

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
<b>Band:</b>	49 (1958)
<b>Heft:</b>	1
<b>Rubrik:</b>	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

# *An der Schwelle des Jahres 1958*

*Forschendes Blicken in die Zukunft und besinnliche Rückschau auf die Vergangenheit zeichnen die Zeit der Jahreswende seit altersher aus. Beides birgt seine Gefahren; der mangelnde Abstand mag unsern Maßstab bei der Beurteilung von Ereignissen und Erwartungen verfälschen, der blosse Wechsel der Jahreszahl täuscht uns eine Unterbrechung, einen Einschnitt vor, wo doch in Wirklichkeit eine allmähliche Entwicklung stattfindet.*

*Um jedoch der Tradition zu genügen, möchte ich die Gelegenheit benützen, auf der Titelseite unseres ersten Bulletins des neuen Jahres etwas über Zustand und Zukunft der Elektrizitätswirtschaft zu philosophieren in voller Erkenntnis der Gefahr, von den Ereignissen grausam widerlegt zu werden. Das Jahr 1957 scheint mir vor allem dadurch gekennzeichnet zu sein, dass es uns recht brutal die Existenz einiger Grenzen vor Augen geführt hat, die wir vorher kaum wahrgenommen haben. Die Auswirkungen dieser Ereignisse waren einfach und offensichtlich: Kapitalmangel und Zinserhöhungen; ihre Gründe und Auswirkungen sind aber so vielfältig und teilweise auch umstritten, dass sie hier nicht mit ein paar Zeilen dargestellt werden können. So wurden die Elektrizitätsunternehmen, mehr als ihnen lieb war, zu einem bevorzugten Gesprächsstoff unserer Wirtschaftspresse. Vielleicht nicht ganz zu Recht, scheint uns; denn viele andere Wirtschaftsgruppen und vor allem zahlreiche Bankinstitute haben uns im Kalender der Emissionen einen Platz streitig gemacht, den man uns noch vor wenigen Jahren fast aufdrängte. Für eine Industrie, die auf ausserordentlich lange Sicht planen muss, ist eine gewisse Stabilität der Zinsfüsse von entscheidender Bedeutung; es mag sein, dass die ausserordentlich tiefen Sätze der letzten Jahre die Gefahr mit sich brachten, uns zu einigen unrichtigen Dispositionen zu veranlassen. Sicher ist es unbedingt nötig, dass das Geld, wie auch die Energie, zum richtigen Preis angeboten wird. Wir glauben, dass dieser richtige Preis nun reichlich erreicht ist, und hoffen, dass das kommende Jahr von neuen Zinsschwankungen verschont bleiben wird.*

*Zur gleichen Zeit, da man sich Rechenschaft geben musste, dass die finanziellen Reserven des Landes nicht unerschöpflich waren, mussten die Elektrizitätswerke feststellen, dass sich ihre Gewinnmarge nicht beliebig weit und immer weiter verkleinern durfte. Es braucht keinen besonderen Scharfsinn, um diese an sich offensichtliche Wahrheit zu erkennen, aber es war weit schwieriger, den Zeitpunkt festzulegen, zu dem das lebensnotwendige Minimum unterschritten war und eine Tariferhöhung deshalb nicht mehr vermieden werden konnte. Man hat diesen Entscheid so lang als überhaupt möglich hinausgezögert, um nicht einen wenn auch weitgehend bloss psychologischen Beitrag zur Erhöhung der Lebenskosten zu leisten, auf welche der Preis der Elektrizität nur einen geringen Einfluss ausübt. Heute aber scheint es unvermeidlich, dass die not-*

wendige Anpassung der Preise im kommenden Jahr beginnen muss. Das ist ohne Zweifel eine undankbare Aufgabe, die kaum dazu beitragen wird, die Popularität der Werke zu heben.

Wir haben in letzter Zeit vieles unternommen, um gute und offene Beziehungen zur Öffentlichkeit herzustellen. Wenn wir heute bedauernd feststellen müssen, dass die Popularität der Werke noch immer nicht über jeden Zweifel erhaben ist, dann geschieht das ohne Bitterkeit. Die Elektrizität repräsentiert die Zukunft der Technik, und unsere Hochspannungsleitungen und Zentralen sind deren vielleicht allzu weit auffallenden Symbole. Im inneren Konflikt, in den uns heute die Wahl zwischen Natur und Technik oft bringen mag, ist keiner bereit, auf die Annehmlichkeiten der letzteren zu verzichten. Diese Feststellung unserer Unkonsequenz hat natürlich etwas Beunruhigendes, und es entsteht daraus eine gewisse Reizbarkeit, die nur zu begreiflich ist. Ich wage nicht zu hoffen, dass sich diese Stimmung im nächsten Jahr ganz abklären wird.

Grosse Hoffnungen auf Lösung mancher Probleme hat man in die Kernenergie gesetzt. Trotz grösster Anstrengungen und einiger bemerkenswerter Verwirklichungen auf diesem Gebiet im Ausland hat das vergangene Jahr deutlich gezeigt, dass sich eine technische und wirtschaftliche Revolution nicht innert vier oder fünf Jahren vollzieht. Das Forschungszentrum von Würenlingen ist auf dem Weg, ein sehr wertvolles Instrument für die Kernforschung und die Berufsausbildung auf diesem Gebiet zu werden. In den nächsten Monaten des Jahres 1958 wird wahrscheinlich die Bestellung für den ersten Leistungsreaktor unseres Landes durch die Suisatom erfolgen und ohne Zweifel wird auch die «Energie nucléaire S. A.» in der Westschweiz ihre Entschlüsse fassen. Es handelt sich allerdings noch um kleine Versuchszentralen, und es werden noch manche Jahre vorbeigehen, bis die Kernenergie eine spürbare Rolle in unserer Energieversorgung spielen wird. Eine wesentliche Vorbedingung für die Entwicklung ihrer Nutzung stellt das Schaffen einer entsprechenden gesetzlichen Grundlage dar. Nachdem das Schweizer Volk den neuen Verfassungsartikel mit überaus grosser Mehrheit angenommen hat, scheint das entsprechende Gesetz, das sich gegenwärtig in Vorbereitung befindet, die mit der Ausnutzung der Atomenergie zusammenhängenden Probleme recht glücklich zu lösen. Es wäre ein grosser Erfolg, wenn es bereits im kommenden Jahr in Kraft gesetzt werden könnte; die Schweiz würde sich damit unter die ersten Länder einreihen, die diese heiklen Fragen lösen könnten.

Nicht weniger als vier grosse Staumauern wurden 1957 ganz oder fast fertiggestellt: Zervreila, Zeuzier, Mauvoisin und Moiry. Trotzdem bleibt unsere Energieversorgung angespannt, denn der Verbrauchszuwachs ist weiterhin sehr gross. Die Vollendung dieser Bauten lässt uns den schnellen Rhythmus der heutigen Zeit spüren. Seit dem Baubeginn der erwähnten Anlagen scheint uns erst eine ganz kurze Zeitspanne vergangen zu sein. Wir werden vermutlich die gleiche Feststellung machen, wenn einst die Reihe an die grossen Werke am Blenio, am Hinter- und Vorderrhein kommen wird, die erst vor kurzem begonnen wurden, oder wenn der erste Transformatormit 400 000 Volt in Graubünden aufgestellt sein wird, der letztthin in Auftrag gegeben wurde.

Diese letzten Überlegungen zeigen schliesslich, dass es doch nicht ganz überflüssig ist, an der Schwelle eines neuen Jahres die Abschnitte einer immer schnelleren und intensiveren Entwicklung zu betrachten, sei es auch nur, um allen Lesern der Seiten des VSE Anerkennung und beste Wünsche auszusprechen, arbeiten doch nicht wenige von ihnen aktiv und erfolgreich an der Lösung aller Probleme mit, die wir in diesen Zeilen kurz gestreift haben. C. A.

## Tarifierungsprinzipien für elektrische Energie

Von W. Goldschmid, Baden

658.8.03

Nach einer Darstellung der Kosten- und Preiszusammenhänge im Modell der vollkommenen Konkurrenz kommt der Verfasser zuerst auf die kostenechte Tarifierung und sodann auf die Tarifierung nach der Wertschätzung zu sprechen, wobei auch auf die Grenzen der beiden Tarifierungsmethoden hingewiesen wird. Er kommt zum Schluss, dass bei der Tarifierung der elektrischen Energie sowohl ihre «Entwicklungs-kosten» als auch die Wertschätzung der Konsumenten zu berücksichtigen sind.

Après avoir rappelé les relations fondamentales qui existent entre les coûts et les prix dans une économie où le jeu de la concurrence est entièrement libre, l'auteur distingue entre la tarification conforme aux prix de revient et celle fondée sur la valeur d'usage. Il indique les limites de ces deux méthodes et montre que les tarifs de vente de l'énergie électrique doivent tenir compte aussi bien du «coût de développement» de celle-ci que de la valeur qu'y attache le consommateur.

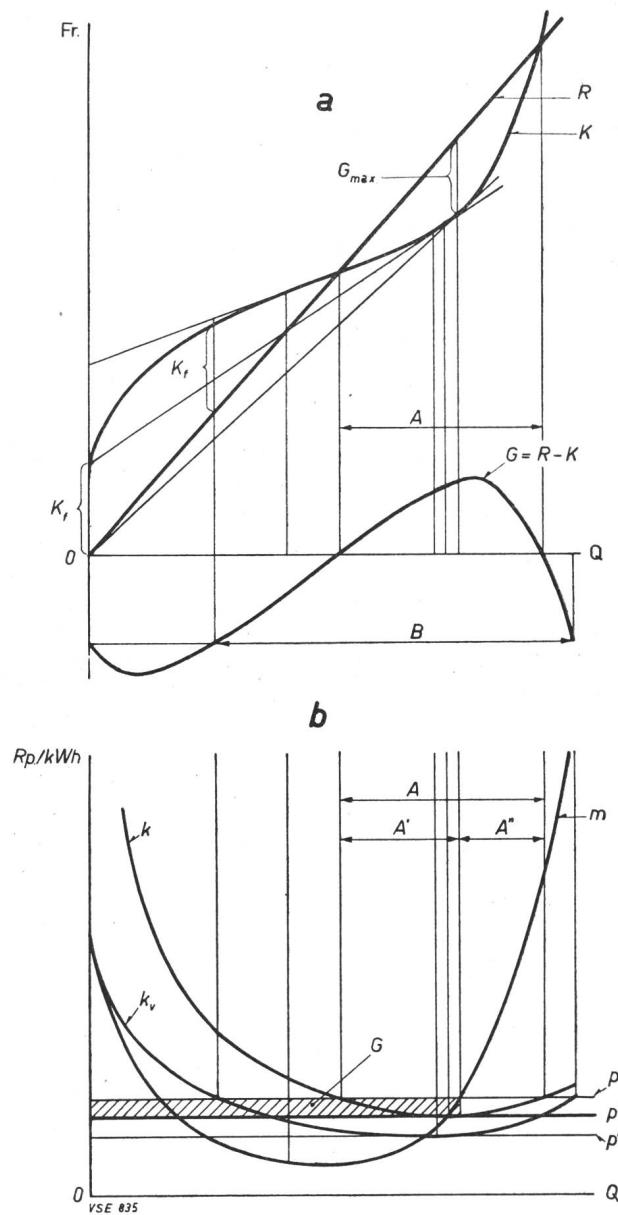


Fig. 1

**Kosten- und Erlösfunktionen der Unternehmung**  
a Gesamterlöse und Gesamtkosten in Abhängigkeit der Produktionsmenge

b Kosten der Produktionseinheit in Abhängigkeit der Produktionsmenge

R Gesamterlös; K Gesamtkosten; Q Produktionsmenge;  
G Gewinn ( $R-K$ ); A Gewinnbereich;  $A'$  zunehmender Gewinn;  $A''$  abnehmender Gewinn;  $G_{max}$  Gewinnmaximum;  
 $K_f$  fixe Kosten; B Bereich, in dem ein Teil der Fixkosten verdient wird; m Grenzkosten; k Durchschnittskosten;  
 $k_v$  durchschnittliche variable Kosten; p Marktpreis;  $p'$  Gleichgewichtspreis;  $p''$  Minimalpreis, bei dem noch produziert wird.

Die Anhänger der Grenzkostentheorie befürworten als alleiniges Tarifierungsprinzip dasjenige nach den Grenzkosten. Um darüber ein Urteil fällen zu können, ist es zunächst notwendig, einige grund-sätzliche Bemerkungen über das *Grenzkostenpreisprinzip* und dessen Verwendbarkeit anzubringen.

### Das Grenzkostenpreisprinzip in der Volkswirtschaftslehre

Zur theoretischen Darstellung der Kosten- und Preiszusammenhänge verwendet die Volkswirtschaftslehre *Kurvenbilder*, die unter verschiedenen Annahmen zustande kommen: s-förmiger Verlauf der Gesamtkosten, die sich aus variablen und fixen Kosten zusammensetzen, vollkommene Konkurrenz — d. h. eine grosse Zahl von Anbietern, die sich konkurrenzieren, womit der einzelne Unternehmer keinen Einfluss auf den Marktpreis hat — und Herstellung eines einheitlichen Produktes.

Die sich dabei ergebenden *Kosten- und Erlösfunktionen* sind in Fig. 1 graphisch veranschaulicht<sup>1)</sup>). Der *Gesamterlös* R einer einzelnen Unternehmung ist dargestellt durch eine ansteigende Gerade, deren Neigung dem gegebenen Marktpreis  $p$  entspricht; der Marktpreis selbst ist eine horizontale Gerade. Aus Darstellungsgründen ist angenommen, der Marktpreis liege vorübergehend über dem *Gleichgewichtspreis*  $p'$ , der sich unter dem Druck der Konkurrenz einstellt. Dieser Gleichgewichtspreis fällt mit dem *Minimum der Durchschnittskosten*  $k_{min}$ , d. h. mit dem *Betriebsoptimum* zusammen. Im Betriebsoptimum sind zugleich die *Grenzkosten*  $m = \text{minimale Durchschnittskosten } k_{min} = \text{Gleichgewichtspreis } p'$ . Die Durchschnittskosten entsprechen dem Quotienten aus Gesamtkosten K und Produktionsmenge Q, die Grenzkosten m dem Steigungsmass der Gesamtkosten, d. h. der ersten Ableitung der Gesamtkostenfunktion nach der Produktionsmenge  $\frac{dK}{dQ}$ . Die Grenzkosten m erreichen

somit ihr Minimum im Wendepunkt der Gesamtkostenkurve K. Der einzelne Unternehmer wird die Produktion im Streben nach dem grössten Gewinn solange ausdehnen, bis die Grenzkosten gleich dem Gleichgewichtspreis sind; dieser Gleichgewichtspreis entspricht auf die Dauer wie gesagt dem Marktpreis.

Ausgehend von diesen Grundüberlegungen leitet die *marginale Preistheorie* kurz- und langfristige Angebotskurven eines Wirtschaftszweiges ab, ferner

<sup>1)</sup> Nach Böhler, E.: Nationalökonomie. Zürich 1957, 3. Aufl., S. 203.

werden Verteilung und Preise der Produktionsfaktoren so bestimmt, dass eine optimale Bedürfnisbefriedigung für die ganze Volkswirtschaft eintritt. Das Streben des einzelnen Unternehmers nach Gewinnmaximierung liegt somit unter der Voraussetzung vollkommener Konkurrenz zugleich im Interesse der Gesamtwirtschaft.

Die Verfechter des Grenzkostenpreisprinzips gehen nun mit den theoretischen Vorstellungen aus dem Modell der vollkommenen Konkurrenz an Verhältnisse heran, wo die Voraussetzung vollkommener Konkurrenz nicht zutrifft und folgern, dass bei beschränkter Konkurrenz oder monopolartigen Situationen das volkswirtschaftliche Optimum durch Eingriffe zwecks Anpassung der Preise an die Grenzkosten herbeigeführt werden müsse. Es ist dies eine bestimmte Entwicklungsrichtung innerhalb der Volkswirtschaftslehre, die unter dem Namen «*Welfare Economics*» zusammengefasst wird. Deren Ideen wurden auch von Theoretikern im Gebiete der Elektrizitätswirtschaft übernommen und auf die Energitarife angewendet.

Die Anwendung des Grenzkostenpreisprinzips auf die Verhältnisse bei *beschränkter Konkurrenz* ist jedoch bereits theoretisch nicht haltbar. Dies hat Flury in Zusammenfassung der volkswirtschaftlichen Lehrmeinungen in seiner kürzlich erschienenen Dissertation schön gezeigt:

«Man hat im Rahmen des Modells bestimmte preistheoretische Überlegungen gemacht; aber man darf daraus nicht die Forderung auf eine bestimmte Preispolitik ableiten... Sofern kein Marktpreis gegeben ist, hat der Unternehmer keine objektive Größe, an der er seine Produktion ausrichten kann. Er weiß nicht, ob es volkswirtschaftlich wünschenswert ist, seine Produktion auszudehnen oder einzuschränken. Auch wenn er zu Grenzkosten verkauft, kann seine Produktion zu gross sein, weil infolge des Mangels an Produktionsfaktoren dringendere Bedürfnisse nicht befriedigt werden können. Bei vollkommener Konkurrenz hingegen führen die Preise automatisch zu einer optimalen Verteilung der Produktionsfaktoren... Die unbeeinflussbaren Preise sind das Orientierungsmittel für die Unternehmer. Massgebend ist dieser Preismechanismus und nicht das Grenzkostenprinzip.<sup>2)</sup>.

Ferner geht es im Rahmen des gezeigten Modells immer um eine optimale Verteilung von variablen Produktionsfaktoren auf eine grosse Zahl von Anbietenden, d. h. um eine kurzfristige, stationäre Betrachtung. Das Grenzkostenpreisprinzip sagt somit nichts aus über die Probleme der optimalen Betriebsgröße und die optimale Zahl der Betriebe in einem Wirtschaftszweig. Dies sind jedoch Fragen, die im Hinblick auf ein volkswirtschaftliches Kostenoptimum von grösster Bedeutung sind. Bei langfristiger Betrachtung ist somit für eine optimale Verteilung der Produktionsfaktoren eine *volle Kostendeckung* zu postulieren, und nur insoweit Grenzkosten und Durchschnittskosten zusammenfallen, darf nach Grenzkosten verkauft werden.

### Die Abwandlung des Grenzkostenpreisprinzips im Hinblick auf die Energitarife für die normale Energieabgabe

Die Marginalisten machen einen Unterschied zwischen den *kurzfristigen* und den *langfristigen Grenzkosten*. Die kurzfristigen Grenzkosten entsprechen

den zusätzlichen Kosten, d. h. den variablen (proportionalen) Kosten einer zusätzlich zu erzeugenden kWh in einem bestehenden Kraftwerk, die langfristigen Grenzkosten dagegen den *Durchschnittskosten* der Erzeugung eines neuen, zusätzlichen und optimal ausgenützten Kraftwerkes. Mit dem Begriff «langfristige Grenzkosten» entfällt die Einteilung der Kosten in fixe und variable gemäss dem eingangs gezeigten Kurvenbild, denn hiermit werden die Gesamtkosten variabel. Da die langfristigen Grenzkosten den Vollkosten unter der Annahme optimaler Ausnutzung eines Ausbauplanes entsprechen, ist mit dieser Unterteilung der Grenzkosten in kurzfristige und langfristige nur ein neuer Begriff, nicht aber eine neue Erkenntnis gewonnen.

Diese neue Begriffsbildung hat zu verschiedenen Missverständnissen geführt. Denn offensichtlich sagt das Postulat, dass nach den langfristigen Grenzkosten, unter der Voraussetzung eines optimal angepassten Ausbauzustandes, verkauft werden müsse, nichts anderes aus, als dass die Erzeugung auf Grund der minimalen Durchschnittskosten des Betriebsoptimums abzusetzen ist, um eine volkswirtschaftlich optimale Verteilung der Produktionsfaktoren zu erreichen. Das Betriebs optimum — d. h. ein optimaler Ausbauzustand — ist dann erreicht, wenn bei den sich einstellenden minimalen Durchschnittskosten die nachgefragte und die erzeugte kWh-Menge ins Gleichgewicht kommen, d. h. wenn der Gleichgewichtspreis gleich den minimalen Durchschnittskosten und gleich den langfristigen Grenzkosten ist. Wenn angenommen wird, dass es möglich ist, den Ausbauzustand der Anlagen stets optimal dem Bedarf bei diesem Gleichgewichtspreis anzupassen, dann sind alle einzelnen Anlagen im Durchschnitt optimal ausgenutzt und dann besteht auch Identität zwischen den durchschnittlichen kurzfristigen und den langfristigen Grenzkosten.

Man sieht aus diesen Überlegungen sofort, dass das Primäre der ganzen Ableitung die Voraussetzung eines optimal dem Bedarf fortwährend angepassten Ausbauzustandes und die Deckung der minimalen Durchschnittskosten ist. Nur in diesem Fall stimmen die Vollkosten mit den Grenzkosten überein und nur insoweit ist eine Preisstellung nach Grenzkosten volkswirtschaftlich gerechtfertigt. Um Missverständnisse auszuschliessen, wäre es daher zweckmässiger, von der Deckung der *minimalen Durchschnittskosten eines optimalen Ausbauzustandes* und nicht von der Deckung der Grenzkosten zu sprechen. Dann würde auch sofort einleuchten, dass mit dem Postulat der Tarifierung nach Grenzkosten gegenüber den bisherigen Tarifierungsprinzipien grundsätzlich keine neuen Erkenntnisse gewonnen worden sind, es sei denn, dass besonders betont wird, wie es zwecks Erreichung einer im Interesse der Gesamtwirtschaft liegenden Lösung der Energiepreise notwendig ist, den *Kosten*, und zwar den langfristigen Tendenzen der Kosten und nicht den Kosten der Vergangenheit, primäre Bedeutung beizumessen.

Nachdem festgestellt ist, dass es auch den Grenzkostentheoretikern bei einer kostengerechten Tarifierung auf lange Sicht auf eine Deckung der Voll-

<sup>2)</sup> Flury, U.: Die Preisdiskriminierung in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, Zürich und St. Gallen 1957, S. 65.

kosten ankommt, bleibt grundsätzlich zu prüfen, wie sich dieses theoretische Postulat angesichts der täglichen, wöchentlichen und saisonalen Belastungsschwankungen verwirklichen lässt. Es geht dabei darum, die Tarife entsprechend den unterschiedlichen Kosten für unterschiedliche Belastungen zu differenzieren.

Die Grenzkostentheoretiker behaupten, die Verteilung der fixen Kosten auf die unter verschiedenen Belastungen erzeugten kWh sei willkürlich, falls nicht auf die Grenzkosten des jeweiligen Betriebszustandes, d. h. auf die proportionalen Kosten des «letzten» in einem bestimmten Betriebszustand eingesetzten Kraftwerkes — das logischerweise jenes ist, welches die höchsten Betriebskosten pro erzeugte Einheit bzw. den schlechtesten Wirkungsgrad aufweist — abgestellt werde.

Das Ausgehen von den proportionalen Kosten, die gemäss dem weiter vorn gesagten unter der Voraussetzung optimaler Anpassung des Produktionsapparates Vollkostendeckung bringen, ist bei thermischer Erzeugung sinnvoll, bei der hydraulischen Produktion mit praktisch 100%iger Fixkostenstruktur fällt dieses Vorgehen jedoch ausser Betracht. Man muss somit die Grenzkosten der hydraulischen Erzeugung aus dem Verbundbetrieb mit thermischen Kraftwerken ableiten oder von der theoretischen Konstruktion ausgehen, dass die Grenzkosten der hydraulischen Produktion durch jenen Gleichgewichtspreis bestimmt sind, der die Bedarfskurve der Produktionskurve auf lange Sicht anpasst. Dies ist jedoch ein Gedankensprung, der nicht mehr die Kosten, sondern die *Wertschätzung der Konsumenten* in den Vordergrund stellt. Davon wird im folgenden noch die Rede sein.

Ob man die Vollkosten auf Grund der Grenzkostentheorie differenziert — wobei auf die praktischen Schwierigkeiten dieses Vorgehens hier nicht einzugehen ist — oder auf Grund von Kostenverantwortungskriterien anderer Art — wobei auch marginale Überlegungen berücksichtigt werden —, das Resultat ist praktisch das gleiche: *Die Energieabgabe in Starklastzeiten muss tariflich höher belastet werden als die Abgabe in den übrigen Zeiten.*

### Die Grenzen einer kostenechten Tarifierung

Aus praktischen Gründen drängt sich eine Beschränkung der Differenzierung der Tarife auf. So mit wird sich eine kostenseitige Differenzierung mit Mittelwertbildungen abfinden müssen. Man wird bei einem Zweigliedtarif höchstens noch Arbeitspreisdifferenzierungen nach Tag und Nacht sowie nach Sommer und Winter vornehmen können.

Ferner sind andere Momente zu berücksichtigen, die stärker ins Gewicht fallen als die Kostenrechnung. Aus *wirtschafts- und sozialpolitischen* Gründen wird es beispielsweise unmöglich sein, die Abonenten eines vom gleichen Werke bedienten Absatzgebietes unter gleichen Bezugsbedingungen — trotz unterschiedlicher Kosten, vor allem Verteilkosten — verschieden zu behandeln. Dies ist die Kehrseite davon, dass die Versorgung mit elektrischer Energie heute als *öffentlicher Dienst* gilt. Überall dort, wo somit elektrische Energie im Rahmen allgemein

gültiger Tarife — d. h. nicht im Rahmen von durch besondere Verhältnisse bedingten speziellen Lieferungsverträgen — abgesetzt wird, muss diese Abgabe bei gleichen Abnahmeverhältnissen zu gleichen Preisen erfolgen. Unbekümmert um die Kostenverhältnisse tritt daher ein Ausgleich der Preise für elektrische Energie ein, der umso grösser ist, je ausgedehnter das Absatzgebiet eines Werkes ist. Die Elektrizität wird somit im gewerblichen Bereich nicht mehr zum Standortsfaktor für einen Betrieb. Die Rolle der Elektrizität als Standortsfaktor ist im allgemeinen wegen des geringen Anteils an den Selbstkosten der Fertigfabrikate gering. Der Preisausgleich im gewerblichen Bereich hat daher keine wesentlichen Veränderungen der Standortsbedingungen zur Folge. Dieser Ausgleich muss aber seine Grenzen dort finden, wo ein energieintensiver Betrieb Elektrizität in grossen Mengen und zu besonderen Bedingungen bezieht (z. B. Einschränkbarkeit über die Spitzenzzeit und im Winter), denn unter solchen Umständen sind besondere Lieferungsverträge zu günstigeren Bedingungen am Platze und die Elektrizität spielt als Standortsfaktor neben andern Standortsbedingungen, wie Transportkosten, Arbeitskräfte usw., eine Rolle, besonders dann, wenn sich solche Betriebe in der Nähe günstiger Energiequellen niederlassen können.

Der innerhalb des Absatzgebietes eines Werkes notwendige Tarifausgleich kann im Rahmen einer historisch gewachsenen Ordnung der Elektrizitätsversorgung wie derjenigen der Schweiz unterschiedliche Tarife von Absatzgebiet zu Absatzgebiet zur Folge haben. So ist es möglich, dass in einem *städtischen Absatzgebiet* mit hoher Konsumdichte und daher mit relativ geringen Verteilkosten je umgesetzte kWh die Preise im Durchschnitt günstiger sein können als z. B. im Gebiete eines mit verhältnismässig hohen Verteilkosten arbeitenden Werkes (niedrige Konsumdichte), das einen ganzen Kanton vorwiegend *ländlichen Charakters* versorgt.

### Das Prinzip der Tarifierung nach der Wertschätzung

Dieses Prinzip wird von den Grenzkostentheoretikern als «*Preisdiskriminierung*» bezeichnet und abgelehnt, weil dadurch die Konsumenten zu volkswirtschaftlichen Fehlentscheiden in bezug auf den Energieverbrauch verleitet werden. Bei dieser Verurteilung hat man jeweils das Verhalten eines Monopolisten vor Augen, der im Hinblick auf die Gewinnmaximierung bei Vorhandensein verschiedener Märkte «*Preisdiskriminierungen*» vornehmen kann. Ein Vergleich einer solchen Monopolstellung mit dem Absatz elektrischer Energie ist jedoch nicht statthaft, denn hier geht es nicht einfach wie dort um eine andere, mehr Einnahmen bringende Verteilung der Produktion auf verschiedene Märkte, sondern darum, dass ohne Preisdifferenzierung nach der Wertschätzung der Absatz an elektrischer Energie zurückgehen und zu einer schlechteren Ausnutzung der vorhandenen Kraftwerke führen würde. Wir kommen hiermit zurück auf die bereits angeführte Frage des Abstellens der Tarife auf die Wertschätzung der Konsumenten.

Diese erfolgt im Hinblick auf die *Verwendungszwecke*, d. h. die verschiedensten Bedürfnisse, welche die Elektrizität zu befriedigen vermag. In diesem Bereich der Gebrauchsenergie steht die Elektrizität weitgehend in Konkurrenz mit andern Energieträgern.

Die Grenzkostentheoretiker gehen bezüglich eines hydraulischen Produktionssystems davon aus, dass die Grenzkosten infolge der nahezu 100%igen Fixkostenstruktur über den ganzen Produktionsbereich bis zur vollen Kapazitätsausnützung unbestimmt sind. Wenn aber die Grenzkosten mit dem Gleichgewichtspreis, der Angebot und Bedarf in Übereinstimmung bringt, gleichgesetzt werden, so muss festgestellt werden, dass sich dieser Gleichgewichtspreis für verschiedene Verwendungszwecke niedriger stellen kann als die minimalen Durchschnittskosten der Erzeugung und Verteilung. Dies gilt vor allem für verschiedene *Wärmebedürfnisse*, die sich durch andere Energieträger als Elektrizität decken lassen. In solchen Fällen bleibt nichts anderes übrig, als sich der durch andere Energieträger bestimmten Wertschätzung der Elektrizität anzupassen, sofern man Energieverluste durch nicht volle Ausnützung der Energiequellen vermeiden will. Eine solche Politik kommt auch denjenigen Verbrauchern zugute, die über den minimalen Durchschnittskosten liegende Preise bezahlen müssen, denn die unterdurchschnittlichen Preise tragen dazu bei, die fixen Kosten zwecks Gesamtkostendeckung zu reduzieren. Das Prinzip der Tarifierung nach der Wertschätzung ist somit wirtschaftlich durchaus in Ordnung. Es geht absolut nicht um sozialpolitische Eingriffe auf dem Wege über die Energietarife, indem die

«Reichen» stärker belastet werden sollen als die «Armen» oder darum, die Wahl zu fälschen, die die Energiekonsumenten im Hinblick auf eine kostenechte Tarifierung treffen würden.

Dabei ist es klar, dass auch das Prinzip der Wertschätzung seine Grenzen hat und nicht unbekümmert um die Kostenverhältnisse angewendet werden darf. So wäre es unrichtig, ein im Hinblick auf die möglichst vollständige Ausnützung der vorhandenen Energiequellen angewandtes Tarifsystem nach der Wertschätzung auf die Dauer unverändert fortzusetzen, wenn die unterdurchschnittlichen Tarife für Wärmezwecke eine starke Entwicklung dieses Elektrizitätsverbrauchs zur Folge haben, und zwar derart, dass neue Werke unter steigenden Gestehungskosten in erster Linie zur Befriedigung dieses Bedarfs erstellt werden müssen. Das Prinzip der Wertschätzung hat seine Berechtigung immer nur unter dem Gesichtspunkt der *vollen Ausnützung der Kraftwerke*. Sonst könnte sich tatsächlich ein Einsatz der Energieträger ergeben, der auf Grund der realen Kostenverhältnisse nicht gerechtfertigt wäre und daher rein wirtschaftlich betrachtet nicht im Interesse der Gesamtwirtschaft liegen würde. Nachdem heute in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft eine volle Ausnützung der Energiequellen erreicht ist und intensiv neue Werke erstellt werden müssen, um mit dem wachsenden Elektrizitätsbedarf überhaupt Schritt halten zu können, ist es notwendig, vor allem in den Tarifen für Wärmezwecke stärker als bisher die «*Entwicklungs kosten*» in Erscheinung treten zu lassen.

#### Adresse des Autors:

Dr. W. Goldschmid, Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden (AG).

## Der österreichische Hauptlastverteiler der Verbundgesellschaft, sein Tätigkeitsbereich und seine Einrichtungen

von E. Königshofer, Wien

*Nach einer Übersicht über die österreichischen Erzeugungs- und Hochspannungs-Übertragungsanlagen werden die Aufgaben der Verbundgesellschaft erörtert und ihre technischen Einrichtungen kurz beschrieben.*

*Après avoir donné une vue d'ensemble de l'équipement de production et du réseau à haute tension autrichiens, l'auteur énonce les tâches de la «Société d'interconnexion» et décrit les moyens techniques dont elle dispose.*

### Allgemeines

Von den neun Bundesländern der Republik Österreich — eines hiervon ist die Stadt Wien — verfügen acht über je eine *Landesgesellschaft*, denen durch das grundlegende, die Energieversorgung regelnde Gesetz — das 2. Verstaatlichungsgesetz von 1947 — die Energieverteilung im jeweiligen Bundesland obliegt (das Bundesland *Burgenland* im Osten der Republik wird durch die Landesgesellschaften *Niederösterreichs* und der *Steiermark* versorgt). Bei ihrer ab 1947 erfolgten Konstituierung übernahmen die Landesgesellschaften, bzw. sie errichteten zwischenzeitig Kraftwerke, die ausschliesslich für die Deckung des Energiebedarfes des eigenen Bundeslandes bestimmt sind. Die Errichtung von Grosskraftwerken für die Deckung des restlichen Bedarfes der Republik obliegt den mit dem

gleichen Gesetz geschaffenen *Sondergesellschaften*, denen im Sinne dieses Gesetzes konkrete Aufgaben zugewiesen wurden (Ausbau der Donau, der Enns, der Drau, der Wasserkräfte der Tauern). Die Verteilung im gesamten Bereich der Republik der in den Werken der Sondergesellschaften erzeugten Energie obliegt der mit dem gleichen Gesetz ins Leben gerufenen *Verbundgesellschaft*, die das österreichische Verbundnetz und die erforderlichen Umspann- und Schaltstationen zu errichten hat.

Fig. 1 lässt die bedeutendsten Kraftwerke Österreichs erkennen. Entsprechend den Aufgaben, die diesen Werken zugewiesen wurden und der hierdurch bedingten Betriebsführung, ergeben sich die folgenden drei Gruppen:

1. die Werke an der Ill in Vorarlberg (mit Bachzuleitungen aus Tirol) Ober-Vermunt, Vermunt, Rodund und

- Wasserkraftwerke
- Dampfkraftwerke
- Umspannwerke
- △ Schaltwerke
- 110-kV-Leitungen
- 220-kV-Leitungen

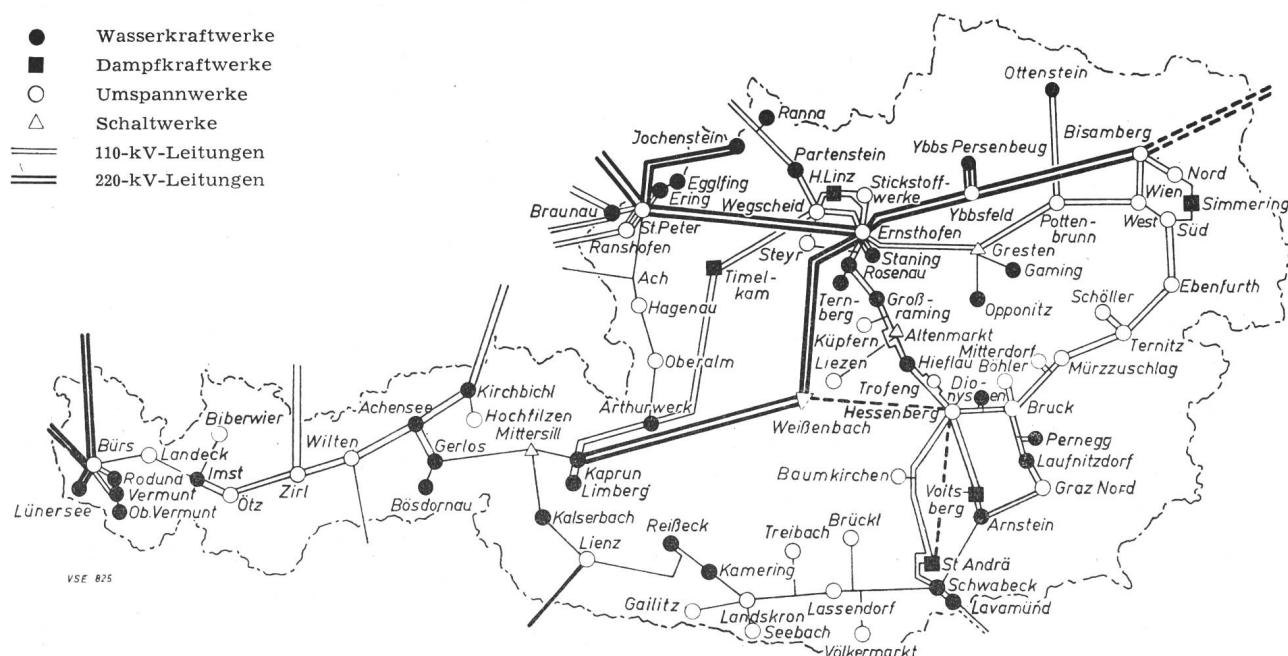


Fig. 1

Karte Österreichs mit den bedeutendsten Kraftwerken und den 110- und 220-kV-Freileitungen

das vor der Fertigstellung befindliche Pumpspeicherwerk Lünersee, zusammen 580 MW, über 1000 GWh, liefern den grösseren Teil ihrer Erzeugung ins Rheinland; der kleinere Teil der Erzeugung dient der Versorgung des Bundeslandes Vorarlberg. Die Errichtung dieser Werke erfolgte, bzw. erfolgt durch die *Vorarlberger Illwerke A.-G.*

2. Die Werke der Tiroler Wasserkraftwerke A.-G. Achensee, Kirchbichl und Prutz-Imst, daneben noch weitere kleinere Werke, versorgen einerseits das Bundesland Tirol, andererseits exportieren sie einen beachtlichen Teil ihrer Erzeugung über zwei 110-kV-Doppelleitungen nach der Deutschen Bundesrepublik.
3. Die in den übrigen sechs Bundesländern befindlichen Kraftwerke dienen vorwiegend den österreichischen Konsumenten. Daneben erfolgt ein Stromaustausch mit der Deutschen Bundesrepublik über das Umspannwerk St. Peter, mit Italien über die vom Umspannwerk Lienz führende Leitung und mit Jugoslawien über Lavamünd. Ein Austausch mit der Tschechoslowakischen Republik ab Umspannwerk Bisamberg ist in Vorbereitung.

Die folgenden Werke befinden sich im Eigentum der *Sondergesellschaften*: Bösdornau, Gerlos, Kaprun (Haupt- und Oberstufe), Reisseck, Lavamünd, Schwabeck, St. Andrä, Voitsberg, Grossramming, Ternberg, Rosenau, Staning und das nicht eingezeichnete Wasserkraftwerk Mühlradung (die letzten 5 Werke an der Enns) und das mit zwei der sechs Generatoren in Betrieb befindliche Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug. Ausserdem liefern die *Gemeinschaftskraftwerke* — von Österreich und der Deutschen Bundesrepublik errichtet — Jochenstein an der Donau und Braunau am Inn sowie die Werke Ering und Eggling der Innkraftwerke A.-G. Töging die halbe von ihnen erzeugte Energie in das österreichische Verbundnetz. Die sonstigen eingezeichneten und nicht aufgezählten Kraftwerke sind vorwiegend Eigentum der *Landesgesellschaften*, das Werk Hütte Linz ist Eigentum eines Grossindustriunternehmens.

Die Fig. 1 lässt auch die Hochspannungsleitungen Österreichs (ab 110 kV) erkennen. Das von der

Verbundgesellschaft betreute Netz schliesst alle in der Fig. 1 eingezeichneten Leitungen von der Ostgrenze bis zu den Kraftwerken Bösdornau und Gerlos ein, ausgenommen den Leitungsring um Wien und kürzere Verbindungs- und Stichleitungen von geringerer Bedeutung. Im Rahmen dieser Gesellschaft wurde der *Hauptlastverteiler der Verbundgesellschaft* mit der Führung des Verbundbetriebes betraut. Ihm obliegen die folgenden Aufgaben:

- a) die Lastverteilung, somit der zweckmässigste Einsatz der Kraftwerke vom technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus und die Bereitstellung der Reserveleistung
- b) die Netzüberwachung, die Einhaltung der geforderten Spannungs- und Frequenzwerte, bzw. der Übergabeleistungen im Verbundbetrieb mit der Deutschen Bundesrepublik, Einhaltung der Erfordernisse der Wirtschaftlichkeit des Betriebes und der Erfüllung der in Kraft stehenden Stromlieferungsverträge
- c) Überwachung der Erdstromkompensation im 110-kV-Netz und der Schutzeinrichtungen für die Erfüllung der vorstehend angedeuteten Aufgaben
- d) Aufstellung einer Betriebsstatistik für weitere Auswertungen
- e) Beschaffung der Unterlagen für die Planung von Erweiterungen und Ergänzungen des Verbundnetzes
- f) Führung des zwischenstaatlichen Verbundbetriebes und Ausarbeitung von Vorschlägen für die Schaffung der Einrichtungen hiefür, insbesondere zur Einhaltung der Übergabeleistung.

Die durch diesen Aufgabenkreis geschaffene Organisation des Hauptlastverteilers umfasst die drei Gruppen *Fahrplanerstellung*, *Betriebsüberwachung* und *Lastverteilerstatistik*, denen die Aufgaben a) bis f) sinngemäss zugewiesen sind.

Gelegentlich einer im Jahre 1955 durchgeföhrten Übersiedlung des Hauptlastverteilers wurden seine Einrichtungen erweitert und den Betriebserfordernissen angepasst. Der bestehende, bzw. in Vorbereitung befindliche Verbundbetrieb mit den benachbarten Staaten, in welchen vorwiegend die Netze starr geerdet sind, bedingt den Übergang vom ge-

löschten Betrieb im österreichischen Verbundnetz auf die starre Nullpunktterdung. Hierüber sei, ebenso wie über die Relaiseinrichtungen im österreichischen Verbundnetz, sowie über die Einrichtungen für die Führung des zwischenstaatlichen Verbundbetriebes nachfolgend berichtet.

Der Hauptlastverteiler führt keine Schalthandlungen durch, er ordnet sie bloss an, seine wichtigsten Einrichtungen sind daher

- das Netzbild, das den Schaltzustand des Netzes erkennen lässt
- die Fernsprech- und Fernschreibeinrichtungen
- die Fernmesseinrichtungen
- die Einrichtungen für die Frequenzhaltung im österreichischen Verbundnetz und für die Leistungsfrequenzregelung.

### Das Netzbild

Die Dimensionen dieses *automatisch ferngemeldeten Netzbildes* sind  $16 \times 2,5$  m (Fig. 2). Es stellt die 110- und 220-kV-Leitungen des Verbundnetzes, die Kraftwerke und Umspannwerke, von welchen sie ausgehen, schematisch, jedoch nicht maßstäblich richtig dar. Die Darstellung jedes Leitungsendes ist mit drei Symbolen ausgestattet (Fig. 3): einem grünen, das aufleuchtet, wenn der Leistungsschalter ausgeschaltet ist, und umgekehrt; einem weissen, dessen Aufleuchten besagt, dass die Leitung von der Anschlußstation her unter Spannung steht; einem roten, dessen Aufleuchten beim 110-kV-Netz besagt, dass die Leitung einen Erdenschluss aufweist, beim 220-kV-Netz, dass die Kurzschlussfortschalteapparatur der Schutzeinrichtung des Leitungsabzweiges angesprochen hat. Zwei in einem gewissen Abstand vom Stationssymbol vorgesehene Leuchtelemente lassen folgende Betriebszustände erkennen:

- 1) die Leitung wurde absichtlich geerdet (rotes Symbol mit drei senkrechten Strichen)
- 2) die Leitung wird getrennt vom Verbundnetz betrieben.

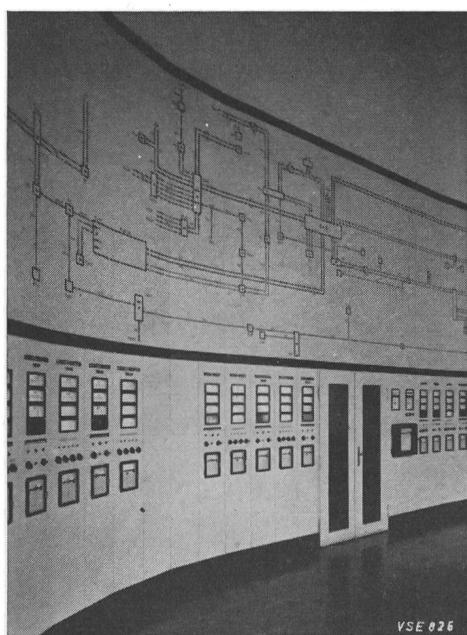


Fig. 2  
Automatisch ferngemeldetes Netzbild

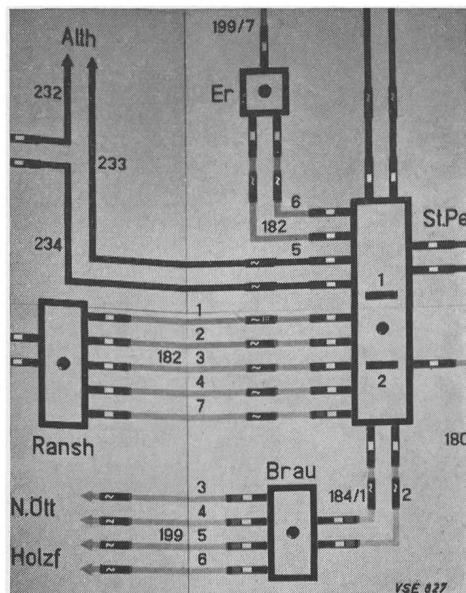


Fig. 3  
Darstellung der Leitungsenden im Netzbild

Diese zwei Symbole werden angewählt, alle übrigen rund 600 Meldungen erfolgen automatisch. Stationen, die Transformatoren für 110/220 kV besitzen, erhielten Symbole, die erkennen lassen, ob und auf welcher Spannungsseite die Leistungsschalter eingelegt sind oder nicht.

Tritt im Netz eine Schaltzustandsänderung ein, so blinkt vorerst das ihm entsprechende Symbol auf und es ertönt ein akustisches Signal. Dem dienstabenden Ingenieur wird die Ortung der eingelangten Meldung durch das Führungs bild im Wartentisch erleichtert (Fig. 4). Hier blinkt die Hinweis lampe der betreffenden Netzstelle auf. Durch die Betätigung einer besonderen Taste wird das akustische Signal abgestellt und das Blinklicht geht in Dauerlicht über; im Netzbild blinkt das Symbol weiter. Wird die Quittierungstaste für das Führungs bild betätigt, so geht das Blinklicht des Netzbildes in Dauerlicht oder Dunkelheit über, entsprechend der eingelangten Meldung, und die Hinweislampe verdunkelt.

Um den Kraftwerkseinsatz jederzeit übersehen zu können, sind rechts und links des Wartentisches *Melde tableaux* angebracht: links ein Tableau für die Wasserkraftwerksgeneratoren, rechts ein Tableau für die mit Dampfkraft angetriebenen Generatoren, ein Tableau für die Kessel und ein drittes für Phasenschieber, Kondensatorbatterien und Kom pensationsdrosseln. Diese Tableaux melden — im Endausbau zur Gänze, soweit technisch durchführbar automatisch, vorerst nur zum Teil automatisch — ob die betreffende Kraftwerkseinrichtung in Betrieb steht (weiss), nicht betriebsbereit ist (rot, bei Kessel grün) oder unbeleuchtet (betriebsbereit, jedoch nicht in Betrieb).

Zur Führung des Betriebes im Hochspannungs netz ist folgendes zu bemerken:

Das österreichische Hochspannungsnetz wurde bisher auch im 220 kV-Teil induktiv geerdet, somit kompensiert betrieben. Dies gilt insbesondere für

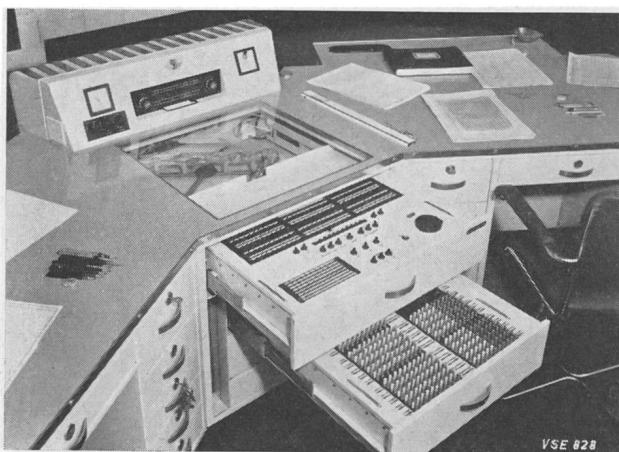


Fig. 4  
Wartentisch mit Führungsbild

die 110-kV-Leitungen, bei welchen sich die relativ hohen Kosten der Spulen wirtschaftlich rechtfertigen lassen. Das 110-kV-Netz der Verbundgesellschaft, dessen Erdschlußstrom rund 1000 A beträgt, wird gegenwärtig durchwegs gelöscht betrieben und soll es auch in Zukunft werden. Die Abstimmung der Kompensation durch den geringen Wattreststrom, der im 110-kV-Netz verbleibt, erfolgt in Ernstthal. Die Grösse des Wattreststromes lässt die Verwendung wattmetrischer Erdschlussrichtungsrelais zu. In fast allen Leitungsabzweigen der Kraft- und Umspannwerke sind solche Relais eingebaut und haben bisher die an sie gestellten Anforderungen erfüllt. Zur Richtungserfassung von Erdschlusswischern wurden besondere Relais eingebaut. Der Kurzschluss- und Doppelerschlussschutz erfolgt durch Distanzrelais mit Quotientenanregung, womit eine grosse Sicherheit in der Erfassung der Fehler in den Hochspannungsanlagen gewährleistet ist. Einrichtungen für den Sammelschienenschutz sind bereits in Betrieb. Sie werden weiter ausgebaut.

Das österreichische 220-kV-Netz, das sich mit seinem 300-A-Erdgeschlußstrom noch gut löschen liesse, musste für die starre Nullpunktserdung eingerichtet werden, um den Verbundbetrieb auch nach

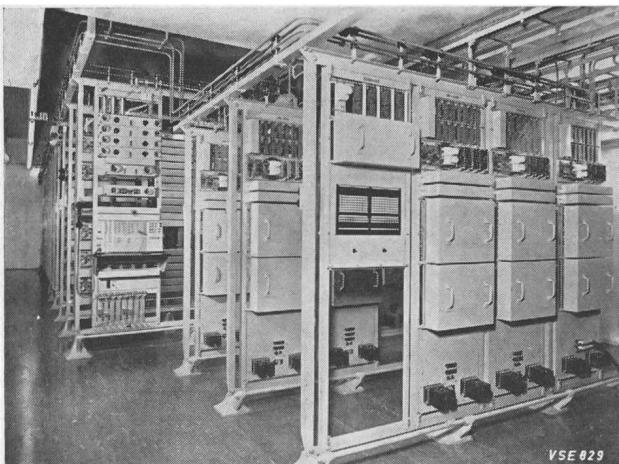


Fig. 5  
Wählergeräte zur Fernmeldung

der Einführung der starren Erdung im Netz der Deutschen Bundesrepublik aufrecht zu erhalten. Seit Ende September 1957 wird das österreichische Netz mit starrer Erdung betrieben. Die hiefür getroffenen Vorkehrungen bestanden in der Verstärkung der Erdungsanlagen, in der Ausrüstung des 220-kV-Netzes mit Leistungsschaltern für automatische Wiedereinschaltung und in der Anpassung der neu hinzugekommenen Relais an die neuen Betriebsgegebenheiten.

### Die Fernsprecheinrichtungen des Hauptlastverteilers

Der Hauptlastverteiler verfügt über eigene Sprechverbindungen mit den Kraftwerken, Umspannwerken und Schaltwerken, unabhängig vom öffentlichen Fernsprechnetz, die zu jeder Tages- und Nachtstunde ohne jede Wartezeit herstellbar sind. Er kann jederzeit in jede bestehende Verbindung eintreten. Das Fernsprechnetz des Hauptlastverteilers lässt sich auch mit den Netzen der Elektrizitätsversorgungsunternehmen, mit welchen das Verbundnetz parallel fährt, das sind vornehmlich die Landesgesellschaften, kuppeln.

Das Fernsprechleitungsnetz besteht aus Trägerfrequenztelephonikanälen auf Hochspannungsleitungen und aus betriebeigen oder von der Postverwaltung gemieteten niederfrequenten Sprechkanälen. Die Ankopplung an die Hochspannungsleitungen erfolgt über Kopplungskondensatoren und Ankopplungsfilter.

Die zwei gleich ausgeführten Bedienungstische der zwei diensthabenden Ingenieure lassen feststellen, welche Teilnehmer miteinander verbunden sind. Sie lassen die Herstellung von Verbindungen selbst zu und ermöglichen den Aufbau von Konferenzgesprächen, mit besonderen, hiefür entwickelten Apparaturen.

### Die Fernmesseinrichtungen

Die Führung eines zentral geleiteten Verbundbetriebes setzt voraus, dass sich der verantwortliche Ingenieur über den Generatoreneinsatz und ihre Belastung, über die Belastung der Übertragungsleitungen, über die Austauschleistungen mit dem Ausland, über Spannungs- und Frequenzwerte jederzeit informieren kann. Diese Werte werden dem Hauptlastverteiler nach dem *Impulsfrequenzverfahren* gemeldet. Es waren verschiedene Gesichtspunkte massgebend, zu diesem System zu greifen. Vor allem ist dieses System bei allen verfügbaren Kanälen, wie eigene und öffentliche Kabel- und Freileitungen, Wechselstromtelegraphiekanäle, leitungsgerichtete, trägefrequente Vielbandübertragung auf Hochspannungsleitungen usw. anwendbar. Für das Erfassen der anzuwählenden Messwerte dienen rotierende Geber mit mechanischem Kollektor oder mit induktivem Impulsgeber, ebenso für die Summierung der Impulse mehrerer Messwerte in der Geberstelle Mehrfachempfangsrelais, Verstärker und Impulsgeber. Für wichtige Messwerte, insbe-

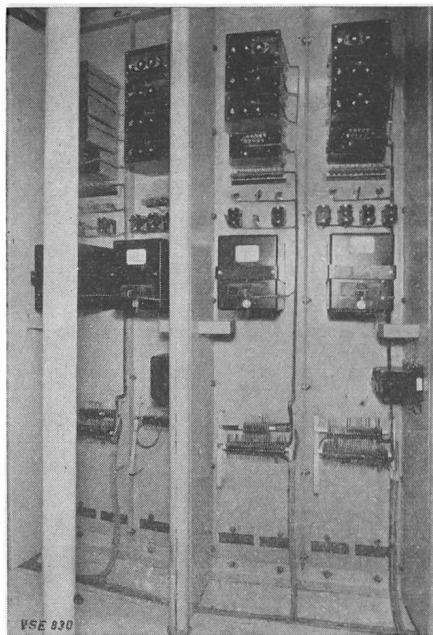


Fig. 6  
Verdrahtung der Messtafeln in der Warte

sondere für Dauerwertübertragungen, dienen Messwertkompensationsgeber. Die Messsysteme werden entsprechend der Wichtigkeit des Messwertes einphasig, in Aronschaltung oder dreiphasig angeschlossen.

### Die Frequenzhaltung im österreichischen Verbundnetz

Prädestiniert für die Erfüllung der Aufgabe, die Einhaltung der vorgeschriebenen Frequenz im österreichischen Verbundnetz, bzw. den Übergabewert an das deutsche Verbundnetz zu gewährleisten, ist das Speicherwerk Kaprun. Speicherwerke sind bekanntlich den Laufwerken bei der Erfüllung der Aufgabe der Frequenz- und Leistungsregelung überlegen, da sie die Forderung nach wirtschaftlich optimaler Ausnutzung des Werkes erfüllen.

Die in Kaprun aufgestellte Frequenzregeleinrichtung wirkt durch Beeinflussung des Tourenverstellmotors zweier Generatoren. Diese Beeinflussung erfolgt durch zwei Wattmeterrelais. Die Stromspulen dieser Relais werden von einer konstanten Wechselspannung gespeist. Die Spannungsspulen sind an einen Resonanzkreis für 50 Hz angeschlossen. Der Resonanzkreis ist solcherart ausgelegt, dass bei 50 Hz die Resonanzspannung vektoriell senkrecht auf der

die Stromspule speisenden Spannung steht. Weicht die Frequenz von 50 ab, so ergeben die Relais positive oder negative Ausschläge. Die Ansprechempfindlichkeit des einen Relais für die Feinregelung beträgt  $\pm 0,025$  Hz, des zweiten Relais für die Grobregelung  $\pm 0,075$  Hz.

Periodenkontrolluhren überwachen die Frequenz bezüglich der Uhrzeit. Ihr Synchronlaufwerk und astronomisches Uhrwerk zeigen über ein Differentialwerk die Abweichungen von der astronomischen Zeit an.

Der Gleichlauf der zwei gesteuerten Generatoren wird durch eine zusätzliche Einrichtung erzwungen, die einen wattmetrischen Vergleich ihrer Leistungen durchführt.

Eine weitere Zusatzeinrichtung erzwingt das Einhalten einer bestimmten Übergabeleistung bei Parallelbetrieb des österreichischen mit dem deutschen Netz.

Die Meßstelle für die Übergabeleistung an die Deutsche Bundesrepublik ist derzeit im Umspannwerk St. Peter. Der ferngemeldete Leistungswert der Übergabe wird zwei Regulierrelais der Empfindlichkeit von ca.  $\pm 2$  MW und  $\pm 6$  MW über eine Empfangseinrichtung zugeführt. Diese Regulierrelais wirken auf die Impulseinrichtung der Frequenzregelung. Im Falle der Inbetriebnahme der Übergaberegeleinrichtung fährt das deutsche Netz Frequenz und das österreichische Netz hält die Übergabeleistung. Die Übergabeleistung lässt sich im Bereich 120-0-240 MW einstellen, der Bereich selbst auf 60-0-120 MW bzw. 180-0-360 MW umschalten.

Eine weitere zusätzliche Einrichtung lässt es zu, die Übergabeleistungsregelung als Netzkennlinienregelung frequenzabhängig zu gestalten. Diese Einrichtung bewirkt eine gebrochene Netzkennlinie, sodass der Frequenzimpuls nur bis zu einer oder über einer gewünschten Frequenzänderung auftritt.

Der Parallelbetrieb des österreichischen Verbundnetzes mit den Netzen der anderen Nachbarstaaten, mit welchen Verbundbetrieb geführt werden soll, wirft Probleme der gemeinsamen Frequenzhaltung und -regelung der Übergabeleistung auf. Diese Probleme werden gemeinsam studiert. Hierfür, wie auch für die bereits aufgezählten Probleme, wird das Netzmodell der Verbundgesellschaft herangezogen.

#### Adresse des Autors:

Dr. E. Königshofer, Österreichische Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft (Verbundgesellschaft), Am Hof 6, Wien.

## Literatur

### «Barrages»

Es gibt zwei Arten von Büchern, jene, die wir enttäuscht zur Seite legen, nachdem wir sie mit Begeisterung zu lesen begannen, und andere, die uns anfangs nicht so sehr interessieren und uns erst nach und nach in ihren Bann ziehen. André Guex ist der Verfasser eines soeben erschienenen, reich illustrierten Buches mit dem Titel «Barrages» (Verlag Ren-

contre, Lausanne), das man in einem Zuge lesen wird. Es ist uns daran gelegen, Sie auf dieses Buch aufmerksam zu machen.

**Staumauern:** Denken wir da nur an die Betonmassen, die in einem Tale zu riesigen Bauwerken aufgehäuft werden, an die ungeheuren Kapitalien, die sie verschlingen, oder an die unendlich vielen technischen Berechnungen, die vor und im Laufe der Bauarbeiten notwendig sind? Nein, es gibt auf diesen Baustellen im Wallis etwas Bewundernswürdigeres als den



Fig. 1  
Die neue Staumauer der Grande Dixence im Bau

Millionen Kubikmeter Beton, die ausgeschütteten Dividenden oder eine Parabelformel, nämlich ganz einfach den Menschen, den Menschen im täglichen Kampf mit seinen Widersachern, mit Wasser, Lawinen und Felsen, und den Menschen mit seinen Sorgen und Leidenschaften, seiner Verantwortung und seinem Glück in diesem Walliser Abenteuer.

Seit dem Bau der Pyramiden in Ägypten und der grossen chinesischen Mauer scheint sich der Mensch nicht mehr an ein so gigantisches Werk herangewagt zu haben. Das Thema war verlockend. André Guex hat es aber ganz schlicht und einfach behandelt. Er hat vor allem an das Schicksal des Menschen gedacht; in seiner Grundeinstellung erinnert das Buch an «*Terre des hommes*» von Antoine de St-Exupéry.

Andre Guex kennt das Leben auf diesen Baustellen. Er selbst war dabei beim Bau der Kraftwerke Mauvoisin, Grande Dixence, Gougra. Er kennt auch jenen abgehärteten Arbeiterotyp, der vom Vorgesetzten nur mit Mühe zurückgehalten werden kann, wenn die Felsschichten einmal in Bewegung geraten sind, und der ganz berauscht in den Steinhagel stürzt, bevor wieder Ruhe eingekehrt ist. Unser Autor lässt sich nicht in erster Linie davon beeindrucken, dass am Morgen des 6. April 1954 32 Tonnen Sprengstoff 100 000 m<sup>3</sup> Fels zerrissen haben (übrigens die grösste Sprengung in der Geschichte der Stauseen), sondern er beschäftigt sich mit dem unscheinbaren Arbeiter, an den niemand denkt, der jedoch unentbehrlich ist für die Vollendung des Werkes.

Er macht sich über jene lustig, welche die durch den Kraftwerkbau bedingte Umgestaltung einer Landschaft beklagen. «Si c'était des castors qui creusaient la roche et barraient la route aux eaux libres, tous les amis de la nature admireraient. Mais ce sont des hommes! Alors on crie au sacrilège.» Auch der Verfasser war begeistert von der Gegend, in der sich nun dieses Abenteuer abspielt, und erlebte «comme une faim le besoin de sentir l'odeur de la résine, de gratter du doigt les lichens noirs et rugueux des granits». Muss man denn diesen Felsen nicht verherrlichen, der zwar oft Unheil bringt und dennoch das Dasein des Arbeiters ermöglicht? «Avant de quitter la mine, après la dernière volée du matin, fouillant sous les blocs écroulés, j'ai ramassé une pierre dans la nuit. Elle est petite, c'est un grès vert avec des reflets brillants.

Je l'ai tenu dans ma main fermée et, revenu au jour, je lui ai montré le soleil. Les hommes devraient donner une pierre comme celle-là à la femme qu'ils aiment.» Immer ist vom Menschen die Rede, von seiner Arbeit, seinen Gedanken, seinen Sorgen. Welchen Sinn hat für ihn dieses Leben, dieser Kampf, den er schliesslich gewinnen wird, denn das Wasser wird zu Licht. Die Wärme, um die man sich in allen vier Ecken des Landes streitet, verdanken wir vor allem dem bescheidenen Arbeiter. Wird seine Arbeit ein Gebet sein, und werden ihn die weiten Stollen an das Gewölbe einer alten Kathedrale erinnern? Was wird morgen aus dieser Arbeit werden, die ihn bereichert? Was wird er unternehmen, wenn der Bau der Staumauern, wie einst jener der Pyramiden, eines Tages beendet ist? Dieses Geld, um das ihn viele beneiden, trägt es zu seinem Glück bei?

Was wird aus seiner Seele im Lärm der Kompressoren, seinen Gedanken, seiner inneren Ruhe im Pfeifen der Bohrer? Staumauer — bedeutet sie für ihn nur die Zahltagsabrechnung oder erkennt er seine eigene Grösse aber auch sein Unvermögen im Vergleich mit diesem gigantischen Werk?

Wie wird sich der Mensch zu diesem von ihm berechneten und geschaffenen Werk einstellen? Wird er nur seine rein persönliche Beziehung zu ihm sehen oder wird er es in grössere Zusammenhänge einordnen?

Werden ihn die Maschinen eines Tages zu ihrem Sklaven machen? Was wird aus seiner Persönlichkeit bei der Arbeit mit diesen Granit und Gneiss bezwingenden Maschinen? Wird schliesslich das von der herben Arbeit gekennzeichnete Leben keinen Schaden erleiden?

Das sind alles Fragen, auf die André Guex eine manchmal beängstigende, aber immer offene und menschliche Antwort findet.

Nein, der Mensch hat die Maschine nicht zu beneiden. Sie wird solange sein Sklave sein, als sich der Mensch daran erinnert, dass eine Wissenschaft ohne Gewissen den Untergang der Seele bedeutet.  
F. G./Fl.



Fig. 2  
Drei «Unverwüstliche» in einer Felswand auf einer Kraftwerkbaustelle

**Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke**

(Diese Zusammenstellungen erfolgen zwangsläufig in Gruppen zu vieren und sollen nicht zu Vergleichen dienen)  
Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren

	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich Zürich		Gemeindewerke Uster Uster		Städtische Werke Zofingen Zofingen		Elektrizitäts- versorgung Olten Olten	
	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1956	1955	1956	1955
1. Energieproduktion . . . kWh	1 017 130 000 <sup>7)</sup>	953 010 000 <sup>7)</sup>	—	—	—	—	—	—
2. Energiebezug . . . kWh	109 180 000	128 900 000	23 476 608	22 088 429	29 133 138	28 521 000	63 131 000	58 431 000
3. Energieabgabe . . . kWh	1 126 310 000	1 081 910 000	22 684 214	21 296 242	29 133 138	28 521 000	60 911 000	55 674 000
4. Gegenüber Vorjahr . . . %	+ 4,1	+ 8,3	+ 6,52	+ 5,6	+ 2,1	+ 6,1	+ 9,4	+ 11,0
5. Davon Energie zu Ab- fallpreisen . . . . . kWh	—	—	1 534 850	2 686 550	—	—	663 000	1 054 000
11. Maximalbelastung . . . kW	193 700	188 700	5 320	5 033	5 957	5 480	11 620	10 820
12. Gesamtanschlusswert . . . kW	—	—	39 847	34 883	—	—	78 800	75 000
13. Lampen . . . . . (Zahl kW)	—	—	59 895	58 319	50 246	49 810	129 300	124 000
14. Kochherde . . . . . (Zahl kW)	63 640	60 810	1 421	1 280	1 282	1 232	3 430	3 235
15. Heisswasserspeicher . . . (Zahl kW)	428 755	408 242	8 935	8 168	8 820	8 198	20 000	18 650
16. Motoren . . . . . (Zahl kW)	78 430	75 620	1 881	1 692	2 168	2 101	4 350	4 095
17. 152 065	145 419	2 956	2 629	2 905	2 826	10 000	9 210	9 900
18. 81 830	77 930	2 890	2 832	6 152	5 962	10 500	33 900	32 400
19. 108 280	105 700	9 012	8 868	7 075	6 818	—	—	—
20. Zahl der Abonnemente . . .	223 997 <sup>1)</sup>	226 346	7 350	7 300	2 900	2 870	9 774	9 625
21. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	5,68	5,88	6,743	6,592	5,37	5,43	5,50	5,54
<i>Aus der Bilanz:</i>								
31. Aktienkapital . . . . . Fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Obligationenkapital . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen . »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Dotationskapital . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Buchwert Anlagen, Leitg. »	213 084 633	185 485 965	1 496 281	995 002	550 000	490 000	1 110 007	1 150 007
36. Wertschriften, Beteiligung »	29 840 000	26 600 000	—	—	—	—	—	—
37. Erneuerungsfonds . . . . »	—	—	281 000	239 000	—	—	1 158 025	1 054 537
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>								
41. Betriebseinnahmen . . . Fr.	63 941 598	63 582 309	1 529 718	1 403 940	1 603 000	1 588 200	3 860 149	3 439 963
42. Ertrag Wertschriften, Be- teiligungen . . . . . »	1 542 455	999 556	—	—	—	—	2 790	2 924
43. Sonstige Einnahmen . . . »	6 727 580 <sup>2)</sup>	6 321 640 <sup>2)</sup>	—	—	—	—	—	—
44. Passivzinsen . . . . . »	9 826 725	8 968 432	26 945	—	—	—	22 678	25 495
45. Fiskalische Lasten . . . . »	2 291 754 <sup>3)</sup>	2 214 648 <sup>3)</sup>	—	—	—	—	596	596
46. Verwaltungsspesen . . . . »	5 798 381 <sup>4)</sup>	5 670 132 <sup>4)</sup>	120 915	119 339	190 000	182 000	433 521	410 944
47. Betriebsspesen . . . . . »	16 288 389 <sup>2)</sup>	14 009 719 <sup>2)</sup>	158 499	163 704	136 000	128 500	—	—
48. Energieankauf . . . . . »	12 276 029 <sup>5)</sup>	12 252 904 <sup>5)</sup>	890 997	800 308	1 009 000	947 000	1 763 842	1 612 651
49. Abschreibg., Rückstell'gen »	10 478 184	12 155 151	160 000	186 801	164 500	220 900	599 947	558 812
50. Dividende . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
51. In % . . . . . »	4,5	4,5	—	—	—	—	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen . . . . . »	15 252 172	15 632 519	50 000	50 000	49 500	49 500	368 529	363 749
<i>Übersicht über Baukosten und Amortisationen</i>								
61. Baukosten bis Ende Be- richtsjahr . . . . . Fr.	362 618 080 <sup>6)</sup>	332 900 770 <sup>6)</sup>	4 322 913	3 661 634	3 639 900	3 415 500	—	—
62. Amortisationen Ende Be- richtsjahr . . . . . »	149 533 447 <sup>6)</sup>	147 414 805 <sup>6)</sup>	2 826 632	2 666 632	3 089 900	2 925 500	—	—
63. Buchwert . . . . . »	213 084 633 <sup>6)</sup>	185 485 965 <sup>6)</sup>	1 496 281	995 002	550 000	490 000	1 110 007	1 150 007
64. Buchwert in % der Bau- kosten . . . . . »	58,76 <sup>6)</sup>	55,72 <sup>6)</sup>	34,61	27,17	15,1	14,3	—	—

<sup>1)</sup> Verminderung gegenüber 1955 zufolge Einführung des vereinfachten Haushalttarifes.

<sup>5)</sup> inklusive Betriebskostanteil der Gemeinschaftswerke.

<sup>2)</sup> inklusive Installation.

<sup>6)</sup> ohne Beteiligung.

<sup>3)</sup> inklusive Konzessionsgebühren.

<sup>7)</sup> inklusive Anteil aus Gemeinschaftswerken.

<sup>4)</sup> Verwaltung und Betriebsleitung in Zürich, Abonnementendienst und Rechnungswesen.