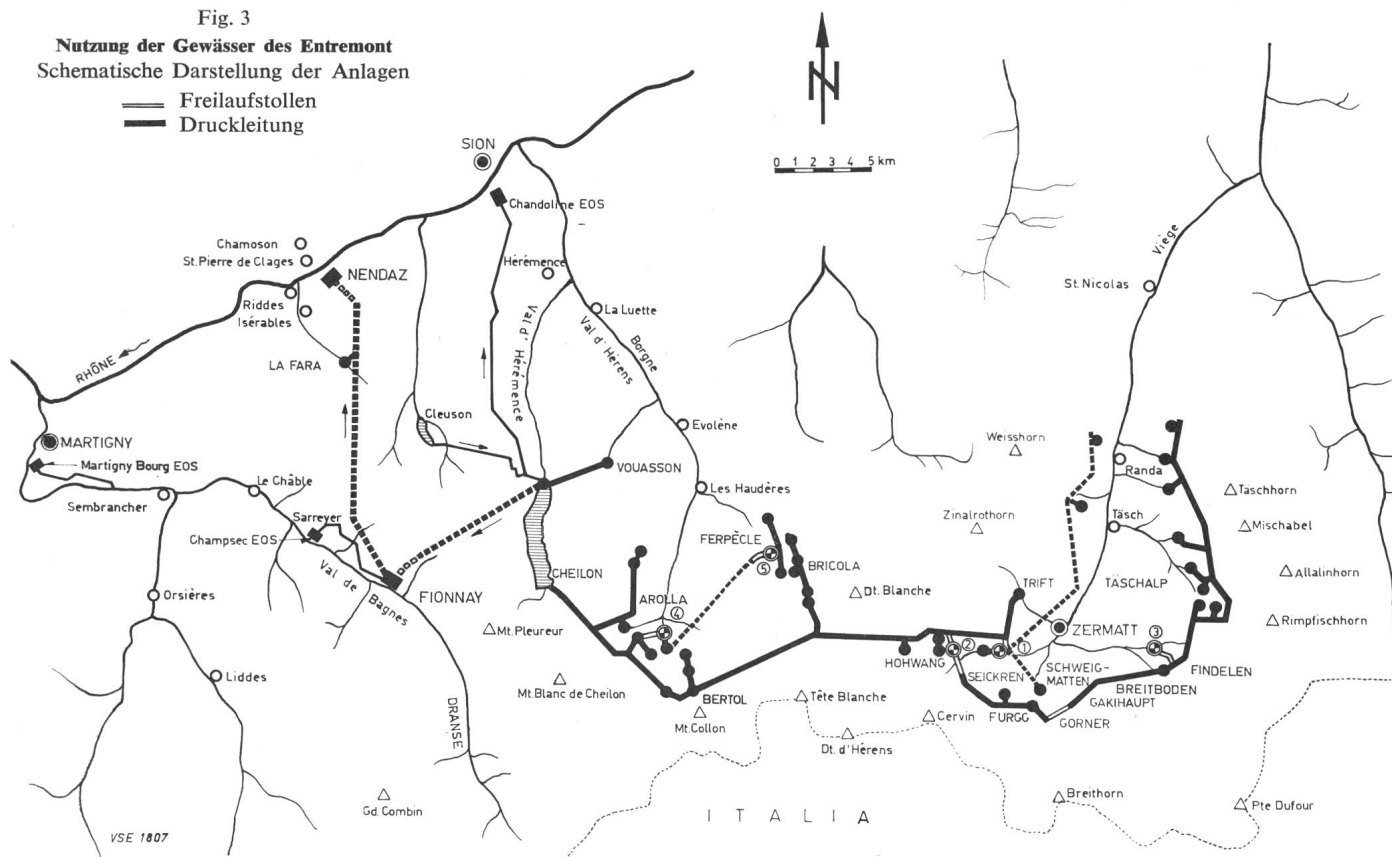
Die Erfahrung aus der Anwendung dieses Modells hat gezeigt, dass es eine Planung auf lange Sicht festzulegen erlaubt, d. h. eine Planung der durchschnittlichen Füllung des Sees von Les Toules; dagegen sind die für dieses Modell eingeführten Angaben zu ungenau, um auf kurze Sicht zu planen.

Die Simulation mit Hilfe des mathematischen Modells hat gezeigt, dass diese Methode imstande ist, die Produktivität von stufenweise angelegten Wasserkraftwerken zu verbessern. Als Schlussfolgerung hebt der Verfasser hervor: «Die Simulation verlangt vom Leiter, die Ziele seines Unternehmens neu zu überdenken und das «Warum» dieser Arbeit zu definieren; und sei es nur aus diesem einzigen Grund, ganz abgesehen vom Ergebnis der Anwendung des Modells, erscheint mir die Simulation eine fruchtbare Methode zu sein.»

#### 4. Anwendung der automatischen Datenverarbeitung für die Regulierung der schweizerischen Netze

«Datenverarbeitung und Regulierung der Netze», M. Remondeulaz, EOS Lausanne; «Regulierung der Partnerenergieanteile im Verbundbetrieb», Dr. E. Triimpy, ATEL Olten; «Verwendung eines Elektronenrechners für das Dispatching und Aufstellen der täglichen Programme eines Hochspannungsnetzes», R. Schaerer, Kraftwerk Laufenburg.

Fig. 3  
Nutzung der Gewässer des Entremont  
Schematische Darstellung der Anlagen



#### a) Heutige Regulierungsart der schweizerischen Netze

Das schweizerische Netz arbeitet normalerweise parallel mit der Gesamtheit der westeuropäischen Netze. Fig. 5 zeigt die verschiedenen Entwicklungsstufen des Verbundbetriebes mit den ausländischen Netzen. Seit 1958 sind die französischen, deutschen und schweizerischen Netze an den Sammelschienen des Umspannwerkes Laufenburg sternförmig verbunden. Der Ringbetrieb der Netze wird ihre Stabilität und ihre Betriebssicherheit erhöhen. Fig. 5 zeigt, wie 1959 der erste Ring zwischen dem deutschen, dem französischen und dem schweizerischen Netz verwirklicht wurde und wie das schweizerische Netz heute über Leitungen (mit 11 220-kV-Strängen, zu denen in Kürze 2 Stränge der im Bau befind-

lichen Leitung Verbois-Génissiat hinzukommen werden) verbunden ist.

Die Regulierung der in diesen Leitungen ausgetauschten Energien erfolgt nach dem Prinzip der Frequenz-Leistungsregulierung; hinzu werden die ausgetauschten Leistungen durch Fernmessung dem Dispatching in Laufenburg mitgeteilt. Dieses verfügt über einen von Brown Boveri entwickelten «Digital-Netzregler», der seine Regulierungsbefehle an die Zentralen Grande Dixence, Mauvoisin, Oberhasli und Misox übermittelt.

Diese Regulierung gegenüber den ausländischen Netzen wird durch eine interne ergänzt, um den Austausch zwischen den verschiedenen schweizerischen Netzen zu ermöglichen.

Fig. 4  
Analyse des Simulationsprogramms

Angaben	— Betriebsbedingungen	— Natürliche Zuflüsse an den Wasserfassungen
	— Charakteristiken der Anlagen	— Entwicklung der Energiemarktlage
Modell	— Ausgangsbedingungen (gestaute Anfangswassermenge, Stunde und Datum der Inbetriebsetzung)	— Gestautes Volumen = f (Wasserstand)
	— Betriebsanweisungen (Dauer der Simulation, Zeitintervall zwischen 2 Berichten)	— maximale Durchflussmenge
Rapporte	— Betriebspolitik (Betriebsprogramm der Kraftwerke)	— Wirkungsgrad = f (Leistung)
	— Zähler des gerafften Zeitmasses (Stunde und Kalender)	
Rapporte	— Arbeitssimulator	
	— Zählleinrichtungen (Einzelzähler und Summenzähler)	
Rapporte	— stündlich (fakultativ)	— gespeicherte Volumina
	— periodisch (Druck der Einzelzählerstände)	— Wasserführung (Vol. H <sub>2</sub> O)
Rapporte	— Schluss (Druck der Summenzählerstände)	— Energielage (kWh)
		— Finanziell (fortlaufende Summe der rel. Werte)
		— Wasserführung (Vol. H <sub>2</sub> O)
		— Energielage (kWh)
		— Finanziell (fortlaufende Summe der rel. Werte)

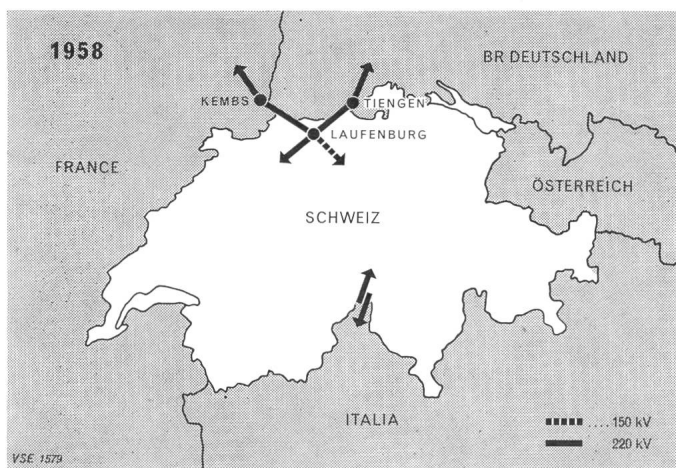


Fig. 5a

Der Parallelbetrieb des gesamten Schweizer Netzes mit Deutschland und Frankreich

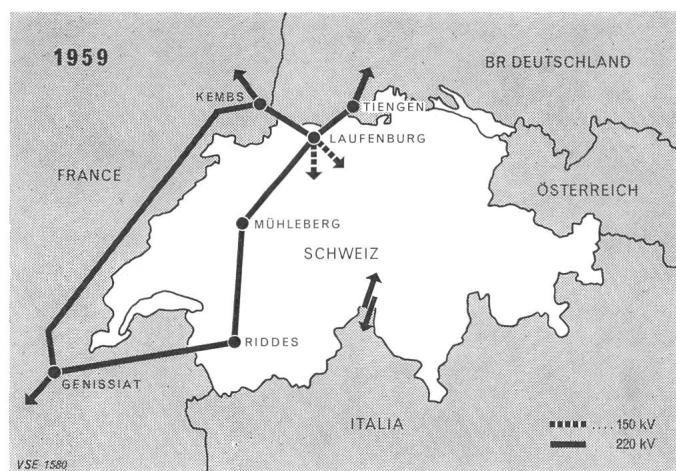


Fig. 5b

Der erste internationale Ringbetrieb

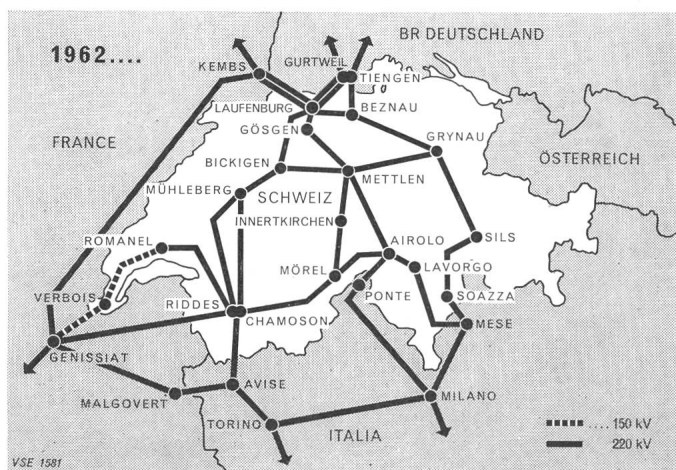


Fig. 5c

Das vermaschte 220-kV-Schweizer-Netz und seine Verbindungen mit dem Ausland

So sind zwei weitere Digital-Netzregler in der Schweiz installiert:

- der eine im Unterwerk Lavorgo; die Zentralen Piottino und Gougna werden durch ihn bedient.
- der andere im Unterwerk Chamoson reguliert die Zentralen Chandoline und Salanfe-Miéville und Grande Dixence.

#### b) Ausarbeitung der Austauschprogramme

Die verschiedenen schweizerischen Elektrizitätsgesellschaften vereinbaren jeden Tag unter sich ein bestimmtes

Programm für den Kauf und den Verkauf der Energie, welches je nach der Tageszeit ändert. Die Austauschleistungen auf den Verbundleitungen resultieren aus diesen Programmen. Zur Zeit sind es über 300 Lieferungen (einschliesslich der Transite), die sich auf etwa 20 Betriebe verteilen, die beim Ausarbeiten der Austauschprogramme zu berücksichtigen sind. Oft treten noch im letzten Moment Änderungen auf, infolge von Störungen oder von besonderen atmosphärischen Bedingungen. Dies bedingt eine grosse Anzahl numerischer Daten, die es zu verarbeiten, zu kombinieren und weiterzugeben gibt. Besonders wichtig sind jene Daten, die sich auf das Austauschprogramm der Schweiz mit dem Ausland beziehen; ein grosser Teil dieser Arbeit wurde einem Elektronenrechner IBM 1620 übertragen.

#### c) Einhalten der Austauschprogramme

Die Austauschverträge setzen die Anzahl kWh, die in einer bestimmten Zeitspanne geliefert werden müssen, fest. Für die Kontrolle des Einhaltens dieser Programme wird ein Fernzählssystem dienen, das gerade eingebaut wird. Dieses wird dem Dispatching-Center z. B. die jede Viertelstunde gemessenen Stände der Zählermelder, welche die durch die Verbundleitungen fließenden Energiemengen messen.

Aus diesen Angaben ermittelt der Elektronenrechner die Abweichungen von den vertraglich vorgesehenen Austauschmengen. Diese Differenzen werden dem Verantwortlichen im Dispatching durch ein optisches System mitgeteilt; werden die Differenzen zu gross, so kann dieser von Hand eine Korrektur vornehmen. Für eine spätere Entwicklungsstufe ist vorgesehen, eine direkte Verbindung zwischen dem Elektronenrechner und dem Regler herzustellen, sodass die Korrektur automatisch vorgenommen werden kann.

Der Elektronenrechner stellt auf Grund der Zählerstände die Abrechnungen für die verschiedenen Lieferungen bzw. Bezüge unter Berücksichtigung der eventuellen Zahlungen auf.

#### d) Koordinierung der Regulierung des schweizerischen Netzes gegenüber dem Ausland und der Regulierung des Austausches zwischen den Landesnetzen

Diese beiden Reglersysteme müssen koordiniert und es müssen Massnahmen ergriffen werden, damit die stündlichen Programmänderungen unbedingt immer zu gleicher Zeit erfolgen; wenn dies nicht zutrifft, so können sehr grosse, durch die Regulierung bedingte Stösse, auftreten. Diese Koordinierung stellt Fragen, welche über den technischen Rahmen hinausgehen; sie muss der jetzigen Struktur und gewissen Eigenschaften der schweizerischen Netze Rechnung tragen.

#### e) Optimalisierung von Verteilung und Produktion in einem elektrischen Netz

Aus dem Einleitungsvortrag von M. Carpentier geht hervor, dass die Elektronenrechner mit Vorteil angewendet werden können, um das Optimum von Produktion und Verteilung zu bestimmen, und zwar unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der verschiedenen Kraftwerkstypen, der Übertragungsverluste und der durch ihre Leistung sowie durch das Speichervermögen der hydraulischen Anlagen gesetzten Grenzen. Der Parallelbetrieb der thermischen und hydraulischen Kraftwerke stellt in diesem Zusammenhang Probleme, die für die Schweiz mit der Vergrösserung der thermischen Produktion, wie sie heute geplant ist, aktuell

werden. Bevor man die Einführung der «Automatischen Optimalisierung» ins Auge fasst, ist es wünschenswert, den Gewinn, den man daraus erwarten kann, am mathematischen Modell zu untersuchen; es wäre von Vorteil, im Rahmen des schweizerischen Netzes in dieser Richtung Studien durchzuführen.

##### 5. Anwendung der automatischen Datenverarbeitung und Betrieb thermischer Kraftwerke

«Der Einsatz elektronischer Rechner in thermischen Kraftwerken», A. Lüthi jr., Gebr. Sulzer AG, Winterthur; «Einsatz von thermischen Kraftwerken und ihre Automatisierung im Rahmen der Netzregelung», H. Bloch, AG Brown, Boveri & Cie., Baden; «Automatische Berechnung einer «Anfahrhilfe» in einem thermischen Kraftwerk», F. Baudelaire, IBM, Frankreich.

Die digitalen Rechenautomaten werden in den thermischen Zentralen für folgende, nach ihrem Schwierigkeitsgrad geordneten Aufgaben verwendet:

###### a) Sammeln der numerischen Angaben

Die numerischen Werte der verschiedenen charakteristischen Grössen wie Temperatur, Druck, Fördermenge, usw., werden in festgesetzten Zeitabständen übertragen und gedruckt. Durch Letzteres entfällt das Aufschreiben von Hand der von den verschiedenen Apparaten angezeigten Messwerte. Der Elektronenrechner kann weiter für die Verarbeitung der ihr übertragenen Daten eingesetzt werden, d. h. zum Berechnen gewisser charakteristischer Grössen des Betriebes der Anlage, z. B. deren Wirkungsgrad.

###### b) Überwachung der zulässigen Werte; Alarm- und Notanzeigen

Der Elektronenrechner vergleicht die ihm übertragenen Werte mit den zulässigen und löst Alarm- oder Notsignale aus, wenn gefährliche Grenzen erreicht werden; im Falle von Betriebsstörungen wird das Ansprechen der Relais sowie der Zeitpunkt des Ansprechens gedruckt; dies erlaubt eine genaue und detaillierte Rekonstruktion der aufgetretenen Störungen.

###### c) Automatisch arbeitende Geräte zum Ändern der Betriebszustände

Die Inbetriebsetzung oder Stilllegung einer thermischen Einheit setzt sich zusammen aus einer Anzahl von Bedienungen, die sich aneinander ketten müssen; jede neue Bedienung darf nur erfolgen, wenn eine bestimmte Anzahl von Vorbedingungen erfüllt ist. Die Verwirklichung solcher in der Folge automatisch ablaufender Vorgänge kann einem Elektronenrechner anvertraut werden, der z. B. laufend die Beschaffenheit des Dampfes berechnet; dies erlaubt, unzulässige Spannungen im Turbinengehäuse zu vermeiden.

Diese in der Folge automatisch arbeitenden Geräte stellen eine technische Anwendung der logischen Schaltungen dar. Soll man dazu einen universalen Rechner verwenden, welcher auch für oben genannte Anwendungen einsatzfähig ist oder sind besondere, zu diesem Zweck entwickelte logische Systeme wie z. B. der «Turbomat» von BBC vorzuziehen? Die Frage ist gestellt und verdient eine aufmerksame Untersuchung.

###### d) Analyse und Optimalisierung der Produktion

Auf der nächsten Stufe soll der Elektronenrechner zum Aufstellen der Produktionsbilanz verwendet werden; dies,

indem die Lieferungen und Bezüge der Zentrale untersucht werden, um die optimalen Produktionsbedingungen zu bestimmen. Diese Angaben werden dem verantwortlichen Bedienungsmann der Zentrale mitgeteilt und man überlässt diesem die Aufgabe, von Hand zu regulieren. Auf einer späteren Entwicklungsstufe ist vorgesehen, den Rechner in einer «geschlossenen Schleife» arbeiten zu lassen, d. h. sie so in den Prozess einzuschalten, dass sie direkt auf die Eingangswerte der verschiedenen Regelkreise einwirkt, um optimale Betriebsbedingungen zu verwirklichen. Diese Stufe ist in Europa noch nicht ins Auge gefasst worden.

##### 6. Anwendungsbeispiele der automatischen Datenverarbeitung in ausländischen Netzen

###### a) Heutiger und zukünftiger Stand des Dispatching der Electricité de France

Vortrag der HH. Anciaux und Siroux, Electricité de France.

Zurzeit ist der Betrieb des Netzes der EdF gesichert durch 8 regionale Dispatchings. Sie haben die Arbeitsprogramme für die verschiedenen Zentralen auszuarbeiten und ihre Tätigkeit ist koordiniert durch ein zentrales Dispatching in Paris. Um den Dispatchings zu erlauben ihren Aufgaben zu genügen, sind sie unter sich und mit jenen Zentralen verbunden, deren Produktion sie überwachen müssen und zwar mittels Telephon, Fernschreiber und Fernmeldung der Stellung der verschiedenen Trenner und Schalter des Netzes. Seit 1952 besteht eine zentrale Fernregulierung, welche den Energieaustausch zwischen dem französischen Netz und den ausländischen Netzen regelt und zwar nach dem Prinzip «Leistung (Maschine) — Phase — Energie». Die Fernmessungen aller durch die internationalen Verbundleitungen ausgetauschten Energiemengen werden dem Regulator des Zentral-Dispatchings zugeführt. Dieses arbeitet den Regulationsbefehl aus, «Niveau» genannt. (Dimensionslose Grösse, variabel zwischen +1 und -1.) Zurzeit unterliegt auf diese Art eine Leistung  $\pm 2000$  MW der Regulierung.

Weiter erlaubt ein Schaltpult mit eingebauter Gleichstrom-Recheneinheit, auf dem die 225 kV- und 380 kV-Leitungen eingetragen sind, den Umlauf der Wirkleistungen zu bestimmen. Eine automatische Abnahme der Meßströme ermöglicht, die Durchgangsleistungen sehr schnell zu bestimmen. Seit 1963 besitzt das Zentral-Dispatching auch eine Recheneinheit CAE 530. Das französische Netz wird zur Zeit durch ein mathematisches Modell abgebildet, das 300 Knoten und 400 Verbindungen enthält. Heute wird dieses Modell zur Bestimmung der Durchgangsleistungen und der Sicherheitsbedingungen der Energietransporte verwendet. Jede Woche werden auf diese Weise zwei Punkte der Belastungskurve analysiert. Es ist vorgesehen, zur täglichen Analyse von einem Punkt und später zur Analyse von voraussagbaren Lagen überzugehen.

In einer zweiten Stufe wird die Recheneinheit verwendet werden für:

- die Berechnung des «wirtschaftlichen Dispatching» nach der Einspeisungsmethode, unter Berücksichtigung der Transportgrenzen, zur optimalen Programmwahl für die Inbetriebsetzung der Anlagen
- die Berechnung der Kurzschlußströme
- die mit den Ausschaltungen zusammenhängenden Berechnungen.



Um eine vollständige Optimalisierung der gesamten Produktion zu erreichen, ist für spätere Stufen die Ausarbeitung von verschiedenen Statistiken und die Integration der hydroelektrischen Kraftwerke vorgesehen.

Eine direkte Verbindung der Fernmessgeräte mit der Recheneinheit wird jetzt untersucht und soll in etwa 2—3 Jahren verwirklicht werden.

Wenn die jetzigen Projekte der EdF verwirklicht sein werden, wird der «Service des Mouvements d'Énergie» über folgendes verfügen:

- eine zentrale Recheneinheit von grosser Leistung
- 8 regionale Recheneinheiten
- einem grossen Netz von Fernmeldern und Fernschreibern.

Das wirtschaftliche Dispatching «en temps réel», d. h. in geschlossener Schleife arbeitend, wird dann ins Auge gefasst werden können.

#### b) Wirtschaftliche Lastverteilung in einer aus thermischen Kraftwerken und Pumpenspeicherwerken zusammengesetzten Produktionsgruppe

Vortrag von E. Tremba, Leiter der Forschungsabteilung der Hamburgischen Elektrizitätswerke (HEW), Hamburg.

Die total installierte Leistung der Hamburgischen Elektrizitätswerke erreicht 1440 MW und deren Produktion teilt sich wie folgt auf:

5 Block-Einheiten mit hohem Wirkungsgrad	600 MW
Einheiten mit mittlerem und niedrigem Wirkungsgrad	620 MW
Wärmeleistung	115 MW
Pumpenspeicherwerk von Geesttracht	105 MW
Total	1440 MW

Die Planung für den optimalen Betrieb dieser Gruppe wird mit Hilfe eines elektronischen Rechners ausgeführt. Angestrebt wird die optimale Füllungsolitik für den Speicher unter Berücksichtigung der Kosten der Pumpenenergie, des Gestehungspreises der thermischen Energie, welche das Werk Geesttracht ersetzen soll und der durch das maximale Volumen des Oberbeckens gesetzten Grenze. Die gemachten Erfahrungen ergaben, dass 2 oder 3 Simulationsversuche genügen, um die optimalen Bedingungen zur Inbetriebsetzung der Pumpen sowie der Turbinen zu ermitteln.

#### c) Die automatische Regelung des Netzes der Philadelphia Electric Co.

Vortrag der HH. J. R. Stauffer und J. V. Dougherty von der Philadelphia Electric Co., übersetzt und gehalten von H. Merz, Winterthur.

Die Philadelphia Electric Co. hat ein automatisches System für die Optimierung der Produktion und der Verteilung in ihrem Netz eingeführt. Diesem sind 8 thermische Zentralen, bestehend aus total 27 Gruppen und eine hydroelektrische Zentrale, bestehend aus 7 Gruppen, untergeordnet. Es ist vorgesehen, im Laufe des Jahres eine weitere hydroelektrische Zentrale, bestehend aus 4 Gruppen, hinzuzufügen, was die totale Leistung dieses Netzes auf 3550 MW erhöhen wird.

Die Philadelphia Electric Co. ist mit dem Netz der Pennsylvania New Jersey-Maryland verbunden, welche wiederum mit den Netzen Ost-Amerikas bis zu den Rocky

Mountains zusammengeschlossen ist. Dies ergibt ein Verbundnetz mit einer Leistung von mehr als 100 000 MW.

Die Philadelphia Electric Co. besitzt einen Lastverteiler mit einem elektronischen Digitalrechner, dem folgende Aufgaben zugeteilt sind:

- Speicherung der notwendigen Daten zur Berechnung der Grenzkosten der verschiedenen Zentralen
- Speicherung der charakteristischen Kurven dieser Grenzkosten
- Bestimmung der charakteristischen Zustandsgrössen eines Netzes, ausgehend von der Fernmessung, und zwar folgenden Daten:
  - Koeffizient  $\lambda$  der verschiedenen Zentralen
  - Grundbelastung der Gruppen
  - Austauschleistung in den Verbundleitungen
  - verfügbare Reserven
  - minimale und maximale Leistungen der der Regelung unterliegenden Gruppen
- Gestehungspreis der Produktion, unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der verschiedenen Zentralen

Ausgehend von dem durch die Pennsylvania-New Jersey-Maryland mitgeteilten Koeffizienten  $\lambda$ , bestimmt der Rechner die von den verschiedenen Gruppen zu liefernde optimale Leistung und sendet ein Signal aus, das direkt zu diesen Gruppen übertragen wird und über Servomotoren diese regelt. Zu diesem Zweck dienen 16 Fernübertragungskanäle.

Es sind Vorrichtungen vorhanden, um Störungen, die durch Versagen der Fernmessung oder infolge von Überschreitung des Regulierbereiches entstehen könnten, zu verhindern.

## 7. Schlusswort

Die 14. Informationstagung der SGA hat den Beweis erbracht, dass die moderne Technik der Automation in der Produktion und Verteilung elektrischer Energie ein besonders wichtiges Anwendungsgebiet gefunden hat.

Die in den ausländischen Netzen bereits in Betrieb befindlichen Ausführungen zeigen, dass die neuen Verfahren aus dem Stadium der theoretischen Erörterung zu jenem der praktischen Anwendung übergegangen sind.

Eine immer engere Zusammenarbeit zwischen den für den Netzbetrieb Verantwortlichen und den Spezialisten der automatischen Datenverarbeitung ist anzustreben, damit Lösungen gefunden werden, die in jedem einzelnen Fall die neuesten Verfahren zweckmässig und vorteilhaft anzuwenden gestatten.

## Literatur

- [1] «Economic operation of power systems.» Leon K. Kirchmayer — John Wiley & Sons, NY 1958.
- [2] «Economic control of interconnected systems.» Leon K. Kirchmayer — John Wiley & Sons, NY 1959.
- [3] «Contribution à l'étude du dispatching économique.» J. Carpentier — Bull. de la soc. fr. des électr. août 1962.
- [4] «L'optimisation de l'exploitation de bassins d'accumulation au moyen de calculateurs électroniques.» P. A. Bobillier — Revue NT 11/1962.
- [5] «Le réglage de la puissance de centrales disposées en cascade.» M. Cuénod, A. Terrisse — Schweizerische Bauzeitung, 31. Juli 1954.
- [6] «Répercussion de la disposition en cascade d'aménagements hydro-électriques sur leurs conditions d'exploitation.» M. Cuénod, J. Wahl — Bulletin technique de la Suisse Romande, 12 mai 1956.
- [7] «Le réglage de la puissance d'aménagements hydro-électriques avec bassin de compensation de faible volume. Exemple d'application à l'aménagement de Simmenfluh.» M. Cuénod, M. Dysli — Revue Nouvelles Technique (NT) 1962, N° 11.

## Vom Holzmast und einer enttäuschten Hoffnung

«Das Imprägnieren der Holzstangen hat in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht und Veranlassung zu verschiedenartigen Systemen gegeben, die alle ihre Berechtigung in der Verschiedenartigkeit der Terrain- und Witterungsverhältnisse finden. Eine Holzstange aber, die nicht innerhalb weniger Jahre in Bodenhöhe verfault, ist noch nicht gefunden; wenn auch einige Holzstangen einer Anlage ausnahmsweise ein Zeitalter von 12 bis 15 Jahren erreichen, so muss doch die grösste Anzahl schon nach 10 Jahren, ja viele schon nach dem dritten Jahr ersetzt werden.»

Dieser Abschnitt wurde dem Bulletin des SEV Nr. 6 aus dem Jahre 1905 «Zementmasten mit Holzeinlage, System Bourgeat» entnommen; Ingenieur *M. Kastler* aus Bendikon ist der Autor. Der Verfasser beschreibt in diesem Artikel die Fabrikation neuer Maste, indem eine Holzstange mit Armierungseisen umhüllt und der Zwischenraum zwischen Holz und Drahtgeflechtmantel mit Zementmörtel ausgefüllt und das Ganze verputzt wird. Die Zementschicht beträgt 40... 50 mm und soll die Stange gänzlich von der Luft abschliessen. In einer Versuchsstrecke von ca. 150 km wurden solche Stangen eingesetzt, «die auch tatsächlich sich bis jetzt auf das Vortrefflichste verhalten haben und hoffen lassen, dass nun eine Stange gebildet sei, welche die Dauerhaftigkeit des Eisens hat, nicht viel teurer als das Holz ist, zudem keinerlei Unterhaltung benötigt und eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Zug als das Holz besitzt.»

Im darauf folgenden Bulletin Nr. 7 fragt sich der Autor, ob die Zementmasten mit Holzeinlage «ewig dauern werden» und «ob die Holzseele nicht einer schnellen Verwesung ausgesetzt ist». Er vermutet, dass sie sich ähnlich verhalten werde wie im Mauerwerk eingebautes Holz, das über sehr lange Zeit gesund bleibt. Auch wurden mit diesen Stangen Festigkeitsproben durchgeführt, die zur vollen Zufriedenheit ausfielen. Die Bourgeat'schen Zementstangen erwiesen sich als fast vollkommen elastisch bis nahe an die Bruchgrenze des Betons. Nach einer fünfjährigen Standzeit sollen die Stangen noch in einem tadellosen Zustand gewesen sein und es sollten «die durch das Schwinden des Zementes bei der Fabrikation an der äusseren Oberfläche entstandenen Risse sich mit der Zeit durch den Staub vollständig verschliessen».

Am Schluss des Artikels vertritt der Verfasser die Meinung, «die Bourgeat'schen Zementstangen dürften somit einer berechtigten Stellung in den elektrischen Anlagen entgegengehen».

Zum Leidwesen der Elektrizitätswerke haben sich die in die Bourgeat'schen Stangen gesetzten Hoffnungen nicht erfüllt. Die bei der Fabrikation entstandenen Haarrisse sind durch den Frost aufgesprengt worden und das Holz ist ebenso zerstört worden wie bei den freistehenden, nicht imprägnierten Stangen.

Beim Versuch, etwas über die Lebensgeschichte dieser Stangen zu erfahren, wurde uns mitgeteilt, dass in diese Ringleitung, neben den Bourgeat'schen Stangen auch noch solche aus vier Brettern gezimmerte und mit Zementmörtel umschlossene Maste aufgestellt wurden. Auch diese sind den Weg alles Irdischen gegangen, ohne dass die Nachwelt sich ihrer rühmlich erinnerte.

Wenn auch der Versuch, auf diesem Wege einen billigen und haltbaren Leitungsträger zu erhalten, misslang, wurde mit der Zeit die Lösung in der Imprägnierung des Holzes gefunden. Durch verschiedene Methoden werden heute dem Holze Schutzstoffe gegen tierische und pflanzliche Schädlinge beigegeben. Einer kürzlich durchgeführten Rundfrage über Stangenausfälle ist zu entnehmen, dass heute durchschnittliche Standdauern von 30 bis 33 Jahren erreicht werden. Trotzdem in vielen Netzen noch mit Kupfersulfat imprägnierte Stangen stehen — ohne zusätzlichen Doppelstockschutz sind sie anfällig auf den Porenhau schwamm — ist die durchschnittliche Lebensdauer stark gestiegen. Fällt heute eine Stange in den ersten Lebensjahren aus — was um die Jahrhundertwende als nichts Ausserordentliches hingenommen worden wäre — so steht heute fest, dass das verwendete Holz untauglich war oder die Imprägnierung schlecht ausgeführt wurde. Wenn auch viele kleinere Werke nicht über die Fachleute zur Abnahme der Masten verfügen, sind sie doch durch die Garantie, die der Imprägneur für die gelieferten Stangen leistet, geschützt.

Nach wie vor ist der Holzmast, am richtigen Ort eingesetzt, ein billiger und guter Leitungsträger. Hf.

## Verbandsmitteilungen

### Leitung des Sekretariates VSE

Ende 1964 ist Dr. sc. techn. *W. L. Froelich*, dipl. Ing. ETH, altershalber als Sekretär des VSE zurückgetreten.

Als neuer Sekretär amtiert seit dem 1. Januar 1965 dipl. Ing. ETH *Ch. Morel*, bisher Sekretär-Stellvertreter. Sein Stellvertreter ist lic. rer. pol. *H. Wisler*.

### Anmeldung zur Meisterprüfung VSEI/VSE

Die nächsten Meisterprüfungen für Elektroinstallateure finden im Mai und Juli 1965 statt.

Es wollen sich nur Kandidaten melden, die auch wirklich an diesen Prüfungen teilnehmen. Anmeldungen für spätere Prüfungen werden nicht entgegengenommen.

Anmeldeformulare sowie Reglemente können beim Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, Splü-

genstrasse 6, Postfach 8027 Zürich, bezogen werden. Telephon (051) 27 44 14.

Die Anmeldung hat bis zum 18. Januar 1965 an oben erwähnte Adresse zu erfolgen, unter Beilage folgender Unterlagen:

- 1 Anmeldeformular,
- 1 Lebenslauf,
- 1 Leumundszeugnis,
- 1 Lehrabschlusszeugnis evtl. Diplom und sämtliche Arbeitsausweise (Originale).

Im übrigen gilt das Reglement über die Durchführung der Meisterprüfungen im Elektro-Installationsgewerbe vom 15. Dezember 1950. Mangelhafte oder verspätet eingehende Anmeldungen werden zurückgewiesen.

Meisterprüfungskommission VSEI/VSE.

# Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie durch die schweizerischen Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Die Statistik umfasst die Erzeugung der Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte. Nicht inbegriffen ist also die Erzeugung der bahn- und industrieeigenen Kraftwerke für den eigenen Bedarf.

Monat	Energieerzeugung und Bezug											Speicherung				Energieausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken		Energie-einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderug im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung			
	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65		1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65
	in Millionen kWh											%	in Millionen kWh				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . . . .	1649	1428	1	21	29	41	201	501	1880	1991	+ 5,9	4809	4878	— 414	— 239	290	281
November . . . . .	1568		1		40		250		1859			4678		— 131		280	
Dezember . . . . .	1663		1		44		306		2014			3815		— 863		311	
Januar . . . . .	1715		5		41		350		2111			2644		—1171		370	
Februar . . . . .	1459		7		36		457		1959			1651		— 993		356	
März . . . . .	1550		2		45		359		1956			800		— 851		300	
April . . . . .	1422		1		36		336		1795			534		— 266		232	
Mai . . . . .	1822		1		61		96		1980			1323		+ 789		485	
Juni . . . . .	2009		1		58		131		2199			2780		+1457		630	
Juli . . . . .	1657		8		34		230		1929			3975		+1195		367	
August . . . . .	1481		15		40		314		1850			4861		+ 886		295	
September . . . . .	1410		17		35		390		1852			5117 <sup>b)</sup>		+ 256		283	
Jahr . . . . .	19405		60		499		3420		23384							4199	
Oktober...März .	9604		17		235		1923		11779					—4423		1907	
April...September	9801		43		264		1497		11605					+4317		2292	

Monat	Verteilung der Inlandabgabe												Inlandabgabe inklusive Verluste					
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Allgemeine Industrie		Elektrochemie, -metallurgie und -thermie		Elektrokessel <sup>1)</sup>		Bahnen		Verlust und Verbrauch der Speicherpumpen <sup>2)</sup>		ohne Elektrokessel und Speicherpump.		Veränderung gegen Vorjahr <sup>3)</sup> %	mit Elektrokessel und Speicherpump.		
	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65		
in Millionen kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober . . . . .	756	825	322	339	238	268	6	2	97	100	171 (5)	176 (10)	1579	1698	+ 7,5	1590	1710	
November . . . . .	755		309		250		7		84		174		1562			1579		
Dezember . . . . .	844		309		260		9		98		183		1692			1703		
Januar . . . . .	874		323		253		2		95		194		1737			1741		
Februar . . . . .	792		309		247		1		82		172		1601			1603		
März . . . . .	814		312		273		2		89		166		1652			1656		
April . . . . .	732		305		281		3		83		159		1553			1563		
Mai . . . . .	705		277		229		11		79		194		1445			1495		
Juni . . . . .	677		302		216		27		85		262		1461			1569		
Juli . . . . .	687		289		223		24		87		252		1446			1562		
August . . . . .	697		279		242		11		79		247		1451			1555		
September . . . . .	730		313		248		6		83		189		1525			1569		
Jahr . . . . .	9063		3649		2960		109		1041		2363 (372)		18704			19185		
Oktober...März .	4835		1884		1521		27		545		1060 (22)		9823			9872		
April...September	4228		1765		1439		82		496		1303 (350)		8881			9313		

<sup>1)</sup> Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

<sup>2)</sup> Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicher-pumpen an.

<sup>3)</sup> Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.

<sup>4)</sup> Speichervermögen Ende September 1964: 5580 Millionen kWh.



# Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft

Die nachstehenden Angaben beziehen sich sowohl auf die Erzeugung der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung wie der bahn- und industrieeigenen Kraftwerke.

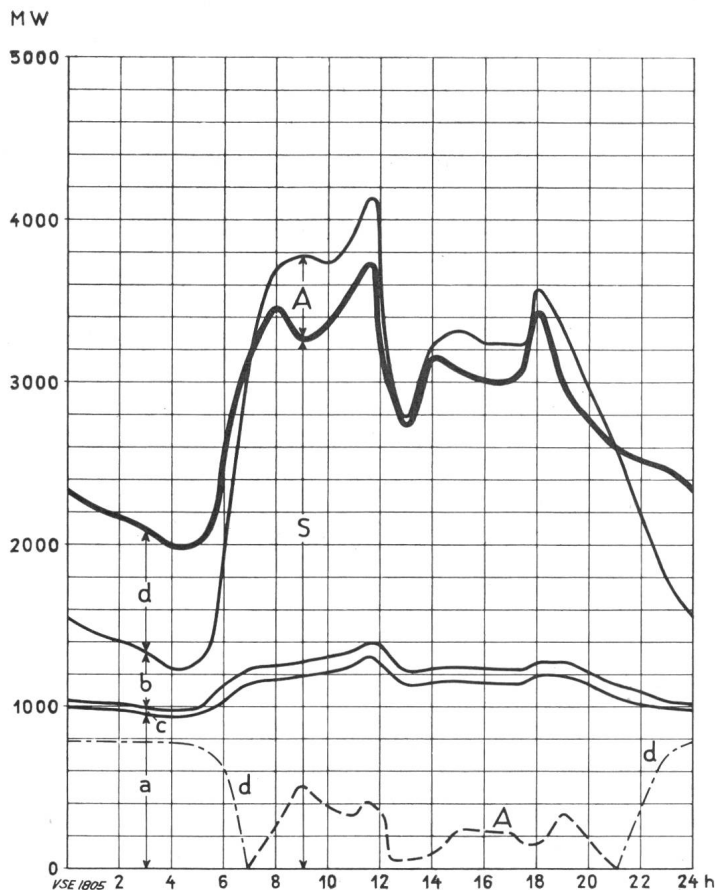
Monat	Energieerzeugung und Einfuhr										Speicherung				Energieausfuhr		Gesamter Landesverbrauch	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Energieeinfuhr		Total Erzeugung und Einfuhr		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat – Entnahme + Auffüllung						
	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65		1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	
	in Millionen kWh										%	in Millionen kWh						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober . . . . .	1912	1670	14	44	206	511	2132	2225	+ 4,4	5189	5237	– 429	– 253	316	301	1816	1924	
November . . . . .	1805		14		260		2079			5047		– 142		297		1782		
Dezember . . . . .	1867		15		318		2200			4120		– 927		328		1872		
Januar . . . . .	1891		21		362		2274			2876		–1244		389		1885		
Februar . . . . .	1614		21		466		2101			1812		–1064		373		1728		
März . . . . .	1722		16		375		2113			886		– 926		319		1794		
April . . . . .	1627		14		348		1989			597		– 289		248		1741		
Mai . . . . .	2199		10		104		2313			1463		+ 866		542		1771		
Juni . . . . .	2417		9		134		2560			3033		+1570		706		1854		
Juli . . . . .	2038		15		231		2284			4284		+1251		446		1838		
August . . . . .	1844		23		319		2186			5216		+ 932		377		1809		
September . . . . .	1727		29		395		2151			5490 <sup>2)</sup>		+ 274		341		1810		
Jahr . . . . .	22663		201		3518		26382							4682		21700		
Oktober...März .	10811		101		1987		12899					–4732		2022		10877		
April...September	11852		100		1531		13483					+4604		2660		10823		

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches															Landes- verbrauch ohne Elektrokessel und Speicher- pumpen	Verän- derung gegen Vor- jahr
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Allgemeine Industrie		Elektrochemie, -metallurgie und -thermie		Elektro- kessel <sup>1)</sup>		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicher- pumpen				
	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65	1963/64	1964/65			
	in Millionen kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . . . .	773	844	359	380	345	355	8	5	140	143	186	186	5	11	1803	1908	+ 5,8
November . . . . .	771		347		326		9		135		183		11		1762		
Dezember . . . . .	863		342		301		11		150		202		3		1858		
Januar . . . . .	894		355		271		3		149		210		3		1879		
Februar . . . . .	810		339		250		3		137		188		1		1724		
März . . . . .	834		346		281		3		145		183		2		1789		
April . . . . .	748		345		334		5		132		170		7		1729		
Mai . . . . .	720		314		370		22		128		176		41		1708		
Juni . . . . .	692		337		372		38		130		200		85		1731		
Juli . . . . .	705		319		373		27		138		180		96		1715		
August . . . . .	716		309		366		18		131		173		96		1695		
September . . . . .	747		346		361		13		134		169		40		1757		
Jahr . . . . .	9273		4058		3950		160		1649		2220		390		21150		
Oktober...März .	4945		2088		1774		37		856		1152		25		10815		
April...September	4328		1970		2176		123		793		1068		365		10335		

<sup>1)</sup> Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

<sup>2)</sup> Speichervermögen Ende September 1964: 5970 Millionen kWh.

# Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz



## 1. Verfügbare Leistung, Mittwoch, den 21. Oktober 1964

	MW
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse, Tagesmittel . . .	1090
Saisonspeicherwerke, 95 % der Ausbauleistung . . .	5120
Thermische Werke, installierte Leistung . . .	215
Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstleistung . . .	—
Total verfügbar . . . . .	6425

## 2. Aufgetretene Höchstleistungen, Mittwoch, den 21. Oktober 1964

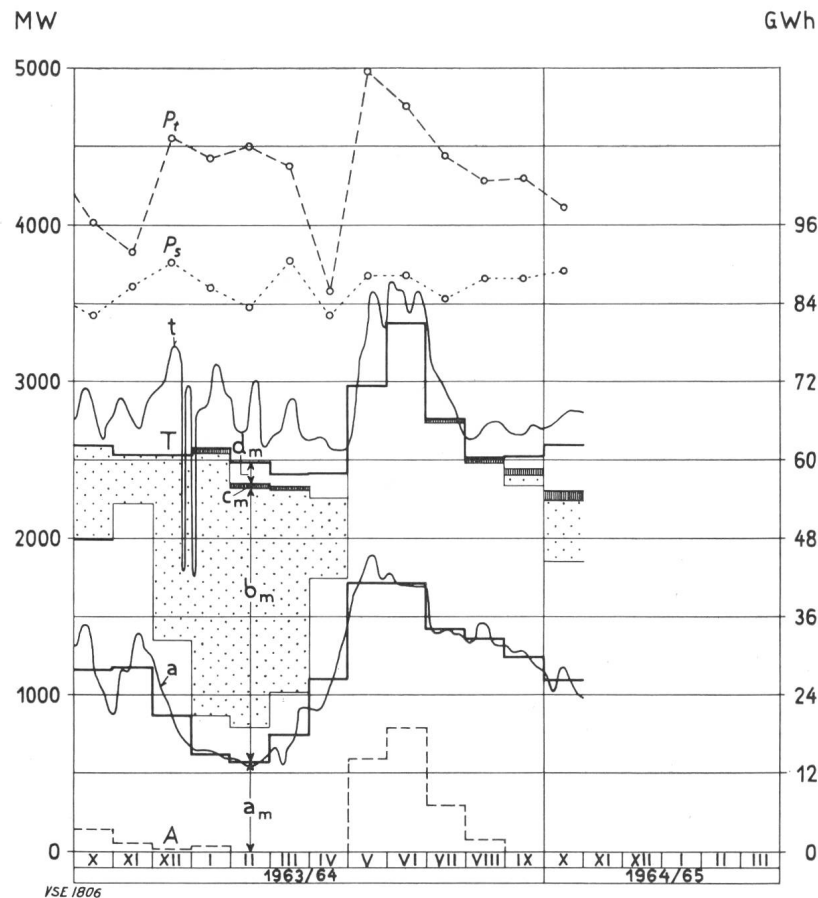
Gesamtverbrauch . . . . .	4120
Landesverbrauch . . . . .	3710
Ausfuhrüberschuss . . . . .	410

## 3. Belastungsdiagramm, Mittwoch, den 21. Oktober 1964 (siehe nebenstehende Figur)

- a Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher)
- b Saisonspeicherwerke
- c Thermische Werke
- d Einfuhrüberschuss
- S + A Gesamtbelastung
- S Landesverbrauch
- A Ausfuhrüberschuss

## 4. Energieerzeugung und -verwendung

	Mittwoch 21. Okt. GWh	Samstag 24. Okt. (Millionen kWh)	Sonntag 25. Okt. (Millionen kWh)
Laufwerke . . . . .	26,3	24,3	22,5
Saisonspeicherwerke . . . . .	36,5	20,5	11,4
Thermische Werke . . . . .	1,7	1,5	0,6
Einfuhrüberschuss . . . . .	2,9	11,1	10,3
Gesamtabgabe . . . . .	67,4	57,4	44,8
Landesverbrauch . . . . .	67,4	57,4	44,8
Ausfuhrüberschuss . . . . .	—	—	—



## 1. Erzeugung an Mittwochen

- a Laufwerke
- t Gesamterzeugung und Einfuhrüberschuss

## 2. Mittlere tägliche Erzeugung in den einzelnen Monaten

- a\_m Laufwerke
- b\_m Speicherwerke, wovon punktierter Teil aus Saisonspeicherwasser
- c\_m Thermische Erzeugung
- d\_m Einfuhrüberschuss

## 3. Mittlerer täglicher Verbrauch in den einzelnen Monaten

- T Gesamtverbrauch
- A Ausfuhrüberschuss
- T-A Landesverbrauch

## 4. Höchstleistungen am dritten Mittwoch jedes Monats

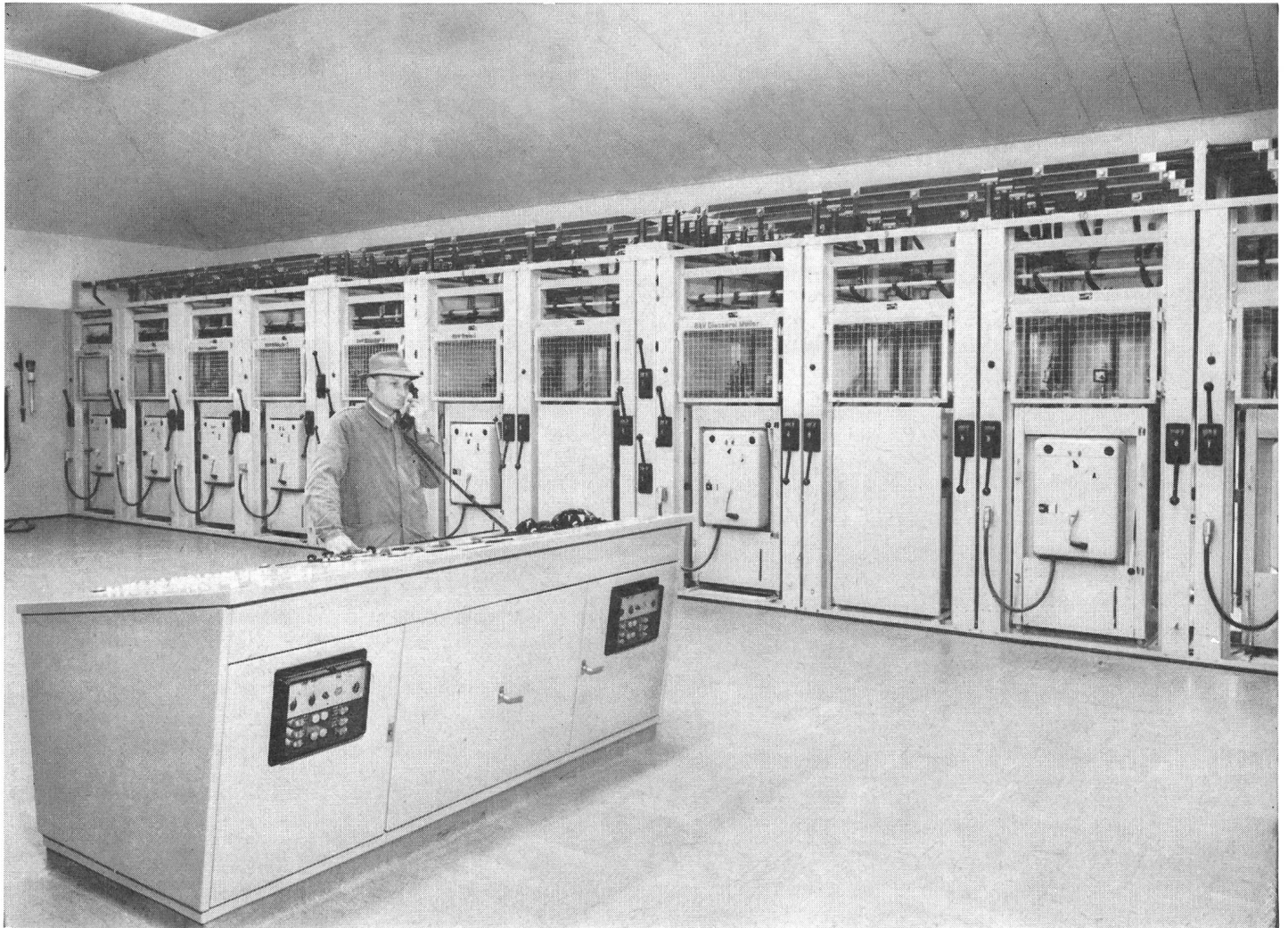
- P\_s Landesverbrauch
- P\_t Gesamtbelastung

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.

# **S&S – Hochspannungs- Schaltanlagen**



N 0399

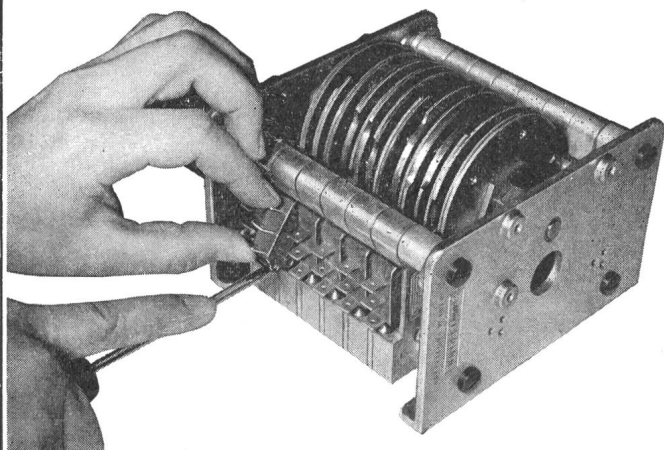
## **Wir fabrizieren**

Schaltwarten  
Kommando-Räume  
Niederspannungs-Verteilanlagen  
Industrie-Steuerungen

**Sprecher & Schuh AG, Aarau**

## Programm- Steuerung

zuverlässig  
und  
einfach



Schalter in 2 Sekunden auswechselbar  
Schalter Typ 601 AT, SEV gepr. 10 A, 380 V~,  
mechanische Lebensdauer 50 000 000 Schaltungen.  
Steuerung beliebig einstellbar, auch als impulsweise  
laufender Programmschalter erhältlich.

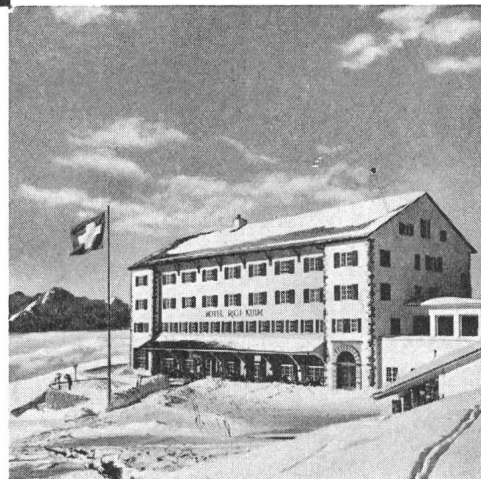
# Baumer Electric

Frauenfeld, Telefon (054) 7 33 26

# Accum

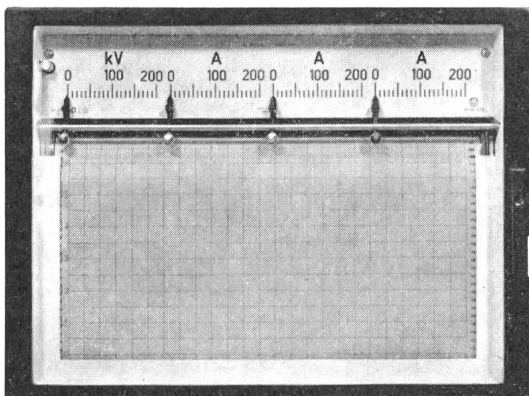
## Elektrische Raumheizungen für jeden Zweck

Accum baut seit Jahrzehnten elektrische Heizungen für Kirchen, Kindergärten, Schulhäuser, Säle, Berg-hotels, Wohn- und Ferienhäuser, Garagen, Kraftwerke, Unterstationen, Stellwerke, Pumpwerke, Baubarakken, Fabrikräume, Zugsheizung usw.



Accum  
AG  
Gossau  
ZH

## MODERNE REGISTRIERGERÄTE



Linienschreiber RF 7-MINIRAMA

### NEUES LINIENSCHREIBER-PROGRAMM

RC 7	192×240 mm
RD 7	240×240 mm
RF 7	324×240 mm

- Elegante, ästhetische Schmalrahmen-Ausführung
- Keine vorstehenden Teile, wie Scharniere oder Schloss
- Gutablesbare Skala, auch wenn Gerät unter Augenhöhe montiert
- Einfache Bedienung
- Äusserst robuste Bauweise
- Konstruktiver Aufbau nach Baukastenprinzip
- Registrierung mit Tinte oder auf Metallpapier



# TRÜB, TÄUBER & CO. AG. - ZÜRICH

Fabrik elektrischer Messinstrumente und wissenschaftlicher Apparate  
Tel. 051 - 42 16 20

Ampèrestrasse 3