

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 24 (1933)
Heft: 13

Rubrik: Communications ASE

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: 19.04.2026

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

abmessungen (Masthöhe) können als Bezugsmass gelten.

$$F = h \cdot \frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta'_1 - \beta'_2}$$

Bei einem anderen Beispiel soll der oft sehr wichtige Abstand zwischen zwei sich kreuzenden Leitungen genau gemessen werden (Fig. 8). Die Messung kann hier sowohl mittels des Bezugsmasses h oder mit Hilfe der Horizontalentfernung L erfolgen. h braucht nicht unter dem Kreuzungspunkt aufgestellt zu sein, muss aber in einer zur Nebenachse des Instrumentes parallelen Ebene stehen.

$$A = h \cdot \frac{\beta_3 - \beta_4}{\beta'_3 - \beta'_4} \quad A = L \cdot (\beta_3 - \beta_4)$$

Von weiteren Anwendungsbeispielen seien als wichtigste die Bestimmung des senkrechten Abstandes eines Leitungspunktes über einem Dach oder über einer Bahnstrecke, die Ermittlung von Masthöhe, die Messung von Horizontalabständen und die Festlegung des Höhenunterschiedes zweier Aufhängepunkte genannt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die beschriebene Messmethode absolut exakte Werte ergibt und dass das Instrument Höhen- und Durchgangsmessungen auf 1 bis 2 cm genau gewährleistet.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Ueber die Wirkungsweise des Highfield-Transverters.

621.314.622

Von W. E. Highfield und J. E. Calverley wurde vor einigen Jahren ein Apparat zur Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom hoher Spannung angegeben, der auch zur Umformung von Gleichstrom in Wechselstrom geeignet ist. Er beruht auf folgendem Prinzip:

Es sei eine Gleichstromdynamo betrachtet, deren Ankerwicklung und Kommutator ruhen, während ihre Feldwicklung und der Bürstenapparat rotieren. Die rotierende Feldwicklung stellt nun für die Ankerwicklung nichts anderes dar als ein magnetisches Drehfeld, welches sich ebensogut durch die Mehrphasenwicklung eines Synchronmotors erzeugen lässt. Lassen wir daher die ruhende Ankerwicklung von einem solchen Drehfeld durchfluten und den Bürstenapparat synchron mit dem Drehfeld rotieren, so kann in gleicher Weise am Bürstenpaar eine Gleichspannung abgenommen werden. Wird die Gleichstromseite belastet, so entnimmt die Mehrphasenwicklung dem Wechselstromnetz einen Belastungsstrom, der das von der Ankerwicklung erzeugte magnetische Feld kompensiert. Mit diesem Apparat lässt sich demnach Wechselstrom in Gleichstrom umformen. Beide Wicklungen des Umformers, sowohl die das Drehfeld erzeugende Mehrphasenwicklung als auch die vom Drehfeld induzierte Ankerwicklung, ruhen, ebenso ruht der Kommutator, so dass wir im wesentlichen einen statischen Umformer vor uns haben. Der einzige rotierende Teil ist der Bürstenapparat, welcher durch einen vom Wechselstromnetz gespeisten Synchronmotor anzutreiben ist.

In Fig. 1 ist die Schaltung eines solchen Umformers dargestellt. Darin stellt 1 das Wechselstromnetz dar, 2 den

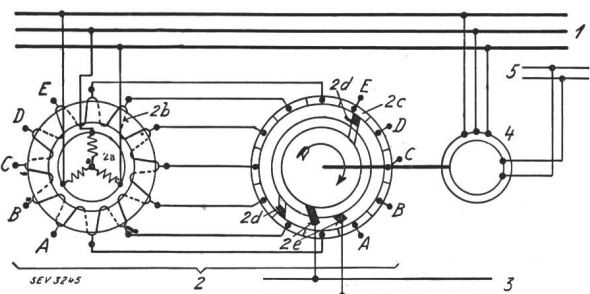


Fig. 1.

Umformer. Die Mehrphasenwicklung ist durch die Dreiphasenwicklung 2 a dargestellt, 2 b ist die Ankerwicklung, 2 c der zugehörige Kommutator, 2 d der rotierende Bürstenapparat und 2 e sind Hilfsbürsten, die den gleichgerichteten Strom dem Gleichstromnetz 3 zuführen. Der Rotor des Antriebsmotors 4 wird von der Hilfsgleichstromquelle 5 gespeist. Das Anfahren des Antriebsmotors kann mit Hilfe einer Dämpferwicklung geschehen.

Für grössere Leistungen ist die durch diese Figur gekennzeichnete, schon lange bekannte Ausführung wegen zu

grossen Platzbedarfs ungeeignet. Nach dem Vorschlag von Highfield und Calverley kann man nun diese Schwierigkeit wie folgt umgehen:

Jede Spule der in der Figur dargestellten Ankerwicklung wird von den Kraftlinien des Drehfeldes durchsetzt. Dabei sind die in zwei um den elektrischen Winkel α auseinanderliegenden Spulen induzierten Spannungen um den gleichen Winkel α phasenverschoben. Besitzt die Wicklung n Spulen, so können die Spannungen statt durch das Drehfeld ebenso

gut durch n um den Winkel $\frac{2\pi}{n}$ gegeneinander verschobene

magnetische Wechselfelder induziert werden. Damit ist eine für grössere Leistungen geeignetere Bauart gefunden: Die Mehrphasenwicklung lässt sich ersetzen durch die Primärwicklung einer Anzahl Mehrphasentransformatoren, in welchen durch entsprechende Phasenkombination die um den Winkel $\frac{2\pi}{n}$ gegeneinander verschobenen magnetischen Felder erzeugt werden. Die Ankerwicklung wird ersetzt durch die n Sekundärspulen der Mehrphasentransformatoren. Damit ist der Aufbau des Umformers geändert, ohne dass dies auf seine Wirkungsweise einen Einfluss hat. Die Umformung lässt sich zusammenfassend wie folgt kennzeichnen:

1. Die Wechselspannung des Primärnetzes wird transformiert und gleichzeitig die sekundäre Phasenzahl gegenüber der primären erheblich erhöht. Damit kann gleichstromseitig der gewünschte Spannungswert erhalten und die Welligkeit der Gleichspannung weitgehend vermindert werden.

2. Die eigentliche Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom geschieht durch die rotierende Bewegung der Bürsten relativ zum ruhenden Kommutator, und zwar durch Summation der in den Sekundärwicklungen induzierten Momentanspannungen. Die Rotation der Bürsten muss im Takte der primären Wechselspannung geschehen. Der Bürstenapparat wird daher durch einen am Wechselstromnetz angeschlossenen Synchronmotor angetrieben.

Der Umformer besteht demnach aus einer Kombination eines Transformators und eines rotierenden Umformers und ist von seinen Erfindern kurz als Transverter bezeichnet worden (transverter = transformer + rotary converter).

Da die Wicklungen des Transverters ruhen, ist die Verwendung von Öl als Isolations- und Kühlmittel ohne weiteres zulässig; der Transverter eignet sich daher besonders zur Erzeugung hoher Gleichspannungen. Er besitzt ferner einen hohen Wirkungsgrad, auch bei kleineren Belastungen.

Für grössere Leistungen bietet aber das Kommutationsproblem erhebliche Schwierigkeiten. Bei der Gleichstrommaschine ist dieses Problem mit Hilfe der Wendepole gelöst worden. Auch beim Transverter lässt sich eine analoge Einrichtung finden, doch bedeutet dies stets eine Verteuerung, so dass meistens vorgezogen wird, das magnetische Hauptfeld zur Stromwendung heranzuziehen. Dieses Verfahren entspricht der bei Gleichstrommaschinen ohne Wendepole bekannten Verschiebung der Bürsten aus der neutralen Zone und kann beim Transverter durch Drehung des Stators des Antriebmotors erfolgen. Da die Grösse dieser Drehung von

der Belastung des Transverters abhängig ist, ist eine automatische Bürsteneinstellung vorgeschlagen worden. Diese bedeutet eine weitere Komplikation und kann wegen Pendelerscheinungen nicht recht befriedigen.

Der Anschluss des Transverters an das Wechselstromnetz kann erst dann erfolgen, wenn der Bürstenapparat synchron rotiert und es ist daher eine Synchronmaschine mit Dämpferwicklung vorzusehen. Von der Gleichstromseite kann der Transverter nicht angelassen werden. Die Regulierung der Gleichspannung ist nur durch Anzapfungen an der Primärwicklung möglich oder durch Aenderung der Primärspannung. Der Transverter ist sehr empfindlich gegen Ueberlastungen und daher für Betriebe, in welchen oft Kurzschlüsse vorkommen, ungeeignet. Da die Umformung eigentlich erst durch die rotierende Bewegung der Bürsten erfolgt, muss der Transverter vor Ausfall des Antriebmotors geschützt werden. Kommutator und Bürstenapparat bedürfen ständiger Kontrolle.

Die Verwendung des Transverters als Gleichstrom-Wechselstromumformer ist nur dann möglich, wenn am Wechselstromnetz eine unabhängige Wechselstrommaschine angeschlossen ist, welche die für die Erzeugung der magnetischen Felder und für die Kommutierung nötige Blindleistung liefert. Dafür kommt ein Synchrongenerator oder ein Synchronmotor mit Anwurfmotor in Frage. Das plötzliche Fehlen der Wechselspannung bedeutet für die Gleichstromseite einen Kurzschluss.

Der Transverter kann ferner als Gleichstromtransformator verwendet werden. Dabei werden sowohl die Primär- als auch die Sekundärwicklung an je einen Kommutator mit zugehörigem rotierendem Bürstenapparat angeschlossen. Die Erzeugung der phasenverschobenen magnetischen Flüsse geschieht durch eine besondere Erregerwicklung, welche nur für eine kleine Leistung zu bemessen und an eine Wechselspannung anzuschliessen ist. Die beiden Bürstenapparate müssen synchron mit dieser Wechselspannung rotieren.

Die ersten Transverter grösserer Leistung sind von der English Electric Co. ausgeführt worden und sind für eine Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom bestimmt. Davon dient einer zur Umformung einer Drehstromspannung von 6600 V bei 50 Per./s in eine Gleichspannung von 100 kV und der andere zur Umformung dieser Gleichspannung in Drehstrom 3000 V 50 Per./s. Die Gleichstromleistung beträgt 2000 kW. Ueber Betriebserfahrungen ist aber bis jetzt nichts bekanntgegeben worden.

Im allgemeinen lässt sich sagen, dass die Nachteile des Transverters die Vorteile eher überwiegen. Das Anlassen und der Betrieb sind kompliziert und die Kurzschlussempfindlichkeit ist gross; ferner sind bei einer Störung Kommutator und Bürstenapparat starken Beschädigungen ausgesetzt. Besonders für die Umformung grösserer Leistungen ist der Transverter wenig geeignet.

E. Fässler.

Demonstration von Schalterversuchen bei der A.-G. Brown Boveri & Cie., Baden.

Am 6. Juni d. J. veranstaltete die A.-G. Brown Boveri & Cie. in Baden eine grossangelegte Demonstration von Schalterversuchen, zu der auch das Generalsekretariat des SEV und VSE eingeladen war. Die Versuche hatten den Zweck, zu zeigen, dass die Firma in der Lage ist, ihren Kunden nach Wunsch Oelschalter, Wasserschalter oder Druckluftschalter zu liefern und dass die Schalter aller drei Typen ihrer oft schwierigen Aufgabe voll gewachsen sind. Es sei vorweggenommen, dass die Demonstration glänzend vorbereitet und virtuos durchgeführt war. Die Versuche boten einen wertvollen Ueberblick über die moderne Schal-

tertechnik, die Konstruktionen und die Arbeitsweise der neuen Schaltertypen.

Herr Ingenieur H. Naville, Delegierter des Verwaltungsrates der Firma, begrüsst die Anwesenden im Sitzungssaal des Verwaltungsgebäudes, worauf ein kurzer Gang durch die Werkstätten und, in der neuen Lehrlingsschule, ein instruktives Referat von Herrn Ingenieur H. Kloninger folgten, mit Lichtbildern und originellen Filmen über Wirkungsweise und Eigenschaften der Schalter und über die Konstruktionen der Firma auf dem Gebiete des Schalterbaues. Das Referat orientierte über wohl alle bekanntgewordenen Möglichkeiten des Abschaltens von elektrischer Leistung und besonders über die von der Firma als aussichtsreich betrachteten und daher zu hochwertigen Apparaten entwickelten Schalter. Das Prinzip der Wasser- und Druckluftschalter ist im Bull. SEV 1932, Nr. 22 und 23, eingehend besprochen. Der Referent erklärte auch einen auf dem Druckkammerprinzip beruhenden, ölarmen Schalter, der, wie die Versuche zeigten, vielleicht berufen ist, der Hochspannungsschalter der Zukunft zu werden. Es ist der «Konvektorschalter», von dem auf dem Versuchstand eine einpolige Versuchsausführung für 165 kV wiederkehrende Spannung und 500 000 kVA dreiphasige Abschaltleistung zu sehen war (Fig. 1, am linken Rand). Auf das Referat folgten unter Leitung von Herrn Ing. Thommen die Versuche in der im Jahre 1930 gebauten Hochleistungsanlage («Kurzschlusshaus»), die von Herrn Ing. H. Thommen im Bull. SEV 1931, Nr. 25, ausführlich beschrieben wurde. In

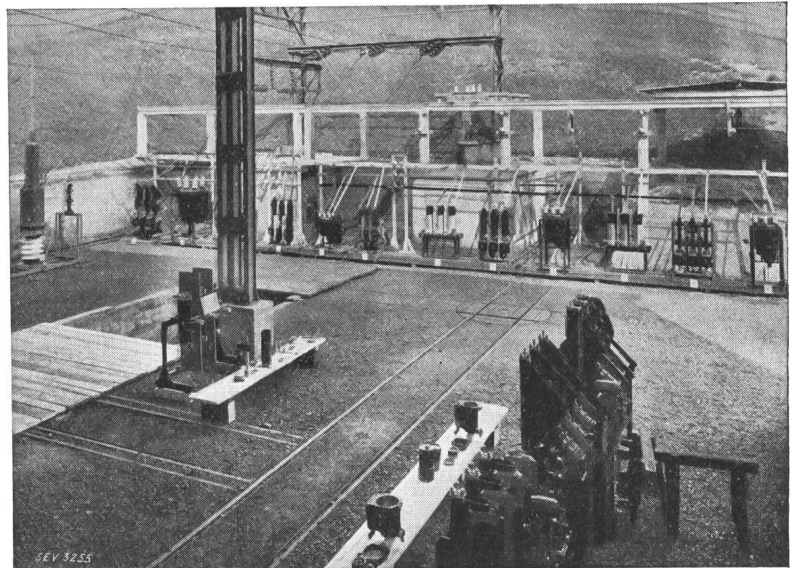


Fig. 1.

Der Schalterversuchsstand hinter dem Kurzschlusshaus.

Oben, von rechts nach links: ein Oelschalter, ein Wasserschalter und ein Druckluftschalter usw.
Links aussen: Versuchsausführung eines Konvektorschalters.
Unten: Wasserschalter zum Teil demontiert, mit eingebautem Kraftspeicherantrieb.
Bei der Säule: Druckluftschalter, zum Teil demontiert.

ihren werden die Entwicklungsversuche der Neukonstruktionen durchgeführt. Sie ist ein heute unentbehrlich gewordener Prüfstand der modernen Elektrotechnik, auf dem die Prüflinge sehr scharf beansprucht werden.

Um den Teilnehmern einen Begriff über die im ungezügeltsten Hochleistungslichtbogen umgesetzte Energie zu geben, wurden einleitend zwei Lichtbogen gezeigt, der eine zwischen zwei parallelen Drähten bei 12 000 V und 3000 A, der andere zwischen zwei Hörnern bei 20 000 V und 5000 A. Solche Lichtbogen, die auch erfahrene Betriebsleiter, wenn überhaupt, so doch höchst selten zu sehen bekommen, haben eine imposante Wirkung auf den Zuschauer: intensive Licht- und Wärmestrahlung, verbunden mit hellem, ohrenbetäubendem Lärm; sie illustrieren sinnfällig die Leistung der Schaltertechnik, der es gelingt, in diesen in Form und Farbe eleganten, verhältnismässig sehr kleinen neuen Schaltern Licht-

bogen mit aller Sicherheit zu beherrschen, die das Vielfache der Leistung dieser doch gewaltig wirkenden Demonstrationslichtbogen aufweisen.

Auf diese geschickte Einleitung folgten die Schalterversuche, zunächst einige Leerschaltungen und dann Einschaltungen auf Kurzschlüsse an 11 kV-Oel-, Wasser- und Druckluftschaltern für 640 A Nennstrom; der Kurzschlussstrom, der bei 10 000 V eingeschaltet wurde, betrug ca. 42 000 A. An keinem der Schalter waren äussere Erscheinungen wahrnehmbar. Man hatte Gelegenheit, unmittelbar nach den Versuchen die Kontakte zu untersuchen; der über 50fache Nennstrom hatte praktisch keine Brandspuren hinterlassen.

Hierauf wurden Abschaltversuche durchgeführt, zunächst wieder an 11 kV-Schaltern. Der Oelschalter entwickelte bei der Abschaltung von 11 500 A_{eff} und einer wiederkehrenden Spannung von 8000 V (garantierte Abschaltleistung 150 000 kVA nach CEI) etwas Rauch und leichten Oelauswurf durch das Auspuffrohr. Der Kessel zeigte sich, wie übrigens bei

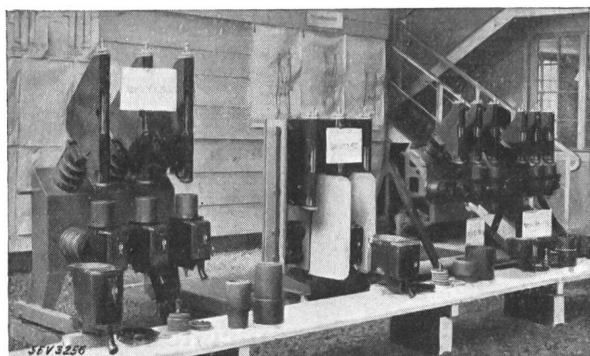


Fig. 2.

Links zwei Wasserschalter, rechts zwei Druckluftschalter auf dem Versuchsstand, zum Teil demontiert.

allen Abschaltungen mit Oelschaltern, auch bei den Durchführungen vollkommen dicht. Der Wasserschalter entwickelte bei Abschaltung von 14 400 A_{eff} und 10 000 V wiederkehrender Spannung (garantierte Abschaltleistung 250 000 kVA) an einem Pol leichten Wasserdampf; ein kaum wahrnehmbarer Knall begleitete die Abschaltung. Dieselbe Leistung unterbrach auch der Druckluftschalter (6 kg/cm² Betriebsdruck), jedoch mit dem bei diesem Schalter üblichen Knall. Es ist aber zu betonen, dass so hohe Kurzschlussabschaltungen und damit ein starker Knall im Betriebe nur selten auftreten und dass daher der Knall in Kauf genommen werden kann. Die Abschaltversuche wurden nach dem von der Firma offerierten Mittagessen auch an dreipoligen 24 kV-Schaltern von 600 A Nennstrom gezeigt, und zwar mit einem Kurzschlussstrom von 9500 A_{eff} bei 24 600 V wiederkehrender Spannung (405 000 kVA). Die äusseren Erscheinungen, namentlich die Erschütterungen, waren etwas ausgeprägter, aber ähnlich wie bei der vorhergehenden Serie. Nach den Abschaltversuchen wurden die Schalter zur Besichtigung der Kontakte wieder auseinander genommen; die Kontakte wiesen einige Brandspuren auf, die jedoch den Betrieb nicht irgendwie beeinträchtigen könnten. Diese modernen Schalter, besonders der Druckluftschalter, können ebenso leicht auseinander genommen werden wie ein Gewehrverschluss.

Von allen Abschaltungen wurden Oszillogramme aufgenommen, die, nach besonderem Verfahren entwickelt und behandelt, unmittelbar nach den Versuchen in noch nassem Zustande projiziert und besichtigt werden konnten. Sie zeigten, dass die Oelschalter die Kurzschlüsse im allgemeinen nach 3 bis 4 Halbperioden abschalteten, die Wasserschalter im Mittel etwa beim zweiten oder dritten Nulldurchgang und die Druckluftschalter durchwegs beim ersten Nulldurchgang. Man erhielt den Eindruck, dass auch Herren der Firma dazu neigen, den Druckluftschalter als den Schalter der Zukunft für mittlere Spannungen zu betrachten, obgleich er, wie auch der Wasserschalter, noch nicht so sicher vorausberechnet werden kann, wie dies beim Oelschalter seit einigen Jahren möglich ist.

Dieselben Abschaltungen wurden auch mit 6,4 kV-Oel-

und Wasserschaltern demonstriert, worauf Versuche bei kleineren Strömen als den vorhergehenden extremen Kurzschlussströmen folgten. Wie man weiss, machte man namentlich bei der Entwicklung der Wasserschalter zunächst die interessante Erfahrung, dass Schalter wohl imstande sein können, sehr grosse Ströme abzuschalten, dass sie aber bei kleineren Strömen versagen. Die Demonstration erwies, dass die heutigen Ausführungen sowohl die sehr grossen als auch die mittleren und kleinen Ströme gleich vortrefflich unterbrechen, auch im sogenannten kritischen Stromgebiet.

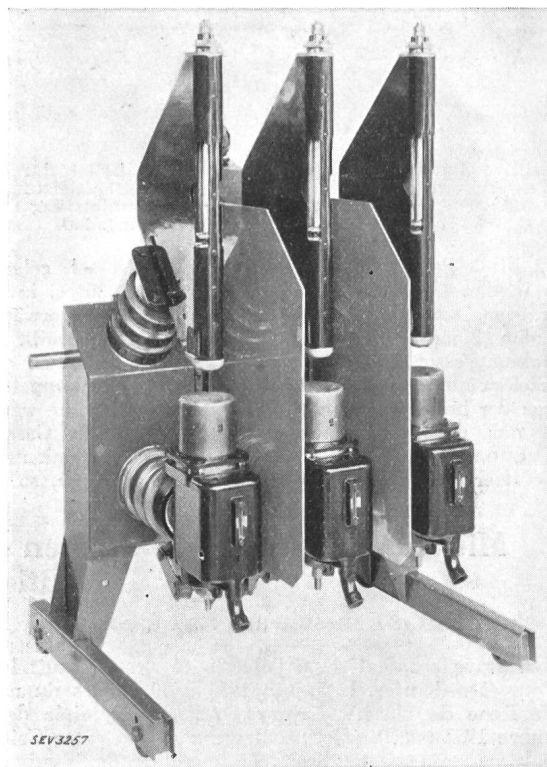


Fig. 3.

Wasserschalter Type U 24 i 250.

Zum Schluss wurde auch noch die aufgestellte Versuchsausführung des erwähnten «Konvektorschalters» vorgeführt. Der einpolige Schalter bewältigte unter leichter Rauchbildung den erwähnten Strom (2500 A) mit einer Lichtbogendauer von 0,02 bis 0,03 Sekunden, was bei der Spannung von 100 kV eine überraschende Leistung darstellt.

Grosses Interesse fanden auch die von der Firma neu entwickelten sogenannten Kraftspeicherantriebe, die sehr kleine Steuerleistungen benötigen. Sie besitzen kräftige Federn, die durch einen kleinen Motor oder auch von Hand langsam gespannt werden und sich zur Betätigung des Schalters plötzlich mit grosser Kraft entspannen. Dieser Antrieb eignet sich besonders für Wasser- und auch für Oelschalter, wogegen die Druckluftschalter mit der ohnehin vorhandenen Druckluft betätigt werden.

Nach diesen Versuchen gab sich Gelegenheit, noch einige interessante Neuschöpfungen der Firma zu besichtigen, nämlich u. a. den «Velox-Dampferzeuger» und eine Quecksilberdampfventilanlage für Gleichstrombahnen mit Rekupe-ration, die beide in den nächsten Tagen zur Ablieferung gelangten.

Der Velox-Dampferzeuger wurde bereits beschrieben¹⁾. Der technische Erfolg dieses Apparates mutet fast unwahrscheinlich an. Als Brennstoff wird bei der vorliegenden Ausführung Oel verwendet. Die Firma macht aber auch Versuche mit Kohlenstaubfeuerung. Der Kessel nützt im wesentlichen den Umstand aus, dass bei hohen Geschwindigkeiten und Dichten der Heizgase der Wärmeübergang 10- bis 20mal grösser ist als bei Verhältnissen, die bei einem gewöhnlichen Dampfkessel vorhanden sind. Die Verbrennungsluft wird

¹⁾ BBC-Mittg. 1933, S 38.

durch einen Turbokompressor und der Brennstoff durch Pumpe zugeführt. Die Verbrennungsgase durchströmen mit einer Geschwindigkeit von etwa 200 m/s und einem Druck

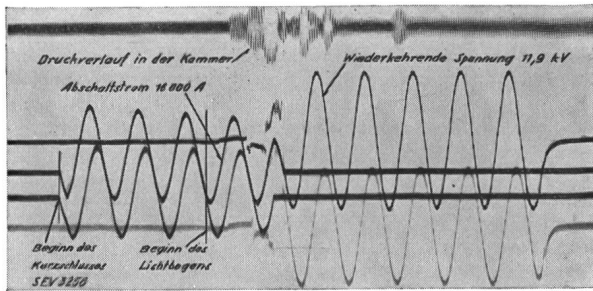


Fig. 4.

Oszillogramm eines Kurzschlusses, abgeschaltet durch Wasserschalter Type U 11 i 250 (Nennabschaltleistung 250 000 kVA). Abgeschaltete Dreiphasenleistung 330 000 kVA. Lichtbogendauer 1,5 Perioden.

von 2 bis 3 kg/cm² abs. den eigentlichen Kessel, gelangen dann in den Ueberhitzer und mit nur etwa 500° C in eine Gasturbine, worauf sie durch den Speisewasservorwärmer und den Kamin entweichen. Die Gasturbine treibt den Turbokompressor und die Pumpen an; zum Anlassen dient ein Elektromotor, der mit dem Turboaggregat gekuppelt ist. Infolge der hohen Gasgeschwindigkeiten und Drucke werden nicht nur die Heizflächen, sondern auch alle Gasquer-schnitte und damit die Abmessungen von Brennkammer, Ueberhitzer und Vorwärmer ausserordentlich klein, so dass

der Kessel nur einen Bruchteil des Raumes eines Dampfkessels üblicher Bauart einnimmt. Der Velox-Dampferzeuger kann in einer Zeit von nur 7 Minuten vom kalten Zustand aus auf Vollast gebracht werden. Der zur Ablieferung gelangende Kessel ist für eine Dampfmenge von 32 t/h gebaut und hat einen Wirkungsgrad von etwa 94 %, der bis herab zu etwa 1/5 Vollast nahezu auf gleicher Höhe bleibt. Solche Anlagen können bis zu grössten Leistungen in der Fabrik fertig gebaut und ausprobiert werden. Auf der Montagestelle können die Teile in wenigen Tagen aufgestellt und in Betrieb genommen werden.

Grosses Interesse fand auch die höchst sinnreiche Quecksilberdampfventilanlage (Stromrichter) für 1100 kW, die nächstens in der Unterstation Biella der mit 2500 V Gleichspannung betriebenen Bahn Biella-Orapa in Italien zur Aufstellung kommt. Die Bahn weist starkes Gefälle auf und ist für Rekuperation eingerichtet. Die Station ist vollautomatisch. Sobald ein Zug bergab fährt, steigt die Fahrdrachtspannung etwas, worauf automatisch die Umpolung erfolgt und die in den als Dynamo laufenden Bahnmotoren erzeugte Gleichstromenergie im Ventil in Drehstrom umgeformt und in das Drehstromnetz abgegeben wird.

Was man an diesem Tage in Baden zu sehen bekam, erfüllte jeden Ingenieur mit Freude und hoher Befriedigung über die technischen Erfolge intensiver, zielbewusster, aber auch kostspieliger Forschungs- und Entwicklungsarbeit, die neue physikalische Erkenntnisse mit konstruktivem Sinn erfasst und nutzbar der Technik zur Verfügung stellt. Wir hoffen, dass es der ausgedehnten Verkaufsorganisation der Firma gelingen möge, den grossen technischen Erfolgen der letzten Jahre den entsprechenden wirtschaftlichen Erfolg zur Seite zu stellen. *Br.*

Mitteilungen der Technischen Prüfanstalten. — Communications des Institutions de Contrôle.

Accident dû au courant fort à Gribbio.

614.8(494)

Un grave accident dû à l'électricité s'est produit lundi de Pentecôte dernier, le 5 juin 1933 à 10 heures du matin sur la ligne de 150 kV Lavorgo—Amsteg exploitée depuis décembre 1932 par la «Gothardleitung A.-G.», entre Gribbio et Dalpe (sur le flanc droit de la vallée du Tessin, au-dessus de Faido). Le courant électrique a causé la mort de sept ouvriers, tandis que cinq autres furent grièvement blessés. Heureusement que des accidents aussi graves dus au courant électrique sont rares. On a pourtant déjà enregistré quelques accidents catastrophiques dans les installations électriques. C'est ainsi qu'en 1911, à Cossonay, en dressant un mât de cirque, cinq personnes ont été tuées et trois légèrement blessées, le câble utilisé pour le dressement du mât étant entré en contact avec une ligne à 13,5 kV. En 1925, au Gonzen, quatre personnes ont été tuées et une blessée par un contact fortuit entre une échelle ferrée et une ligne à 5 kV. Parmi les accidents dus en Suisse au courant électrique, celui de Gribbio a causé le plus grand nombre de victimes. C'est pourquoi nous tenons à exposer ici le résultat des enquêtes poursuivies jusqu'à présent.

Dans la contrée de Gribbio se trouvait un câble de transport qui descendait du Sasso Cristallina en longeant la ligne à haute tension du Gothard au sud de celle-ci et à une distance de 150 à 200 m. Ce câble, qui avait servi au transport de matériel lors de la construction de la ligne électrique, était inutilisé depuis. De l'autre côté de la ligne du Gothard, à peu près à la même hauteur que l'extrémité supérieure du câble, se trouvait du bois abattu lors de l'établissement de la ligne. C'est ce bois que l'entrepreneur Darani voulut descendre dans la vallée au moyen du câble. A cet effet il fit attacher l'extrémité supérieure du câble à des troncs d'arbres, près du bois abattu gisant au nord de la ligne, et enrouler l'extrémité inférieure sur un tambour en bois situé au sud de la ligne, de telle sorte que le câble croisait la ligne du Gothard entre les pylônes 14 et 15. Le samedi avant Pentecôte, une petite équipe d'ouvriers au service de l'entrepreneur Darani tenta de tendre le câble en l'enroulant sur le tambour, afin de pouvoir l'utiliser, mais n'y parvint pas. Le lundi de Pentecôte, l'opération de tendage fut reprise avec une plus forte équipe composée de

12 hommes. C'est au cours de celle-ci que le câble toucha la ligne à haute tension. Il n'est cependant pas possible de dire exactement comment cela arriva. D'après la configuration du terrain, le câble a dû s'élever au-dessus du sol au fur et à mesure qu'on le tendait et finir par toucher les fils de la ligne sous laquelle il passait, ou s'en approcher au point qu'un arc ait pu jaillir. Il se peut aussi que le câble soit resté accroché à un obstacle (arbre, pierre), et, la tension mécanique augmentant toujours, s'en soit détaché brusquement pour aller toucher la ligne électrique par suite de l'oscillation engendrée de la sorte. Par le contact avec la ligne, le câble fut mis sous tension, un courant électrique s'écoula vers la terre en passant par le corps des ouvriers manœuvrant le tambour ou occupés à tendre le câble, provoquant la mort de sept d'entre eux et blessant grièvement les cinq autres.

Au moment de l'accident, la ligne du Gothard était sous tension, mais non en charge. Les alternateurs de la centrale de Lavorgo avaient été mis temporairement hors de service, de sorte que la ligne n'était alimentée que par la centrale d'Amsteg qui travaille en parallèle avec Lavorgo. Les instruments de mise à la terre de l'usine de Lavorgo ont indiqué une mise à la terre au moment de l'accident. Sur la bande du fréquencemètre enregistreur, on a constaté à 10 heures précises un écart de fréquence assez important qui a duré quelques secondes.

Le conducteur câblé en bronze touché de la ligne à haute tension présente sur une longueur de 9 m environ quatre défauts et de nombreuses brûlures. Le câble présente également sur une longueur de 13 m environ des traces visibles de brûlures. Les torons d'acier de 1,2 mm de diamètre sont rompus en de nombreux endroits. Sur le lieu de l'accident, on a constaté des brûlures très distinctes, des traces de sang ainsi que des restes de vêtements et de cordes de chanvre grillées. Au point d'attache supérieur du câble on a retrouvé de fortes traces de brûlures; il s'y est même déclaré un incendie de forêt de peu d'importance.

En son temps, le canton du Tessin a édicté une loi sur l'utilisation des câbles pour le transport du bois qui est encore en vigueur aujourd'hui. Selon cette loi, l'entrepreneur est tenu d'aviser l'autorité forestière compétente avant la pose ou le déplacement du câble. Dans le cas qui nous

occupe, l'entrepreneur a omis de faire cet avis. L'autorité n'ayant pas eu connaissance du projet d'établissement du

également d'avertir l'entreprise électrique au sujet de la pose de son câble. De la sorte, l'entreprise n'a également pas pu prendre les dispositions nécessaires pour éviter l'accident. Quelques jours avant l'accident, un contrôle de ligne effectué par le personnel de l'entreprise électrique n'a pas révélé la présence d'un câble sous la ligne. Celui-ci n'a été déplacé de son point supérieur original de façon à venir croiser la ligne qu'après le contrôle.

L'accident est dû au concours des circonstances indiquées, en particulier à ce que l'entrepreneur a négligé d'avertir l'entreprise électrique du déplacement projeté du câble. Ce cas confirme une fois de plus la nécessité d'accorder la plus grande attention à la pose de câbles aériens dans le voisinage de lignes électriques. Les entreprises électriques et les autorités devraient exiger des propriétaires de tels câbles qu'ils les avisent à temps, c'est-à-dire avant de commencer les travaux de pose. Dans le présent cas, il aurait été aisé de supprimer la tension dans la ligne pendant les travaux de pose du câble, et de prendre éventuellement encore d'autres mesures de protection. L'accident ne se serait pas produit, si l'entreprise avait pu prendre à temps les dispositions nécessaires.

L'état de santé des survivants n'a pas encore permis de les interroger sur les conditions qui régnaient avant l'accident, afin d'en préciser les détails. L'inspectorat des installations à courant fort, qui délégua le lendemain de l'accident un de ses inspecteurs pour établir sur place les relations techniques de cause à effet, a été depuis chargé par le procureur général du canton du Tessin de rédiger un rapport détaillé sur l'accident.

*Inspectorat des installations
à fort courant.*

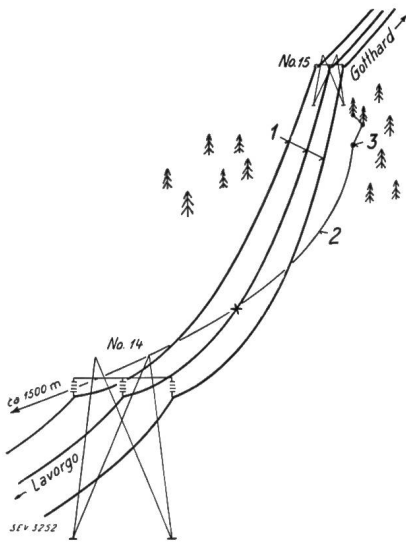


Fig. 1.

Accident de Gribbio. Croisement entre les pylônes No. 14 et 15.

- 1 Ligne à 150 kV, 3 conducteurs câblés en bronze, 230 mm².
- 2 Câble pour le transport 11 mm Ø, environ 1500 m de longueur.
- 3 Point d'attache supérieure du câble de transport.
- × Point où le câble de transport a touché la ligne à haute tension.

câble, elle n'a pu ni rendre l'entrepreneur Darani attentif au danger, ni lui donner les indications nécessaires pour la pose, ni avertir l'entreprise électrique. Darani négligea

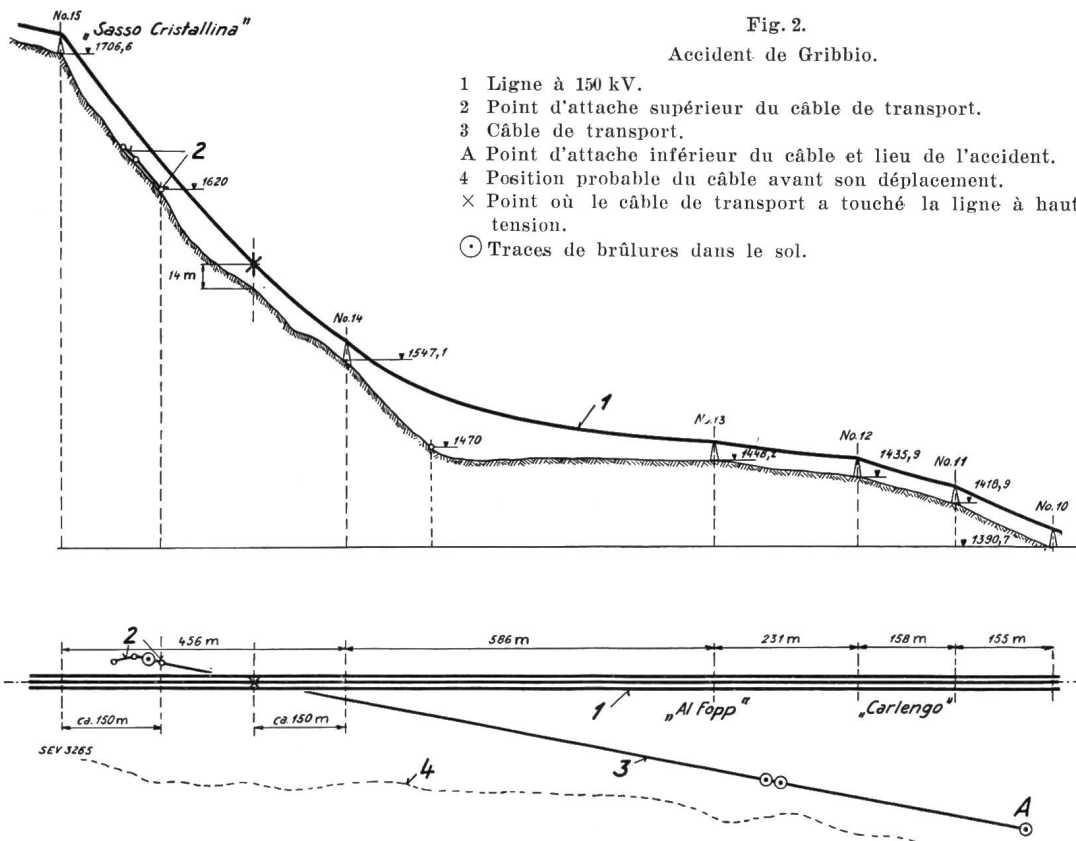


Fig. 2.

Accident de Gribbio.

- 1 Ligne à 150 kV.
- 2 Point d'attache supérieur du câble de transport.
- 3 Câble de transport.
- A Point d'attache inférieur du câble et lieu de l'accident.
- 4 Position probable du câble avant son déplacement.
- × Point où le câble de transport a touché la ligne à haute tension.
- ⊙ Traces de brûlures dans le sol.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Statistique de l'énergie électrique des entreprises électriques publiques.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union de Centrales Suisses d'électricité.

Cette statistique comprend la production de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production de plus de 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme la statistique de toutes les entreprises livrant à des tiers, car la production des entreprises dont il n'est pas tenu compte n'est que de 0,5 % environ de la production totale.

La production des CFF pour les besoins de la traction et la production des entreprises industrielles pour leurs propres besoins, ne sont pas comprises dans les chiffres ci-dessous. Une statistique de la production et consommation de ces entreprises paraîtra une fois par an dans ce périodique.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation d'énergie				
	Production hydraulique		Production thermique		Energie provenant d'installations des CFF et installations industrielles		Importation d'énergie		Total Production et achats		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage		
	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33		1931/32	1932/33	1931/32	1932/33	
	in 10 ⁶ kWh											%	in 10 ⁶ kWh			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Octobre . . .	305,6	302,8	0,7	0,3	8,1	9,2	—	—	314,4	312,3	-0,7	395	478	—	2 + 16	
Novembre . .	291,0	316,2	0,7	0,4	6,5	2,2	0,9	0,6	299,1	319,4	+6,8	359	455	—	36 - 23	
Décembre . .	308,1	318,3	1,0	1,1	7,9	3,9	0,9	0,6	317,9	323,9	+1,9	298	388	—	61 - 67	
Janvier . . .	296,4	307,2	0,9	3,8	5,3	6,4	1,0	0,6	303,6	318,0	+4,7	246	279	—	52 - 109	
Février ⁶⁾ . .	289,5	283,5	2,9	0,8	9,0	3,9	1,0	0,7	302,4	288,9	-4,5	139	229	—	107 - 50	
Mars	272,9	303,7	3,7	0,2	8,8	3,2	2,8	1,7	288,2	308,8	+7,1	75	185	—	64 - 44	
Avril	289,6	300,1	0,4	0,1	2,0	1,0	3,6	0,1	295,6	301,3	+1,9	66	179	—	9 - 6	
Mai	296,8		0,2		6,2		—		303,2			162		—	+ 96	
Juin	291,6		0,2		6,0		—		297,8			267		—	+105	
Juillet	296,4		0,2		5,5		—		302,1			395		—	+128	
Août	310,6		0,3		5,5		—		316,4			448		—	+ 53	
Septembre . .	318,6		0,2		5,0		—		323,8			462		—	+ 14	
Année	3567,1		11,4		75,8		10,2		3664,5			—		—		
Oct. à Avril	2053,1	2131,8	10,3	6,7	47,6	29,8	10,2	4,3	2121,2	2172,6	+2,4					

Mois	Consommation d'énergie														
	Ménages, agriculture et artisans		Industrie ¹⁾		Entreprises chimiques, métallurgiques et thermiques ²⁾		Chemins de fer ³⁾		Pertes, consommation propre et installations de pompage		Consommation en Suisse, y-compris les pertes, la consommation propre et celle des installations de pompage ⁵⁾		Différence par rapport à l'année précédente ⁴⁾	Exportation d'énergie	
	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33	1931/32	1932/33		1931/32	1932/33
	en 10 ⁶ kWh											%	en 10 ⁶ kWh		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Octobre . . .	96,2	98,6	52,9	47,0	21,2	23,1	17,2	19,0	48,3	50,3	235,8	238,0	+ 0,9	78,6	74,3
Novembre . .	98,2	104,0	51,7	48,2	20,2	25,6	16,9	18,5	47,6	46,5	234,6	242,8	+ 3,5	64,5	76,6
Décembre . .	112,5	115,0	52,1	50,1	15,5	19,1	19,4	19,8	50,5	47,6	250,0	251,6	+ 0,6	67,9	72,3
Janvier . . .	107,9	117,6	47,5	49,5	15,2	16,2	20,9	23,1	48,0	49,9	239,5	256,3	+ 7,0	64,1	61,7
Février ⁶⁾ . .	104,7	100,0	48,0	43,4	13,9	21,9	20,5	20,4	46,8	42,8	233,9	228,5	- 2,3	68,5	60,4
Mars	100,3	101,7	46,0	46,2	14,0	26,4	18,1	21,0	46,5	44,1	224,9	239,4	+ 6,5	63,3	69,4
Avril	89,6	88,2	45,9	44,6	22,2	29,5	20,7	15,9	45,2	42,6	223,6	220,8	- 1,3	72,0	80,5
Mai	84,1		43,0		27,0		15,6		55,4		225,1			78,1	
Juin	81,9		42,5		24,8		15,3		48,8		213,3			84,5	
Juillet	79,8		43,1		28,9		16,2		48,8		216,8			85,3	
Août	83,3		44,4		28,4		16,3		46,4		218,8			97,6	
Septembre . .	87,2		47,0		25,9		15,3		46,5		221,9			101,9	
Année	1125,7		564,1		257,2 (86,1)		212,4		478,8 (64,8)		2738,2 (2673,4)			926,3	
Oct. à Avril	709,4	725,1	344,1	329,0	122,2 (30,8)	161,8 (78,2)	133,7	137,7	332,9 (17,6)	323,8 (18,2)	1642,3 (1624,7)	1677,4 (1659,2)	+ 2,1 (+ 2,1)	478,9	495,2

¹⁾ Sans les livraisons effectuées aux entreprises chimiques, métallurgiques et thermiques.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses indiquent la part d'énergie fournie sans garantie de continuité dans la livraison.

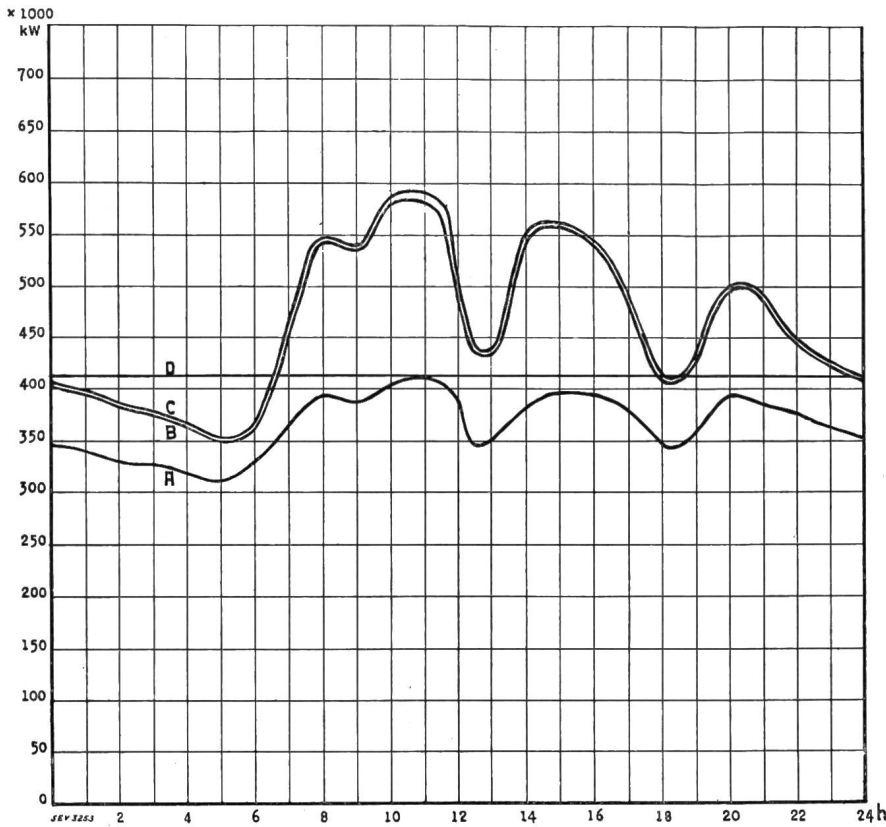
³⁾ Sans l'énergie produite par les CFF pour la traction électrique.

⁴⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent la consommation pour le pompage dans les bassins d'accumulation.

⁵⁾ Les chiffres entre parenthèses indiquent la consommation totale en Suisse, moins celle des installations de pompage.

⁶⁾ Février 1932 a eu 29 jours!

Diagramme journalier des puissances utilisées, mercredi le 12 avril 1933.



Légende :

1. Puissance disponibles: 10⁸ kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D) . . .	412
Usines à accumulation saisonnière . . .	431
Usines thermiques	72
Total	915

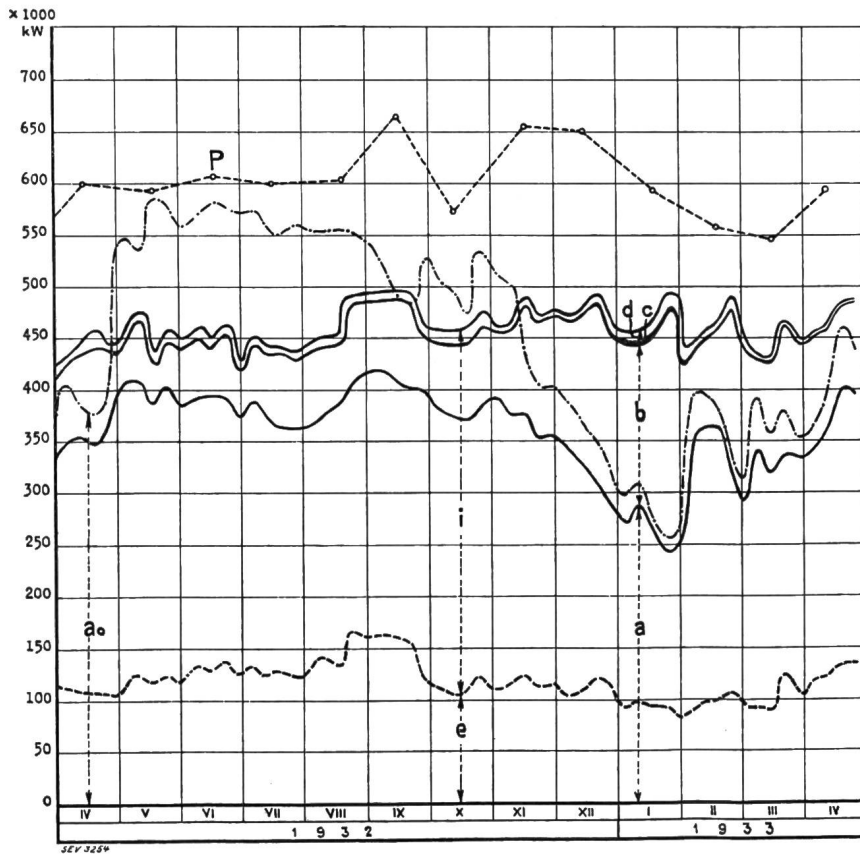
2. Puissances constatées:

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)
 A—B Usines à accumulation saisonnière
 B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et de pays voisins

3. Production d'énergie: 10⁶ kWh

Usines au fil de l'eau	8,7
Usines à accumulation saisonnière . . .	2,4
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 12 avril 1933 . .	11,1
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et de pays voisins	0,1
Total, mercredi le 12 avril 1933	11,2
Production, samedi le 15 avril 1933 . .	8,7
Production, dimanche le 16 avril 1933 . .	6,3

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, avril 1932 à avril 1933.



Légende :

1. Production possible d'après les apports d'eau:

(selon indications des entreprises)
 a₀ Usines au fil de l'eau

2. Production effective:

a Usines au fil de l'eau
 b Usines à accumulation saisonnière
 c Usines thermiques
 d Livraisons des usines des CFF, de l'industrie et de pays voisins

3. Consommation:

i dans le pays
 e exportation

4. O—P Puissance max. constatée le mercredi le plus rapproché du milieu du mois.

NB. Les quantités indiquées sous chiffres 1 à 3 représentent la puissance moyenne constatée chaque mercredi

$$\left(\frac{\text{Production du mercredi en kWh}}{24 \text{ h}} \right)$$

Unverbindliche mittlere Marktpreise
je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Juni Juin	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) . Cuiivre (Wire bars) .	Lst./1016 kg	43/—	37/5	31/10
Banka-Zinn Etain (Banka)	Lst./1016 kg	210/—	182/12/6	115/17/6
Zink — Zinc	Lst./1016 kg	16/17/6	15/2/6	11/15
Blei — Plomb	Lst./1016 kg	10/13/9	11/16/3	9/13/9
Formeisen Fers profilés	Sehw. Fr./t	75.—	69.—	58.—
Stabeisen Fers barres	Sehw. Fr./t	80.—	80.—	72.50
Ruhrnußkohlen } Charbon de la Ruhr } 30/50	Sehw. Fr./t	36.20	36.20	38.—
Saarnußkohlen } Charbon de la Saar } 35/50	Sehw. Fr./t	30.—	31.50	38.—
Belg. Anthrazit Anthracite belge	Sehw. Fr./t	61.30	61.30	64.—
Unionbrikets Briquettes (Union)	Sehw. Fr./t	39.—	39.—	40.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	Sehw. Fr./t	75.50	75.50	54.—
Benzin } (0,720) Benzine }	Sehw. Fr./t	137.—	137.—	130.—
Rohgummi Caoutchouc brut	sh/lb	0/2 ¹ / ₂	0/2 ¹³ / ₁₆	0/1 ³ / ₄
Indexziffer des Eidg. Arbeits- amtes (pro 1914 = 100). Nombre index de l'office fédéral (pour 1914 = 100)		134	134	140

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).
Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Miscellanea.

Trambahn Luzern. Wie wir erfahren, wählte der Stadtrat von Luzern Herrn *Balthasar Schwegler*, dipl. Bauingenieur, zum Direktor der Trambahn Luzern, als Nachfolger des auf 1. August d. J. in den Ruhestand tretenden Herrn *A. Wermelinger*. Herr Schwegler war bisher Betriebsingenieur des genannten Unternehmens.

Kurs für autogenes Schweißen in Basel. Der Schweizerische Acetylen-Verein veranstaltet vom 3. bis 8. Juli 1933 in Basel einen Kurs für autogenes Schweißen. Anmeldungen und Anfragen sind an das Sekretariat des Schweizerischen Acetylen-Vereins, Ochsengasse 12, Basel, zu richten.

Literatur. — Bibliographie.

621.316.5.064

Nr. 758

Results of recent Researches on A. C. Arc Rupturing Phenomena. Englische Uebersetzung des Berichtes über den 8. Akademischen Diskussionsvortrag in der ETH über

Schalterfragen, erschienen im Bull. SEV 1932, Nr. 22 und 23. Zu beziehen bei *The British Electric and Allied Industry Research Association*, 36 and 38 Kingsway, London WC2. 1933. Preise: Referat Kopeliowitsch: 7 s, Referat Biermanns: 2 s 3 d, Referat Mayr: 2 s, Referat Kesselring: 3 s, Referat Roth: 3 s, Diskussion: 2 s.

Interessenten seien darauf aufmerksam gemacht, dass die fünf am 8. Akademischen Diskussionsvortrag am 13. Februar 1932 in der Eidg. Technischen Hochschule über «Die Resultate neuerer Forschungen über den Abschaltvorgang im Wechselstromlichtbogen und über Anwendung im Schalterbau (Oelschalter, Druckluftschalter, Expansionschalter)» gehaltenen Referate und die anschließende Diskussion aus dem Bulletin des SEV 1932, Nr. 22 und 23, durch *G. A. Knapton* im Auftrag der *British Electrical and Allied Industries Research Association*, London, ins Englische übersetzt wurden und zu den eingangs angegebenen Bedingungen bezogen werden können.

Elektrotechnischer Verein in Wien. Festnummer der «E. u. M.». Zu unserer Mitteilung im Bull. Nr. 7 d. J. über das 50jährige Jubiläum des Elektrotechnischen Vereins in Wien am 5. April d. J. haben wir zunächst nachzutragen, dass Herr Direktor *W. Trüb*, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, es in freundlicher Weise übernommen hatte, die Grüsse und Glückwünsche des SEV und VSE persönlich zu überbringen.

Die Zeitschrift «Elektrotechnik und Maschinenbau» (E. u. M.), das Organ des Elektrotechnischen Vereins in Wien, deren Redaktion seit einer Reihe von Jahren in den Händen von Ingenieur *A. Grünhut* liegt, ist bei Anlass des Jubiläums als 80 Seiten starke Festnummer erschienen. Einleitend spricht Ingenieur *W. Rücker*, Präsident des E.V. in Wien, über «50 Jahre Elektrotechnik in Oesterreich», und Ingenieur *A. Marx*, Sekretär des E.V. in Wien berichtet über «50 Jahre Elektrotechnischer Verein in Wien». Beide Artikel zeigen in interessanter Weise die Entwicklung der Elektrotechnik in Oesterreich seit 1883, sehr bestimmt beeinflusst und gefördert durch den im selben Jahre gegründeten «Elektrotechnischen Verein in Wien». An diese Artikel schliessen sich folgende *wissenschaftliche Abhandlungen* an: *A. Rosenberg*: Die Faktoren des Fortschrittes im Dynamobau; *A. Heyland*: Selbsttätige Feldregelung in den Bürstenzonen von Mehrphasen-Kollektormaschinen; *J. Biermanns*: Grenzleistungen im Transformatorenbau; *J. Slepian*: Die Löschung eines Wechselstrom-Lichtbogens im Gastrom; *A. Roth*: Die Weiterentwicklung des Niederdruck-Luftschalters; *C. Ramsauer*: Ueber die Temperatur des elektrischen Lichtbogens; *R. Rüdberg*: Schnellabschaltung von Netzkurzschlüssen für stabilen Betrieb von Generatoren und Motoren; *E. Gross*: Ueber Schnell-Selektivschutz in Hochspannungsnetzen; *K. Küpfmüller*: Ueber die Konvergenz der Brückenmessverfahren; *B. Hague*: Ueber die Anwendung von Nickerleisenlegierungen bei neuzzeitlichen Stromwandlern; *G. Markt*: Massnahmen zur Steigerung der Uebertragungsfähigkeit vorhandener Stromverteilungsnetze (mit folgenden drei Beiträgen: *K. Krauss*: Die Vergrößerung der Uebertragungsfähigkeit einer Fernleitung durch Regeltransformatoren; *B. Mengele*: Spannungsschaltung in ausgedehnten Ringnetzen; *G. Oberdorfer*: Drehstromübertragung auf zwei Einphasenkabeln); *C. Feldmann*: Ueber die Leitung im engen und im weiteren Sinne; *M. Hochstätter* und *W. Vogel*: Das Isolationsproblem der Hochspannungskabel; *M. Pirani*: Betrachtungen zur neuzzeitlichen Erzeugung von Licht; *L. Lombardi*: Das erweiterte Programm der Elektrifizierung der Eisenbahnen in Italien; *A. Meissner*: 10 Jahre Rundfunktechnik; *F. Trendelenburg*: Objektive Lautstärkemessungen; *F. Emde*: Induzierte und nicht induzierte elektrische Felder; *E. Weber*: Stromverdrängung bei Gleichstrom.

Wir beglückwünschen die Redaktion der «E. u. M.», dass es ihr gelang, die Festnummer so reichhaltig mit wissenschaftlichen Beiträgen auszustatten, wodurch diese Nummer auch bei den Lesern unseres Bulletins besonderem Interesse begegnet.
F. L.