Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 47 (1956)

Heft: 15

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Nationaler Verbundbetrieb der schweizerischen Elektrizitätswerke

von *W. Schaertlin*, Bern

621.311.161(494)

Während ihres Aufenthaltes in der Schweiz vom 18. bis zum 22. April 1956 wurde die von der «Agence Européenne de Productivité (AEP)» organisierte «Mission intra-européenne sur la production et la distribution de l'électricité» in vier Referaten über Fragen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft orientiert. Wir haben kürzlich an dieser Stelle [1]) *das erste dieser Referate veröffentlicht, das die «Organisation der Wasser- und Elektrizitätswirtschaft in der Schweiz» behandelt. Nachstehend publizieren wir in deutscher Fassung ein zweites Referat, gehalten von W. Schaertlin; dessen einziges Ziel war, unseren ausländischen Gästen in wenigen Worten einen allgemeinen Überblick über den heutigen Stand des Verbundbetriebes der Netze der schweizerischen Elektrizitätswerke zu bieten.*

Au cours de son passage en Suisse du 18 au 22 avril dernier, la «Mission intra-européenne sur la production et la distribution de l'électricité», organisée par l'Agence Européenne de Productivité (AEP), a entendu quatre conférences consacrées à l'économie électrique suisse. Nous avons publié récemment [1]) *la première de ces conférences, qui traite de l'«Organisation de l'économie hydraulique et électrique en Suisse». La conférence de M. W. Schaertlin, dont nous donnons ci-dessous la version française, a été uniquement conçue pour donner à nos hôtes étrangers un bref aperçu général sur la situation actuelle en Suisse du point de vue de l'exploitation en interconnexion des réseaux des entreprises d'électricité.*

Einleitung

Die schweizerische Elektrizitätswirtschaft im allgemeinen und der nationale Verbundbetrieb im besonderen lassen sich nur im Rahmen der *historischen, politischen und wirtschaftlichen* Tatsachen darstellen und verstehen.

Die Schweiz ist eine Demokratie ähnlich den USA. 22 selbständige Staaten, die *Kantone*, sind zu einem *Bund* zusammengeschlossen. Grundsätzlich liegt die Souveränität bei den Kantonen, der Bund ist nur soweit zuständig, als ihm die Befugnisse durch die Verfassung übertragen sind. Innerhalb der Kantone haben die einzelnen *Gemeinden* weitgehende Selbständigkeit. Insbesondere haben sie die Möglichkeit, die Energieabgabe auf ihrem Gebiet zu monopolisieren. Die Energieproduktion in der Schweiz beruht *zu 99 % auf Wasserkraft.* Die ersten Anlagen sind anfangs der 80er Jahre auf private Initiative entstanden und dienten der Beleuchtung einzelner Gaststätten und dem Betrieb von Mühlen und Textilfabriken. Die erste Blockzentrale für elektrische Beleuchtung in grösserem Umkreis wurde in der Stadt Lausanne im Jahre 1882 erstellt. Im Jahre 1890 bestanden bereits 250 solcher Einzelanlagen. Anzahl und Grösse der Zentralen nahmen rasch zu, Einzelheiten sind aus den Statistiken ersichtlich.

Am Anfang der Entwicklung haben sich Gemeinden und Kantone aus verständlichen Gründen zurückgehalten. Bald aber haben sie die wirtschaftliche Bedeutung der Elektrizitätswerke erkannt und sich in wachsendem Masse daran beteiligt. Bewundernswert sind Mut und Tatkraft, die von den Behörden und Bürgern bei manchen Gelegenheiten bewiesen wurden. Die Stadt *Basel* hat im Jahre 1907, also vor 50 Jahren, den Bau des Kraftwerkes Augst mit einer Energieproduktion von $150 \cdot 10^6$ kWh beschlossen, als ihr Energiebedarf kaum 10 % davon betrug. Die Stadt *Zürich* hat zur gleichen Zeit unter ähnlichen Voraussetzungen das *Albulawerk* gebaut, dessen Energie unter einer Spannung von 50 kV über 140 km transportiert werden musste. Dass die private Initiative hinter diesen Leistungen nicht zurückstand, sei lediglich am Rande vermerkt.

Demokratie beruht auf *Vielfalt und Toleranz.* Heute bietet die schweizerische Elektrizitätswirtschaft ein buntes Bild von Unternehmungsformen, die nebeneinander bestehen und miteinander im *Verbundbetrieb* arbeiten. Eine Vereinheitlichung und Zusammenfassung kommt nicht in Frage, es handelt sich darum, die gemeinsamen Aufgaben auf freiwilliger Grundlage bestmöglich zu erfüllen.

Durchführung des Verbundbetriebes

Der Verbundbetrieb bezweckt Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch bessere Ausnützung bestehender Produktions- und Transportanlagen; gleichzeitig will er durch Zusammenlegung der Reserven die Betriebssicherheit verbessern.

Am Anfang dieser Bestrebungen steht in der Schweiz die Zusammenschaltung von Speicherwerken in den Alpen mit Flusskraftwerken im Mittelland. Diese klassische Kombination wurde erstmals im Jahre 1909 von der *Motor A.-G.*, Baden, unter der Leitung des heute noch lebenden Ing. Dr. *A. Nizzola* verwirklicht.

Zwischen den Weltkriegen in den Jahren 1918...1939 wurde der Verbundbetrieb durch Erstellung *gemeinsamer Kraftwerke* entscheidend gefördert. Als Beispiel nehmen wir die *Kraftwerke Oberhasli A.-G. (KWO).* Diese Kraftwerkgruppe nützt die Wasserkraft der jungen Aare und ihrer Zuflüsse vom Gletscherrand in 1900 m und 2300 m Höhe bis nach Innertkirchen in 600 m Höhe auf einer Flusslänge von rund 20 km aus. Die KWO umfassen 4 grosse Speicherbecken mit einem Nutzinhalt von rund $200 \cdot 10^6$ m³, entsprechend $615 \cdot 10^6$ kWh. In 3 Kraftwerkstufen werden jährlich im Mittel $1300 \cdot 10^6$ kWh mit einer Leistung von 370 MW produziert.

[1]) Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 13, S. 593...600.

Das Projekt KWO stammt von den *Bernischen Kraftwerken A.-G. (BKW)*, die den grössten Teil des Kantons Bern mit elektrischer Energie versorgen. Im Zeitpunkt des Baubeschlusses, im Jahre 1924, hatten die BKW einen Umsatz von 300 · 10^6 kWh; sie waren nicht in der Lage, den Bau zu finanzieren und die Energie zu verwerten. So wurde formell eine selbständige Gesellschaft gegründet, an deren Aktienkapital sich schliesslich folgende Partner beteiligten:

Bernische Kraftwerke A.-G.	3/6
Stadt Basel	1/6
Stadt Bern	1/6
Stadt Zürich	1/6

Diese 3 Städte versorgen ihr Gebiet durch *gemeindeeigene Elektrizitätsbetriebe.*

Die KWO beschränken ihre Tätigkeit auf die Erzeugung elektrischer Energie und ihre Fortleitung bis Innertkirchen, wo sie ausschliesslich an die genannten Aktionäre abgegeben wird.

Jeder Aktionär hat Anrecht auf einen seiner Beteiligung entsprechenden Anteil an der *erzeugbaren Energie* und der *installierten Maschinenleistung* und übernimmt im gleichen Verhältnis die *Jahreskosten der KWO.*

Grundsätzlich hat somit jeder der Partner ein fiktives Kraftwerk mit Stauanlage und bewirtschaftet es nach seinen Bedürfnissen. Über die Zuflüsse, die Energieproduktion und die Stauinhalte wird täglich Buch geführt. Im Rahmen dieser Buchhaltung können die Partner untereinander beliebige Geschäfte abschliessen, einander Energie in Form von Stauwasser abtreten und Leistungsanteile zur Verfügung stellen.

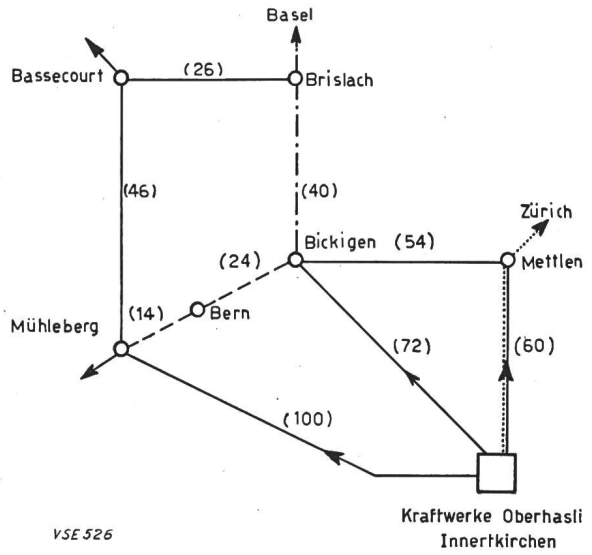


Fig. 1

Das Partnerwerk «Kraftwerke Oberhasli A.-G.» Eigentumsverhältnisse im 150-kV-Netz

——— Eigentum der Bernischen Kraftwerke A.-G.

—·—·— Eigentum des Elektrizitätswerks der Stadt Basel

– – – – Eigentum des Elektrizitätswerks der Stadt Bern

····· Eigentum des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich

Die Zahlen in Klammern geben die Längen der einzelnen Leitungen in km an.

Für den Transport dieser Energie nach den Verbrauchsstellen mussten *3 zweisträngige 150-kV-Leitungen* ab Innertkirchen erstellt werden. Aus der Fig. 1 sind die Längen und Eigentumsverhältnisse ersichtlich. Grundsätzlich ist jeder Partner als Eigentümer eines Teilstückes am Bau und Betrieb dieser Anlagen beteiligt. Es gehören

den Bernischen Kraftwerken A.-G. (BKW)
die Leitungen:
a) Innertkirchen–Mühleberg
Mühleberg–Bassecourt
Bassecourt–Brislach
b) Innertkirchen–Bickigen
c) 1 Strang Innertkirchen–Mettlen
d) Mettlen–Bickigen
die Schaltstationen:
Mühleberg
Bickigen
Anteil Mettlen

dem Elektrizitätswerk Basel
die Leitung:
Bickigen–Brislach
die Schalt- und Transformerstation:
Brislach

dem Elektrizitätswerk der Stadt Bern
die Leitungen:
Mühleberg–Bern
Bickigen–Bern

dem Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ)
1 Strang der Leitung:
Innertkirchen–Mettlen
Anteil der Schaltstation:
Mettlen.

Die *Bau- und Betriebskosten* sind zwischen den BKW und den Städtepartnern, z. B. mit *Basel*, vertraglich wie folgt verteilt:

BKW und Basel erstellen ihre Anlagen auf eigene Kosten.

Basel leistet an die BKW Beiträge à fonds perdu für die

Leitungen	Innertkirchen–Mühleberg–Bassecourt–Brislach und Innertkirchen–Bickigen.
Schaltstation	Bickigen,

im Betrag von je 1/4 der effektiven Baukosten.

Ferner bezahlt Basel den BKW jährlich als Anteil an die Kosten von Betrieb, Unterhalt und Erneuerung 2,3 % der für die Leitungen und 3,4 % der für die Schaltstation geleisteten Beiträge à fonds perdu. Damit sichert sich Basel auf diesen Leitungen einen Querschnittsanteil von 1/4 sowie das Recht zur Benützung der Schaltstation.

Die BKW ihrerseits leisten an Basel Beiträge à fonds perdu und übernehmen Kostenanteile von Betrieb, Unterhalt und Erneuerung für die von ihnen benützte Leitung Bickigen—Brislach und die Transformerstation Brislach 150/50 kV.

Diese Regelung gilt für die Konzessionsdauer der KWO von 80 Jahren. Es wird damit erreicht, dass jeder Partner die von ihm benützten Anlageteile finanziert, verzinst und amortisiert sowie für die übrigen Jahreskosten aufkommt.

Die von Basel bezogene Energie und Leistung wird in Brislach 50-kV-seitig gemessen. Die Energieverluste Innertkirchen—Brislach werden eben-

falls durch Messung bestimmt. Die momentanen Stromwärmeverluste sind dem Widerstand der Basel zugeteilten Querschnittsanteile auf den Leitungen und Transformatoren, sowie dem Quadrat des momentan bezogenen Stromes proportional; sie werden von einem Ampère²-Stunden-Zähler erfasst. Zur Bestimmung der Eisenverluste der Transformatoren werden Betriebsstunden-Zähler verwendet.

Der Energiebezug von Basel ab Innertkirchen ist die Summe der in Brislach gemessenen Energieabgabe, der Stromwärmeverluste und der Eisenverluste.

In analoger Weise werden die Energiebezüge ab Innertkirchen der Städte *Bern* und *Zürich* ermittelt und in die Energiebuchhaltung der KWO eingetragen. Als Energiebezug der BKW gilt die Gesamtabgabe KWO abzüglich Bezüge der 3 Städtepartner.

Diese Regelung von Energieabgabe und Energietransport nach System KWO ist keineswegs die einzig mögliche oder einzig richtige Lösung.

Bei *andern Partnerwerken* z. B. übernimmt der geographisch nächstliegende die Energieproduktion, leitet sie über seine Anlagen an die andern Partner und gibt sie an der Eigentumsgrenze über eine Meßstelle nach Programm ab. Der Einfachheit halber werden die Energie- und Leistungsverluste von der transportierenden Gesellschaft gedeckt. Für die Beanspruchung der Anlagen und die Dekkung der Energieverluste wird eine Transitentschädigung bezahlt ungefähr in der Grössenordnung von 0,2...0,3 Rp. pro kWh und 100 km.

Es kommt aber auch vor, dass wichtige und grosse Transportleitungen auf gemeinsame Rechnung gebaut und betrieben werden und in gemeinsamem Eigentum stehen. Gerade bei abgelegenen Partnerwerken haben die Beteiligten ein Interesse, sich dauernd Verbindungswege zu sichern, wozu sich Eigentumsrechte sehr gut eignen.

Im Laufe des letzten Weltkrieges hat sich die Versorgungslage der Schweiz grundlegend geändert. Während vorher die Verhältnisse durch *Energieüberfluss im Sommer und reichliche Deckung im Winter* gekennzeichnet war, lautet infolge des rapid angestiegenen Energiebedarfes die Definition seither *genügende Deckung im Sommer, Energieknappheit im Winter.*

Diese Tatsache hat dazu geführt, dass nach Möglichkeit bedeutende Kraftwerke als *Speicheranlagen* mit erhöhter Energieproduktion im Winter projektiert und gebaut werden. Des dringenden Energiebedarfes wegen sind praktisch für jedes Projekt mehrere Interessenten vorhanden. Kommt es zur Ausführung, so beteiligen sie sich als Partner mit Quoten von 5 bis 50 %.

Es ist einleuchtend, dass solche gemeinsamen Anlagen eine *enge Zusammenarbeit* voraussetzen und ermöglichen und zum Ausbau eines *umfassenden Leitungssystemes* führen.

Heute besteht in der Schweiz ein ausgedehntes *Höchstspannungsnetz* mit Spannungen von 150 kV (Westschweiz teilweise 130 kV) und 225 kV, an welches alle Kraftwerke des Landes angeschlossen sind und von dem aus alle Verteilanlagen erreichbar sind.

Kreuzungspunkt und Verbindungsstelle wichtiger Leitungen ist die *Schaltstation Mettlen,* unweit Luzern. Diese Schalt- und Transformerstation Mettlen ist wiederum eine *Gemeinschaftsanlage.* Es wird dort die Verbindung hergestellt zwischen

der 225-kV-Süd-Nordleitung der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität (ATEL)
3 150-kV-Leitungssträngen der BKW
2 150-kV-Leitungssträngen der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. (NOK)
3 150-kV-Leitungssträngen des EWZ
2 150-kV-Leitungssträngen der ATEL.

Ausserdem findet die benachbarte 150/50-kV-Unterstation der Centralschweizerischen Kraftwerke (CKW) ihren Anschluss.

Der Energieverkehr in Mettlen spielt sich im wesentlichen zwischen den drei Gruppen

1. BKW/EWZ mit dem Regulierwerk KWO,
2. NOK mit dem Regulierwerk Löntsch,
3. ATEL/CKW mit dem Regulierwerk Piottino

ab. Jede dieser Gruppen hat einen jährlichen Energieumsatz von 2...3 Milliarden kWh und verfügt über eine Gesamtleistung 0,5...0,7 Millionen kW. Normalerweise ist die ganze Schweiz zusammengeschaltet und läuft parallel.

Ein grosser Teil der Energie wird im Alpengebiet produziert, verbraucht wird sie im Flachland. Bedeutende Energiemengen werden deshalb aus der Süd- und Südwestschweiz nach Norden und Osten transportiert. Unter den Elektrizitätsunternehmungen findet ein lebhafter Energieverkehr auf Grund *langfristiger Verträge* oder *kurz dauernder Vereinbarungen* statt mit dem Ziel, die verfügbare Energieproduktion restlos zu verwerten und den Bedarf zu möglichst günstigen Bedingungen zu decken.

Alle Energietransporte via Mettlen wickeln sich durch Vermittlung der drei Gruppen ab und die Schaltstation Mettlen dient in der schweizerischen Verbundwirtschaft weitgehend als *Clearingstelle.* Der Energiefluss wird an den Verbindungsstellen der 3 Betriebe BKW, ATEL und NOK von Messinstrumenten erfasst, und die Ergebnisse werden den zugehörigen Regulierwerken mittelst Hochfrequenz zugeleitet. Der übertragene Messwert beeinflusst die Turbinenregler derart, dass die Übergabeleistung an der Verbindungsstelle auf dem Programmwert gehalten wird, unabhängig von Belastungsschwankungen innerhalb der beiden verbundenen Systeme. Im reinen Inlandbetrieb regulieren zwei Partner die Übergabeleistung in Mettlen, der dritte reguliert die Frequenz.

Die Übergabeleistung in Mettlen z. B. zwischen BKW einerseits und ATEL/NOK anderseits ist die algebraische Summe von 10 bis 20 *Programmen,* die von Stunde zu Stunde variieren können. Diese Programme werden normalerweise am Vormittag des Vortages für die Zeit von 0...24 Uhr festgelegt, zusammengestellt, kontrolliert und telephonisch an die Regulierwerke übermittelt.

Abgerechnet wird auf Grund der Programme, die Regulierdifferenzen werden durch Zählerablesungen festgestellt und auf einem Ausgleichskonto vorgetragen.

Auch die *Schweizerischen Bundesbahnen (SBB)* sind an den nationalen Verbundbetrieb angeschlossen. Praktisch das ganze Bahnnetz der SBB wird mit Einphasenenergie 16 kV und 16²/₃ Hz betrieben, und konsumiert rund 1 Milliarde kWh pro Jahr. Zwischen den bahneigenen Kraftwerken und den Werken der Allgemeinversorgung bestehen Verbindungsstellen. In gemeinsamen Speicher- und Lauftkraftwerken mit Drehstrom- und Einphasengeneratoren kann die Produktion nach der einen oder andern Seite verlegt werden. Ferner sind in einigen Kraftwerken Asynchron-Umformergruppen aufgestellt, über die Energie vom einen ins andere Netz geleitet wird, unabhängig von Frequenzschwankungen.

Auf diese Weise gelingt es, die Produktionsmittel und die Transportanlagen in der Schweiz betriebstechnisch zusammenzufassen und trotzdem der einzelnen Unternehmung die Entscheidung über den Einsatz und die Verwendung ihrer Anlagen zu überlassen.

Ich hoffe, Ihnen einen kleinen Überblick über die Vielfalt unserer nationalen Verbundwirtschaft gegeben zu haben. Viele schöpferische Kräfte sind darin tätig und haben, oft auf kleinem Raum, Gelegenheit zur Auswirkung.

Die Schweiz hat keine Bodenschätze, aber viel unfruchtbares Land. Von den 5 Millionen Einwohnern leben 3½ Millionen aus dem Ertrag des Exportes und der Dienstleistungen im internationalen Handel, Fremdenverkehr, Bank- und Versicherungsgeschäft. Der einzige Reichtum der Schweiz sind die Wasserkräfte und die Naturschönheiten. Wir müssen uns nach der Decke strecken. Trotz oder vielleicht infolge der ungünstigen Ausgangslage ist es uns gelungen, einen verhältnismässig hohen Lebensstandard zu erreichen.

Adresse des Autors:
W. Schaertlin, Ing., Bernische Kraftwerke A.-G., Bern.

Energieübertragung in der Schweiz

von *P. Geiser*, Bern

621.315.051.027.8(494)

Nachstehender Vortrag, der vor den Mitgliedern der Mission AEP [1]) *anlässlich ihres Aufenthaltes in der Schweiz in englischer Sprache gehalten wurde, vermittelt eine knappe Darstellung der Probleme der Übertragung elektrischer Energie in unserem Land.*

Cette conférence, qui a été prononcée en anglais devant les membres de la Mission de l'AEP lors du passage en Suisse de celle-ci [1]) *donne une courte analyse des problèmes que pose en Suisse le transport d'énergie électrique.*

Allgemeines

Der Vortrag über die *Organisation der Wasser- und Elektrizitätswirtschaft in der Schweiz* [2]), sowie Ihr Besuch im Wallis, wo zur Zeit grosse Hochdruckkraftwerke im Bau sind, haben Ihnen gezeigt, dass wir alle Anstrengungen machen, um die verfügbaren Wasserkräfte unseres Landes auf wirtschaftliche Weise bis zum Vollausbau auszunützen.

Infolge der topographischen Verhältnisse der Schweiz fallen die Zentren grösster Energieerzeugung nicht mit den Hauptzentren des Energieverbrauches zusammen. Die schweizerischen Elektrizitätswerke waren daher schon frühzeitig gezwungen, ein leistungsfähiges *Energieübertragungssystem* aufzubauen.

Von der Jahrhundertwende weg bis ca. 1920 gelangten die Übertragungsspannungen 16, 28, 45 und in wenigen Fällen 80 kV zur Anwendung. Im Jahre 1920 wurde mit dem Bau der ersten 150-kV-Leitungen begonnen. Bis ca. 1950 entstand ein obwohl nicht einheitliches, jedoch leistungsfähiges Netz von 130- und 150-kV-Leitungen.

Hinsichtlich *Erdung des Nullpunktes* wurden zwei verschiedene Systeme angewendet: Im östlichen Teil des Landes wurde der Nullpunkt der 150-kV-Netze von Anbeginn über Löschspulen geerdet, wogegen im westlichen Teil die starre Nullpunktserdung vorgezogen wurde. Das Nebeneinanderbestehen dieser beiden Systeme erschwerte den Verbundbetrieb der verschiedenen Netzteile untereinander. Die guten Erfahrungen mit der starren Nullpunktserdung im 150-kV-Netz und die grossen Fortschritte auf dem Gebiete der Schnellwiedereinschaltung haben dazu geführt, die induktive Erdung ganz zu verlassen. Wir besitzen heute ein einheitliches Erdungssystem in den wichtigsten Übertragungsnetzen 130, 150 und 225 kV, womit folgende grosse Vorteile erreicht wurden:

wirtschaftlicher Verbundbetrieb
grosse Beweglichkeit für Umdispositionen in Störungsfällen
Verwendungsmöglichkeit von Autotransformatoren mit abgestufter Isolation zur Transformierung 225 kV/150 kV
Möglichkeit der Reduktion des Isolationsniveau gegen Erde.

Die *Weiterentwicklung der Hochspannungsnetze* (150, 225 und später 380 kV) wird in Zusammenarbeit mit den Elektrizitätswerken und dem Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft geplant.

Infolge des ständigen Anwachsens des Bedarfes an elektrischer Energie, sowie des weiteren Anstieges der Spitzenleistung sind wir gezwungen, Hochdruckkraftwerke mit grossen Speichern auszubauen. Diese Kraftwerke befinden sich naturgemäss in den *Alpenregionen*. Die vier hauptsächlichsten Gebiete der Energieproduktion werden voraussichtlich beim Vollausbau nachstehende Grenzleistungen erreichen:

Berner Oberland	ca. 1000 MW
Wallis	ca. 2700 MW
Tessin	ca. 1000 MW
Graubünden	ca. 2500 MW

Die 150-kV-Leitungen übertragen normalerweise 80...100 MW pro Strang über Distanzen von ca. 100 km. Die 225-kV-Leitungen können pro Strang bis 200 MW übertragen und überbrücken Distanzen von ca. 200 km. Ein Vergleich der Übertragungsfähigkeit der Leitungen mit den vorgenannten grossen Leistungskonzentrationen weist darauf hin, dass eine grössere Anzahl Hochspannungsleitungen

[1]) Siehe Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 13, S. 593...600, und diese Nummer, S. 677...680.
[2]) Siehe Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 13, S. 593...600.

zur Verfügung gestellt werden muss, um die Leistungsblöcke wirtschaftlich in die Verbrauchsgebiete zu übertragen. Die Höhe der zu wählenden Spannung ist in der Schweiz nicht durch die Übertragungsdistanzen bedingt, sondern durch die Höhe der auf relativ engen Gebieten konzentrierten Leistungen. Ferner werden durch die besonderen topographischen Verhältnisse die möglichen Transportwege auf eine relativ kleine Zahl beschränkt. So weisen z. B. die Alpentäler an ihren Ausgängen ins Flachland Engpässe auf (z. B. Rhoneknie bei Martigny).

Da der hauptsächlichste Energiefluss von Süden nach Norden zu erfolgen hat, bildet die *Alpenkette*, die sich von Westen nach Osten zieht, eine Barriere zwischen den Produktions- und Verbrauchszentren. Unsere Übertragungsleitungen haben die Alpen zu überqueren und gelangen dabei bis in Höhen von 2700 m ü. M. Nur wenige Alpenpässe erlauben ohne allzu grosses Risiko, eine Hochspannungsleitung aufzunehmen. Es ist stets zu beachten, dass solche Alpenleitungen auch während des Winters weitgehend zugänglich sein müssen, um eventuelle Schäden beheben zu können. Auch in den bewohnteren Gebieten des Mittellandes wird es immer schwieriger, das Durchgangsrecht für neue Hochspannungsleitungen zu erwerben.

Mit dem Fortschreiten des Ausbaues unserer Wasserkräfte und speziell gegen den Vollausbau hin wird es (unter den geschilderten Umständen) notwendig sein, das nun im Aufbau befindliche 225-kV-Netz durch einige wenige *380-kV-Transportleitungen* zu ergänzen. Um in möglichst wirtschaftlichen Etappen den Netzausbau durchführen zu können, sind einige 225-kV-Leitungen, welche in der nächsten Zukunft zu bauen sind, schon so zu konstruieren, dass sie einen späteren Übergang auf 380 kV erlauben. Die Masten sind somit schon für die höchste Spannung vorzusehen, damit zur gegebenen Zeit die Isolation durch Anfügen weiterer Isolatoren erhöht werden kann und ein weiteres Leiterseil pro Phase zur Bildung eines Bündelleiters hinzuzufügen ist.

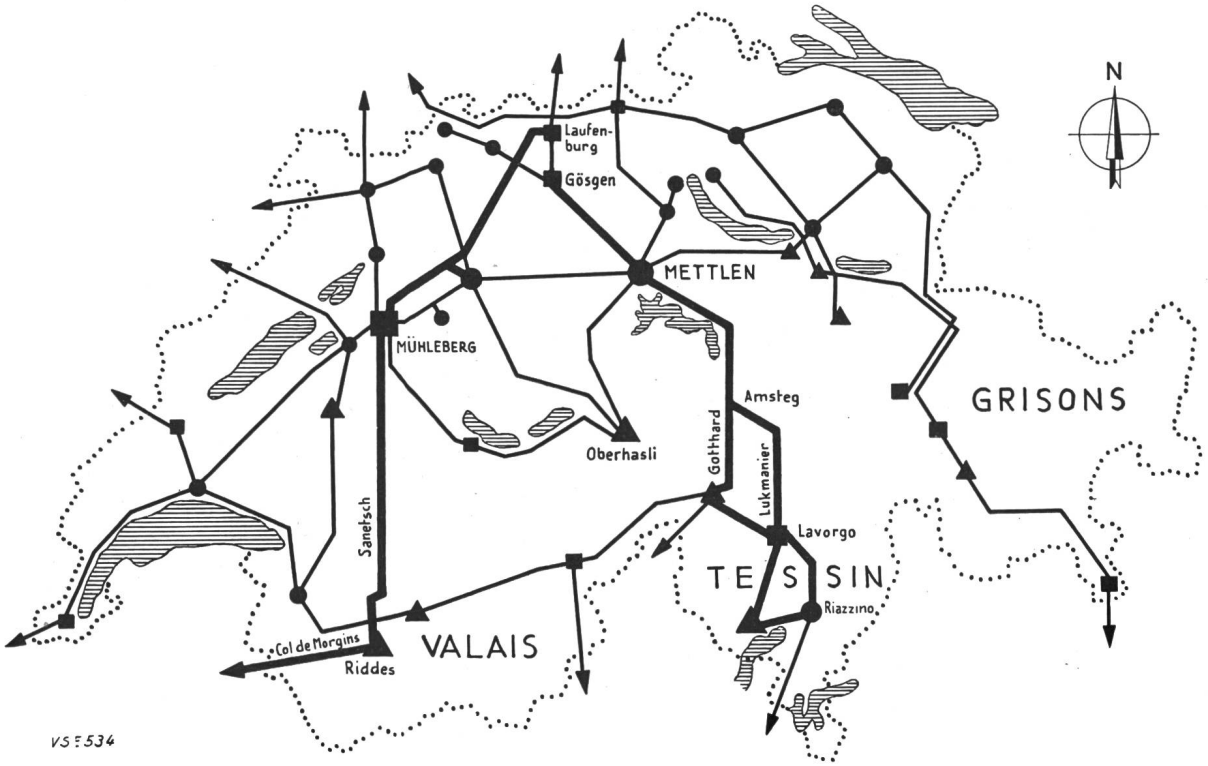


Fig. 1
Energieübertragungssystem der Schweiz
225-kV-Leitungen
130- und 150-kV-Leitungen

Der heutige Stand des schweizerischen Hochspannungsnetzes

Das beigelegte vereinfachte Schema (Fig. 1) zeigt den heutigen Stand unserer 130- bzw. 150- und 225-kV-Netze. Wir besitzen heute die drei dick gezeichneten Alpenleitungen, die über den Gotthard-, Lukmanier- und Sanetschpass die Energie mit 225 kV aus dem Tessin und Wallis nach Norden bringen.

Von *Riazzino bis Mettlen* besteht eine Doppelleitung, die zwischen *Lavorgo* und *Amsteg*, d. h. im Alpengebiet, in zwei auf separatem Trasse geführte Stränge aufgeteilt wurde. Dadurch konnte die Betriebssicherheit erheblich erhöht werden, indem z. B. bei Lawinengängen nicht ein und dieselbe Lawine beide Stränge zugleich erfassen kann.

Die *Gotthardleitung* wurde bereits im Jahre 1932 gebaut und zunächst mit einer Spannung von 150 kV in Betrieb genommen. Die Masten jedoch

wurden schon von Anbeginn für 380 kV konstruiert, zu einer Zeit, in welcher noch keine Leitungen mit dieser hohen Spannung im Betrieb waren.

Auch die *Lukmanierleitung*, welche im Jahre 1949 gebaut wurde, ist mit Masten für 380 kV versehen. Nach Inbetriebnahme dieser zweiten Alpentransversale konnte die Gotthardleitung für die Spannungsstufe 225 kV umgebaut werden.

Die gesamte Strecke Riazzino—Mettlen ist heute mit Leitungsmasten für 380 kV ausgerüstet. Über den Lukmanierpass, d. h. von Lavorgo bis Amsteg, ferner von Amsteg bis Mettlen, wurden erstmals die von Motor Columbus entwickelten armierten Stahlrohrmasten verwendet.

Die dritte Alpenleitung führt von *Riddes* über den *Sanetschpass* nach *Mühleberg*. Diese Doppelleitung steht seit Dezember 1955 mit 225 kV in Betrieb. Gegenwärtig wird das zweite Teilstück von *Mühleberg bis Laufenburg* gebaut, so dass in Kürze eine direkte Verbindung der Hochdruckkraftwerke im Wallis mit den Laufkraftwerken am Rhein hergestellt sein wird. In Mühleberg wird ein Teil der Energie auf 150 kV abtransformiert.

Seit Ende 1955 besteht auch eine über den *Col de Morgins* führende 225-kV-Verbindungsleitung zwischen *Riddes* und dem *Kraftwerk Génissiat* der Electricité de France. Diese internationale Verbindung spielte während den verflossenen Wintermonaten eine wichtige Rolle in der Energieversorgung der Schweiz. Innerhalb dreier Monate wurden über $100 \cdot 10^6$ kWh von Frankreich importiert, wobei die mittlere Belastung 110 MW betrug.

Im Kanton *Graubünden* ist der Ausbau der grossen Wasserkräfte erst im Anfangsstadium begriffen. Aus diesem Gebiet wird die Energie heute mit 150-kV-Leitungen nach dem Norden transportiert. Mit dem Weiterausbau müssen 225-kV-Leitungen vorgesehen werden, die wohl in einem noch späteren Stadium des Kraftwerksbaues durch eine 380-kV-Doppelleitung eine Ergänzung erfahren dürften.

Am Kreuzungspunkt der West-Ost- und Nord-Süd-Verbindungen wurde die Schalt- und Transformatorenstation *Mettlen* gebaut. Über diesen Lastverteilpunkt haben Sie Näheres aus dem Vortrag über *Nationaler Verbundbetrieb der schweizerischen Elektrizitätswerke* [3]) erfahren.

Das kurz skizzierte Übertragungssystem dient sowohl für den eigentlichen Energietransport als auch für den Verbundbetrieb zwischen den verschiedenen schweizerischen Elektrizitätswerken.

Nachstehend sind *einige wichtige Daten der drei Alpenleitungen* zusammengestellt:

Gotthardleitung

Verbindung zwischen Riazzino und Mettlen (Einfachleitung auf der Bergstrecke Lavorgo–Amsteg)
geographische Länge: 150 km; Gotthardstrecke Lavorgo–Amsteg 56 km
höchster Punkt: 2200 m
längste Spannweite: 1200 m
Leiterseil: Aldrey mit einem totalen Querschnitt von 550 mm² Leiterdurchmesser ca. 30 mm
Isolatoren: Vollkernisolatoren, genannt Motor-Isolatoren
Maste: Winkeleisenmaste von Lavorgo bis Amsteg
Die Leitung wurde im Jahre 1932 mit einer Spannung von 150 kV und im Jahre 1955 mit 225 kV in Betrieb genommen.

[3]) Siehe oben S. 677...680.

Lukmanierleitung

Verbindung zwischen Riazzino und Mettlen
Einfachleitung auf der Bergstrecke zwischen Lavorgo und Amsteg
geographische Länge: 150 km; Lukmanierstrecke Lavorgo–Amsteg 52 km
höchster Punkt: 2700 m
längste Spannweite: 900 m
Leiterseil: Aldrey mit einem totalen Querschnitt von 550 mm² Leiterdurchmesser ca. 30 mm
Isolatoren: Vollkernisolatoren
Maste: mit Beton gefüllte Stahlrohrmaste
Im Jahre 1949 wurde die Leitung zuerst mit 150 kV und 1954 mit 225 kV in Betrieb genommen.

Sanetschleitung

Verbindung von Riddes (Rhonetal) über Mühleberg nach Laufenburg
Doppelleitung, gebaut für 225 kV
geographische Länge: 100 + 100 km
höchster Punkt: 2270 m
längste Spannweite: 600 m
Leiterseil: Stahlaluminiumseil mit einem totalen Querschnitt von 550 mm², Leiterdurchmesser ca. 30 mm
Isolatoren: Kappen-Bolzen-, Langstab- und Vollkern-Isolatoren
Masten: Winkeleisenmasten
Die Leitung wurde erstmals im Dezember 1955 mit 225 kV in Betrieb genommen.

Leitungsschutz

Da die Alpenleitungen zur Hauptsache zum Transport grosser Energieblöcke dienen und auf ihrem Wege über den Alpenwall schwersten Witterungsverhältnissen ausgesetzt sind, müssen sie für *maximale Betriebssicherheit* gebaut sein, um den Anforderungen der Kontinuität der Energieversorgung gewachsen zu sein. Dem Leitungsschutz muss daher grosse Bedeutung beigemessen werden.

Als Schutz gegen direkte Blitzeinschläge werden durchwegs *Erdseile* auf der gesamten Länge der Leitungen verlegt. Diese Erdseile haben noch den Zweck, bei unsymmetrischen Fehlern die in Telephonleitungen auftretenden induzierten Spannungen auf ein ungefährliches Mass zu reduzieren.

Die Isolatorenketten sind mit *Funkenhörnern oder Ringen* versehen. Für 225 kV sind ausschliesslich Ringelektroden anzuwenden, welche nicht nur als Lichtbogenschutz zu dienen haben, sondern die Aufgabe übernehmen müssen, den Radiostörpegel auf ein vorgeschriebenes Mass herabzusetzen.

Rauhreifbildung, Fernmeldung derselben und Enteisung der Leiter

Solange die Leitungen nicht voll belastet sind, besteht besonders im Alpengebiet immer die grosse Gefahr der *Eisbildung an den Leiterseilen*. Um das Betriebspersonal frühzeitig auf die Eisbildung aufmerksam zu machen, wurden in der Schweiz Eislast-Messeinrichtungen in die von Rauhreif gefährdeten Leitungszüge eingebaut. Bekanntlich zeigt sich die vermehrte Belastung der Leiter in einer Zunahme des Leiterzuges an und kann daher in einfacher Weise vermittelst einer Federwaage, eingebaut in Abspannmasten, ermittelt werden. Wird die Federwaage in Verbindung gebracht mit Gleitkontakten auf einem Potentiometer, so entsteht dadurch ein robustes Meßsystem, welches über Telephonkabel rechtzeitig die Leitungswärter zu alar-

mieren im Stande ist. Das Personal kann auf solche Warnungen hin die *Enteisungseinrichtung* betriebsbereit machen und die nötigen Abschaltungen vornehmen.

Der zu enteisende Leitungsstrang muss ausser Betrieb und auf eine Überbrückungsschiene geschaltet werden. Diese Schiene wird mit reduzierter Spannung gespiesen, entweder von einem separaten Generator oder einem speziellen Eisschmelztransformator. In einer Unterstation oder einem Mast ausserhalb der Eislastzone muss die Leitung kurzgeschlossen und geerdet werden.

Distanzschutz und Wiedereinschaltung

Die 130-, 150- und 225-kV-Leitungen werden durchwegs mit *Schnelldistanzschutzrelais* System Brown, Boveri geschützt. Die drei vorerwähnten 225-kV-Alpenleitungen sind zudem mit *Schnellwiedereinschalteinrichtungen* mit Hochfrequenzkupplung versehen, um im Falle vorübergehender kurzzeitiger Störungen einen Unterbruch in der Energieversorgung zu verhindern. Die Apparaturen sind für ein- und dreiphasiges automatisches Wiedereinschalten ausgebildet.

Koronaerscheinungen und Radiostörungen

Mit dem Ausbau des 225-kV-Übertragungssystems waren wir genötigt, eingehende Laboratoriumsversuche auszuführen und zwar nicht nur an Leiterseilen verschiedener Ausführung, sondern auch mit Isolatoren und allen Armaturen, die als Quelle von *Radiostörungen* dienen können.

Im weiteren benötigen die Hochleistungsübertragung und der moderne Verbundbetrieb viele wichtige Hilfseinrichtungen wie z. B. für den *automatisch zu regulierenden Leistungsaustausch* und die *Spannungsregulierung*. Hiezu gelangen vornehmlich leitungsgerichtete Hochfrequenzkanäle zur Anwendung. Die gleichen Hochfrequenzeinrichtungen dienen sowohl zum Fernsprechen, als auch für die Fernmessung, die Fernsteuerung und den Schutz.

Diese wohl etwas knappe Beschreibung möge dazu dienen, Ihnen eine kurze Übersicht über unsere Probleme der Energieübertragung zu geben.

Adresse des Autors:

P. Geiser, Oberingenieur der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.

Eine neue Montage-Vorrichtung

von *L. Carlo*, Genf

621.87 : 621.316.1

Ein Elektrizitätswerk wie dasjenige von Genf besitzt zahlreiche Freiluftanlagen. Ob es sich nun um Hoch- und Niederspannungsleitungen, um Transformatorenstationen oder vor allem um das Netz für die Strassenbeleuchtung handelt, stets gibt es eine Menge von Verrichtungen, die nicht ohne Zuhilfenahme von Montageleitern oder Gerüsten ausgeführt werden können.

Insbesondere der Unterhalt der Strassenbeleuchtungsanlagen kann nur durch Verwendung von mehreren Montageleitern und fahrbaren Leitern gewährleistet werden. Diese Unterhaltsarbeiten erfordern in Genf den Einsatz von drei fahrbaren Leitern, da die Montageleitern im Prinzip für Neuerstellungen oder Unterhaltsarbeiten von einem gewissen Ausmass reserviert sind. Die Häufigkeit, mit der bei einem solchen Netz Arbeiten notwendig werden, macht den Einsatz von motorisierten Vorrichtungen immer dringender. Um sich davon zu überzeugen, genügt es, in Erinnerung zu rufen, dass allein das Auswechseln von etwa 5200 Glühlampen der städtischen Strassenbeleuchtung von Genf 7000 Arbeitshandlungen erfordert. Zu diesen müssen noch alle jene Arbeiten hinzugerechnet werden, die sich bei der Auswechslung von ca. 5150 Glühlampen in den Netzen des Kantons und der Gemeinden ergeben, sowie diejenigen, die bei Festbeleuchtungen, bei Reparaturen, beim Versetzen von Lampen und bei Neuerstellungen notwendig sind. All dies bedingt noch Tausende von weiteren Arbeitshandlungen pro Jahr. Hinzu kommt, dass die stetig ansteigende Dichte des Strassenverkehrs ein unverzügliches Eingreifen erfordert und die Verwendung von Montageleitern, die auf einem dreirädrigen Fahrgestell montiert sind, immer unbequemer und gefährlicher werden lässt. Diese Leitern müssen ausserdem noch für verschiedene Arbeiten des Unterhalts und der Montage von Freileitungen und Transformatorenstationen zur Verfügung gehalten werden. Die Leitern, insbesondere die auf einem Fahrgestell montierten, sind somit fast ununterbrochen im Gebrauch, und ein längerer Ausfall einer derselben zufolge einer notwendig gewordenen Reparatur bringt eine fühlbare Betriebsstörung und eine begreifliche Verzögerung bei der Ausführung bestimmter Arbeiten mit sich.

Ausgehend von solchen Überlegungen hat die Direktion des Elektrizitätswerkes Genf in den Vereinigten Staaten eine neue Montage-Vorrichtung, den sogenannten «Sky-lift» oder «Sky-worker», gekauft. Es handelt sich um eine in den Vereinigten Staaten hergestellte Hebevorrichtung (siehe Fig. 1...3), deren erstes Modell, das in Europa in Betrieb genommen wurde, anlässlich der Montage der Anlagen für die «Fêtes de Genève» 1954 zur Verwendung gelangte. Dadurch fühlt sich das Elektrizitätswerk Genf gewissermassen als «Pate» dieses Neulings auf dem europäischen Kontinent.

Von vornherein kann gesagt werden, dass die mit dem «Sky-lift» durchgeführten Versuche, trotz der neuartigen Konstruktion, restlos überzeugend ausgefallen sind; abgesehen von den unvermeidlichen kritischen Äusserungen einiger Pessimisten zeigten sich die bei den Versuchen anwesenden Personen fast ausnahmslos begeistert.

Der «Sky-lift» ist vor allem deshalb den fahrbaren Leitern, und mehr noch den Montageleitern, weit überlegen, weil er gestattet, dass zwei, ja drei Arbeiter gleichzeitig und in vollkommener Sicherheit bis zu einer Höhe von 11 m über dem Erd-

Fig. 1
Verwendung des «Sky-Lift» bei der Erstellung der Beleuchtungsanlagen für die «Fêtes de Genève»

boden in zwei nebeneinander angeordneten Gondeln arbeiten können. Diese Gondeln sind für eine Spannung von mehreren tausend Volt isoliert, so dass die Berührung mit einer Niederspannungsleitung, d. h. mit einer Spannung bis zu 1000 Volt, vollkommen ungefährlich ist. Ein zweiter, von anderen Vorrichtungen dieser Art noch nie erreichter Vorteil besteht darin, dass die in den Gondeln befindlichen Monteure selber die Bewegung des «Sky-lift» steuern und sich z. B. über der Strasse in die Höhe heben können, währenddem das Fahrzeug vorschriftsgemäss am Trottoirrand stationiert bleibt; darin liegt unbestreitbar ein dritter Vorteil von besonderer Bedeutung. Die zur Illustration des vorliegenden Artikels beigefügten Figuren zeigen die technische Überlegenheit der neuen Vorrichtung besser als lange Kommentare.

Nach Aufzählung seiner hervorragenden Eigenschaften möchten wir nun auf die Konstruktion des «Sky-lift» näher eingehen. Er besteht in der Hauptsache aus zwei, durch ein Gelenk verbundenen Armen, von denen der untere auf einem Drehgestell schwenkbar montiert ist, in einer Vertikalebene einen Kreisbogen von ca. 90° beschreiben kann und, dank dem Drehgestell, sich um 360° um seinen Gelenkpunkt drehen lässt. Der obere Arm kann unabhängig davon in derselben Ebene wie der erste Arm einem Kreisbogen von 270° entlang bewegt werden. Die Kombination dieser beiden verschiedenen Bewegungen gestattet es den in den Gondeln befindlichen Monteuren, mit Leichtigkeit alle Punkte zu erreichen, die innerhalb einer Halbkugel liegen, deren Radius 8,5 m beträgt und deren Zentrum mit dem Gelenkpunkt des unteren Arms auf dem Drehgestell zusammenfällt. Die senkrechte Arbeitshöhe eines auf einem 4-Tonnen-Lastwagen-Chassis montierten «Sky-lift» beträgt etwa 11 m. Bestimmt könnte man jedoch durch eine geeignete Änderung der jetzigen Montage-Vorrichtung und durch Verwendung von gewissen zusätzlichen Hilfsmitteln auf eine Höhe von 12 m gelangen. Aber auch ohne diese Änderungen kann man bereits fast ausnahmslos alle Armaturen der Strassenbeleuchtungsanlagen erreichen. Die totale zulässige Belastung der Gondeln beträgt 250 kg, woraus ersichtlich ist, dass zwei Mann beträchtlich viel Material und Werkzeuge mitführen können.

Die Arme sind aus gezogenem Leichtmetall hergestellt, und der obere Arm ist zusätzlich mit Thermoplastband umwickelt, was ihm eine ebenso gute Isolation verleiht wie den Gondeln. Die Motoren, die die Bewegung des Drehgestelles und der Arme veranlassen, arbeiten mit Kolben unter Öldruck, wobei die Ölzufuhr durch eine Ölpumpe erfolgt, die durch den Motor des Lastwagens betätigt wird. Die Kolben sind in hartem Chromstahl ausgeführt, wodurch, trotz eines Arbeitsdrukkes von 120 kg/cm², praktisch jedes Entweichen des Öles verunmöglicht wird.

Die Transmissionsorgane, die die Bewegung des Motors auf die Arme übertragen, bestehen aus Zahnrädern und Ketten Typ Reynold, und diejenigen, die das Drehgestell betätigen, aus Stahlkabeln, die auf Rollen laufen.

Wie wir weiter oben ausgeführt haben, wird die Pumpe, die das Öl den Zylindern des Motors zuführt, durch den Motor des Fahrzeuges betätigt, wobei sich der Anschluss auf dem Getriebekasten des Lastwagens befindet. Es wäre noch zu erwähnen, dass der «Sky-lift» weiterhin zwei seitlich ausschwenkbare Seitenstützen besitzt, die ebenfalls aus hydraulisch gesteuerten Kolben bestehen und in zwei Platten enden, die es ermöglichen, das Fahrgestell zu fixieren und gegebenenfalls die Aufstützfläche zu vergrössern. Die Aufstellung dieser Vorrichtung gewährt eine absolute Sicherheit, da dadurch alle eventuellen Schwingungen des «Sky-lift» auf den Federn des Fahrgestells vollständig verunmöglicht werden, und erhöht die Stabilität, die bereits ohne die Zuhilfenahme dieser Stützen genügend wäre. Die von uns vorgenommenen Versuche haben dies zur Genüge erwiesen. Wenn man die Gondeln mit 200 kg belastet, und sich die Arme des «Sky-lift» in horizontaler Lage befinden, resp. beide parallel zur Aufstützfläche in einer Achse liegen und im Grundriss mit der Längsachse des Lastwagens einen Winkel von 90° bilden, d. h. die ungünstigste Stellung einnehmen, lässt sich auf den beiden Rädern, die sich auf der den Gondeln gegenüberliegenden Seite befinden, noch ein Gesamtdruck von 1295 kg messen; dies beweist, dass die Kippschwelle noch lange nicht erreicht ist. Bei einer Belastung von 90 kg und zurückgelegten Stützen beträgt dieser Auflagedruck noch 750 kg. Die

Fig. 2
Einer der Vorteile des «Sky-Lift»: er beeinträchtigt den Verkehr nicht

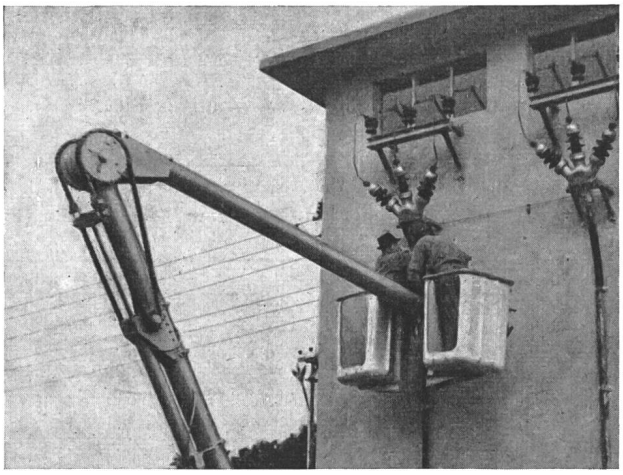


Fig. 3
Ein weiterer Vorteil des «Sky-Lift»: Die Isolation der Gondeln erlaubt den Monteuren, unter vollkommener Sicherheit zu arbeiten

Belastung von 90 kg wurde anlässlich der Versuche nicht überschritten, um eine übermässige Beanspruchung der Federn zu vermeiden.

Das Gesamtgewicht des Fahrzeuges beträgt im Betriebszustand 5750 kg, wovon das Fahrgestell 2230 kg, der «Sky-lift» 1360 kg, Zubehör, Ballast und Eisenbeschläge 2160 kg ausmachen; man ersieht daraus, dass das Fahrgestell mit ca. 3500 kg belastet ist, einschliesslich dem zur Erhöhung der Sicherheit angebrachten Ballast, durch den der Schwerpunkt des Ganzen gesenkt wird. Die neue Montage-Vorrichtung wurde vor der Inbetriebnahme von den Experten der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt in Luzern (SUVAL) geprüft.

Der «Sky-lift» kann vorteilhaft ergänzt werden durch den Anschluss eines Luftkompressors, der von einem Hilfsmotor angetrieben wird. In diesem Falle wird ebenfalls die Ölpumpe durch diesen Hilfsmotor betätigt, wodurch der Motor des Fahrgestelles entlastet wird. Am Kompressor ist eine flexible Druckluftleitung angeschlossen, die im Innern der Arme verläuft und die die Luft bis zu den Gondeln führt, wo diese zum Antrieb von Presslufthämmern, Pressluftpistolen oder Schneidwerkzeugen dienen kann.

Es ist vielleicht interessant, bei dieser Gelegenheit darauf hinzuweisen, dass in amerikanischen Betrieben für Schneidarbeiten vorzugsweise Pressluftapparate zur Verwendung gelangen. Wir haben Versuchen beigewohnt, die in unserem Netz mit solchen Werkzeugen wie Scheren, Distanzscheren und Sägen vorgenommen wurden. Diese Werkzeuge sind an langen, isolierten Handgriffen angebracht und gestatten, dass der Arbeiter, geschützt vor jeder elektrischen oder mechanischen Gefährdung, in der Nähe von Hochspannungsleitungen seine Arbeit ausführen kann. Die entsprechenden Ergebnisse waren vom Standpunkt der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit geradezu überraschend.

Zum Abschluss möchten wir nicht unerwähnt lassen, dass eine Vorrichtung in der Art des «Sky-lift» und seiner Zubehörteile für die Elektrizitätswerke ein äusserst wertvolles Hilfsmittel bedeutet; seine relativ hohen Anschaffungskosten machen sich in einem Betrieb vom Ausmass des Genfer Elektrizitätswerkes rasch bezahlt. Aus den durchgeführten Versuchen hat sich ergeben, dass die vollständige Vorrichtung einschliesslich Lastwagen innert drei Jahren durch die erzielten Einsparungen an Arbeitskräften wettgemacht wird. Dazu kommt, dass — was zumindest in unseren Augen als grosser Vorteil zu werten ist — das Bedienungspersonal von der Arbeitsweise des «Sky-lift» einstimmig begeistert war.

Nach unserem Dafürhalten wird uns die Verwendung von fahrbaren Leitern, und noch mehr die Verwendung von Montageleitern, bei der Ausführung von Arbeiten in der Höhe von 11 m über dem Erdboden bald als eine veraltete, den Anforderungen unserer Zeit nicht mehr entsprechende Arbeitsmethode erscheinen.

D. : Br

Adresse des Autors:
L. Carlo, Chef der Abteilung «Netze» des Elektrizitätswerkes Genf, Genf.

Verbandsmitteilungen

Meisterprüfung für Elektroinstallateure

In der Zeit zwischen Oktober und Dezember dieses Jahres findet eine Meisterprüfung für Elektroinstallateure statt. Ort und genauer Zeitpunkt werden später festgesetzt. Dauer der Prüfung: 3½ Tage. Anmeldeformulare sind beim Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, Splügenstrasse 6, Postfach Zürich 27, zu beziehen (Telephon 051/27 44 14) und unter Beilage von Arbeitsausweisen, einem handgeschriebenen Lebenslauf und einem Leumundszeugnis neuesten Datums bis spätestens am 8. August 1956 an obige Adresse einzusenden. Im übrigen verweisen wir auf die weiteren im Reglement festgelegten Zulassungs- und Prüfungsbestimmungen. Das Meisterprüfungsreglement, gültig ab 15. Dezember 1950, kann durch den vorgenannten Verband bezogen werden.

Meisterprüfungskommission VSEI/VSE

Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie durch die schweizerischen Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

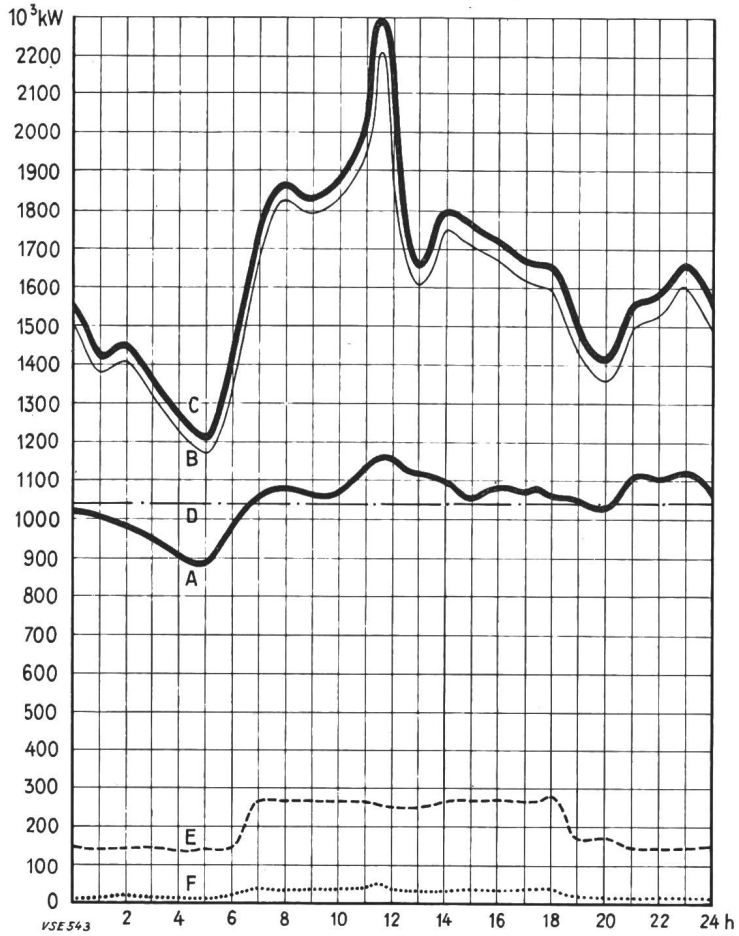
Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

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

Monat	Energieerzeugung und Bezug											Speicherung				Energieausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung			
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56
	in Millionen kWh										%	in Millionen kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	940	966	3	20	51	28	62	101	1056	1115	+ 5,6	1533	1553	— 6	— 197	135	107
November ..	829	865	14	26	26	21	120	197	989	1109	+12,1	1360	1206	—173	— 347	73	76
Dezember ..	901	812	8	32	19	20	131	243	1059	1107	+ 4,5	1210	970	—150	— 236	86	81
Januar	924	801	3	14	25	22	99	249	1051	1086	+ 3,3	1049	793	—161	— 177	91	70
Februar ...	949	857	1	30	20	20	55	216	1025	1123	+ 9,6	766	376	—283	— 417	124	62
März	1067	714	3	28	21	24	67	188	1158	954	—17,6	398	241	—368	— 135	144	45
April	1019	858	1	15	28	21	10	98	1058	992	— 6,2	294	171	—104	— 70	151	52
Mai	1141	1083	1	6	56	37	19	44	1217	1170	— 3,9	518	502	+224	+ 331	214	162
Juni	1172		1		76		19		1268			1036		+518		235	
Juli	1236		1		78		18		1333			1539		+503		283	
August	1188		1		83		18		1290			1696		+157		263	
September ..	1117		1		70		7		1195			1750[4]		+ 54		210	
Jahr	12483		38		553		625		13699							2009	
Oktober-März	5610	5015	32	150	162	135	534	1194	6338	6494	+ 2,5			-1141	-1509	653	441
April-Mai ..	2160	1941	2	21	84	58	29	142	2275	2162	— 5,0					365	214

Monat	Verwendung der Energie im Inland																
	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel [1])		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen[2])		Inlandverbrauch inkl. Verluste				
													ohne Elektrokessel und Speicherpump.		Veränderung gegen Vorjahr[3]) %	mit Elektrokessel und Speicherpump.	
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		1954/55	1955/56
	in Millionen kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	413	457	168	190	118	146	30	26	55	57	137	132	881	978	+11,0	921	1008
November ..	431	487	178	199	111	137	9	9	59	68	128	133	903	1020	+13,0	916	1033
Dezember ..	459	500	174	189	119	116	9	5	75	75	137	141	958	1011	+ 5,5	973	1026
Januar	465	492	170	186	114	115	12	5	69	72	130	146	944	997	+ 5,6	960	1016
Februar ...	417	534	162	193	111	115	26	5	66	73	119	141	874	1052	+20,4	901	1061
März	456	445	181	160	143	113	34	3	67	66	133	122	978	896	— 8,4	1014	909
April	396	426	158	170	138	159	46	7	48	62	121	116	853	926	+ 8,6	907	940
Mai	399	433	162	172	149	159	105	42	44	57	144 (18)	145 (27)	880	939	+ 6,7	1003	1008
Juni	378		163		138		146		49		159		863			1033	
Juli	380		160		147		154		51		158		871			1050	
August	396		164		146		121		51		149		888			1027	
September ..	411		175		144		68		52		135		907			985	
Jahr	5001		2015		1578		760		686		1650 (130)		10800			11690	
Oktober-März	2641	2915	1033	1117	716	742	120	53	391	411	784 (27)	815 (46)	5538	5954	+ 7,5	5685	605
April-Mai ..	795	859	320	342	287	318	151	49	92	119	265 (26)	261 (34)	1733	1865	+ 7,6	1910	1948

[1]) D. h. Kessel mit Elektrodenheizung.
[2]) Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.
[3]) Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.
[4]) Energieinhalt bei vollem Speicherbecken. Sept. 1955 = 1931.10[6] kWh.



Tagesdiagramme der beanspruchten Leistungen

(Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung)

Mittwoch, den 16. Mai 1956

Legende:

1. Mögliche Leistungen: 10^3 kW

Laufwerke auf Grund der Zuflüsse (0—D) . .	1036
Saisonspeicherwerke bei voller Leistungsabgabe (bei maximaler Seehöhe)	1541
Total mögliche hydraulische Leistungen . . .	2577
Reserve in thermischen Anlagen	155

2. Wirklich aufgetretene Leistungen

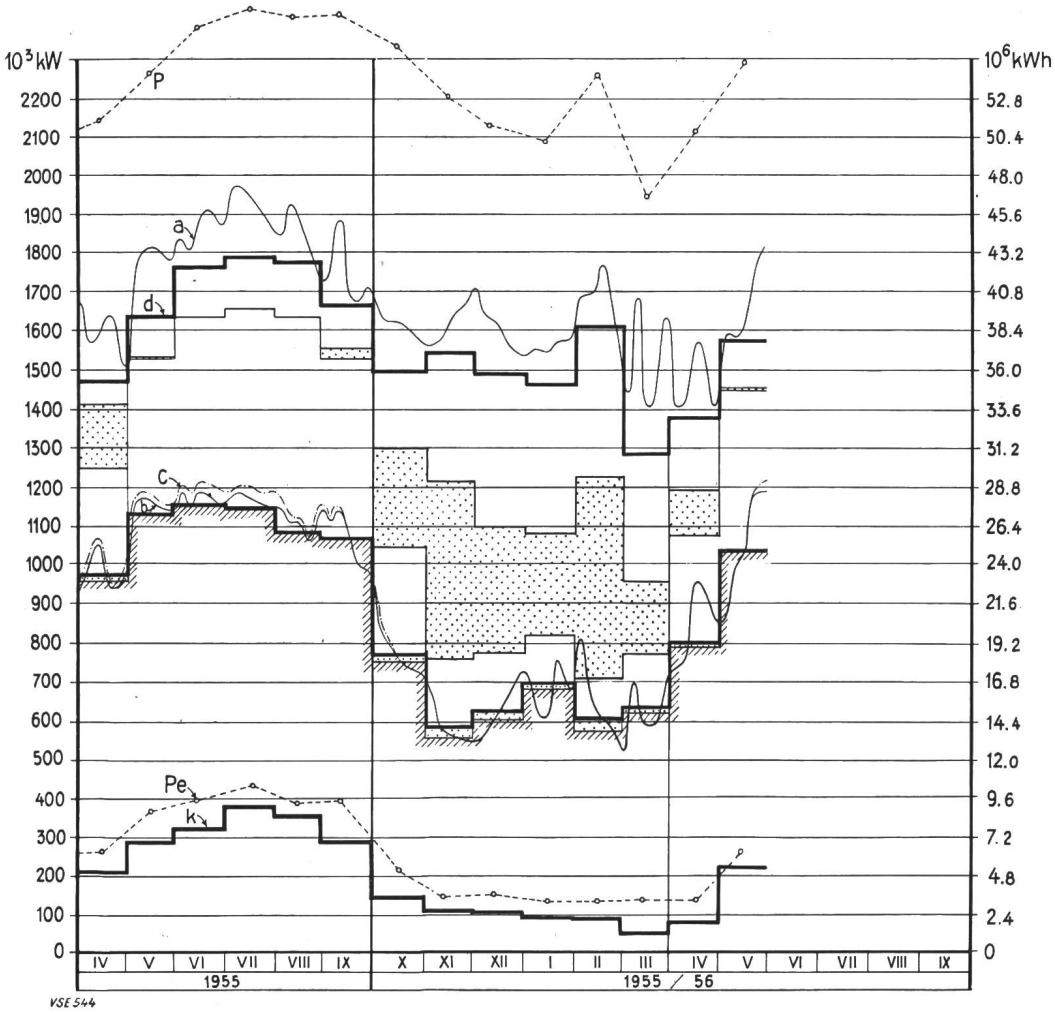
0—A Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher).
A—B Saisonspeicherwerke.
B—C Thermische Werke, Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken und Einfuhr.
0—E Energieausfuhr.
0—F Energieeinfuhr.

3. Energieerzeugung 10^6 kWh

Laufwerke	24,7
Saisonspeicherwerke	12,9
Thermische Werke	0,1
Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken	0,9
Einfuhr	0,6
Total, Mittwoch, 16. Mai 1956	39,2
Total, Samstag, 19. Mai 1956	40,3
Total, Sonntag, 20. Mai 1956	30,7

4. Energieabgabe

Inlandverbrauch	34,3
Energieausfuhr	4,9



Mittwoch- und Monatserzeugung der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

Legende:

1. Höchstleistungen:
(je am mittleren Mittwoch jedes Monates)
P des Gesamtbetriebes
Pe der Energieausfuhr.

2. Mittwocherzeugung:
(Durchschnittl. Leistung bzw. Energiemenge)
a insgesamt;
b in Laufwerken wirklich;
c in Laufwerken möglich gewesen.

3. Monatserzeugung:
(Durchschnittl. Monatsleistung bzw. durchschnittl. tägliche Energiemenge)
d insgesamt;
e in Laufwerken aus natürl. Zuflüssen;
f in Laufwerken aus Speicherwasser;
g in Speicherwerken aus Zuflüssen;
h in Speicherwerken aus Speicherwasser;
i in thermischen Kraftwerken und Bezug aus Bahn- und Industriewerken und Einfuhr;
k Energieausfuhr;
d-k Inlandverbrauch

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft

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

Monat	Energieerzeugung und Einfuhr									Speicherung				Energie-Ausfuhr		Gesamter Landesverbrauch	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Einfuhr		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung					
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56
	in Millionen kWh								%	in Millionen kWh							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	1202	1188	5	25	62	101	1269	1314	+ 3,5	1726	1746	— 3	—225	135	107	1134	1207
November ..	1018	1019	17	33	120	197	1155	1249	+ 8,1	1537	1368	—189	—378	73	76	1082	1173
Dezember ..	1062	949	12	41	131	244	1205	1234	+ 2,4	1368	1101	—169	—267	86	81	1119	1153
Januar	1091	928	6	22	99	250	1196	1200	+ 0,3	1186	897	—182	—204	91	70	1105	1130
Februar ...	1097	974	5	38	55	217	1157	1229	+ 6,2	874	437	—312	—460	124	62	1033	1167
März	1225	841	7	39	67	188	1299	1068	—17,7	465	268	—409	—169	144	45	1155	1023
April	1242	1014	3	20	10	98	1255	1132	— 9,8	341	177	—124	— 91	151	52	1104	1080
Mai	1441	1353	3	8	19	44	1463	1405	— 4,0	597	545	+256	+368	214	175	1249	1230
Juni	1494		2		19		1515			1188		+591		235		1280	
Juli	1563		2		18		1583			1746		+558		283		1300	
August	1521		2		18		1541			1916		+170		263		1278	
September ..	1425		3		7		1435			1971[2])		+ 55		210		1225	
Jahr	15381		67		625		16073							2009		14064	
Oktober-März	6695	5899	52	198	534	1197	7281	7294	+ 0,2			-1264	-1703	653	441	6628	6853
April-Mai ..	2683	2367	6	28	29	142	2718	2537	— 6,7					365	227	2353	2310

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches														Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen		Veränderung gegen Vorjahr
	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel [1])		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicherpumpen				
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	
	in Millionen kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	421	467	188	209	232	247	37	30	100	105	146	144	10	5	1087	1172	+ 7,8
November ..	439	497	196	215	192	196	14	11	98	105	138	144	5	5	1063	1157	+ 8,8
Dezember ..	467	514	194	209	183	159	13	7	109	109	146	145	7	10	1099	1136	+ 3,4
Januar	473	502	189	207	171	152	17	7	108	103	142	145	5	14	1083	1109	+ 2,4
Februar ...	426	544	180	210	160	140	31	6	101	110	133	152	2	5	1000	1156	+15,6
März	465	454	200	181	194	143	38	5	108	103	147	127	3	10	1114	1008	— 9,5
April	404	434	176	191	235	213	55	11	96	100	130	123	8	8	1041	1061	+ 1,9
Mai	407	442	180	193	287	284	115	49	95	98	146	134	19	30	1115	1151	+ 3,2
Juni	386		182		279		156		97		154		26		1098		
Juli	388		178		290		163		101		153		27		1110		
August	405		181		288		131		102		151		20		1127		
September ..	420		194		279		77		100		144		11		1137		
Jahr	5101		2238		2790		847		1215		1730		143		13074		
Oktober-März	2691	2978	1147	1231	1132	1037	150	66	624	635	852	857	32	49	6446	6738	+ 4,5
April-Mai ..	811	876	356	384	522	497	170	60	191	198	276	257	27	38	2156	2212	+ 2,6

[1]) d. h. Kessel mit Elektrodenheizung.
[2]) Energieinhalt bei vollen Speicherbecken: Sept. 1955 = 2 174.10⁶ kWh

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

Redaktor: *Ch. Morel*, Ingenieur.

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