

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 47 (1956)
Heft: 25

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.05.2025

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Internationale energiewirtschaftliche Zusammenarbeit im Lichte der Weltkraftkonferenz 1956 in Wien

Von P. Troller, Basel

061.3(436.14) : 620.9

Die technischen und wirtschaftlichen Probleme der internationalen energiewirtschaftlichen Zusammenarbeit bildeten eines der Themen der im Juni 1956 in Wien abgehaltenen Weltkraftkonferenz. Es lagen für dieses Teilgebiet bereits vor Konferenzbeginn insgesamt siebzehn Einzelberichte und zwei Generalberichte gedruckt vor. Sie befassten sich fast ausschließlich mit der Elektrizitätswirtschaft. Der Diskussion dieser Berichte war ein ganzer Sitzungstag gewidmet. Von zwei Berichten mehr allgemeiner Art behandelte der eine die zu erwartende Entwicklung und die Finanzierung der europäischen Energieversorgung bis 1965, der andere die bisher praktisch erreichte bemerkenswert gute Koordinierung des internationalen Elektrizitätsaustausches in Westeuropa. Über bereits realisierte oder erst projektierte wasserwirtschaftliche und elektrische Zusammenarbeit mit Nachbarstaaten lagen Berichte aus Italien, Jugoslawien, Österreich, Westdeutschland und Kanada sowie ein Bericht über den nordamerikanischen Verbundbetrieb vor. Für Europa besonders wichtig waren die Angaben über sehr grosse österreichische und jugoslawische Ausbau- und Exportmöglichkeiten für Wasserkraftenergie. Als Sonderfragen wurden in weiteren Berichten die technisch-wirtschaftlichen Grenzen für die Spannungen 110, 220 und 380 kV, die maschinelle und elektrische Disposition von Grenzkraftwerken, die Verbesserung der dynamischen Stabilität synchroner Übertragungsnetze und die für einen ausgedehnten und sicheren Verbundbetrieb notwendigen Fernmelde- und Fernmessanlagen diskutiert.

Einleitung

Die Behandlung des Themas *Internationale energiewirtschaftliche Zusammenarbeit* an der Weltkraftkonferenz 1956 in Wien war formell in die beiden Abteilungen *Technische Probleme* und *Wirtschaftliche Probleme* unterteilt. Diese Abgrenzung und Unterteilung wurde aber sowohl in verschiedenen Berichten als auch in einigen Diskussionsbeiträgen nicht streng eingehalten. Eine Reihe von Fragen der internationalen energiewirtschaftlichen Zusammenarbeit sind derart, dass sie nur durch gleichzeitige Berücksichtigung sowohl der technischen als auch der wirtschaftlichen Seite diskutiert und gelöst werden können. Dazu kommen noch die rechtlichen und politischen Fragen sowie die Probleme des Zahlungsverkehrs bei Devisenbewirtschaftung.

Obwohl die Themastellung die Behandlung aller Energieträger erlaubt hätte, beschränkten sich die in den beiden Abteilungen vorgelegten Berichte und die Diskussionsvoten fast vollständig auf die *internationale Zusammenarbeit in der Elektrizitätswirtschaft einschliesslich einiger wasserwirtschaftlicher Fragen bei Grenzkraftwerken*. Weder die Fragen der grenzüberschreitenden Pipelines für Erdöl oder Naturgas noch der ausgedehnte Transport von festen und flüssigen Brennstoffen von einem Land ins andere oder von einem Kontinent

La Conférence mondiale de l'énergie qui s'est réunie en juin 1956 à Vienne a traité entre autres des problèmes techniques et économiques relatifs à la coopération internationale dans le domaine de l'économie énergétique. Ce sujet a fait l'objet de 17 rapports particuliers et de deux rapports généraux distribués aux participants avant la conférence, rapports presque tous consacrés à l'économie électrique; leur discussion demanda une journée entière. Le premier des rapports généraux s'occupe du développement et du financement de l'approvisionnement européen jusqu'en 1965, le second des résultats remarquables obtenus jusqu'ici dans le domaine de la coordination des échanges internationaux d'énergie électrique en Europe occidentale. Des rapports présentés par l'Italie, la Yougoslavie, l'Autriche, l'Allemagne occidentale et le Canada exposent la coopération déjà existante ou en voie de réalisation en Europe, tandis qu'un autre rapport décrit l'exploitation interconnectée en Amérique du Nord. En ce qui concerne l'Europe, il convient de relever l'importance des renseignements concernant les très grandes possibilités qu'offrent l'Autriche et la Yougoslavie du point de vue de l'aménagement des forces hydrauliques et de l'exportation d'énergie électrique. La discussion de problèmes particuliers fut alimentée par des rapports traitant des limites techniques et économiques de l'emploi des tensions de 110, 220 et 380 kV, de l'équipement mécanique et électrique des centrales frontalières, de l'amélioration de la stabilité dynamique dans les réseaux synchrones de transport, des installations de télécommunication et de télémessure, enfin, qu'exigent l'extension et la sécurité des interconnexions.

zum andern wurden an der Weltkraftkonferenz 1956 im Rahmen der energiewirtschaftlichen internationalen Zusammenarbeit erörtert, obwohl die auf diese Weise über die Grenzen transportierten Energiemengen ein Vielfaches der durch Elektrizitätstransport ausgetauschten Mengen betragen. Vielleicht hängt das damit zusammen, dass insbesondere die Erdölfragen auch *«politisch belastet»* sind. Es lag aus dem nichtelektrischen Gebiet einzig ein Bericht über die Verbandstätigkeit der *Internationalen Gasunion* vor, welcher aber keine Angaben über Gastransport von einem Land ins andere enthielt¹⁾.

Die vorgelegten Berichte und die Diskussionsreferate zeigten, dass die internationale Elektrizitätswirtschaftliche Zusammenarbeit und der grenzüberschreitende Energieverkehr bereits eine bemerkenswerte Rolle spielen, vor allem im Hinblick auf die gesamthaft beste Ausnützung verschiedenartiger Energiequellen, die insgesamt zweckmässigste Ausnutzung von Wasserkraften in hydraulisch zusammenhängenden, aber durch politische Grenzen

¹⁾ In der Abteilung *Wirtschaftliche und technische Probleme der Ferngasversorgung* der Weltkraftkonferenz 1956 lagen total zehn Berichte aus Australien, England, Frankreich, Italien, Polen und USA vor, die ausführliche Angaben über den in einzelnen Ländern recht hohen Stand der Ferngasversorgung enthielten. Der internationale Energieaustausch über Ferngasleitungen wird aber in den genannten Berichten kaum erwähnt.

unterteilten Gebieten sowie für die gegenseitige Aushilfe in Mangelperioden. Im Vergleich mit dem ganzjährigen Gesamtstrombedarfs eines Landes sind die mit den Nachbarstaaten durch Export und Import ausgetauschten Energiemengen prozentual meist bescheiden. Nach heute oft vertretener Auffassung wird auch ein auf Energieeinfuhr angewiesenes Land seinen Import an elektrischer Energie nur so weit ausdehnen, dass ein Ausfall des Importes bei Störungen keine dauernden, unüberbrückbaren Schwierigkeiten für die inländische Volkswirtschaft mit sich bringt.

Rein technisch betrachtet besteht zwischen dem Transport grösserer Leistungen von einem Land ins andere über grössere Distanzen und dem internen Verbundbetrieb mehrerer Werkgruppen innerhalb eines Landes kein wesentlicher Unterschied. So kam es denn auch, dass im Zusammenhang mit dem internationalen Energieaustausch interessante Angaben über den internen Verbundbetrieb in den *Vereinigten Staaten von Nordamerika* und in *Russland* gemacht wurden. Aus diesen Angaben ging hervor, dass in diesen Ländern im inländischen Energieverkehr wesentlich grössere Leistungen und viel grössere Distanzen auftreten als bei einem nach unseren Maßstäben sehr grossen Energietransit durch mehrere europäische Länder, z. B. von Deutschland nach Italien oder von Österreich nach Frankreich.

Beim internationalen Energieaustausch werden Anlagen zusammengeschaltet, die teilweise nach unterschiedlichen nationalen Vorschriften und Gewohnheiten erstellt und betrieben werden. Diese Anlagen müssen für den Verbundbetrieb so aufeinander abgestimmt werden, dass eine einwandfreie, betriebssichere und wirtschaftliche Zusammenarbeit möglich ist. Dies bedingt Abmachungen über die Betriebsweise, die Störungsbehebung, die Fernmelde-, Fernmess- und Fernsteueranlagen sowie über die manchmal gar nicht einfache Messung und Verrechnung der transportierten Leistungen und Energiemengen. Die Aufstellung internationaler Normen gibt einheitliche Grundlagen, von denen auch der Verbundbetrieb profitiert. Diese Normen sollen aber periodisch auf ihre Zweckmässigkeit überprüft werden, damit sie sich nicht fortschrittshemmend auswirken.

Für den elektrischen Energieaustausch zwischen zwei Ländern sind für die *Netzgestaltung* verschiedene Lösungen möglich, von denen nachstehend zwei Haupttypen erwähnt seien, nämlich einerseits die Verbindung von ganzen Landesnetzen oder von Teilen derselben an der Landesgrenze und anderseits die Verbindung der Schwerpunkte zweier Landesnetze durch besondere, leistungsfähige Kuppelleitungen. Die Kupplung der Ländernetze an der Grenze hat den Vorteil, dass die gleichen Leitungen sowohl der internen Landesversorgung als auch dem internationalen Austausch dienen können. Die Netze werden entsprechend dem Wachstum des Energiebedarfs stufenweise ausgebaut, was eher einem organischen Wachstum entspricht als die Erstellung besonderer, gross dimensionierter, aber unter Umständen während einer langen Anlaufperiode nur schwach belasteter und damit schlecht

ausgenutzter Kuppelleitungen zwischen den Schwerpunkten zweier Landesnetze. Voraussetzungen für einen einwandfreien internationalen Verbundbetrieb sind neben einer ausreichenden Leistung der Kuppelanlagen im Verhältnis zu den Netzleistungen eine befriedigende *Regelung von Frequenz und Leistung*, ein rasch und selektiv arbeitender *Fehler-schutz* und eine zuverlässige *Fernmeldung*, evtl. auch *Fernsteuerung*.

Es ist selbstverständlich nicht möglich, im Rahmen des vorliegenden Berichtes auf alle Punkte einzugehen, die in den siebzehn Berichten, in den zwei Generalberichten und an den zwei halbtägigen Diskussionsversammlungen erörtert worden sind. Die nachstehende Übersicht fasst die Angaben über einige wichtige Sachgebiete zusammen.

Übersicht über den westeuropäischen Verbundbetrieb

1. Allgemeines

Der Bericht über die Ziele und die bisherige Tätigkeit der im Jahre 1951 gegründeten «*Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité*» (UCPTE) gab einen guten Überblick über den Umfang und die bisher bereits erreichte Koordination des Elektrizitätsaustausches zwischen den acht westeuropäischen Staaten *Belgien, Frankreich, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Schweiz und Westdeutschland*. Die Ziele der UCPTE sind die Verbesserung des internationalen Elektrizitätsaustausches in Westeuropa, die gemeinsame Lösung von Fragen des Parallelbetriebes, die Koordinierung der Revisionsprogramme der Dampfkraftwerke unter Aufrechterhaltung einer ausreichenden, betriebsbereiten Leistungsreserve. Diese Revisionen der thermischen Anlagen werden nach einem Gesamtplan in die Perioden voraussichtlich guter hydraulischer Produktion (Sommer) verlegt, damit in Perioden verminderter hydraulischer Produktionsmöglichkeit und erhöhten Bedarfs alle Wärmekraftanlagen verfügbar sind. Vierteljährliche Berichte orientieren die Mitglieder über die folgenden Hauptgebiete: Betriebsverhältnisse im abgelaufenen Quartal, Prognosen für die nächste Zeit, Liste der in Betrieb gesetzten oder vor der Vollendung stehenden Werke und Leitungen, Leistungs- und Frequenzregulierung als wichtiges Problem des Parallelbetriebes grosser Werkgruppen.

Der an der Weltkraftkonferenz vorgelegte Bericht enthält u. a. auch ein Schema des westeuropäischen Verbundnetzes, ein Schema der Frequenz- und Leistungsregelung in Westeuropa, eine Karte mit den manchmal recht grossen Gebieten gleicher Netzfrequenz sowie eine aufschlussreiche Darstellung des Leistungsflusses zwischen den verschiedenen Ländern für einen Wintertag²⁾. Die UCPTE hat in verhältnismässig kurzer Zeit dank dem praktischen Geist und dem durch regelmässige Zusammenkünfte ermöglichten guten Kontakt der Mitglieder recht bemerkenswerte Ergebnisse erzielt.

Vom gesamten westeuropäischen Energieaustausch ist der Transport von rund 75 % der Energiemengen durch *langfristige Verträge* geregelt,

²⁾ Siehe Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 7, S. 296.

während die restlichen 25 % auf Grund von *kurzfristigen Abmachungen ausgetauscht* werden. Die kurzfristigen Abmachungen dienen vor allem dazu, zeitweise Überschüsse der Wasserkraftanlagen voll auszunutzen. Es stellen sich hier als wichtige Probleme der Schwachlastbetrieb und der intermittierende Betrieb von Dampfkraftwerken sowie die rasche Inbetriebsetzung von Turbo-Generatorgruppen.

Zu erwähnen ist noch, dass die UCPTE bei der *Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE)* erreicht hat, dass seit 1953 für kurzfristige Energiegeschäfte innerhalb bestimmter Grenzen die Devisenzuteilung generell geregelt ist, so dass rasche kurzfristige Dispositionen der Werkleitungen nach rein technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich sind.

2. Berichte einzelner Länder über ihren internationalen Energieaustausch

Österreich

Dieses Land wird hier etwas ausführlicher behandelt, weil einerseits die österreichischen Verhältnisse in verschiedener Hinsicht zu einem Vergleich mit der ebenfalls in den Alpen gelegenen Schweiz anregen und weil der österreichische *Energieexport* mengenmässig sehr bedeutend ist.

Mit einem wirtschaftlich ausbaubaren Wasserkraftpotential von 40 000 GWh pro Jahr — wovon 6000 GWh aus Speicherseen — und einem technisch ausbaufähigen Potential von 60 000 GWh pro Jahr ist Österreich *das an Wasserkräften reichste Land Mitteleuropas* (Schweiz Vollausbau 32 000 GWh pro Jahr). Ausgebaut sind in Österreich aber inkl. die im Bau befindlichen Anlagen erst 10 000 GWh oder 25 % des wirtschaftlich ausbaufähigen Wasserkraftpotentials.

Bereits heute steht Österreich in lebhaftem Energieverkehr vor allem mit Westdeutschland. Im Jahre 1955 wurden rund 1400 GWh dorthin exportiert und andererseits 366 GWh — z. T. aus thermischen Kraftwerken — aus Westdeutschland importiert. Am wichtigsten ist der Export der *Vorarlberger Illwerke* über die bis in die Gegend von Köln führende 220-kV-Doppelleitung, die die Vorarlberger Hochdruck-Speicherwerke (z. T. mit Pumpenanlagen) mit den deutschen Stein- und Braunkohlenkraftwerken und mit den deutschen hydraulischen Anlagen zu einem einheitlichen, zentral geführten Kraftwerkssystem mit grossräumigem Verbundbetrieb zusammenschliesst. Weitere Kuppelstellen zwischen Österreich und Deutschland bilden die *Grenzkraftwerke am Inn und an der Donau* sowie verschiedene weitere Verbindungen zwischen dem deutschen Hochspannungsnetz und dem österreichischen Verbundnetz.

Zwischen Österreich und *Jugoslawien* besteht eine enge betriebliche Zusammenarbeit für die gemeinsame und einheitliche Durchführung des *Schwellbetriebes an der Drau*, wo zufolge von Grenzünderungen nach Kriegsende 1945 zwei Werke des Systems auf österreichischem und ein Werk auf jugoslawischem Gebiet liegen.

Aus *Jugoslawien* wurden im Jahre 1955 44 GWh und aus *Italien* 23 GWh importiert, während nach

der *Tschechoslowakei* z. T. im Austausch gegen Braunkohle 20 GWh exportiert worden sind. Mit der *Schweiz* ist Österreich interessanterweise derzeit nur durch eine 10-kV-Leitung zwischen *Nauders* und *Schuls* im Unterengadin verbunden. Der frühere Energieverkehr mit *Ungarn* ist seit 1945 ganz unterbrochen. Derzeit laufen Verhandlungen über den Export von beträchtlichen Energiemengen aus dem im Bau befindlichen *Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug* nach *Frankreich* in Transit durch Deutschland.

Da Österreich noch auf lange Sicht bei weiterem Ausbau seiner Wasserkräfte grosse Energiemengen exportieren kann, bestehen grosse Pläne für die Mitfinanzierung des Ausbaues österreichischer Wasserkräfte durch zukünftige ausländische Energiebezügler. Im Vordergrund steht das sog. *Interalpen-Projekt* mit einer Ausbauleistung von rund 2000 MW und einer Jahresproduktion von rund 4700 GWh in drei Hochdruck-Speicherwerkgruppen im *Vorarlberg* und im *Tirol*. Vorgesehen ist die gleichmässige Finanzierung dieses Bauvorhabens durch die 4 Partnerländer *Österreich, Deutschland, Frankreich und Italien* mit gleich grosser Energielieferung an jeden dieser vier Partner. Es sind sehr langfristige Verträge vorgesehen, wobei aber Österreich die Stromlieferung ins Ausland entsprechend dem eigenen Bedarfsanstieg nach 30 bzw. 40 Jahren kündigen könnte.

Weiter bestehen noch verschiedene Projekte für *Grenzkraftwerke*, z. B. im deutsch-österreichischen Grenzgebiet am *Inn*, an der *Salzach* und an der *Donau*, im tschechisch-österreichischen Grenzgebiet ebenfalls an der *Donau*, im schweizerisch-österreichischen Grenzgebiet am *oberen Inn* und im italienisch-österreichischen Grenzgebiet, wo österreichisches Wasser in das italienische Flussgebiet des *Tagliamento* abgeleitet werden soll, mit entsprechender Beteiligung Österreichs an der Energieerzeugung der italienischen Kraftwerkgruppe.

Ein spezieller österreichischer Bericht orientierte über die mechanischen und elektrotechnischen Dispositionen des *Donaukraftwerks Jochenstein* (je 50 % deutscher und österreichischer Anteil). Das Kraftwerk Jochenstein hat 5 Generatoren mit in Blocksaltung zugeordneten, gleich grossen Transformatoren. Auf Grund der Wasserführung können an rund 250 Tagen eines Jahres alle 5 Maschinengruppen in Betrieb sein. Die gleichmässige Aufteilung der Energie zu je 50 % auf die beiden Länder erfolgt so, dass die gesamte Produktion über eine in gemeinsamem Besitz befindliche 220-kV-Doppelleitung dem rund 50 km entfernten Knotenpunkt *St. Peter* (bei Braunau) des deutsch-österreichischen Verbundnetzes zugeführt und nur auf dem Verrechnungswege hälftig aufgeteilt wird.

Westdeutschland

Die zahlreichen Verbindungen des westdeutschen Verbundnetzes mit den Netzen der Nachbarstaaten dienen einem regen Energieaustausch. Der Energieverkehr mit Österreich wurde vorstehend unter «*Österreich*» beschrieben, die verschiedenen Verbindungen mit der Schweiz über Hochspan-

nungsleitungen und die Grenzkraftwerke am Oberrhein dürfen in dieser Zeitschrift als bekannt vorausgesetzt werden³⁾.

Bisher wurde im internationalen Energieaustausch zwischen Deutschland und seinen Nachbarstaaten meist entweder im Richtbetrieb (separate Maschine im einen Land auf ein Netz des andern Landes geschaltet), oder mit der Kupplung von Teilnetzen gearbeitet (Teilnetz des einen Landes ist mit dem Verbundnetz des andern Landes zusammengeschaltet). In den Grenzkraftwerken am Oberrhein erfolgt der Energietransport von einem Land ins andere manchmal auch durch *Wasserabtausch*. Dieser ist aber bei reinen Laufwerken nur möglich, sofern die Wasserführung kleiner ist als die maximale Schluckfähigkeit aller betriebsfähigen Turbinen.

Vorübergehend wurde auch schon das ganze westdeutsche Verbundnetz mit grossen ausländischen Verbundnetzen in direkter galvanischer Kupplung parallel gefahren. Diese Methode erlaubt volle Freizügigkeit für den gegenseitigen Energieaustausch, ist aber an gewisse regeltechnische Voraussetzungen gebunden.

Der Verbundbetrieb mit dem Ausland wird so geführt, dass nach Möglichkeit keine grossen Blindenergiemengen über die Kuppelstellen übertragen werden. Die bisherigen Betriebserfahrungen zeigen, dass die getrennte Frequenz- und Leistungsregulierung nur befriedigende Ergebnisse zeitigt, wenn das frequenzhaltende Netz eindeutig überlegen ist. Neuerdings ist im westdeutschen Verbundnetz die *automatische Leistungs-Frequenzregulierung* nach dem Kennlinienverfahren eingebaut worden. Die Spannungshaltung wird im westdeutschen 220-kV-Verbundnetz noch durch Drosselspulen zur Kompensation des Ladestromes unterstützt. Seit 1954 ist das westdeutsche Verbundnetz von der früheren Erdschlusskompensation auf starre Sternpunktterdung umgestellt worden, so dass es nun mit allen 220-kV-Netzen des westeuropäischen Kontinents in direkter galvanischer Kupplung parallel gefahren werden kann. Neben einem modernen Selektivschutz ist zur Erhöhung der Betriebssicherheit auch die *Kurztrennung* (Schnellwiedereinschaltung) in einpoliger Form eingeführt worden.

Die langfristigen Energielieferungen aus Beteiligungen an ausländischen Partnerwerken oder Grenzkraftwerken werden meist auf *Selbstkostenbasis* verrechnet. Für die aus ausländischen Wasserkraftwerken übernommenen Energieüberschüsse sind die zu bezahlenden Preise von der *Einsparung* abhängig, die durch Einschränkung der deutschen thermischen Energieerzeugung erzielt werden können. Hierbei ist meist die *Braunkohlenersparnis* massgebend und nicht die auf höhere Strompreise führende Steinkohlenersparnis. Dieses Vorgehen wird damit begründet, dass in Zeiten hydraulischer Überschüsse im Ausland auch die deutschen Laufwasserkraftwerke viel Energie liefern, so dass in diesen Perioden die deutschen Steinkohlenkraftwerke meist bereits auf den technisch zulässigen Mindest-

stand herabgesetzt sind und eine weitere Verminderung der thermischen Produktion nur noch durch Drosselung der Braunkohlenkraftwerke möglich sei.

Manchmal erfolgt der internationale Energieaustausch ohne Geldverrechnung durch abwechselnde gegenseitige Lieferungen von Energie, wobei die unterschiedliche Energiequalität (Tag/Nacht, Sommer/Winter usw.) durch entsprechende Bewertung berücksichtigt wird. Der deutsche Originalbericht⁴⁾ enthält noch ausführliche Angaben über die zahlreichen im grenzüberschreitenden Energieverkehr für die Preisfestsetzung angewendeten Varianten, auf die aber hier nicht näher eingegangen werden kann. Für die Festsetzung von Transitgebühren sind von deutschen, österreichischen und italienischen Werken gemeinsame Richtlinien ausgearbeitet worden.

Italien

Dieses Land steht ebenfalls schon seit vielen Jahren im Energieaustausch mit seinen Nachbarstaaten. Der Energieimport aus der Schweiz begann bereits im Jahre 1907 aus dem Kraftwerk *Brusio*. Die neueste Zusammenarbeit Italien—Schweiz wird bei den *Hinterrhein-Kraftwerken* realisiert, wo teilweise schweizerische und teilweise italienische Zuflüsse im italienischen *Val di Lei* in einem grossen Stausee gespeichert und in drei auf Schweizergebiet liegenden Hochdruckkraftwerken ausgenutzt werden. Italien erhält für seine zur Verfügung gestellten Zuflüsse und den Stauraum einen Teil der Energieproduktion. Neue 220-kV-Leitungen verbinden das italienische *Val d'Ossola* mit dem schweizerischen *Bedrettal* und dem *Oberwallis*, eine weitere im Bau befindliche 220-kV-Leitung über den *Grossen St. Bernhard* stellt die Verbindung mit dem *Untervallis* her. Mit den Nachbarstaaten Frankreich, Österreich und Jugoslawien ist Italien ebenfalls durch Hochspannungsleitungen verbunden.

Italien ist auch an dem unter «Österreich» erwähnten *Interalpen-Projekt* und an dem nachstehend unter «Jugoslawien» beschriebenen Projekt *Yougelexport* für die auf internationaler Basis vorgesehene Nutzbarmachung der jugoslawischen Wasserkraft interessiert. Nach Vollausbau würden für Italien aus Jugoslawien rund 1440 GWh Winterenergie (derzeitiger Speicherinhalt aller schweizerischen Stauseen rund 2000 GWh) mit einer Leistung von 480 MW zur Verfügung stehen, die über 380-kV-Leitungen zu übertragen wären. Es sind aber bereits auch Studien im Gange, ob es nicht zweckmässiger wäre, den italienischen Anteil an der Yougelexport ganz oder teilweise durch ein Meerkabel quer durch die Adria von Dalmatien direkt nach Süditalien zu übertragen, um den langen Landumweg abzukürzen.

Jugoslawien

Durchgeführte Studien zeigen, dass in Jugoslawien Wasserkraft mit einer Jahreserzeugung

³⁾ Siehe z. B. grosse Übersichtskarte 1 : 500 000 in «Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft», Bd. I, Ausgabe 1949.

⁴⁾ Wolf, Kromer, Schöller, Kneller: Wirtschaftliche Probleme der Zusammenarbeit zwischen Westdeutschland und seinen Nachbarländern auf dem Gebiet der Elektrizitätsversorgung. Bericht Nr. 208 0/5 Weltkraftkonferenz Wien 1956.

von ca. 58 000 GWh (Vollausbau Österreich 40 000 GWh, Vollausbau Schweiz 32 000 GWh) wirtschaftlich ausgebaut werden könnten. Hievon ist erst ein ganz kleiner Teil von ca. 3 % bereits ausgenutzt. Infolge des gegenüber dem Alpengebiet unterschiedlichen Niederschlags- und Abflusscharakters ist beim Vollausbau der jugoslawischen Wasserkräfte ein Winterüberschuss von 5000 bis 7000 GWh zu erwarten, welcher in die benachbarten Länder mit Mangel an Winterenergie exportiert werden könnte.

Eine internationale Studiengesellschaft «*Yougel-export*», an der die Länder Deutschland, Italien, Österreich und Jugoslawien beteiligt sind, hat die Nutzbarmachung der jugoslawischen Wasserkräfte untersucht. Für Österreich ergibt sich z. B. ein guter Jahresausgleich aus eigener Laufenergie und jugoslawischer Importenergie.

Es wurde ein Austausch von österreichischer Sommerenergie gegen jugoslawische Winterenergie nach einem bestimmten Wertigkeitsschlüssel vorgeschlagen. Für Deutschland ist ein Leistungsanteil von 800 MW (Vollausbau Grande Dixence 675 MW) vorgesehen, der über Österreich transitiert werden soll, wobei beim notwendigen Ausbau der österreichischen Leitungstrecken sowohl dieser Transit als auch die künftigen internen Bedürfnisse Österreichs berücksichtigt werden sollen.

Es erübrigt sich fast, zu bemerken, dass solche internationale Riesenprojekte nur bei einigermaßen stabilen politischen und wirtschaftlichen Verhältnissen Aussicht auf Verwirklichung haben.

Grosse Verbundbetriebe ausserhalb von Westeuropa

Es lagen hiezu an der Weltkraftkonferenz 1956 folgende Berichte vor:

Vereinigte Staaten von Nordamerika

Der Verbundbetrieb ist in den Vereinigten Staaten durch schrittweise Zusammenschaltung der Netze sehr weit entwickelt worden und in wenigen Jahren wird er sich über das ganze ausgedehnte Land erstrecken. Viele Fragen, die sich in Europa mit seinen vielen Staatengrenzen erst im internationalen Betrieb stellen, sind in den Vereinigten Staaten mit seinem riesigen zusammenhängenden Gebiet im nationalen Rahmen gelöst worden.

Die zahlreichen Elektrizitätsgesellschaften, welche die einzelnen Gebiete versorgen, sind in Form von sog. *Power Pools* (Stromgemeinschaften) zu einem ausgedehnten Verbundbetrieb zusammengeschlossen, um eine möglichst betriebssichere Energieversorgung zu möglichst interessanten Gesamtkosten zu erhalten. Neben den Bindungen auf Vertragsbasis gibt es auch eine ausgedehnte freiwillige Zusammenarbeit der Werke.

Für die Organisation des Verbundbetriebs hat sich die Form der *Betriebskommission* als sehr leistungsfähig und wirksam erwiesen. Bei grossen Pools sind besondere Organisationsingenieure oder sogar besondere Organisationsstäbe mit dem Verbundbetrieb beauftragt. Die automatische Leistungs- und Frequenzregulierung und der Ausbau

eines den Bedürfnissen entsprechenden Fernmelde-, Fernmess- und Fernsteuersystems haben einen weitgehenden Verbundbetrieb ermöglicht. Die weitere Erhöhung der Geschwindigkeit der Messungen, die Verbesserungen der automatischen Regulierungen und die Benutzung von elektronischen Kalkulatoren und von Netzmodellen werden weitere Verbesserungen des Verbundbetriebes ermöglichen.

Wie in der Diskussion mitgeteilt wurde, arbeitet auch die *Electricité de France* mit Kalkulatoren und Netzmodellen, hat aber noch eigene Einrichtungen geschaffen, welche mit Thermoelementen ausgerüstet sind und eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit erlauben.

Auch in diesem amerikanischen Bericht wird ausdrücklich betont, dass neben den technischen Hilfsmitteln und den vertraglichen Regelungen der ständige Wille zur guten Zusammenarbeit eine wesentliche Voraussetzung für einen einwandfreien Verbundbetrieb ist.

Russland

Aus einem Diskussionsreferat erfuhr man, dass in Russland drei grosse Verbundnetze bestehen, die je ein Gebiet von 500 000 bis 750 000 km² versorgen (Schweiz 40 000 km²) und einen Jahresumsatz von rund 30 000 GWh haben. Auf 1000 km langen Leitungen werden 550 MW mit einer Betriebsspannung von 400 kV Drehstrom übertragen⁵⁾. Eine Hochspannungs-Gleichstromübertragung zwischen dem Gebiet von *Stalingrad* und dem *Donezgebiet* ist im Bau. In *Sibirien* wird mit dem Bau eines Verbundnetzes begonnen, welches später mit dem Verbundnetz von Europäisch-Russland über eine ca. 2000 km lange Gleichstromübertragung für den Transport von 6000 MW mit einer Spannung von 600 bis 700 kV verbunden werden soll. Zwischen den beiden Systemen wird eine Zeitdifferenz von 5 Stunden bestehen, so dass sich ein bemerkenswerter Ausgleich der Belastungsspitzen ergeben wird.

Schweden

In einem Diskussionsbeitrag wurden einige Angaben über das schwedische 380-kV-Netz für die Verbindung der grossen Wasserkraftwerke in Nordschweden mit den in Südschweden gelegenen Verbrauchszentren gemacht. Studien für die Übertragung von 8500 MW über 700 km Entfernung haben ergeben, dass hierfür die Drehstromübertragung mit 380 kV Betriebsspannung noch ausreicht, so dass auf höhere Spannungen von 500 oder 600 kV verzichtet werden kann. Die vergleichsweise ebenfalls studierte Übertragung mit hochgespanntem Gleichstrom erwies sich für die in Schweden auf dem Festland vorhandenen Verhältnisse als weniger wirtschaftlich. Eine Ausnahme bildet die Gleichstromübertragung mit einem Meerkabel nach der Insel Gotland.

Technische Sonderfragen

1. Betriebs-Fernmeldeanlagen der Elektrizitätsversorgung

Ein ausführlicher deutscher Bericht (19 Seiten) befasst sich mit dem modernen Ausbau der Fern-

⁵⁾ Siehe Vetsch V.: Kraftwerkbau in Russland. Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 10, S. 460...462.

meldeanlagen der Elektrizitätswerke. In den Wasserkraftwerken setzen sich als Ergänzung zur Fernmessung und Fernsteuerung der elektrischen Anlagen immer mehr auch Einrichtungen für die Fernmessung und Steuerung des Wasserhaushaltes von Kraftwerken oder zusammenhängenden Kraftwerkgruppen durch. Neben dem Ausbau eines leistungsfähigen Werktelephonnetzes, das den besonderen Anforderungen des Elektrizitätswerksbetriebes Rechnung trägt, werden die Möglichkeiten der leitungsgerichteten Trägerfrequenztelephonie, der Richtstrahlverbindungen und des sog. Rundstrahlfunks (Verbindung mit Fahrzeugen und Störtrupps) und der Wechselstrom-Telegraphietechnik für Fernwirkzwecke auf Telephonleitungen besprochen.

Für die Speicherung von wichtigen Schaltbefehlen sind auf Lastverteiler und Netzwarten Magnetophone und Fernschreiber mit Erfolg eingesetzt worden. Die Fernschreiber haben sich auf leitungsgerichteten Hochfrequenzkanälen mit erheblichem Störpegel sehr gut bewährt. Die seit anderthalb Jahren in Deutschland für die oberste Führung des Verbundbetriebes verwendeten Richtfunkstrecken haben sich ebenfalls als wertvolles Hilfsmittel erwiesen. Der Verfasser betont die Wichtigkeit von werkeigenen Fernmelde- und Fernsteuerkanälen und fordert, dass die noch vorhandenen formalen Hindernisse für den Ausbau werkeigener Verbindungskanäle abgebaut werden.

2. Vergleich der Nennspannungen 110, 220 und 380 kV

Ein österreichischer Bericht (15 Seiten) untersucht die *technischen und wirtschaftlichen Grenzen für die Energietransporteinrichtungen mit Nennspannungen von 110, 220 und 380 kV*. Auf der Basis der österreichischen Marktverhältnisse werden die Übertragungskosten für die drei Nennspannungen ermittelt. Der Einfluss der zu übertragenden Höchstleistung, der Übertragungsdistanz, des Belastungsfaktors und des Phasenwinkels werden berechnet und in einer Reihe von Kurven graphisch dargestellt.

Unter den gemachten Voraussetzungen (österreichische Marktverhältnisse) reichen vom wirtschaftlichen Standpunkt 220-kV-Leitungen für Distanzen von 100 bis 300 km aus, wobei vom betrieblichen Standpunkt für eine Doppelleitung Leistungen von 300 bis 200 MW möglich sind. Für grössere Entfernungen oder höhere Leistungen muss auf 380 kV übergegangen werden. Zwischenwerte der Spannungen wurden nicht untersucht, da Österreich nicht von den Normalspannungen abweichen will.

In der Diskussion wurde ein von einem tschechischen Redner gemachter Vorschlag für eine Zwischenspannung von ca. 300 kV für österreichische Verhältnisse abgelehnt, weil in den Alpenländern die wenigen für eine Hochspannungsleitung überhaupt in Frage kommenden Wege möglichst gut ausgenutzt werden müssen, was im Hinblick auf einen intensiven zukünftigen Ausbau der Wasserkräfte für die österreichischen Alpenleitungen auf 380 kV führe.

3. Dynamische Stabilität synchroner Kraftübertragungskreise

Ein ebenfalls von österreichischer Seite vorgelegter Bericht über die dynamische Stabilität der Synchrongeneratoren im Verbundbetrieb beschreibt kurz die Einrichtungen, die geeignet sind, die Stabilität und damit die Sicherheit des ganzen Verbundsystems zu erhöhen (Stosserregung, Stütztransformatoren, Dämpferwicklungen, Schnellwiedereinschaltvorrichtungen). Der Verfasser kommt zum Schluss, dass sich solche Einrichtungen auch wirtschaftlich bezahlt machen, wenn man den auch bei nur kurzer Unterbrechung des Synchronbetriebes entstehenden Energieausfall berücksichtigt.

Wasserkraftnutzung in Grenzgebieten

Einige mit diesem Thema zusammenhängende Fragen wurden bereits im Abschnitt 2 unter «Österreich», «Westdeutschland» und «Italien» berührt (Disposition und Energieaufteilung beim Donaugrenzkraftwerk Jochenstein, Wasserüberleitung aus Österreich ins italienische Flussgebiet des Tagliamento, Wasserabtausch in Grenzkraftwerken am Oberrhein, Zufluss- und Speicherverhältnisse bei den Hinterrheinkraftwerken).

Die Wasserkraftnutzung in Grenzgebieten erfordert meist langwierige Verhandlungen. Es stehen sich oft zwei grundsätzlich verschiedene Auffassungen gegenüber.

Nach dem sog. *Territorialitätsprinzip* kann jeder Staat über die Wasserläufe in seinem Hoheitsgebiet völlig frei verfügen und darf Wasser zurückhalten oder in andere Flussgebiete ableiten. Oberliegerstaaten haben eher die Tendenz, dieses Prinzip zu vertreten.

Nach dem *Integritätsprinzip* darf kein Staat den Abfluss eines Gewässers verändern, wenn dadurch in einem andern Lande am gleichen Gewässer eine nachteilige Veränderung des Abflusses oder andere Schäden auftreten. Änderungen sind nur zulässig, nachdem der andere Staat sich damit einverstanden erklärt hat und für die Nachteile entschädigt wird. Dieses Prinzip wahrt mehr die Interessen der Unterlieger.

Die Entwicklung geht aber offenbar in der Richtung, dass bei Verhandlungen zwischen gleichberechtigten Partnern das Integritätsprinzip angewendet wird. In sehr vielen Fällen ist ein Staat sowohl Oberlieger am einen Fluss als Unterlieger am andern Fluss. So ist sogar die Schweiz als ausgesprochener Oberliegerstaat an verschiedenen Orten Unterlieger, z. B. am *Doubs*, an der *Melezza* im Centovalli, am *Spöl* und für die österreichischen und süddeutschen Zuflüsse des Rheins.

Ein italienischer Bericht über die internationale Wasserkraftnutzung im Oberlauf des *Inn* und der *Adda* im italienisch-schweizerischen Grenzgebiet gibt einen mit Plänen und graphischen Darstellungen ergänzten Überblick über die am Inn und der Adda bereits bestehenden und die projektierten Kraftwerkketten. Die Kupplung der Speicherräume dies- und jenseits der Wasserscheide von Adda und Inn und die für die Grenzzone projektierte Lösung wird dargestellt, wobei für das Gebiet von Spöl-Inn die sog. internationale Variante in

Betracht gezogen wird. Es wird darauf hingewiesen, dass im schweizerischen Gebiet des oberen Inn wohl reichliche Sommerabflüsse, aber wenig Speichermöglichkeiten vorhanden sind, während auf italienischem Gebiet grosse Speicherräume geschaffen werden könnten, die aber nicht über ausreichende natürliche Zuflüsse verfügen.

Ein Bericht aus *Kanada* beleuchtet die für den Aussenstehenden recht komplizierten Verhältnisse für die Wasserkraftnutzung im pazifischen Grenzgebiet zwischen Kanada und den Vereinigten Staaten und zwischen Kanada und Alaska, wo die Einzugsgebiete wichtiger Flüsse durch die Landesgrenzen mehrfach durchschnitten werden. Zwei grosse Ströme, nämlich der in den pazifischen Ozean mündende *Columbia-River* und der in die Beringstrasse mündende *Yukon* haben ein wesentliches Einzugsgebiet und grössere Speicherräume in Kanada, während der Unterlauf dieser Ströme in den USA bzw. in Alaska liegt.

Ein Staatsvertrag aus dem Jahre 1909 gibt jedem Staat das ausschliessliche Bestimmungsrecht über die Benützung und Ableitung aller Gewässer auf der eigenen Seite seiner Grenzlinie. Der allenfalls im andern Staate ansässige geschädigte Unterlieger hat aber auf Grund dieses Vertrages die gleichen rechtlichen Möglichkeiten für die Geltendmachung seiner Ansprüche, wie wenn der Schaden im Lande des Oberligers aufgetreten wäre.

Dieses im Staatsvertrag enthaltene Ableitungsrecht wurde seinerzeit auf Betreiben der USA in den Vertrag aufgenommen, weil es sich in andern, damals im Vordergrund des Interesses stehenden Flussgebieten zugunsten der USA auswirkte. Kanada ist nun im pazifischen Gebiet bei allen wichtigen Flüssen Oberlieger und erhält durch dieses Ableitungsrecht beträchtliche zusätzliche Möglichkeiten für die Wasserkraftnutzung auf eigenem Staatsgebiet.

Die für den kanadischen Teil der *Columbia-River* projektierten und teils bereits erstellten Kraftwerke, Staubecken und Überleitungen werden an Hand von Plänen und Längsprofilen näher beschrieben. Für das Gebiet des *Yukon* sind ebenfalls grosse Projektierungsarbeiten im Gange, wobei aber für die teilweise noch recht unerschlossenen Gegenden dieses nördlichen Flußsystems zum Teil zuerst die topographischen und hydrologischen Unterlagen geschaffen werden müssen.

Finanzierung der zukünftigen europäischen Energieversorgung

Dieser vom Chef der Abteilung *Energie* der OECE verfasste und teilweise auch andernorts veröffentlichte Bericht versucht eine Prognose für die Entwicklung des Gesamtenergiebedarfs in den Mitgliedstaaten der *Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit in Europa* (Europa exkl. Satellitenstaaten, exkl. Spanien, aber inkl. Türkei) für die Periode 1955 bis 1965 aufzustellen.

Als Primärenergie werden berücksichtigt Steinkohle, Braunkohle, Wasserkraftenergie, Rohöl, Erdgas und Atomenergie. Als sekundäre Energieformen werden untersucht Koks, Kokereigas, Elektrizität aus Wärmekraftwerken, Produkte der Erdölraffinerien, Stadtgas und Gaskoks.

Als Ergebnis der in grossen Zahlentafeln zusammengestellten Übersicht wird der Anteil der Kohle an der Gesamtenergieversorgung prozentual zurückgehen, obwohl eine Zunahme der Kohlenförderung angenommen wurde. Die Wasserkraftenergie und besonders die Erdölprodukte (politische Störungen vorbehalten) werden einen grösseren Anteil an der Gesamtenergieversorgung erhalten, während die Atomenergie bis 1965 nach dieser OECE-Prognose nur einen kleinen Beitrag zur Deckung des ständig wachsenden Gesamtenergiebedarfs liefern kann.

Interessant sind die Berechnungen oder Schätzungen über die für die Ausdehnung der Gesamtenergieversorgung notwendigen Kapitalinvestitionen, welche für die 10jährige Periode 1955/65 für alle OECE-Länder zusammen zwischen 58 und 68 Milliarden Dollars betragen sollen. Weiter wird in diesem Bericht berechnet, dass diese Investitionen für die Energieversorgung ca. 3,1 % des Bruttosozialproduktes oder 17 % der für die Bildung von Anlagekapital bestimmten Mittel ausmachen. Es sind langfristige Dispositionen nötig, um die für den Ausbau der Energiequellen erforderlichen finanziellen Mittel zu sichern. Im Hinblick auf den ständig steigenden Energiebedarf und die notwendigen riesigen Mittel für den Ausbau der Anlagen sind alle Massnahmen zu fördern, welche zu einer rationelleren Nutzung der verfügbaren Energiemengen führen.

Adresse des Autors:

P. Troller, Dipl. El. Ing. ETH, Bristenweg 24, Basel.

Verhängnisvoller Isolatorenbruch

Von O. Ott, St. Gallen

621.311.1.004.6

Am 16. März 1956 hat sich in Stechlenegg, Gemeinde Gonten, eine glücklicherweise selten auftretende Störung ereignet, die leicht zu schwerwiegenden Folgen hätte Anlass geben können.

Situation

An der Strasse Urnäsch—Appenzell, in «*Stechlenegg*», wurde im Jahre 1951 eine *Betonmastenstation* erstellt. In einer Distanz von ca. 45 m ist hochspannungsseitig ein *Freileitungsschalter* ein-

Le 16 mars 1956 il s'est produit à Stechlenegg, commune de Gonten, un cas de dérangement heureusement rare, qui aurait facilement pu entraîner des conséquences graves.

gebaut (Fig. 1). Die Cu-Drähte der Zuleitung, von 5 mm Durchmesser, sind an der Transformatorenstation durch *Vollkernisolatoren* abgespannt. Diese Schlußspannweite wird in ca. 19 m Entfernung von der Station von einer 2drähtigen Telefonleitung

rechtwinkelig unterkreuzt. Vorschriftsmässig ist ein *Prelldraht* angebracht. Der kleinste Abstand zwischen Leiter und Telephondrähten beträgt 1,65 m (Fig. 2).

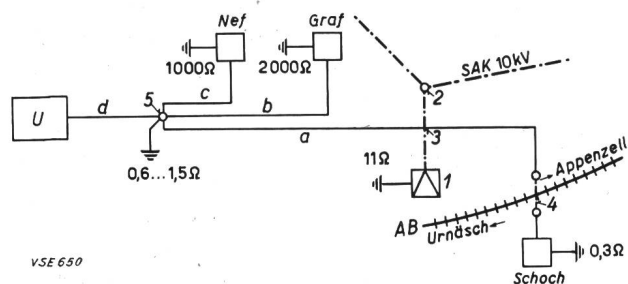


Fig. 1
Situationsplan

- Telephonleitungen
- - - 10-kV-Leitungen der SAK
- AB Appenzellerbahn
- U Telephonzentrale Urnäsch
- a Teilnehmerleitung Schoch
- b Teilnehmerleitung Graf
- c Teilnehmerleitung Nef
- d Teilnehmerkabel Kronbach-Urnäsch
- 1 Transformatorstation Stechlenegg
- 2 Stangenschalter
- 3 Kreuzungsstelle der 10-kV-Leitung mit der Teilnehmerleitung Schoch
- 4 Bahnunterführung der Teilnehmerleitung Schoch
- 5 Kabelüberführung Kronbach

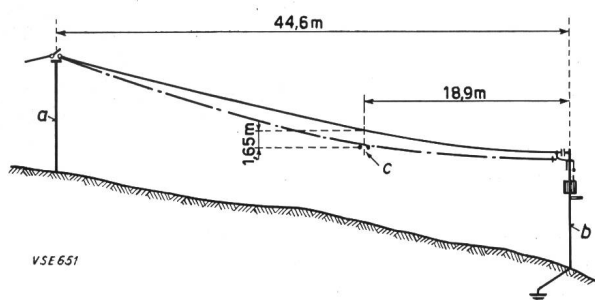


Fig. 2

10-kV-Leitung zur Transformatorstation Stechlenegg mit Telefonkreuzung

- Normallage des Leiters
- - - Lage des Leiters nach dem Isolatorenbruch
- a Freileitungsschalter
- b Transformatorstation Stechlenegg
- c Telephonleitung des Teilnehmers Schoch

Schaltzustand des Hochspannungsnetzes

Die Transformatorstation *Stechlenegg* wird von Kraftwerk *Kubel* aus über eine 10-kV-Leitung gespeist. In diesem Kraftwerk sind die einzelnen 10-kV-Leitungsabgänge mit *Druckluftschalter* mit *Schnellwiedereinschaltung* versehen. Bei länger dauernden Störungen wird die schadhafte Leitung nach 1 Sekunde endgültig ausgeschaltet. Um Unterbrüche in der Energielieferung möglichst kurz zu halten, werden je nach Umständen 2 bis 3 Einschaltversuche von Hand vorgenommen. An der 10-kV-Sammelschiene des Kubelwerkes ist überdies ein primärseitig in Stern geschalteter *Eigenbedarfs-transformator* angeschlossen, dessen herausgeführter Nullpunkt über eine *Löschspule* von 87 kVA mit der Wasserleitung von 0,6 Ω Erdungswiderstand verbunden ist. Zur Zeit der Störung betrug infolge eines abnormalen Schaltzustandes die Länge des an

der Sammelschiene angeschlossenen 10-kV-Netzes rund 350 km (Fig. 4).

Störungsursache

Am 16. März, also beträchtliche Zeit nach der grossen Kälte vom vergangenen Februar, riss ein Vollkernisolator der Abspannung bei der leitungs-

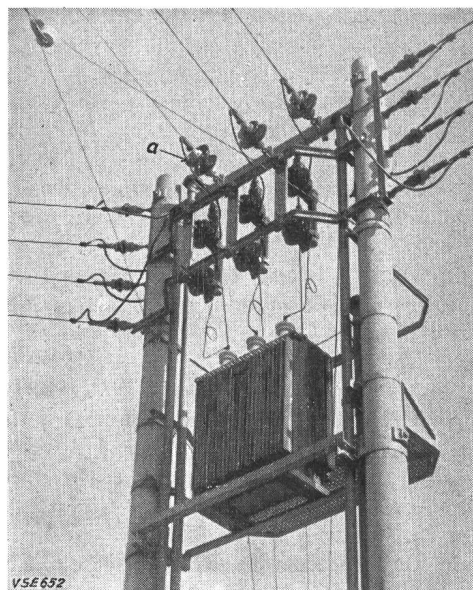


Fig. 3
Die Transformatorstation «Stechlenegg»
a Bruchstelle am Isolator
(Photo TD St. Gallen)

seitigen Gusskappe glatt ab. Demzufolge senkte sich der Leiter, der noch von der Überführung zwischen Abspannklemme und Hochspannungssicherung gehalten wurde, bis auf die unterkreuzende Telephonschleife. Wenigstens zeitweise berührte dabei der Leiter die geerdete Eisenkonstruktion der Transformatorstation (Fig. 3 und 4).

Verlauf der Störung im 10-kV-Netz

01.32 Uhr: Erdschlussanzeige im speisenden Werk *Kubel* und Auslösung der Leitungen *Teufen-Gonten O* und *Fürstenland* zufolge doppelpoligen Erdschlusses. Die Sammelschiene zeigt weiterhin Erdschluss an.

01.40 Uhr: Einschaltversuche der beiden Leitungen verlaufen negativ. Die Lokalisierung durch Wiedereinschaltungen ergibt Erdschluss auf Leitung *Teufen U*.

01.51 Uhr: Leitung *Teufen U* wird ausgeschaltet. Der Erdschluss auf dieser Leitung, durch einen Endverschlussdefekt in der Transformatorstation *Eggersriet* verursacht, wird beim Abonnenten durch Ausschaltung des Schalters vor der Kabeleinführung abgetrennt.

01.56 Uhr: Nach Einschaltung der Leitungen *Teufen-Gonten O* und *Teufen U* verbleibt ein Erdschluss auf Phase S, von der Leitung *Teufen-Gonten O* herrührend.

03.07 Uhr: Der Erdschluss verschwindet durch Abschaltung der Fehlerstelle (Öffnen des Streckenschalters vor der Transformatorstation *Stechlenegg*). Weitere Einschaltversuche der Leitung *Fürstenland* bleiben erfolglos bis der defekte Anlage-

teil, eine Porzellaneinführung der Transformatorenstation *Hohfirst/Waldkirch*, um 03.43 Uhr abgeschaltet werden konnte.

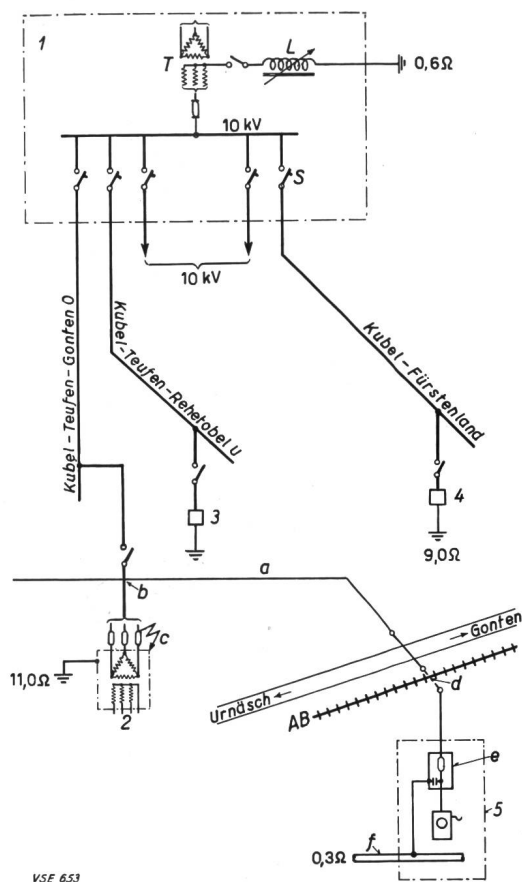


Fig. 4
Anlagenschema

- | | |
|----|--|
| 1 | Kraftwerk Kubel |
| 2 | Transformatorenstation Stechlenegg |
| 3 | Transformatorenstation Eggersriet |
| 4 | Transformatorenstation Hohfirst/Waldkirch |
| 5 | Telephonstation des Teilnehmers Schoch |
| a | Telephonleitung des Teilnehmers Schoch |
| b | Berührungsstelle der 10-kV-Leitung und der Telephonleitung |
| c | Erdschlußstelle auf der Transformatorenstation |
| d | Bahnunterführung der Telephonleitung |
| e | Grobsicherung |
| f | Wasserleitung |
| AB | Appenzellerbahn |
| L | Löschspule 87 kVA |
| S | Schalter mit Schnellwiedereinschaltung und Kurzschlussauslösung 1 Sek. |
| T | Eigenbedarfstransformator |

Die Störungen in den Stationen *Eggersriet* und *Hohfirst* sind wahrscheinlich Folgen des Erdschlusses in der Station *Stechlenegg*.

Verlauf der Störung in Anlagen der nächsten Umgebung

Drei Bauern, die vor der Wirtschaft *Bömmeli* in *Stechlenegg/Hundwil* zu später Stunde diskutierten, beobachteten 01.32 Uhr in Richtung Transformatorenstation einen grellen Lichtschein. Anschliessend erlöschte das Licht in der Wirtschaft. Nach einigen Minuten, vermutlich beim Einschaltversuch um 01.40 Uhr (s. weiter oben), flackerte der Lichtschein wieder auf. Nach ca. einer Viertel-

stunde (genauer um 01.56 Uhr) brannte das Licht im Hause wieder normal. Nach geraumer Zeit (ohne genaue Zeitangabe) bemerkten die «Übernächter» vorerst ein Glühen und Brennen an den Kabelüberführungsmasten an der nahen Stelle, wo die Telephonleitung nach dem *Bömmeli* in einem Kabel unter dem Geleise der Appenzeller Bahn hindurchgeführt ist. Ungefähr 02.30 Uhr wurde ein Zischen und Funken im ersten Stock des Restaurants *Bömmeli* (Kinderzimmer) bei der Grobsicherung des Telephonanschlusses wahrgenommen. Die Besitzer *Schoch* versuchten den starken, intermittierenden Stichflammen mit Bettzeug und Tüchern beizukommen. Etwas später zogen knisternde Brandstellen im Dachboden unmittelbar bei der Telephoneinführung die Aufmerksamkeit auf sich. Nach etwa 10 Minuten hörte das Knistern plötzlich auf: die beiden Telephondrähte am nördlichen Kabelüberführungsmast waren durch die Hitze ausgeglüht worden und auf die Strasse gefallen, wodurch die Verbindung zum Restaurant unterbrochen wurde. Es begann aber der Teerbelag der Strasse unter starkem Aufklackern zu brennen. Ein anrückender Feuerwehrmann versuchte vergeblich, mit einem Schaumlöcher dem Feuer beizukommen. Dabei wurde er elektrisiert, worauf er den in der Nähe wohnenden Schaltwärter (Privatperson) benachrichtigte. Als dieser um 03.07 Uhr den Streckenschalter vor der Transformatorenstation *Stechlenegg* öffnete, erlöschten sämtliche Branderscheinungen, und von diesem Moment an war auch der Zustand der speisenden Leitung im Werk wieder normal.

Auswirkungen im Netz und bei Abonnenten der PTT

Beim Abonnenten *Schoch*, zum «Bömmeli», war die Sicherung bei der Leitungseinführung vollständig zerstört. Wand, Decke und Boden wiesen Brandspuren auf und auch die Telephon-Inneninstallation war defekt. Die an das private Wasserleitungsnetz angeschlossene Erdleitung (Widerstand 0,3 Ω)



Fig. 5
Brandschaden beim Abonnent Schoch
(Photo TD St. Gallen)

war dagegen intakt. Bei der Kreuzung der Zuleitung Schoch mit der *Appenzellerbahn* (Kabelunterführung) wiesen die beiden Kabelstangen starke Brandspuren auf. Das 2adrig eisenbandarmierte

Kabel war längs der Stangen verbrannt. Die 2 Freileitungsdrähte waren in Richtung Urnäsch abgeschmolzen und auf die *Strasse Urnäsch—Jakobsbad* gefallen.

An der Kreuzungsstelle mit der Hochspannungsleitung wiesen die beiden Telephondrähte Schmelzperlen auf.

In der nahen Fabrik *Nef* waren beim Telephon die beiden 3-A-Schmelzeinsätze der Grobsicherung durchgebrannt. Bei einem weitem Abonnenten, *Graf*, zur Mühle, wies die Grobsicherung im Wohnzimmer an den Blitzschutzlappen Brandspuren und Erdschluss auf. Die 3-A-Schmelzeinsätze und die Kohlenblitzplatten waren defekt. Die F-Kabel der Hauseinführung waren angebrannt. Die Messung des Erdleitungswiderstandes ergab am 16. 3. 1956 ca. 2000 Ω , am 19. 3. 1956 110 Ω .

Beim Teilnehmer *Nef*, Rössli, zeigten sich an der Telefonsicherung im ersten Stock Brandspuren. Die 3-A-Sicherungen waren durchgeschmolzen und der HF-Filter defekt. Der Erdleitungswiderstand betrug am 19. 3. 1956 über 1000 Ω .

Am Kabelüberführungsmast *Kronbach* bei Urnäsch, von wo ein Kabel von ca. 400 m Länge zur Telephonzentrale *Urnäsch* führt, zeigten die F-Kabel 1a, 1b und 3a Erdschluss. Ferner wiesen die F-Kabel und die Traversen 1 und 2 Brandspuren auf. Der Isolator Nr. 4 war defekt, das Porzellan geschmolzen. Im Sicherungskasten fanden sich Brandspuren bei den Schleifen 1, 2 und 3; die Kohlenplatten des Feinschutzes und die Sicherungen

waren defekt. Die Drähte der Schleife 1 waren beim Holzmast abgeschmolzen; sie lagen auf der Wiese, die Brandstellen aufwies.

In der *Telephonzentrale Urnäsch* wurden auf dem Teilnehmeranschluss *Schoch* eine Hitzdrahtsicherung 0,5 A und ein Widerstand L zu 600 Ω defekt vorgefunden.

Die beim Kabelüberführungspunkt *Kronbach* herabfallenden Drähte der Schleife *Schoch* hatten die Hochspannung auf die andern Telephonanschlüsse übertragen. Die teilweise recht hohen Erdwiderstände bei diesen Telephonabonnenten haben vermutlich verhindert, dass auch dort Brände ausbrachen.

Schlussbemerkungen

Wie der ganze Hergang zeigt, hätte dieser eigenartige Schadenfall sehr leicht verhängnisvolle Folgen haben können. Eine Meldung des Vorfalles an den Platzvertreter des Lieferwerkes erfolgte erst um 03.50 Uhr durch den Feuerwehrkommandanten. Wäre die Meldung früher erfolgt, z. B. durch die Leute, die den ersten Feuerschein bei der Transformatorstation beobachteten, so hätten sofort vorbeugende Schaltungen angeordnet werden können. Vermutlich hat aber, nebst der allgemeinen Verwirrung, das Versagen der nächstgelegenen Telephone infolge der Störung, zur unerfreulichen Entwicklung der Ereignisse beigetragen.

Adresse des Autors:

O. Ott, Betriebsleiter, Netzbetrieb SAK, St. Gallen.

Fragen des Netzbetriebes und der Betriebsorganisation

Bemerkung zu den Berichten über die VSE-Diskussionsversammlung vom 14. Juni 1956 in Zürich und vom 21. Juni 1956 in Lausanne

[Siehe Bull. SEV Bd. 47, Nr. 16, 17, 18, 20 u. 21, Seiten des VSE]

621.316.1

Zum Beitrag von Herrn *Bernardsgrütter* im Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 24, S. 1112...1113 erhielten wir folgende Erwiderung von Herrn Dir. H. Wüger:

In seiner Zuschrift bezieht sich Herr *Bernardsgrütter* auf mein Diskussionsvotum. In der Tat wurde in verschiedenen Kommissionen über die Anforderungen an Dachständer gesprochen. Dabei sind auch die von Herrn *Bernardsgrütter* beschriebenen Konstruktionen einbezogen worden. In technischer Hinsicht stellt diese Bauart unbestreitbar einen grossen Fortschritt dar. Sie ist eine von verschiedenen möglichen Lösungen, die aber wesentlich teurer ist als verschiedene von anderer Seite vorgeschlagene Bauarten.

Im Gegensatz zur Auffassung von Herrn *Bernardsgrütter* scheint es nämlich *wirtschaftlich durchaus möglich* zu sein, Dachständer-Einführungen mit so hoher Isolationsfestigkeit herzustellen, bei denen ein Durchschlag im Innern des Dachständers mit Sicherheit vermieden werden kann. Dies gilt insbesondere dann, wenn in den Netzen die *Nullungsbedingungen* erfüllt werden, was ja Voraussetzung sein darf.

Die in den Kommissionen zum Ausdruck gekommene Auffassung, «es können zur Zeit noch keine Konstruktionen und Materialien angegeben werden, die auf unbeschränkte Zeit befriedigen», darf sicher

M. H. Wüger, directeur des Entreprises électriques du Canton de Zurich, nous communique la réponse suivante à la remarque parue dans le Bull. ASE t. 47(1956), n° 24, p. 1112...1113:

verfochten werden, weil ja alle neuen Konstruktionen erst seit wenigen Jahren im Betrieb stehen und eine vieljährige Erfahrung vielleicht doch noch neue Gesichtspunkte aufzeigen wird. So ist es durchaus denkbar, dass sich bei Kunststoffen mit der Zeit Mängel zeigen, die heute nicht erkennbar sind. Auch können bei den vorgeschlagenen neuen Konstruktionen im Betrieb Beschädigungen vorkommen, die man zum voraus gar nicht berücksichtigen konnte.

Was die *periodische Kontrolle der Dachständer* anbelangt, scheint es mir, gestützt auf die Erfahrungen, doch richtig, eine solche ins Auge zu fassen. Für die Werke würden sicher noch viel höhere Kosten entstehen, wenn innert weniger Jahre alle Dachständer neu ausgerüstet werden müssten, als wenn parallel zu den ohnehin nötigen Hausinstallationskontrollen auch die Dachständer in geeigneter Weise überwacht würden. Ganz abgesehen von den Kosten würde es heute praktisch kaum möglich sein, das für diese umfangreichen Arbeiten nötige Personal zur Verfügung zu stellen. Für die Kontrolle muss allerdings noch eine praktische Methode entwickelt werden.

H. Wüger

Wirtschaftliche Mitteilungen

Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie in Belgien im Jahre 1955

31 : 621.311(493)

Die «Fédération Professionnelle des producteurs et distributeurs d'Electricité en Belgique» (FPE) veröffentlichte kürzlich die Statistiken für 1955 über die Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie in Belgien.

Verteilung der Engpassleistung nach der Art der Elektrizitätswerke Tabelle I

	Engpassleistung am 31. Dezember		
	1954 MW	1955 MW	Veränderung %
<i>Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung</i>			
Private Werke	1578	1569	— 0,6
Werke der öffentlichen Hand	137	168	+ 21,2
<i>Industriekraftwerke</i>	1134	1128	— 0,5
Total	2849	2865	+ 0,6

Tabelle I gibt Aufschluss über die Verteilung der maximal möglichen Leistung (Netto-Engpassleistung) der von der Statistik erfassten Werke, unterteilt nach der Art der Elektrizitätswerke. Die Engpassleistung ist diejenige Leistung, die jederzeit möglich ist, und zwar unter voller Dauerlast, unter normalen Betriebsbedingungen, und unter der Annahme, dass alle installierten Einheiten, die gleichzeitig in Betrieb stehen können, tatsächlich in Betrieb stehen. Die Einheiten, die im Jahre 1955 neu in Betrieb genommen wurden, brachten eine Steigerung der Engpassleistung um 95 MW. Berücksichtigt man andererseits die Ausserbetriebsetzung von Niederdruckeinheiten einiger Kraftwerke, sowie die Verminderung der Engpassleistung infolge der definitiven Ausserbetriebsetzung von 17 Kraftwerken, so beträgt die Netto-Leistungssteigerung nur 16 MW, d. h. 0,6 % der gesamten Engpassleistung.

Die Brutto-Engpassleistung der Kraftwerke, die mit dem Netz der Allgemeinversorgung parallel geschaltet sind, betrug im Augenblick der Höchstlast im Netz, d. h. am 21. Dezember 1955, um 8.30 Uhr, 2756 MW. Zieht man von dieser Zahl die Reserveleistung ab, so ergab sich in diesem Zeitpunkt eine Höchstlast der Kraftwerke von 2135 MW.

Aus Tabelle II ist die Verteilung der Engpassleistung nach der Energiequelle ersichtlich. Wie aus der Tabelle her-

Verteilung der Engpassleistung auf die verschiedenen Energiequellen (Ende 1955) Tabelle II

	MW	%
<i>Thermische Kraftwerke</i>		
Kohle und flüssige Brennstoffe	2512	87,6
Kohle und Gas	271	9,5
Gas	34	1,2
<i>Hydraulische Kraftwerke</i>	48	1,7
Total	2865	100,0

vorgeht, beträgt in Belgien die Engpassleistung der hydraulischen Kraftwerke lediglich 1,7 % der gesamten Engpassleistung. Die belgischen Elektrizitätswerke waren im Jahre 1955 jederzeit in der Lage, der Nachfrage nach elektrischer Energie zu genügen, unter gleichzeitiger Reservehaltung von 100 bis 200 MW. Dementsprechend konnte Energie ins Ausland geliefert werden, wobei zeitweise eine Leistung von 100 MW erreicht wurde.

Jährliche Netto-Energieerzeugung Tabelle III

	1954 GWh	1955 GWh	Veränderung %
<i>Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung</i>			
Private Werke	5299	5571	+ 5,1
Werke der öffentlichen Hand	420	398	— 5,2
<i>Industriekraftwerke</i>			
Gemeinsame Kraftwerke	982	1057	+ 7,0
Elgene Kraftwerke	3638	3923	+ 7,3
Total	10339	10949	+ 5,9

Tabelle III gibt einen Überblick über die jährliche Netto-Erzeugung, unter Abzug des Eigenverbrauches der Kraftwerke, sowie über die Verteilung der Erzeugung nach der Art der Elektrizitätswerke. Die Netto-Erzeugung, die sich während des Jahres 1954 um 7,8 vergrößert hatte (1953: 9586 GWh; 1954: 10 339 GWh), stieg während des Jahres 1955 um rund 5,9 % an.

In Bezug auf die Verteilung der Erzeugung auf die verschiedenen Energiequellen zeigt Tabelle IV, dass im Jahre 1955 98,8 % der Energie auf thermischem Weg erzeugt wurde; 83,1 % wurden aus Kohle, 12,4 % aus Abgasen, 3,3 % aus flüssigen Brennstoffen und Erdgasen gewonnen.

Verteilung der jährlichen Netto-Energieerzeugung auf die verschiedenen Energiequellen Tabelle IV

Art der Erzeugung und verwendeter Brennstoff	1954 GWh	1955 GWh	%
<i>Thermisch</i>			
Kohle	8603	9096	83,1
Abgase	1238	1362	12,4
Flüssige Brennstoffe und Erdgas	329	362	3,3
Total	10170	10820	98,8
<i>Hydraulisch</i>	169	129	1,2
Gesamttotal	10339	10949	100,0

Tabelle V ist zu entnehmen, wie der Verbrauch an elektrischer Energie sich auf Hoch- und Niederspannung sowie auf die verschiedenen Anwendungsgebiete verteilt. Verglichen mit 1939 stand der Index des Gesamtverbrauches im Jahre 1955 auf 203. Gegenüber dem Vorjahr brachte das Jahr 1955 eine Zunahme des Gesamtverbrauches um 7,1 %. Der

Jährlicher Verbrauch an elektrischer Energie Tabelle V

	1954 GWh	1955 GWh	Veränderung %
<i>Verbrauch in Niederspannung</i>			
Beleuchtung in Haushalt und Gewerbe und andere Haushaltsanwendungen	940	1014	+ 7,9
Öffentliche Beleuchtung	98	108	+ 10,0
Öffentliche Gebäude	31	33	+ 6,5
Motorkraft	276	275	— 0,4
Total	1345	1430	+ 6,3
<i>Verbrauch in Hochspannung</i>			
Industrie	7911	8462	+ 7,0
Bahnen	377	422	+ 11,7
Beleuchtung	134	141	+ 5,5
Total	8422	9025	+ 7,2
Totaler Landesverbrauch	9766	10455	+ 7,1

Verbrauch in Niederspannung entspricht der von den Verteilerwerken gelieferten Energie. In dieser Zahl ist der Verbrauch der Wohnkolonien und der Gebäude, die von den industriellen Selbsterzeugern direkt beliefert werden, nicht enthalten. Erwähnung verdient, dass 46 % des Gesamtverbrauches der Industrie auf die Kohlenzechen und die Eisenindustrie entfällt. Der Index des mittleren Preises der abgegebenen Energie stand Ende 1955 auf 231 (1939: 100), bei Indices des Grosshandels- und Kleinhandelspreises von 415 resp. 400. Der mittlere Verkaufspreis der Energie an die letzten Verbraucher (in Niederspannung), betrug im Jahre 1955 3,14 belg. Fr. pro kWh, gegenüber 3,21 belg. Fr. pro kWh im Jahre 1954 und 3,22 belg. Fr. im Jahre 1953 (inkl. Zählermiete und Abonnementsgebühren).

Gesamtbilanz der Erzeugung und des Verbrauches im Jahre 1955 Tabelle VI

	GWh
Erzeugung	10 949
Einfuhr	260
Total	11 209
Verbrauch	10 455
Ausfuhr	129
Verluste	625
Total	11 209

Tabelle VI enthält die Gesamtbilanz der Erzeugung und des Verbrauchs für das Jahr 1955. Sa.

Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke

(Diese Zusammenstellungen erfolgen zwanglos in Gruppen zu vieren und sollen nicht zu Vergleichen dienen)

Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren

	Azienda Elettrica Comunale Chiasso		Elektrizitätsversorgung Zollikon		Société des Forces Electriques de la Goule St-Imier		Services Industriels du Locle	
	1955	1954	1954/55	1953/54	1955	1954	1955	1954
1. Energieproduktion . . kWh	—	—	—	—	17 303 000	18 895 400	9 915 000	9 995 000
2. Energiebezug . . . kWh	13 939 650	13 054 650	11 894 240	10 985 312	22 706 225	17 952 035	10 248 000	9 240 000
3. Energieabgabe . . . kWh	13 231 907	12 207 065	11 193 932	10 225 707	40 009 225	36 847 435	19 362 000	18 444 000
4. Gegenüber Vorjahr . . %	+ 8,4	+ 12,1	+ 9,5	+ 8,4	+ 8,59	— 0,35	+ 5,0	— 3,9
5. Davon Energie zu Abfallpreisen . . . kWh	—	—	—	—	—	—	837 000	365 000
11. Maximalbelastung . . kW	3 000	2 550	3 030	2 710	9 430	9 150	4 880	4 600
12. Gesamtanschlusswert . kW	17 588	17 031	32 048	28 650	30 829	29 307	—	—
13. Lampen {Zahl	46 868	45 683	64 354	61 660	49 062	47 903	60 907	59 375
kW	1 768	1 728	2 823	2 694	1 529	1 493	3 082	2 979
14. Kochherde {kW	927	877	1 201	1 061	2 424	2 303	946	884
Zahl	5 151	4 838	10 610	8 029	14 557	13 758	7 298	6 818
15. Heisswasserspeicher . {Zahl	1 404	1 281	2 455	2 200	1 760	1 652	3 039	2 794
kW	1 960	1 838	8 078	7 033	1 540	1 441	3 898	3 547
16. Motoren {Zahl	1 924	1 868	6 387 ¹⁾	5 985 ¹⁾	5 586	5 184	2 955	2 899
kW	2 704	2 683	2 219	2 048	6 690	6 473	3 941	3 884
21. Zahl der Abonnemente . . .	8 987	8 427	2 792	2 632	9 004	8 792	5 810	5 700
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	9,97	10,2	8,18	8,17	—	—	9,3	9,5
<i>Aus der Bilanz:</i>								
31. Aktienkapital Fr.	—	—	—	—	3 500 000	3 500 000	—	—
32. Obligationenkapital . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen .	75 000	75 000	—	—	—	—	—	—
34. Dotationskapital	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Buchwert Anlagen, Leitg. .	977 010	830 270	1 080 000	870 000	2 381 870	2 610 560	1 368 000	1 451 000
36. Wertschriften, Beteiligung .	—	—	—	—	330 305	330 305	—	—
37. Erneuerungsfonds	260 845	193 345	—	—	775 000	650 000	1 368 000	1 318 000
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>								
41. Betriebseinnahmen . . . Fr.	1 406 291	1 372 263	1 047 109	957 583	2 592 901	2 436 568	1 809 000	1 720 000
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligungen	—	—	—	—	75 667	48 444	—	104 000
43. Sonstige Einnahmen . . .	5 861	902	—	—	48 030	70 199	131 000	—
44. Passivzinsen	30 650	27 396	38 796	34 455	—	—	58 000	45 400
45. Fiskalische Lasten	43 393	50 884	—	—	326 181	301 895	800	800
46. Verwaltungsspesen	227 049	220 553	86 684	89 212	343 466	317 375	263 500	276 600
47. Betriebsspesen	74 411	73 316	196 991	181 834	566 792	506 888	733 700	699 300
48. Energieankauf	—	—	439 545	412 407	783 099	638 598	411 500	423 400
49. Abschreibg., Rückstell'gen .	90 000	77 500	285 094	239 675	410 353	493 968	215 000	140 000
50. Dividende	—	—	—	—	210 000	210 000	—	—
51. In %	—	—	—	—	6	6	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen	281 199	259 172	—	—	—	—	258 000	238 300
<i>Übersicht über Baukosten und Amortisationen</i>								
61. Baukosten bis Ende Berichts-jahr Fr.	2 153 438	1 910 710	4 590 382	4 117 740	—	—	5 787 600	5 621 000
62. Amortisationen Ende Berichts-jahr	1 176 428	1 086 428	3 369 335	3 084 241	—	—	4 419 600	4 170 000
63. Buchwert	977 010	830 270	1 221 047	1 033 499	—	—	1 368 000	1 451 000
64. Buchwert in % der Baukosten	45,4	43,5	26,6	25	—	—	23,6	25,8

¹⁾ inkl. Kleinmotoren

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Telephon (051) 34 12 12, Postcheckkonto VIII 4355, Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

Redaktor: Ch. Morel, Ingenieur.

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