

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 32 (1941)  
**Heft:** 15

**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>**

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Künstliches Tageslicht mit Mischlicht-Lampen und Niederspannungs-Leuchtstoff-Röhren.

621.327.4 : 535.37

Es sind keine Möglichkeiten bekannt, um die Glühlampen weiter zu verbessern. Dagegen wurden in den letzten Jahren die Metaldampf-Lampen, nämlich Quecksilber- und Natriumdampf-Lampen, auf einen hohen Grad der Vollkommenheit gebracht. Die Beleuchtungstechnik führte sie auf den verschiedensten Anwendungsgebieten in stark steigendem Umfange in die Praxis ein. Der hohe Wirkungsgrad ist ein besonderes Merkmal dieser Metaldampf-Lampen; er beträgt das 2,5...5fache desjenigen gewöhnlicher Glühlampen.

Eine weitere charakteristische Eigenschaft von Metaldampf-Lampen ist die Farbigkeit des Lichtes, welche für viele Anwendungsgebiete besondere Vorteile bietet; man denke nur an die Beleuchtung von Fernverkehrsstrassen mit Natriumdampf-Lampen. Dagegen wird diese Farbigkeit bei Innenbeleuchtungen meist als störend empfunden, so dass eine Farbkorrektur notwendig ist. Durch Zusatz von Glühlampenlicht in Verbindung mit Quecksilberdampf-Lampen in speziellen Mischlicht-Armaturen kann je nach Wahl der Glühlampen eine beliebige Farbwirkung erzielt werden, welche vom reinen Quecksilber-Licht bis zum tageslichtähnlichen Mischlicht hinüberwechselt. Tagesähnliches Mischlicht wird in dem Falle erreicht, wo beide Lichtquellen lichtstromgleiche Werte besitzen. Es ist jedoch klar, dass, je höher die Leistungsaufnahme der Glühlampe ist, die Licht-

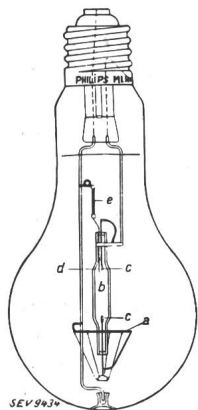


Fig. 1.

Die Mischlichtlampe ML 500.

- a) Glühfaden in Argon-Stickstoffatmosphäre.
- b) Entladungsröhrechen.
- c) Hauptelektroden.
- d) Hilfselektrode.
- e) Strombegrenzungswiderstand.

ausbeute des gesamten Lichtaggregates sinkt. In der letzten Zeit ist es übrigens gelungen, eine Ueberhochdruck-Quecksilber-Lampe herzustellen, welche anstatt der üblichen Drosselspule als Vorschaltgerät mit einem ohmschen Widerstand arbeitet. Dabei wurde der in Reihe geschaltete Widerstand so ausgebildet, dass er, um das Quecksilber-Entladungsröhre gruppiert, im gemeinsamen Aussenkolben als Glühfaden zusätzliches Licht abgibt. Diese Mischlicht-Lampen (Fig. 1)<sup>1)</sup> sind mit einem normalen Sockel E 40 ausgerüstet. Sie erzeugen bei einer Leistungsaufnahme von 250 W einen Lichtstrom von 5000 Lumen. Das Mischverhältnis von Quecksilber-Licht zu Glühlampen-Licht beträgt 1 : 1, so dass die Lichtfarbe ebenfalls tagesähnlich ist.

Andere Wege zur Farbkorrektur des bläulich-weißen Quecksilberlichtes führten zur Anwendung von Leuchtstoffen. Leuchtstoffe haben die Fähigkeit, kurzwellige, ultraviolette Strahlen in langwellige, sichtbare Strahlen umzuwandeln. Es handelt sich um eine Art Wellenlängen-Transformation. Durch entsprechende Wahl dieser Leuchtstoffe kann jede beliebige Lichtfarbe erzielt werden. Bei den Quecksilber-Hochdruck-Lampen, den sogenannten Leuchtstoff-Lampen, ist jedoch die Auswahl der Leuchtstoffe beschränkt, da die hohe Temperatur auf die meisten Fluoreszenzstoffe einen ungünstigen Einfluss hat. Ausserdem ist bei Hochdruck-Lampen die im Ultraviolett zur Verfügung stehende, also umwandelbare Energie, zur gesamten Lichtausstrahlung relativ klein, so dass eine Farbverbesserung gegenüber gewöhnlichen Quecksilber-Hochdruck-Lampen nur in geringem Masse möglich war. Auf

<sup>1)</sup> Vgl. E. L. J. Matthews, Philips Techn. Rundschau. Bd. 5 (1940), Heft 12.

jeden Fall kann aber von einer tagesähnlichen Lichtstrahlung nicht die Rede sei.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den *Niederdruck-Quecksilber-Leuchtstoff-Röhren* (Fig. 2). Hier liegt der grösste Anteil der Strahlungsenergie im kurzwelligen Ultraviolett. Ebenso ist die Temperaturerhöhung fast Null, so dass alle bekannten, zweckentsprechenden Leuchtstoffe in dieser Röhre verwendet werden können. Durch geeignete Mischung verschiedener Leuchtfarben wurde es auf diese Weise möglich, eine Lichtquelle zu schaffen, welche nicht nur Tageslicht er-

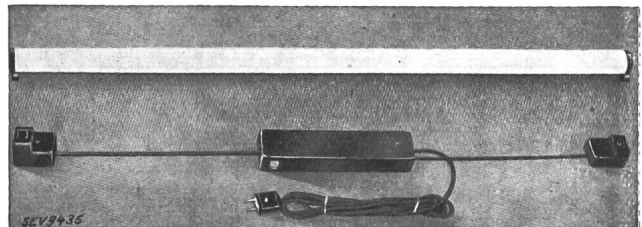


Fig. 2.

Niederspannungs-Leuchtstoff-Röhre TL-100.

Leistungsaufnahme 28 W, Lichtstrom 1000 lm, Länge 1 m, Durchmesser 35 mm, mit Fassungen und Vorschaltgerät.

zeugt (und zwar in einer Qualität, die bis heute mit einer künstlichen Lichtquelle nie erreicht wurde), sondern auch mit einem ausgezeichneten Wirkungsgrad arbeitet. Die Leuchtstoff-Röhre TL-100 erzeugt einen Lichtstrom von 1000 Lumen bei einer Leistungsaufnahme von 28 W (z. Vgl.: eine Glühlampe von 27 W gibt 400 Lumen). Lichttechnische und elektrische Erwägungen waren bestimmend für die Formgebung der Lichtquelle, und so entstand eine Röhre von 1 m Länge, 35 mm Durchmesser, mit einer Belastung von 250 mA.

Wie bei jeder Metaldampf-Lampe ist auch hier eine Stabilisierung der Gasentladung nötig. Die einfachste und betriebswirtschaftlichste Lösung ist die Verwendung einer Drosselspule. Um aber damit die Leuchtstoff-Röhre an ein Netz von 220 V anschliessen zu können, musste für die Zündung der Röhre ein Schaltkniff angewendet werden. Als einfache, betriebssichere und billige Schaltung hat sich die Glimmzünder-schaltung erwiesen (Fig. 3).

Parallel zu den Glühkathoden  $L_1$  und  $L_2$  der Leuchtstoff-Röhre liegt der Glimmzünder  $A$ , welcher 2 Elektroden  $E_1$  und  $E_2$  besitzt, wovon  $E_1$  als Bimetallstreifen ausgeführt ist.

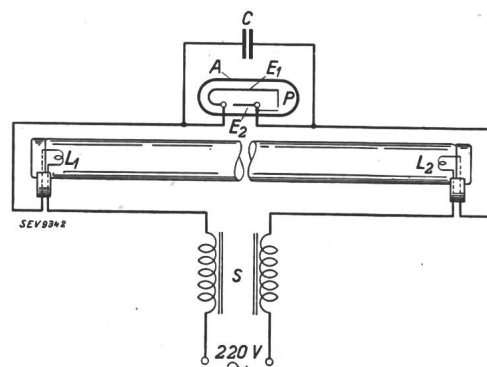


Fig. 3.

Glimmzünder-schaltung für Niederspannungs - Leuchtstoff - Röhren TL-100.

Wird an die Netzanschlussklemmen eine Spannung von 220 V gelegt, so entsteht zwischen  $E_1$  und  $E_2$  eine Glimmentladung. Unter dem Einfluss der von dieser Entladung erzeugten Wärme verformt sich der Bimetallstreifen nach wenigen Sekunden und stellt dadurch in Punkt  $P$  den Kontakt zwischen den Elektrodenverlängerungen her. Auf diese Weise werden die in Reihe geschalteten Glühkathoden  $L_1$  und  $L_2$  vom Netzstrom geheizt. Da bei kurzgeschlossenen Kontakten die Glimmentladung erlischt, kühlt sich das Bimetall ab und

nimmt seine ursprüngliche Form wieder an, wodurch der Kontakt in *P* unterbrochen wird. Die Zündung der Lampe erfolgt nun durch den in der Drosselspule infolge Feldschwächung erzeugten Spannungstoss. Die Klemmenspannung der Lampe fällt nun sofort auf den Betriebswert von ca. 105 V, wobei der Glimmzünder mangels ausreichender Spannung nicht mehr arbeiten kann, und damit der Elektrodenheizstrom endgültig unterbrochen wird. Falls die Lampe aus irgendeinem Grunde nicht zündet, wiederholt sich der beschriebene Vorgang. Bei einem Defekt einer TL-Lampe mit unbeschädigten Elektroden arbeitet der Glimmzünder infolgedessen ununterbrochen weiter. Das würde auf die Dauer, d. h. nach etwa 2 Wochen, die Zerstörung dieses Röhrenchens herbeiführen. Es ist daher besser, eine defekte Lampe nicht unter Spannung stehen zu lassen (Strom abschalten oder Lampe herausnehmen). Da in der Entladung der Röhre

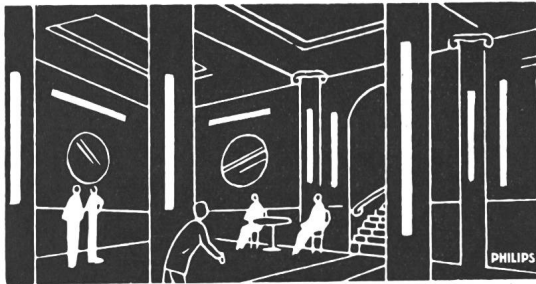


Fig. 4.

Hotels, Restaurants, Tearooms, Klubs, Säle, Theater und Kinos. Für eine helle, dekorative und gemütliche Beleuchtung in allen Räumen, in denen sich Gäste aufhalten, unter Anwendung von warmweissen Röhren.

Hochfrequenzströme hervorgerufen werden, wodurch Radiostörungen verursacht werden könnten, wurde parallel zu den Elektroden *L*<sub>1</sub> und *L*<sub>2</sub> ein Kondensator *C* von geringer Kapazität geschaltet.

Der Glimmzünder *A* und der Kondensator *C* bilden zusammen eine leicht ersetzbare Einheit, welche zusammen mit der Drosselspule *S* in einem Bakelitgehäuse untergebracht sind. Das Bakelitgehäuse ist so dimensioniert, dass es leicht unter der Röhre montiert werden kann (Fig. 2).



Fig. 5.

Warenhäuser und Läden.

Zur allgemeinen und dekorativen Beleuchtung; für Schaufenster und Auslagen mit farbigen Stoffen und überall dort, wo auf eine naturgetreue Farbwiedergabe Wert gelegt wird.

Die normalen Netzspannungsschwankungen beeinträchtigen die Lebensdauer der Leuchtstoff-Röhren kaum. Auch der Einfluss der Netzspannungsschwankungen auf Lichtstrom, Stromstärke und Leistung ist bedeutend geringer als bei Glühlampen; eine 5%ige Änderung der Spannung hat nur eine ca. 10%ige Änderung der übrigen Werte zur Folge.

Neben der tageslichterzeugenden Röhre wurde durch spezielle Zusammensetzung der Leuchtstoffe noch eine Leuchtstoff-Röhre mit warm-weissem Licht hergestellt. Sie eignet sich besonders für Aufenthaltsräume, in welchen besonderer Wert auf eine intimere, stimmungsvolle, wärmere Beleuchtung gelegt wird, also in Restaurants, Cafés, Hotels, Kinos, Theater usw.

Die Röhre mit dem tagesähnlichen Licht dagegen kann in allen Arbeitsstätten verwendet werden, besonders aber dort, wo die Unterscheidung von Farben oder die Ausschaltung des unangenehmen Zwielichtes eine besondere Bedeutung hat.

Die Form dieser Röhren und die geringe Oberflächenleuchtdichte von weniger als 4 sb schaffen auch vollständig neue Möglichkeiten in der Beleuchtungstechnik, sowohl für den Architekten als auch für den Beleuchtungstechniker. Der Architekt wird diese Röhren besonders als neues lichttechnisches Bauelement schätzen, welches sich dank seiner Form und seiner lichttechnischen Eigenschaften, ohne spezielle Armaturen, einfach und unauffällig, aber trotzdem gestaltend und formgebend in den Raum einfügen lässt. Der Beleuchtungstechniker wird vor allem die hohe Wirtschaftlichkeit begrüßen und die Möglichkeit, neue Beleuchtungseffekte zu erzielen, welche allen Anforderungen an Schattigkeit, Gleichmässigkeit, Blendung und Farbigkeit gerecht werden. Fig. 4 und Fig. 5 zeigen einige praktische Anwendungsbeispiele. Besondere Erfolge dürften diese Röhren auch in Fabriken, Bureaux und Schulen haben.

### Neue Erkenntnis über den Lichtbogenschutz von Freileitungsisolatoren.

[Nach H. Ziegler, ETZ Bd. 62 (1941), S. 325 und S. 345.]

621.815.624

Es ist nicht das erstmal, dass eine schon längst erkannte Erscheinung nicht verwertet wurde, weil die nötige Unterstützung fehlte. Hier haben wir wieder ein Beispiel:

Im Jahre 1929 hat Harald Müller in den Hescho-Mitteilungen 44/45 darauf hingewiesen, wie der Hochstromlichtbogen bestrebt ist, aus einem stabförmigen Leiter axial auszutreten. Diese Erkenntnis bildet die Grundlage der neuerdings beschriebenen Schutzarmaturen für Freileitungsisolatoren.

Die physikalischen Grundlagen sind folgende: Auf einen Strom wirken elektromagnetische Kräfte, die nach Biot-Savart und Laplace wie folgt zu berechnen sind:

Im Punkt *A* des Lichtbogens erzeugt das Leiterelement *dx* folgende magnetische Induktion:

$$dB = \frac{I \cdot dx \cdot \cos \alpha}{R^2} \cdot 10^{-9}$$

*B* in Vs/cm<sup>2</sup>      *I* in A      *R* in cm

Auf das Lichtbogenelement *dl* wird nach Biot-Savart folgende Kraft ausgeübt:

$$dF = I \cdot dl \cdot dB \cdot \sin \beta$$

$\beta$  Winkel zwischen *B* und *I*.

*F* in Joule/cm

*I* in A

*dl* cm

*B* Vs/cm<sup>2</sup>

(1 Joule/cm  $\approx$  10 kg)

somit:  $dF = \frac{I \cdot dl \cdot I \cdot dx \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot 10^{-9}}{R^2}$

für:  $dl = 1 \text{ cm}$ ,  $dx = 1 \text{ cm}$ ,  $\alpha = 0$ ,  $\beta = \frac{\pi}{2}$ ,  $I = 10^3 \text{ A}$ ,  $R^2 = 10$

wird:  $dF = \frac{I^2}{R^2} \cdot 10^{-9} = 10^{-4} \text{ Joule/cm} \approx 1 \text{ g}$

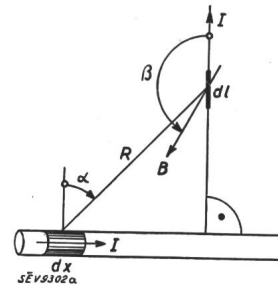


Fig. 1.

Die Kraft steht senkrecht auf *B* und *I* und drückt in unserem Fall den Lichtbogen vom stromdurchflossenen Leiter

weg. Sie wirkt immer im Sinne einer Vergrößerung der Stromschleufe. Ein entferntes Leiterstück ( $\frac{\cos \alpha}{R^2}$  klein) hat nur noch eine schwache Wirkung auf den Lichtbogen. Dieser wird hauptsächlich von den nächsten Leiterelementen beeinflusst.

Nach diesen Ausführungen ist es möglich, die verschiedenen Schutzvorrichtungen sofort zu beurteilen. Die elektromagnetischen Kräfte wirken hauptsächlich auf den Lichtbogenfusspunkt und die Lichtbogenstiele. Diese Teile sind aber auch besonders gefährlich für den Isolator, weil in ihnen die grösste Wärme entwickelt wird.

Mittlerer Spannungsabfall im Lichtbogen etwa 10 V/cm bei 400 A Lichtbogenstrom, somit eine mittlere Wärmeentwicklung von 4 kW/cm.

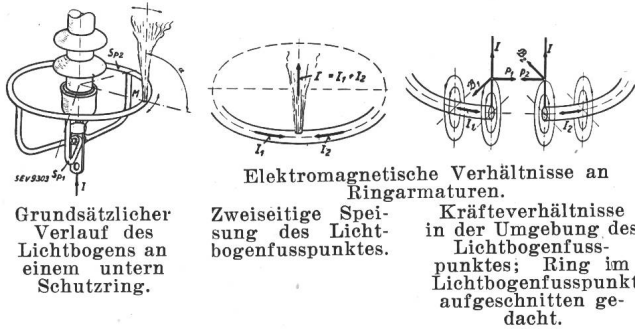


Fig. 2. Schutzringe.

An den Fusspunkten ist der Spannungsabfall bedeutend höher. Die Schutzarmatur muss diese gefährlichen Wärmequellen vom Isolator fernhalten. Die Wirkung von zwei typischen Schutzvorrichtungen wird im folgenden erläutert.

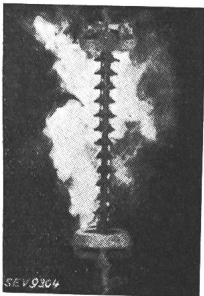
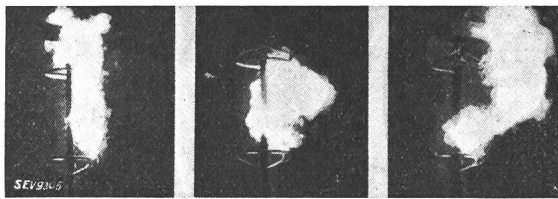


Fig. 3. Typischer Lichtbogenverlauf.

Links: Lichtbogenverlauf bei konischen Schutzringen ( $I = 1000$  A). Der nahezu senkrecht nach oben gerichtete untere Lichtbogenstiel ist deutlich zu erkennen.

Unten: Lichtbogenablauf an Gasrohringen ( $I = 800 \dots 1430$  A).



Unterer Lichtbogenstiel annähernd senkrecht nach oben gerichtet.

Unterer Lichtbogenstiel dreht dem Isolator zu nach innen.

Der Lichtbogen bläst das untere Drittel des Isolators an.

Der Schutzring (Fig. 3). Die von beiden Seiten zum Lichtbogenfusspunkte fließenden Ströme treiben diesen etwa nach der Mitte eines Segmentes. Sobald beide Teilströme gleich gross sind, heben sich die Kräfte gegenseitig auf. Den typischen Lichtbogenverlauf zeigt Fig. 4.

Das Horn als stabförmiger Leiter hat eine Richtwirkung auf den Lichtbogen, indem es diesen an das offene Ende treibt und axial zu stellen sucht (Blaswirkung, Fig. 5).

Aehnlich wirkt ein Ringhorn (Fig. 5). Der auf dem Ring gezündete Lichtbogen wandert, getrieben durch die elektromagnetischen Kräfte, an das aufgeschnittene Ende und kann

von dort auf das Horn überspringen, welches ihn vom Isolator weglenkt.

Diese Kräfte sind proportional  $I^2$ ; für Ströme unter 60 A wurde keine bemerkenswerte Richtwirkung festgestellt; die thermische Wirkung auf den Isolator ist bei diesen Strom-

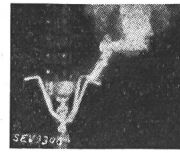
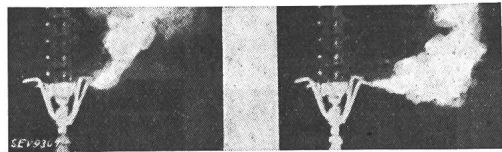


Fig. 4. Wanderung des Lichtbogenstiels vom Hornknick an das Hornende ( $I = 700$  A).



stärken nicht mehr schädlich. Wo stromstarke Lichtbögen zu erwarten sind, sollen die Isolatoren mit offenen Schutzarmaturen ausgerüstet werden, um die gefährlichen Lichtbogenstiele vom Porzellan fernzuhalten.

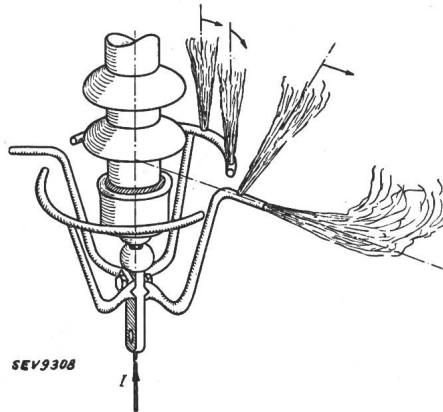


Fig. 5. Grundsätzlicher Verlauf des Lichtbogens am Ringhorn.

Einfluss von Wind und Regen. Wie an einem Beispiel berechnet wurde, beträgt bei 1000 A Strom die elektromagnetische Kraft nur einige Gramm und verschwindet beim Nulldurchgang des Stromes. Dagegen kann der Winddruck zehn-

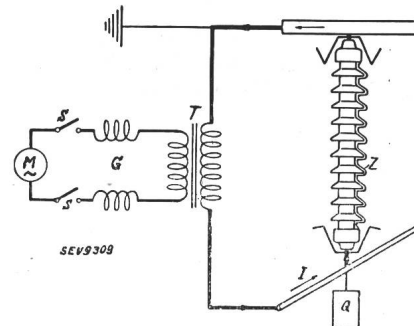


Fig. 6. Grundsätzliche Versuchsanordnung für die Lichtbogenversuche. M Maschinensatz. S Schalter. G einstellbare Impedanz. T Transformator. Q Belastungsgewicht. Z Zünddraht.

mal grösser sein. Die Richtwirkung beschränkt sich dann auf die nächste Umgebung des Fusspunktes. Für den übrigen Teil überwiegen Wind und thermische Auftriebskräfte. Der Regen kühlt den Lichtbogen ab und beschleunigt damit die Löschung.

Der Lichtbogen wird meistens durch eine Stossüberspannung eingeleitet. Die Stossentladung kann je nach Anordnung von Isolator und Schutzarmatur und der Höhe der Ueberspannung einen verschiedenen Weg einschlagen. Die kleinste zum Ueberschlag führende Stoßspannung wird meistens den kürzesten Weg von Elektrode zu Elektrode wäh-

len. Eine *überschiessende Spannung* schlägt entlang der Isolatoroberfläche und verbindet die Zwischenarmaturen. Dieser gefährliche Fall wurde bei den Versuchen nachgebildet (Fig. 6). Der zu untersuchende Isolator einschliesslich Schutzarmaturen ist an einer geerdeten Eisentraverse befestigt und trägt eine senkrecht zur Traverse laufende Leitung. Die elektrische Anlage besteht im wesentlichen aus einem Maschinensatz *M*, einem Schalter *S*, dem Transformator *T* und einer einstellbaren Impedanz *G*. Die Impedanz des Lichtbogenstromkreises und auch die Leerlaufspannung des Transformators müssen unbedingt den praktischen Netzverhältnissen angepasst werden. Sie sind zu einem Teil massgebend für den Verlauf des Lichtbogens, da durch diese beiden Werte die Stromverhältnisse und Existenzbedingungen des Lichtbogens bei auftretender Verlängerung der Lichtbogenbahn gegeben sind. Zur Zündung des Lichtbogens wird über die Isolatoroberfläche von einer Elektrode zur andern ein feiner Kupferdraht gespannt. Beim Zuschalten der Spannung wird der Zünddraht schlagartig verdampft und die verbleibende glühende Metaldampfbahn ist eine naturgetreue Nachbildung der durch den Stossfunken oder den Oberflächenüberschlag entstehenden Zündungsbahn. Für einwandfreie Ergebnisse ist dabei die sorgfältige Anpassung des Zünddrahtquerschnittes an die jeweilige Lichtbogenstromstärke erforderlich. Die Raumlage des Zünddrahtes muss der tatsächlichen Lage der Zündbahn der nachzunehmenden natürlichen Zündungsart entsprechen.

Zum genauen Studium des Lichtbogenverlaufes dienten folgende Hilfsmittel:

Kinematographische Aufnahme des Lichtbogens aus zwei unter 90° stehenden Aufnahmerichtungen mit mindestens 64 Aufnahmen pro Sekunde.

Oszillographische Aufzeichnung von Lichtbogenstrom, Lichtbogenspannung und Leistung.

Die Versuche haben ergeben, dass das *Hornkreuz* den besten Schutz eines Freileitungsisolators bildet, weil es die heissen Lichtbogenstiele vom Isolator wegzutreiben versucht. Wenn durch sehr steile Stoßspannungen über die Zwischenarmaturen einer mehrgliedrigen Kette ein Kaskadenlichtbogen gezündet wurde, bietet auch das Horn keinen vollständigen Schutz. Die beiden äusseren Lichtbogenstiele werden wohl vom Isolator wegelenkt, nicht aber die der dazwischenliegenden Armaturen.

Solche Kaskadenlichtbögen können wohl nur durch direkte Blitzschläge gezündet werden und kommen höchst selten vor.

K.

### Die Messung von Wechselströmen und Wechselspannungen mit Hilfe von Gleichstrommessgeräten mit Trockengleichrichtern.

[Nach C. Weisglass, Rev. Faculté des Sciences de l'Univ. d'Istanbul, Bd. 5 (1940), Fasc. 1/2.]

621.317.7 : 621.314.63

Bekanntlich können Wechselströme, bzw. Spannungen mit Gleichstrommessgeräten gemessen werden, wenn eine Gleichrichtung z. B. mit Hilfe der sogenannten Trockengleichrichter stattfindet. Diese Methode der Messung hat wegen der grossen Empfindlichkeit, die ohne besonderen Aufwand erzielt werden kann, grosse Verbreitung gefunden. Durch die Einfügung des Gleichrichters werden die Eigenschaften des Messgerätes sowie die Genauigkeit der Messung in bestimmter Weise beeinflusst.

#### 1. Der Systemstromkreis und sein Widerstand.

Fig. 1 zeigt die üblichste Gleichrichtungsart in der bekannten Graetzschaltung. Da ein Gleichstrommessgerät den arithmetischen Mittelwert eines veränderlichen Stromes anzeigt, der Wechselstrom aber in Effektivwerten gemessen werden soll, muss die Empfindlichkeit des Systems (der Drehspule einschliesslich etwaiger Abgleichungswiderstände) bei Wechselstrommessungen im Verhältnis des sogenannten Formfaktors erhöht werden. Er beträgt bei sinusförmigem Verlauf bekanntlich 1,11. Ein Stromverlust durch mangel-

hafte Sperrung der Ventile im Sinne der gestrichelten Pfeile in Fig. 1 ist in der Regel nicht zu berücksichtigen, weil die Ventilelemente weit unterhalb der zulässigen Sperrspannung beansprucht werden. Es gibt auch Schaltungen, bei denen einzelne Ventile der Graetzbrücke durch andere Bestandteile, beispielsweise durch Widerstände, ersetzt sind. Der Widerstand der Gleichrichterelemente ist ziemlich stark, und zwar negativ temperaturabhängig. Die Temperaturabhängigkeit kann innerhalb eines kleinen Temperaturbereiches durch Widerstände mit positivem Temperaturkoeffizienten, die in

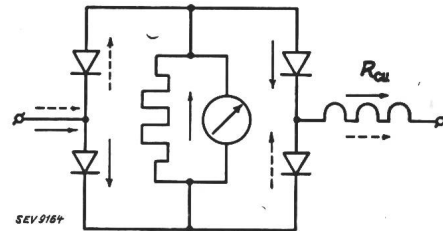


Fig. 1.

Gleichrichtung des Systemstromes nach Graetz, Stromverlauf des Mess- und Rückstromes.

Serie geschaltet sind, kompensiert werden. Die Summe aller Widerstände im Systemkreis, der Systemwiderstand  $r_0$  ist nicht konstant, sondern eine Funktion des Mittelwertes des jeweiligen Systemstromes  $i_0$  und damit eine Funktion des Zeigerausschlages  $\alpha$ . Der Widerstand eines Trockengleichrichters nimmt, wie ebenfalls als bekannt vorausgesetzt werden kann, mit abnehmendem Strom zu und erreicht einen grössten Wert, wenn der Strom Null wird. In der Regel ist der Zeigerausschlag der Drehspule proportional dem Systemstrom und umgekehrt, so dass:  $i_0 = \alpha \cdot I_0$ ,  $0 \leq \alpha \leq 1$ ;  $I_0$  ist der Systemstrom für den Endausschlag. Die Annahme der Proportionalität ist lediglich eine Vereinfachung und bedeutet keine Einschränkung der folgenden Ausführungen. Bestimmt man für mehrere Punkte der Skala den zugehörigen Systemwiderstand und bildet das Verhältnis zum Widerstand  $R_0$ , der beim Endausschlag herrscht, so erhält man eine Zahl  $\kappa$ , die eine Funktion des Zeigerausschlages  $\alpha$  ist. Es ist also

$$r_0(\alpha)/R_0 = \kappa(\alpha) \geq 1; \quad r_0 = \kappa \cdot R_0; \quad R_0 \leq r_0. \quad (1)$$

#### 2. Messung von Wechselströmen.

Das Messgerät hat einen stromabhängigen Widerstand, der unter Umständen niederohmige Stromkreise beeinflussen kann. Das Messgerät ist nur für *einen* Messbereich benutzbar. Mit Hilfe eines Stromwandlers mit verschiedenen Uebersetzungsverhältnissen können mehrere Messbereiche erhalten werden. Da der Sekundärstrom bei allen Messbereichen immer gleich gross bleibt, ist die gleiche Skala für alle Messbereiche gültig. Sie ist bis auf den Anfang proportional geteilt. Im untersten Teil der Skala entstehen nämlich durch den anwachsenden Magnetisierungsstrom des Stromwandlers Uebersetzungsfehler. Die Bürde des Stromwandlers wird durch den stromabhängigen Systemwiderstand des Messgerätes bei den kleinen Systemströmen am Anfang der Skala ein Vielfaches der normalen. Der Spannungsabfall der Messvorrichtung ist ebenfalls nicht dem Strom proportional.

Mit Hilfe von getrennten Nebenwiderständen können ebenfalls verschiedene Messbereiche erzielt werden. Es tritt aber eine Verzerrung der Skala ein, denn zum konstanten Nebenwiderstand ist der vom Systemstrom abhängige Systemwiderstand parallel geschaltet. Die Verzerrung ist vom Betrag des Nebenwiderstandes, also vom Messbereich abhängig. Die Skalen der einzelnen Messbereiche stimmen daher miteinander nicht überein.

Bezeichnet man den Nebenwiderstand mit  $R_\lambda$ , ferner den höchsten Strom des betreffenden Messbereiches für den Endausschlag des Messgerätes mit  $I_\lambda$ , bzw. die Ströme desselben Messbereiches für beliebige Punkte der Skala mit  $i_\lambda$ , so gilt (Fig. 2) nach einer kleinen Umformung:  $i_\lambda = i_0 (R_\lambda + r_0)/R_\lambda$ , bzw. für  $\alpha = 1$ :

$$I_\lambda = I_0 (R_\lambda + R_0)/R_\lambda \quad (2)$$

Bildet man das Verhältnis von  $I_\lambda$  zu  $I_0$ , so erhält man eine Zahl  $\lambda \geq 1$ , die das Shuntungsverhältnis genannt werden soll, und es ist

$$\lambda = \frac{I_\lambda}{I_0} = \frac{R_\lambda + R_0}{R_\lambda \cdot R_0} \cdot R_0 = \frac{R_0}{R} \quad (3)$$

oder

$$R_\lambda = \frac{R_0}{\lambda - 1}, \quad (3a)$$

wo  $R$  den Kombinationswiderstand aus  $R_\lambda$  und  $R_0$  bedeutet. Der Kombinationswiderstand ist der  $\lambda$ -te Teil des Systemwiderstandes. Der Systemwiderstand ist aber nicht konstant, sondern  $r_0 = \kappa \cdot R_0$  laut (1). Beachtet man, dass der Systemstrom an derselben Stelle  $i_0 = \alpha \cdot I_0$  ist, so lässt sich der Meßstrom  $i_\lambda$  mit Benützung von (2) und (3a) als Funktion des Skalenwinkels wie folgt bestimmen:

$$i_\lambda = \alpha I_0 \frac{R_\lambda + \kappa R_0}{R_\lambda} = \alpha I_\lambda \frac{1 + (\lambda - 1)\kappa}{\lambda}. \quad (4)$$

Drückt man den Meßstrom  $i_\lambda$  ebenfalls als Bruchteil  $\alpha'$  des Endausschlagstromes  $I_\lambda$  aus, so erhält man aus (4) eine Beziehung zwischen  $\alpha$  und  $\alpha'$

$$\alpha' = \alpha (1/\lambda + \kappa (\lambda - 1)/\lambda) \quad (5)$$

die ermöglicht, die Skala für den betreffenden Messbereich, bzw. für das gewählte Shuntungsverhältnis zu bestimmen,

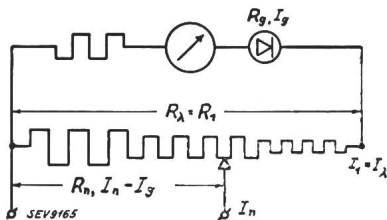


Fig. 2.  
Gleichrichtermesssystem mit einem Ayrtonvielfachnebenwiderstand.

wenn  $\kappa$  als Funktion von  $\alpha$  bekannt ist. Die Skala ist bekanntlich gegen die Nullage zu zusammengedrängt. Umgekehrt lässt sich aus der Gegenüberstellung der beiden Skalen eines bestimmten Messgerätes  $\kappa$  als Funktion des Skalenwinkels angeben, wenn der Systemstrom und damit das Shuntungsverhältnis  $\lambda$  irgendeines Messbereiches bekannt ist:

$$\kappa = (\lambda'/\alpha - 1)/(\lambda - 1) \quad (6)$$

Gl. (5) vereinfacht sich für *grosse* Shuntungsverhältnisse und geht in  $\alpha' \rightarrow \alpha \kappa$  über, d. h. dass die Verzerrung der Skala für *grosse* Shuntungsverhältnisse nahezu unabhängig von  $\lambda$  wird. Will man also mit verschiedenen Nebenwiderständen mehrere Messbereiche mit Hilfe einer *einzig* Skala messen, so darf der niedrigste Messbereich einen bestimmten, von dem zugelassenen Fehler abhängigen Wert nicht überschreiten.

Wenn man die Nebenwiderstände für verschiedene Messbereiche so kombinieren könnte, dass das Verhältnis der Messbereiche nur von der Ausführung dieser Nebenwiderstandskombination, nicht auch von dem Systemwiderstand abhängen würde, so wäre damit eine Methode gegeben, den veränderlichen Systemwiderstand zu eliminieren. Zur Ablesung verschiedener Messbereiche würde eine gemeinsame Skala genügen. Eine solche Kombination ist in der Tat seit vielen Jahren als Ayrtonshunt bekannt, der vielfach für Galvanometer benützt wurde. Fig. 2 zeigt die Anordnung mit nur angelegter Gleichrichtung.

Zunächst wird der Systemwiderstand  $R_0$ , bzw.  $r_0$  mit einem Nebenwiderstand  $R_\lambda = R_1$  versehen, der einem gewählten Shuntungsverhältnis  $\lambda$  entspricht, womit der Strom für den Endausschlag des ersten und niedrigsten Messbereiches  $I_1 = I_\lambda = \lambda \cdot I_0$  festgelegt ist. Für höhere Messbereiche wird der Nebenwiderstand unterteilt, d. h. mit entsprechenden Anzapfungen versehen. Den weiteren Messbereichen  $n \geq 1$  entsprechen die Widerstände  $R_n = (1/n)R_1$ . Hierbei wird am Endausschlag des Messgerätes der dem betreffenden Messbereich entsprechende Strom  $I_n$  gemessen.

Aus Fig. 2 folgt für beliebige Stellen der Skala und beliebige Messbereiche  $n$  nach einer kleinen Umformung und mit Benützung von  $i_0 = \alpha \cdot I_0$

$$i_n = \alpha I_0 (R_1 + r_0)/R_n, \quad \text{bzw.} \quad i_1 = \alpha I_0 (R_1 + r_0)/R_1, \quad (7)$$

bzw. für den Endausschlag  $\alpha = 1$ , wo  $i_n$  in  $I_n$  bzw.  $i_1$  in  $I_1$  übergehen. An einer bestimmten, aber sonst beliebigen Stelle  $a$  der Skala fließt immer derselbe zugehörige Systemstrom  $i_0$ , daher hat auch der Systemwiderstand bei diesem Ausschlag einen bestimmten Wert, ganz gleichgültig, welcher Messbereich benützt wird. Dividiert man die obigen Gleichungen, so fällt der Systemwiderstand heraus und man erhält

$$i_n/i_1 = I_n/I_1 = R_1/R_n = n; \quad (8)$$

welche Beziehung auch zur leichten Berechnung der Teilwiderstände, bzw. der Anzapfungen des Ayrtonshunts dient. Das Ergebnis besagt, dass bei dieser Anordnung das Messbereichsverhältnis trotz dem veränderlichen Systemwiderstand an jeder beliebigen Stelle der Skala konstant und gleich dem gewählten Verhältnis  $n$  der Ströme für den Endausschlag des Messgerätes ist. Das Verhältnis hängt nur von den Widerständen der Anzapfungen ab.

Die Verzerrung der Skala ist für alle Messbereiche dieselbe und hängt entsprechend Gl. (5) vom Messbereichsverhältnis des ersten Messbereiches, d. i. vom Shuntungsverhältnis  $\lambda$  ab. Soll die Verzerrung kleiner sein, dann muss  $\lambda$  kleiner gewählt werden. Die Skala wird dann proportionaler, gleichzeitig wächst aber auch durch diese Massnahme der Spannungsabfall der höheren Messbereiche. Der Systemspannungsabfall  $U_0 = R_0 \cdot I_0$  hängt im wesentlichen von den elektromechanischen Eigenschaften des Messorganes ab. Es ist dies zugleich auch der kleinste Spannungsabfall  $U_1$  des Messgerätes, der beim Endausschlag des kleinsten Messbereiches auftritt. Der maximale Spannungsabfall der höheren Messbereiche  $U$  ergibt sich mit Benützung von (8) und (3) aus

$$U_n = U_0 + I_0 (R_1 - R_n) = U_0 (\lambda - 1/n)/(\lambda - 1). \quad (9)$$

Für höhere Messbereiche nähert sich der Spannungsabfall rasch der Grenze  $U_0 \lambda / (\lambda - 1)$ . Man erkennt daraus ohne weiteres, dass allzu kleine  $\lambda$  unzulässig hohe Spannungsabfälle hervorrufen würden. Mit Rücksicht auf den verhältnismässig hohen Widerstand der Gleichrichterpatrone und den erforderlichen Temperaturkompensationswiderstand ist der Spannungsabfall des Systems  $U_0$  von Haus aus recht hoch. Er ist in der Größenordnung von 600 mV, im Gegensatz zu normalen Gleichstrommessern, bei denen mit 30...100 mV zu rechnen ist. Man wählt daher zweckmässig  $\lambda = 3$ , wofür  $U_n \rightarrow 900$  mV wird, woraus sich die übliche Verzerrung der Skala solcher Messgeräte ergibt. Für die Wahl von  $\lambda$  sind auch noch andere Gründe massgebend, auf die später hingewiesen wird.

### 3. Messung von Gleichströmen.

Werden der Gleichrichter und sein Kompensationswiderstand durch einen äquivalenten Manganinwiderstand ersetzt, so können mit denselben Nebenwiderständen Gleichströme gemessen werden. Die Empfindlichkeit des Systems ist dabei um ca. 10% herabzusetzen, was z. B. durch entsprechende Bemessung des Ersatzwiderstandes erfolgen kann. Der Spannungsabfall bei den Gleichstrommessungen behält dabei allerdings den hohen, oben berechneten Wert. Dieser Nachteil kann aber folgendermassen behoben werden, ohne den Vorteil einzubüssen, die gleichen Nebenwiderstände zu benützen.

Wenn an derselben Stelle einer beliebigen Anzapfung des Shunts der Spannungsabfall kleiner werden soll, muss auch der hindurchfließende Strom kleiner sein. Die Messeinrichtung wird man so ändern müssen, dass an derselben Anzapfung des früheren Wechselstrommessbereiches  $n$  der zu messende Gleichstrom nur den  $k$ -ten Teil des Wechselstromwertes beträgt. Dann ist auch der Spannungsabfall praktisch  $k$ -mal kleiner. Für  $k > 1$  wird man eine solche Zahl wählen, die eine gute Ablesbarkeit der Messwerte mit Rücksicht auf die Teilung der Skala gewährt, z. B. 5 oder 10. Die Stellun-

gen des Messbereichwählers sind mit einer entsprechenden Bezifferung zu versehen, die jeweils für die Gleich- oder für die Wechselstrommessung gültig ist.

Um diese Aenderung zu erhalten, kann man die Empfindlichkeit des Systems vergrössern oder den System- und den Nebenwiderstand verkleinern oder nach Bedarf alles zusammen verändern. Die Vorrichtung zur Umschaltung von der Wechselstrom- auf die Gleichstrommessung muss hierbei die erforderlichen Schaltungen durchführen. Die Vergrösserung der Systemempfindlichkeit ist insbesondere für jene Anordnungen geeignet, die eine geänderte Graetzschaltung verwenden. Diese Anordnungen benötigen höher empfindliche Drehspulsysteme, die für die Gleichstrommessung im obigen Sinne vorteilhaft benützt werden können. Es soll also  $I_{q-} = \beta \cdot I_{q\sim}$ ,  $0 < \beta \leq 1$  und  $R_{q-} = \gamma \cdot R_{q\sim}$ ,  $0 < \gamma \leq 1$  sein. Die oben erwähnte Empfindlichkeitsänderung wegen des Formfaktors ist in den Zahlen  $\beta$  und  $\gamma$  nicht enthalten. Ein Teil des Nebenwiderstandes  $R_{\lambda} = R_1$  wird auf der Seite der niedrigen Messbereiche kurzgeschlossen, so dass der Rest nur mehr  $\varrho \cdot R_1$  beträgt,  $0 < \varrho \leq 1$ . Durch alle diese Massnahmen wird das Verhältnis der Messbereichstufen nicht berührt, da der Ayrtonshunt, wie in Gl. (8) gezeigt wurde, bekanntlich die Eigenschaft hat, dass dieses Verhältnis nur von seinen Anzapfungen abhängt. Da der Gleichrichter eliminiert ist, sind alle Widerstände konstant und man erhält eine Beziehung zwischen den Grössen  $k$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\varrho$ , wenn man die Gl. (7a), gleich auf das Skalenende bezogen, benützt und darin die einzelnen Grössen mit den gewünschten Aenderungen einsetzt. Es ist dann

$$I_n/k = I_q \beta (R_1 \varrho + R_q \gamma) / R_n$$

jür jedes  $n$ , also auch für  $n = 1$ . Mit Hilfe (3) und (3a) erhält man mit  $R_1 = R$ :

$$\gamma = (\lambda/k\beta - \varrho) / (\lambda - 1).$$

In der Wahl von  $k$  ist man auch dadurch beschränkt, dass  $R_{q-} = R_{q\sim} \cdot \gamma$  nicht kleiner werden kann als der Drehspulwiderstand, vermehrt um einen Manganinwiderstand zur Verminderung der Temperaturbeeinflussung.  $\beta$  ist meistens vorgegeben. Zur praktischen Bestimmung wird man zunächst  $\gamma$  und  $\varrho$  in den zulässigen Grenzen annehmen und daraus den grösstmöglichen Wert für  $k$  aus

$$k \leq \lambda/\beta (\varrho + (\lambda - 1) \gamma) \tag{10}$$

bestimmen. Hierauf wählt man das endgültige  $k$ . Gl. (10) gibt dann eine Beziehung zwischen  $\gamma$  und  $\varrho$ , die passend gewählt werden.

#### 4. Messung von Wechselspannungen.

Schaltet man vor das System einschliesslich Gleichrichter einen abgestuften Vorwiderstand, so wird das Messgerät zur Messung von Spannungen geeignet. Dabei ist aber zu beachten, dass der gesamte Widerstand des Spannungspfad wegen des Gleichrichters wieder stromabhängig ist und daher die Skala nicht proportional sein kann. Die Verzerrung der Skala ist natürlich für verschiedene Messbereiche verschieden. Je grösser der Messbereich ist, desto proportionaler ist die Skala. Der Einfluss des veränderlichen Systemwiderstandes kann durch Shuntung des Systems herabgesetzt werden. Dadurch wird allerdings eine Kompensation des Temperatureinflusses in der bereits besprochenen Weise nötig. Die Abweichung der Skala von der Proportionalität hängt nach Gl. (5) von der Wahl des Shuntungsverhältnisses  $\lambda$  ab. Wählt man  $\lambda$  genau so gross wie für die Strommessung mit Ayrtonvielfachnebenwiderstand, dann kann dieselbe Wechselstromskala auch für die Wechselspannungsmessungen benützt werden. Den zwar verminderten aber bestehenden Einfluss des veränderlichen Systemwiderstandes auf die Messung findet der Verfasser wie folgt.

Es sei der allgemeine Fall (Fig. 3) angenommen, dass der Abgriff für die Spannungsmessungen nicht am Ende der Ayrtonkombination, also bei  $n = 1$ , sondern an einer andern Stelle  $n > 1$  vorgenommen werde, wie es für die kleinsten Spannungsmessbereiche nützlich ist. Der veränderliche Kombinationswiderstand  $r$  habe beim Endausschlag  $\alpha = 1$  seinen kleinsten Wert  $R$ .  $r$  und  $R$  bedeuten die Kombinationen der parallel geschalteten Widerstände  $R_n$  mit  $(r_0 + R_1 - R_n)$  bzw.  $(R_0 + R_1 - R_n)$ . Einschliesslich des Vorwiderstandes  $R_s$  ist dann der gesamte Messwiderstand für die betreffenden Messbereichstufe gleich  $r + R_s$  bzw. für den Endausschlag  $R + R_s$ . Ist der Vorwiderstand  $R_s = 0$ , so erhält man den im Prinzip kleinstmöglichen Spannungsmessbereich. Das Verhältnis irgendeiner Messbereichstufe zur kleinsten ist dann

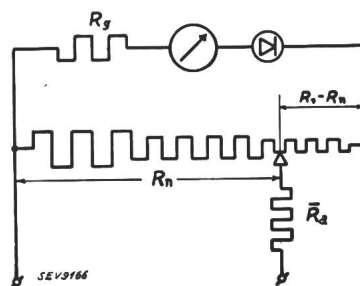


Fig. 3. Schaltung für die Messung von (kleinen) Spannungen.

$$(R + R_s)/R = 1 + R_s/R = m \geq 1 \tag{11}$$

Die Spannung in einem bestimmten, aber sonst beliebigen Punkt der Wechselstromskala  $\alpha'$ , mit dem Stromverbrauch  $i_n$  ist

$$u = i_n (R_s + r) = \alpha' I_n (R_s + r) \tag{12}$$

Beim Endausschlag  $\alpha = 1$  ist aber die Spannung gleich  $U = I_n (R_s + R)$ . Dadurch nun, dass sich der Messwiderstand an jedem Punkt der Skala ändert, ist die Spannung nicht zu dem, an der betreffenden Skalenstelle  $\alpha'$  fließenden Strom  $i_n$  proportional. Insbesondere ist  $u = \alpha' U$ , während  $i_n = \alpha' I_n$  ist. Das heisst mit andern Worten, dass die Stromskala nicht genau stimmt, wenn sie für Spannungsmessungen benützt wird. Das wäre nur dann der Fall, wenn der Messkreiswiderstand  $R_s + r$  konstant bleiben würde. Denkt man sich, jedoch nur in bezug auf die Spannungsmessung, den Widerstand konstant, so wäre ein mit der Wechselstromskala im Einklang stehender Messwert

$$u' = \alpha' U = I_n \alpha' (R_s + R) \tag{13}$$

zustande gekommen, während in Wirklichkeit es die zu messende Spannung  $u$  ist, die den Zeigerausschlag  $\alpha'$  erzeugt. Der entstehende Fehler ist daher die Differenz  $u' - u$  und beträgt prozentual ausgedrückt  $p = 100 (u' - u)/u'$ . Setzt man darin die obigen Werte für  $u$  und  $u'$  laut (12) und (13) ein und benützt weiters das Spannungsmessbereichverhältnis  $m$  aus (11), so erhält man

$$p = 100 (R - r) / (R_s + R) = \frac{100}{m_n} \left( 1 - \frac{r}{R} \right) \tag{14}$$

Ersetzt man weiters mit Hilfe der Gl. (1), (3a) und (8)  $r$  und  $R$  durch  $\kappa$ ,  $\lambda$  und  $n$ , so erhält man nach einer kleinen Rechnung

$$p = \frac{100}{m_n} \frac{1}{n} \frac{\lambda - 1}{\lambda - 1/n} \frac{1 - \kappa}{\kappa(\lambda - 1) + 1} \tag{15}$$

welche für  $n = 1$  übergeht in

$$p = \frac{100}{m} (1 - \kappa) / (\kappa(\lambda - 1) + 1) \tag{15a}$$

worin jetzt  $m$  das Spannungsmessbereichverhältnis am klein-

sten Strommessbereich bedeutet, an dem in der Regel die Spannungsmessung vollzogen wird, weil dort der kleinste Stromverbrauch ist. Zieht man daher dieses Messbereichsverhältnis stets zum Vergleich heran und drückt  $m_n$  durch  $m$  aus:  $m_n = m (\lambda - 1) / (\lambda - 1/n)$ , was aus (15) und (15a) hervorgeht, und setzt in (15) ein, so erhält man die wichtige Beziehung

$$m \cdot p = 100 \cdot \frac{1}{n} (1 - \kappa) / (\kappa(\lambda - 1) + 1); (\kappa, \lambda, n \geq 1), \quad (16)$$

die solange messtechnische Bedeutung hat, wie in ihr  $m \geq 1$  bleibt. Sie liefert auch das Vorzeichen des Fehlers.

Die grössten Fehler treten auf, wenn  $\lambda$  und  $n = 1$  sind, d. h. wenn  $r = r_0$  ist. Das ist der Fall ohne Shuntung, der bereits besprochen wurde. Die Fehler betragen dann

$$p = - \frac{100}{m} (\kappa - 1) \quad (16a)$$

Die Skala ist in diesem Fall proportional. Die Fehler hängen vom Widerstandsverhältnis  $\kappa$  ab, das im unteren Ende der Skala am grössten ist. Daher sind dort auch die Abweichungen am stärksten. Legt man z. B. die übliche Ungenauigkeitstoleranz für solche Messgeräte von 1,5 % des Skalendwertes zugrunde und bestimmt etwa für den Skalenpunkt  $\alpha = 0,25$  den Fehler, so ist der kleinste noch zulässige Spannungsmessbereich bestimmbar. Der absolute Fehler beträgt an dieser Stelle 6 %. Daraus folgt aus (16a), bei Annahme eines  $\kappa = \text{ca. } 1,75$  für diesen Skalenpunkt bei handelsüblichen Messgeräten,  $m = 12,5$ . Der Systemspannungsabfall beträgt üblicherweise etwa 0,6 V. Der kleinste noch zulässige Messbereich darf also 7...12 V nicht unterschreiten, wenn nicht grössere Fehler zugelassen oder besondere Skalen vorgesehen werden sollen, wie es in den Anfängen der Gleichrichtermesstechnik tatsächlich der Fall war.

Viel günstigere Werte erhält man durch Shuntung des Systems. Nimmt man z. B.  $\lambda = 3$  an, so wird bei den gleichen obigen Annahmen nach (15a)  $m = 2,8$ . Will man noch kleinere Spannungen, deren zugehöriger Messbereich bis nahe an die Grenze des Systemspannungsabfalles heranreicht, mit den zugelassenen Abweichungen messen, so kann man dies mit der gleichen Skala ohne Vergrösserung von  $\lambda$  erreichen, wenn man die Spannungsmessung mit Hilfe eines höheren Strommessbereiches  $n > 1$  durchführt, wobei man allerdings einen höheren Stromverbrauch zulassen muss. Es gilt dann Gl. (16), die besagt, dass das Messbereichsverhältnis oder der Fehler, bzw. das Produkt aus beiden an der Anzapfung  $n$  des Ayrtonshunts nur  $1/n$  mal so gross ist, wie am Anfang des Shunts. Bereits mit dem 3 bis 4fachen Stromverbrauch ( $n = 3...4$ ) kann man den kleinstmöglichen Spannungsmessbereich, ohne nennenswerte Fehler zu begehen, bis auf den Spannungsabfall der betreffenden Anzapfung beliebig nähern. Dieser Spannungsabfall ist in der Regel kleiner als 1 Volt. Die nötige einfache Schaltungsänderung hat der Messbereichswähler bei der Wahl des betreffenden Messbereiches selbsttätig auszuführen.

##### 5. Andere Einflüsse auf die Messgenauigkeit.

Bei den bisherigen Ausführungen wurde die Frequenz des Wechselstromes nicht in Betracht gezogen. Der Elektrodendabstand beiderseits der Sperrschicht der Gleichrichterelemente ist so klein, dass sie als Belege eines Kondensators aufgefasst werden können. Dadurch wird eine Frequenzabhängigkeit hervorgerufen. Die entstehenden Abweichungen sind aber erst bei Tonfrequenzen zu berücksichtigen.

Eine weitere Fehlweisung tritt dann auf, wenn mehrwellige Ströme und Spannungen zu messen sind. Bei ihnen ist bekanntlich der Formfaktor von der Kurvenform abhängig. Dies ist in allen jenen Messkreisen zu beachten, bei denen eine Verzerrung der Kurvenform auftritt, die manchmal bloss durch die Einschaltung des Messgerätes in niederohmigen Messkreisen entstehen kann.

Aber selbst für die Messung sinusförmiger Grössen sind die obigen Betrachtungen nicht vollständig exakt. Der Systemwiderstand  $r_0$  ist nämlich nicht vom Mittelwert des Stromes  $i_0$  abhängig, sondern vom Momentanwert und er verändert sich demnach auch zeitlich, und zwar sehr stark. Der Systemstrom wird insbesondere periodisch Null. Immer dann, wenn das eintritt, nimmt der stromabhängige Systemwiderstand verhältnismässig grosse Werte an. Shuntet man den Systemwiderstand mit dem konstanten Widerstand  $R_\lambda$ , so findet zeitlich eine andere Aufteilung der Momentanwerte der Ströme statt, die zur Folge hat, dass in beiden Zweigen die Komponenten des ursprünglichen sinusförmigen Messstromes Formveränderungen erfahren. Ist die Shuntung stark, also  $\lambda$  gross, so ist der Shuntstrom wesentlich grösser als der Systemstrom. Er bleibt daher praktisch sinusförmig und erzeugt einen praktisch sinusförmigen Spannungsabfall am Nebenwiderstand. Der Systemstrom, der aus einer sinusförmigen Spannung entsteht, ist jedoch wegen des zeitlich veränderlichen Widerstandes nicht sinusförmig, aber von bestimmter Form. Es lässt sich für ihn ein bestimmter arithmetischer Mittelwert bilden, der in eindeutiger Weise von der Grösse des Ursprungsstromes abhängt. Als Mittelwert des Systemwiderstandes ist der Quotient aus dem Mittelwert des praktisch sinusförmigen Spannungsabfalles des Nebenwiderstandes und dem Mittelwert des Systemstromes zu nehmen. Der Systemwiderstand ist daher als eindeutige Funktion des mittleren Systemstromes und damit des Zeigerauschlages  $\alpha$  definierbar, womit alle obigen Ableitungen ihre Richtigkeit behalten. Bei schwachen Shuntungen jedoch, etwa unter  $\lambda = 2$  tritt sowohl im Nebenwiderstand  $R_\lambda$  wie auch im Systemkreis eine Stromverzerrung auf, wobei die Summe ihrer Momentanwerte den Momentanwert des ursprünglich sinusförmigen Stromes ergibt. Der Systemstrommittelwert und der Mittelwert des Systemwiderstandes sind daher auch Funktionen des Shuntungsverhältnisses und, was ohne weiteres verständlich ist, auch des Messbereichsverhältnisses  $n$ . Trotz der Verwendung eines Ayrtonshunts stimmen die Skalen für verschiedene Messbereiche der Ströme bei kleinem Shuntungsverhältnis  $\lambda$  und insbesondere bei kleinen  $n$ , also für die niedrigen Messbereiche, nicht überein. Führt man das Messgerät mit einer, z. B. empirisch für die grossen Strommessbereiche, die in der Mehrzahl sind, gezeichneten richtigen Skala aus, so treten bei den kleinen Messbereichen Abweichungen auf. Dies betrifft bei kombinierten Messgeräten insbesondere die Spannungsskala, da in der Regel zur Spannungsmessung der kleinste Strommessbereich benützt wird. Aus diesem Grunde darf ebenfalls das Shuntungsverhältnis  $\lambda$  nicht zu klein gewählt werden. Je weniger sich die Stromabhängigkeit des Systemwiderstandes auf einem möglichst weiten Bereich der Skala bemerkbar macht, desto weniger treten die in diesem Aufsatz behandelten Erscheinungen auf. Die Bemühungen sind daher darauf abzielen, mit Hilfe besonderer Schaltungen oder durch einfaches Vorschalten von konstanten Widerständen im Systemstromkreis oder aber durch die Wahl eines möglichst grossen Shuntungsverhältnisses  $\lambda$  den Einfluss des Gleichrichters zu verringern und lieber eine grössere dann notwendig werdende Empfindlichkeit des Messorgans in Kauf zu nehmen. Mit Rücksicht auf die Dämpfung und eine möglichst robuste Bauart des Messgerätes sind auch hierbei bald Schranken gegeben.

A. rf.

## Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

### Eine neue Mikrofonverstärker-Röhre.

621.885.831

Der Mikrofonverstärker ist das Glied zwischen dem Mikrofon und dem eigentlichen Kraftverstärker, das die vom Mikrofon abgegebenen Wechselspannungen soweit zu verstärken hat, bis der Kraftverstärker voll angesteuert werden kann. Die Empfindlichkeit des Kraftverstärkers ist dabei im allgemeinen für Tonabnehmersignale berechnet; für Mikrofonensignale ist dann eine zusätzliche Verstärkung erforderlich. Dieses Glied kann entweder als getrennte Einheit, als Mikrofonverstärker oder beim Kraftverstärker eingebaut werden. Die Verstärkung, die im Mikrofonverstärker benötigt wird, hängt zum Teil vom verwendeten Mikrofon ab.

Heutzutage werden häufig Kristall- oder Bandmikrophone angewendet und, da diese Mikrofontypen nur sehr kleine Spannungen abgeben, ist eine wesentlich grössere Verstär-

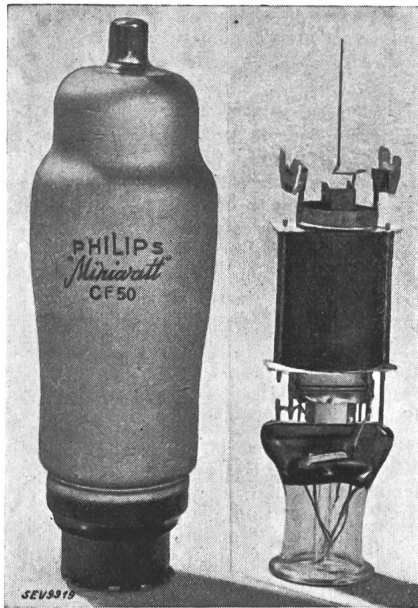


Fig. 1.

Die Mikrofonverstärkeröhre CF 50 mit Innenaufbau.

kung hinter diesen erforderlich als es bei andern Typen von Mikrofonen der Fall ist. Eine grössere Verstärkung kann selbstverständlich durch Hinzufügen weiterer Verstärkerstufen erzielt werden, aber dabei entstehen Schwierigkeiten, die sich nicht ohne weiteres beheben lassen.

Ohne besondere Massnahmen werden nämlich bei grösserer Verstärkung eventuelle Störungen ebenso viele Male mehr verstärkt und diese Störungen müssen deshalb auf das Aeusserste eingeschränkt werden. Vor allem sind es die Störungen, die in der ersten Röhre, also in der Eingangsröhre des Verstärkers, entstehen, die die grösste Auswirkung haben, da dieser Röhre die grösste Verstärkung folgt. Folgende Störungsursachen sind in diesem Zusammenhang zu erwähnen:

1. Netzstörungen (Brumm);
2. Rauschen;
3. Mikrophoneffekt.

Von einer Mikrofonverstärkeröhre, die besonders die Kristall- oder Bandmikrophonsignale verstärken soll, muss man also zunächst verlangen, dass die erwähnten Störeffekte weitgehend unterdrückt werden. Ferner wird man selbstverständlich von ihr eine grössere Verstärker-Leistung verlangen, damit die Röhrenzahl im Mikrofonverstärker und die dazu erforderlichen Bestandteile beschränkt bleiben.

Ein weiterer Gesichtspunkt für die Entwicklung einer neuen Mikrofonverstärkeröhre besteht darin, die Möglichkeit der Verstärkungsregelung durch Aenderung der Steilheit der Röhre zu berücksichtigen. Diese Art der Verstärkungsregelung bietet gegenüber der Regelung mit Hilfe eines Potentiometers wesentliche Vorteile, da auf diese Weise die Krachstörungen, die bei dem üblichen Lautstärkepotentiometer praktisch unvermeidlich sind, beseitigt werden können.

Die Verstärkungsregelung soll dann durch Vergrösserung der negativen Vorspannung der ersten Mikrofonverstärkeröhre erzielt werden, und obwohl auch hierfür ein Potentiometer erforderlich sein wird, kann die abgegriffene Gleichspannung derartig durch Siebkreise abgeflacht werden, dass keine Störungen das Gitter erreichen werden. Dadurch werden solche Krachstörungen vermieden.

Auf dieser Grundlage wurde die neue Mikrofonverstärkeröhre Philips «Miniwatt» CF 50 entwickelt. Es handelt sich um eine Penthode.

### Regelfähigkeit und Verstärkung.

Die Regelung mit Hilfe einer Niederfrequenzverstärkeröhre stellt im allgemeinen sehr hohe Anforderungen an die Form der Arbeitskennlinie, damit bei der Regelung die Verzerrung nicht unzulässig zunimmt. Ein günstiger Umstand ist im vorliegenden Fall, dass nur sehr kleine Signale zu verstärken sind. Nichtsdestoweniger wurde der Kennlinienform die grösste Aufmerksamkeit gewidmet. Um zu einer geringeren Verzerrung zu gelangen, wurde von dem vor einiger Zeit eingebürgerten Prinzip der gleitenden Schirmgitterspannung Gebrauch gemacht. Hierdurch war es möglich, die Verzerrung bei der Regelung klein zu halten, und trotzdem im unregulierten Zustand eine grosse Verstärkung bei geringem Anodenstrom zu erzielen. Die grosse Verstärkung beruht ferner auf der sehr hohen Steilheit, die bei einem Anodenstrom von nur 1,5 mA rund 3,3 mA/V beträgt. Um diese Steilheit zu erzielen, musste für eine entsprechende Kathodenleistung gesorgt werden, die deswegen 6 W beträgt.

Auf diese Weise gestattet die neue Spezialröhre bei einer Speisespannung von 450 V eine 395fache Verstärkung. Durch Zuführung einer negativen Regelspannung von 11 V zu dem Gitter kann diese Verstärkung auf 45 heruntersetzt werden, das heisst auf etwa 1:12 vom ursprünglichen Wert, wobei die Verzerrung kleiner als 0,4 % bleibt. Hierbei wurde von einem konstanten Ausgangssignal von 0,1 V ausgegangen. Bei grösserer Regelspannung als 11 V beginnt die Verzerrung zuzunehmen; bei einer Regelspannung von 12 V ist die Verstärkung bereits auf 7 gesunken, und die Verzerrung beträgt 3 %. Bei noch grösserer Regelspannung nimmt die Verzerrung rasch zu, aber dann werden die Signale nicht mehr für Wiedergabe in Betracht kommen. Zur völligen Unterdrückung des Signals wird eine etwas grössere negative Spannung benötigt. Damit das Signal auch tatsächlich völlig unterdrückt werden kann, wurde besonders auf die Begrenzung der Gitteranodenkapazität geachtet, die mit Rücksicht auf die Dimensionierung dieses Röhrentyps leicht zu gross sein könnte. Die Gitteranodenkapazität der Röhre ist kleiner als 0,03  $\mu\text{F}$  und dadurch kann nur ein verschwindend kleines Signal über diese Kapazität in den Anodenkreis gelangen.

Diese Röhre bietet jedoch auch ohne Benutzung der Regelfähigkeit interessante Möglichkeiten. Sie kann dann mit Speisespannungen bis zu 100 V herunter benutzt werden und gestattet eine wesentlich höhere Verstärkung, als z. B. die Röhren EF6 oder CF7. Aus diesem Grunde ist die Röhre auch für die Anwendung in G/W-Geräten von grosser Bedeutung. Diese Geräte können sowohl durch das Gleich- als auch durch das Wechselstromnetz gespeist werden, wobei von dem Umstand, dass diese Röhre einen Heizstrom von 200 mA erhielt, Gebrauch gemacht werden kann (Serienschaltung des Heizfadens mit den Heizfäden anderer 200-mA-Röhren). Ohne Regelung kann bei geringer Verzerrung eine Ausgangswechselspannung von 3 V erzielt werden.

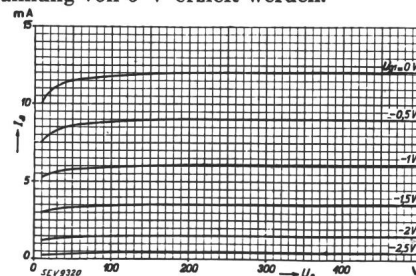


Fig. 2.

Anodenstrom  $I_a$  als Funktion der Anodenspannung  $U_a$  mit der Gitterspannung  $U_{g1}$  als Parameter.  
 $U_{g2} = 100 \text{ V}$ .

**Freiheit von Brummstörungen.**

Um sehr schwache Signale verstärken zu können, wurde für eine weitgehende Brummfreiheit gesorgt. Sonst würde nämlich die Stärke des Brummens leicht ebenso gross wie die der Signale sein. Ausser einer äusserst sorgfältigen Aufstellung der Elektroden bedingte dies die Ausstattung der Röhre mit einem Bifilarheizfaden; diese Ausführung des Heizfadens ergibt ein sehr schwaches magnetisches Feld nach aussen. Da ausserdem dieses Feld der Heizstromstärke proportional ist, wurde als Heizstromwert 200 mA gewählt und zur Erzielung der nötigen Kathodenleistung die Heizspannung auf 30 V angesetzt. Durch diese Massnahmen ist erreicht, dass praktisch keine magnetische Felder nach aussen wirksam sind. Das Ergebnis ist, dass bei Verwendung einer Gitterimpedanz von 0,5 Megohm die dem Gitter- und Anodenbrumm gleichwertige Spannung am Gitter kleiner als 1  $\mu$ V ist. Unter der Voraussetzung, dass durchschnittliche die durch das Mikrophon abgegebene Spannung von der Gröszenordnung 1 mV ist, ersieht man, dass die Brummspannung sehr gering ist. In einem nicht abgeflachten Kathodenwiderstand von 2000 Ohm wird eine Brummspannung von ca. 20  $\mu$ V induziert.

**Geringes Rauschen.**

Durch die hohe Steilheit und den geringen Arbeitsanodenstrom wurde ein sehr geringes Rauschen erzielt. Der äquivalente Rauschwert der Röhre CF 50 beträgt etwa 2500 Ohm. Dieser entspricht bei einer Niederfrequenzbandbreite von 10 kHz einer effektiven Rauschspannung am Gitter von 0,67  $\mu$ V. Diese Spannung kann also wie die Brummspannung im Vergleich zu den zugeführten Spannungswerten niedrig genannt werden. Der äquivalente Rauschwiderstand

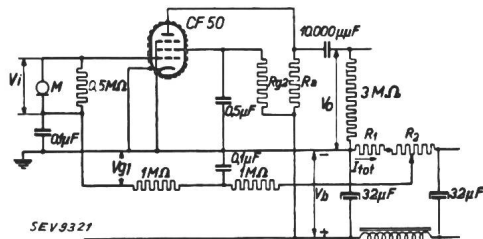


Fig. 3.

Grundsätzliche Betriebsschaltung der Röhre CF 50 als erste Röhre eines Mikrophonverstärkers mit veränderlicher Steilheit.

erscheint sogar unnötig niedrig im Vergleich zu dem meistens verwendeten Gitterwiderstandswert. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass Kristallmikrophone einen ausgesprochen kapazitiven Charakter besitzen, so dass über den grössten Teil des Frequenzbereiches der Rauschwiderstand des Mikrophons sehr viel niedriger ist als der verwendete Abschlusswiderstand des Mikrophons, der auf der Wiedergabe eines relativ engen Gebietes von niedrigen Frequenzen beruht.

**Mikrophoneffekt.**

Obwohl eine weitgehende Beseitigung des Mikrophon-effektes bei einer Mikrophonverstärkerröhre, die im allgemeinen nicht in der Nähe eines Lautsprechers arbeitet und bei der keine sehr starken akustischen Rückwirkungen zu er-

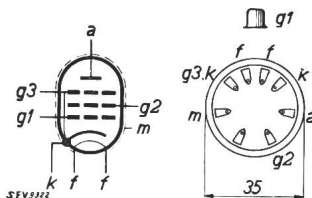


Fig. 4.

Elektrodenanordnung und Sockelanschlüsse.

warten sind, nicht erforderlich erscheint, wurden wegen der sehr hohen Verstärkung, die dem Gitter der CF 50 folgt, trotzdem Massnahmen zur Sicherung der Röhre gegen etwaiges Klingen getroffen. Dies wurde durch einen äusserst stabilen und festen Aufbau erzielt. Das Elektrodensystem wird z. B. durch doppelte Glimmerscheiben gestützt, wodurch die hierin befestigten Teile besonders steif verankert sind. Ausserdem wurden Sicherungen gegen Lockerung der Trägerstege des Elektrodensystems in den Glimmerscheiben-Löchern angebracht (Dachlukkenglimmer).

**Données économiques suisses.**

(Extrait de „La Vie économique“, supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce.)

No.		Juin	
		1940	1941
1.	Importations . . . . .	130,5	157,9
	(janvier-juin) . . . . .	(1193,4)	(918,7)
	Exportations . . . . .	86,3	107,8
2.	Marché du travail: demandes de places . . . . .	9038	5665
	3. Index du coût de la vie	150	175
	Index du commerce de gros = 100	139	184
4.	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)		
	Eclairage électrique cts/kWh	34,9 (70)	34,9 (70)
	Gaz cts/m <sup>3</sup> (Juin 1914 = 100)	27 (129)	29 (138)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg	14,38 (294)	15,64 (319)
5.	Permis délivrés pour logements à construire dans 30 villes (janvier-juin) . . . . .	210	571
	(janvier-juin) . . . . .	(1418)	(2185)
6.	Taux d'escompte officiel %	1,50	1,50
	Banque Nationale (p. ultimo)		
7.	Billets en circulation 10 <sup>6</sup> frs	2252	2115
	Autres engagements à vue 10 <sup>6</sup> frs	668	1546
	Encaisse or et devises or <sup>1)</sup> 10 <sup>6</sup> frs	2533	3586
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %	73,10	62,36
	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)		
8.	Obligations . . . . .	—	132
	Actions . . . . .	—	168
	Actions industrielles . . . . .	—	312
9.	Faillites (janvier-juin) . . . . .	22	14
	(janvier-juin) . . . . .	(167)	(111)
	Concordats (janvier-juin) . . . . .	8	3
10.	Statistique du tourisme		
	Occupation moyenne des lits, en %	1940	mai 1941
		17,7	19,9
11.	Recettes d'exploitation des CFF seuls		
	Marchandises (janvier-mai) . . . . .	22 618	22 299
	(janvier-mai) . . . . .	(107 659)	(108 267)
	Voyageurs (janvier-mai) . . . . .	10 206	12 434
	(janvier-mai) . . . . .	(52 823)	(60 255)

<sup>1)</sup> Depuis le 23 septembre 1936 devises en dollars.

**Prix moyens (sans garantie)**

le 20 du mois.

		Juillet	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars) . . . . .	Lst./1016 kg	62/0/0	62/0/0	—
Etain (Banka) . . . . .	Lst./1016 kg	26/10/0	26/10/0	—
Plomb . . . . .	Lst./1016 kg	25/0/0	25/0/0	—
Fers profilés . . . . .	fr. s./t	—	—	500.—
Fers barres . . . . .	fr. s./t	—	—	500.—
Charbon de la Ruhr gras <sup>1)</sup> . . . . .	fr. s./t	96.50	96.50	66.—
Charbon de la Saar <sup>1)</sup> . . . . .	fr. s./t	96.50	96.50	66.—
Anthracite belge 30/50 . . . . .	fr. s./t	—	—	—
Briquettes (Union) . . . . .	fr. s./t	70.—	70.—	52.—
Huile p. mot. Diesel <sup>2)</sup> 11 000 keal . . . . .	fr. s./t	652.50	652.60	303.50
Huile p. chauffage <sup>2)</sup> 10 800 keal . . . . .	fr. s./t	—	—	—
Benzine . . . . .	fr. s./t	—	—	—
Caoutchouc brut . . . . .	d/lb	—	—	—

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

<sup>1)</sup> Par wagon isolé.

<sup>2)</sup> En citernes.

**Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.**

*(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)*

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page.

	Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne		Società Elettrica Sopracenerina, Locarno		Elektrizitätswerk der Gemeinde Uster		Elektrizitätswerk Gossau (St. G.)	
	1940	1939	1940	1939	1940	1939	1940	1939
1. Production d'énergie . kWh	68 110 600	68 736 680	23 093 300	22 687 400	—	—	606 400	623 100
2. Achat d'énergie . . . kWh	17 819 100	12 536 650	12 506 000	7 981 900	6 464 584	6 788 470	2 740 300	2 527 800
3. Energie distribuée . . kWh	79 809 800	75 326 800	30 497 900	26 210 500	6 223 793	6 475 237	3 002 000	2 818 000
4. Par rapp. à l'ex. préc. . %	+ 5,62	+ 0,11	+ 16,4	+ 3,3	- 3,9	+ 7,8	+ 6,5	+ 1,33
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . . kWh	14 077 000	15 679 000	482 400	461 400	0	0	831 800	809 200
11. Charge maximum . . kW	20 100	17 500	7 400	7 400	1 706	1 620	567	540
12. Puissance installée totale kW	96 138	84 429	25 859	24 818	14 304	13 801	4 300	4 000
13. Lampes . . . . . { nombre	567 777	557 636	125 498	124 093	41 773	41 293	29 500	29 000
{ kW	28 388	27 882	3 990	3 785	2 001	1 965	1 200	1 190
14. Cuisinières . . . . . { nombre	2 108	1 485	2 484	2 395	175	167	47	50
{ kW	15 607	10 570	10 510	9 843	1 047	931	240	246
15. Chauffe-eau . . . . . { nombre	4 584	4 175	1 700	1 636	337	320	155	150
{ kW	21 705	17 200	2 158	2 018	431	405	150	145
16. Moteurs industriels . { nombre	10 626	10 366	2 100	2 036	1 838	1 771	920	903
{ kW	22 179	16 118	3 969	3 785	6 382	6 216	1 950	1 885
21. Nombre d'abonnements . . .	49 200	47 500	13 832	13 720	2 834	2 836	2 797	2 803
22. Recette moyenne par kWh cts.	6,93	7,06	5,8	6,3	8,2	7,9	10	10
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social . . . . . fr.	—	—	2 750 000	2 750 000	—	—	—	—
32. Emprunts à terme . . . »	—	—	3 250 000	3 431 000	—	—	—	—
33. Fortune coopérative . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »	10 600 325	10 992 259	—	—	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. »	10 600 325	10 992 259	5 162 174	5 324 226	158 511	112 852	1	1
36. Portefeuille et participat. »	3 655 064	3 770 336	—	—	—	—	—	—
37. Fonds de renouvellement »	2 233 871	1 948 350	?	?	27 000	37 000	194 000	167 412
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	7 243 333	6 867 346	1 791 597	1 669 625	511 182	511 844	307 500	290 904
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
43. Autres recettes . . . . . »	—	—	96 939	94 617	—	—	4 800	1 368
44. Intérêts débiteurs . . . . »	570 875	585 801	141 668	154 259	—	—	—	—
45. Charges fiscales . . . . . »	164 334	163 371	250 177	220 129	—	—	1 075	1 073
46. Frais d'administration . . »	444 601	448 261	192 839	192 530	50 820	48 832	31 111	29 933
47. Frais d'exploitation . . . »	1 956 661	1 872 435	374 637	382 815	26 935	35 904	41 640	42 700
48. Achats d'énergie . . . . . »	628 029	617 759	354 705	200 585	264 054	273 015	108 482	94 152
49. Amortissements et réserves »	1 579 171	1 124 954	371 924	411 883	16 914	29 188	40 457	40 648
50. Dividende . . . . . »	—	—	178 750	178 750	—	—	—	—
51. En % . . . . . %	—	—	6,5	6,5	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques . . . . . fr.	1 899 662	1 983 365	1)	1)	144 839	110 000	83 700	78 700
53. Fermages . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	34 258 137	33 696 900	7 610 186	7 452 812	1 538 509	1 475 936	1 321 442	1 307 262
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	23 657 812	22 704 641	2 448 012	2 128 586	1 379 997	1 363 083	1 321 441	1 307 261
63. Valeur comptable . . . . . »	10 600 325	10 992 259	5 162 174	5 324 226	158 511	112 852	1	1
64. Soit en % des investissements . . . . .	30,9	32,6	67,83	71,44	10,3	7,6	0	0

1) Compris dans la rubrique 45.

## Miscellanea.

### In memoriam.

**Carl Friedrich von Siemens †.** Der Siemens-Konzern beklagt den Verlust seines Leiters Carl Friedrich von Siemens, der in der Nacht vom 9. auf den 10. Juli 1941 starb. Er war der jüngste Sohn Werner von Siemens und wurde am 5. September 1872 in Charlottenburg geboren. Nach Vollendung seiner Studien in Strassburg, München und Berlin begann er seine Laufbahn bei Siemens & Halske im Jahre 1899. Nach dem Tode seines älteren Bruders übernahm er 1919 die Präsidentschaft des Verwaltungsrates von Siemens & Halske und Siemens-Schuckert. In seiner Eigenschaft als Leiter des grossen Konzerns wurde er mit zahlreichen öffentlichen Aemtern im deutschen Wirtschaftsleben betraut. Er gehörte der Berliner Handelskammer an, war Reichstagsabgeordneter, Mitglied des Reichswirtschaftsrates, Vorsitzender des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit, Präsident des Verwaltungsrates der deutschen Reichsbahngesellschaft u. a. m. Von zahlreichen Hochschulen, Akademien und Städten wurden ihm höchste Ehrungen zuteil.

### Persönliches und Firmen.

**Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten.** Herr *Ch. Aeschmann*, Ingenieur, Mitglied des SEV seit 1934, wurde zum Prokuristen ernannt.

**Gemeindewerke Rüti (Zürich).** Zum Betriebsleiter der Gemeindewerke Rüti wurde als Nachfolger seines verstorbenen Vaters gewählt: Herr *Ernst Vontobel*, bisher Elektrotechniker beim Elektrizitätswerk Frauenfeld.

**S. A. des Câbleries et Tréfileries de Cossonay.** Le conseil d'administration a nommé fondé de pouvoirs M. *André Jaccard*.

**Fabrik elektrischer Oefen und Kochherde, Sursee.** Herr *Ernst Füllemann* wurde zum Prokuristen ernannt.

**Eidg. Post- und Eisenbahndepartement.** Als Chef der Abteilung Rechtswesen und Sekretariat des eidg. Post- und Eisenbahndepartementes wählte der Bundesrat am 19. 7. 41 Herrn Dr. jur. *Eduard Weber*, Fürsprecher, bisher 1. Adjunkt

dieser Abteilung. Herr Dr. Weber ist in unsern Kreisen als Sekretär der Eidg. Kommission für elektrische Anlagen bekannt.

### Kleine Mitteilungen.

**Trolleybus Winterthur-Seen.** Am 19. 7. 41 haben Stadtrat und Gemeinderat von Winterthur in einer ersten Fahrt mit den Vertretern der Lieferfirmen (Saurer, Brown Boveri, Kummeler & Matter) die Trolleybusstrecke Winterthur Hauptbahnhof-Seen eingeweiht. Der Trolleybus ersetzt die 1922 erstellte Strassenbahn vom Bahnhof Winterthur bis Seendorf und führt weiter bis zur Bundesbahn-Station Seen. Es wurde bei der Eröffnung mitgeteilt, dass die Erfahrungen mit dem ersten kommunalen Trolleybus der Schweiz Winterthur-Wülflingen (siehe Bulletin SEV 1939, Nr. 6, S. 150) die Erwartungen hinsichtlich Frequenz und Betriebsrentabilität übertroffen haben.

**1. Schweizerische Ersatzstoff-Ausstellung.** Der Gewerbeverband der Stadt Zürich, veranlasst durch die zunehmende Verknappung der Rohmaterialien und Halbfabrikate, wird im kommenden Herbst im Kongresshaus Zürich die erste schweizerische Ersatzstoff-Ausstellung durchführen, in der nicht nur Bekanntes verglichen, sondern auch Neues gezeigt werden soll. Er lädt alle Hersteller von Fabrikaten, die irgendwie als Ersatzerzeugnisse in Frage kommen, ein, sich an der Veranstaltung zu beteiligen und sich beim Sekretariat des Gewerbeverbandes der Stadt Zürich, Rämistrasse 35, anzumelden.

**Elektrizitätsversorgung in abgelegenen Berggegenden.** Mit der Verknappung des Rohmaterials trat bei den bäuerlichen Betrieben in abgelegenen Berggegenden durch Petrolmangel das Bedürfnis nach elektrischem Licht in verstärkter Masse auf. Die verschiedensten Instanzen haben sich sofort der Sache angenommen; auch die Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und VSE hat sich damit befasst. Leider stossen die meisten Projekte auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten, weil das Material für den Leitungsbau fehlt. Trotzdem wird die Frage überall mit grosser Energie weiter verfolgt. Die Kantonsregierungen erteilen Kredite und Beiträge. Zur Zeit wird das Dorf Lauerz (45 Haushaltungen und 6 Gebäulichkeiten) unter Benützung öffentlicher Gelder elektrifiziert.

## Literatur. — Bibliographie.

Nr. 2066  
**Praktische Anleitung für das Dörren von Obst und Gemüse.** Bericht über die Prüfung von Dörrapparaten. Die Verwendung der Dörrprodukte im Haushalt. 66 S., A<sub>5</sub>, viele Fig. Mitteilungen der Kommission für Trockenkonservierung des Eidg. Kriegsernährungsamtes Zürich, Sihlstrasse 43, und der Propagandazentrale für Erzeugnisse der Schweiz. Landwirtschaft, Juni 1941.

In dieser sehr lehrreichen Broschüre sind nicht nur allgemeine Fragen über das Dörren, die Dörrapparate, die Geräte und mechanischen Einrichtungen für das Zurüsten der Rohstoffe, der Aufbewahrung des Dörrgutes und die Organi-

sation von Gemeinschaftsdörrereien behandelt, sondern sie enthält auch noch die Beschreibungen bzw. Prüfergebnisse von 21 der Kommission für Trockenkonservierung zur Prüfung unterbreiteten Dörrapparaten für Gemeinschaftsdörrereien und für Selbstversorger. Am Schlusse werden noch einige praktische Winke für die Verwendung der Dörrprodukte im Haushalt sowie verschiedene erprobte Rezepte bekanntgegeben. Diese Broschüre kann allen Dörrinteressenten, insbesondere auch denjenigen, die sich mit der Frage der Anschaffung eines neuen Dörrapparates oder mit der Organisation einer Gemeinschaftsdörrerei befassen müssen, bestens empfohlen werden.

## Marque de qualité, estampille d'essai et procès-verbaux d'essai de l'ASE.

### I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.



pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission, subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé pour:

**Prises de courant.**

A partir du 15 juillet 1941.

J. J. Buser A.-G., Fabrik elektrotechnischer Isoliermaterialien, Bâle.

Marque de fabrique:



Fiches bipolaires avec contact de terre (2 P + T) pour 250 V, 6 A.

Utilisation: dans locaux secs et mouillés.

Exécution: corps de fiche en résine synthétique moulée noire.

No. 1150 M: Type 2, Norme SNV 24507.

**Prises d'appareils.**

A partir du 15 juillet 1941.

J. J. Buser A.-G., Fabrik elektrotechnischer Isoliermaterialien, Bâle.

Marque de fabrique:



Prises d'appareils 2 P + T pour 250 V, 6 A.

Utilisation: dans locaux secs.

Exécution: corps isolant en résine synthétique moulée noire resp. brune.

No. 2100 E: prise d'appareil selon Norme SNV 24549 sans interrupteur.

**Communications des organes des Associations.****Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.****Inspectorat des installations à courant fort.**

En date du 15 juillet 1941, M. P. Nissen s'est démis de ses fonctions d'ingénieur en chef de l'Inspectorat des installations à courant fort, poste qu'il a occupé durant 30 années de féconde activité.

La commission d'administration de l'ASE et de l'UCS avait décidé, le 20 novembre 1940, d'appeler à sa place

M. Eugène Blank, ingénieur diplômé,

directeur du Service de l'électricité de Lodz (Pologne), dont la nomination officielle a eu lieu le 1<sup>er</sup> juillet 1941.

M. Blank est une personnalité bien connue de nos milieux. Il est particulièrement compétent dans le domaine de la construction et de l'exploitation des installations électriques. Il s'est fait une excellente réputation en sa qualité d'ingénieur de la S. A. Suisse pour le Transport de l'Energie, Berne, et des Forces Motrices du Nord-Est Suisse, ainsi que de directeur des travaux de la ligne du Gothard (S. A. Motor-Columbus). En outre, M. Blank fut, pendant plusieurs années, professeur à l'Université de Buenos Aires et directeur technique de la représentation de la maison Motor-Columbus en Espagne.

M. Blank assume les fonctions d'ingénieur en chef depuis le 15 juillet 1941.

**Adresse en l'honneur de M. P. Nissen.**

La commission d'administration de l'ASE et de l'UCS a remis l'adresse suivante à M. P. Nissen, ingénieur en chef, à l'occasion de son départ de l'Inspectorat des installations à courant fort:

Sehr geehrter Herr Nissen!

Nachdem Sie nun auf Mitte Juli von Ihrem Posten in den wohlverdienten Ruhestand zurücktreten, möchten wir Ihnen im Namen der Verwaltungskommission des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke und aller Mitglieder beider Verbände unsern aufrichtigsten tiefen Dank ausdrücken für die unvergleichlich grossen Verdienste, die Sie dem Starkstrominspektorat und der Elektrotechnik in der ganzen Schweiz erwiesen haben. Seit fast 40 Jahren sind Sie der wichtigsten Institution der Verbände, dem Starkstrominspektorat — während über 30 Jahren an massgebender Stelle als dessen Oberingenieur —, tätig gewesen und haben damit an vorderster Front mitgewirkt, die Elektrizität in der Schweiz zu fördern.

In Ihrer, volle Unparteilichkeit und oft viel Takt und Umsicht erfordernden Stellung ist es Ihnen auch gelungen, in Ihrer bundesamtlichen Tätigkeit, die dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein, gestützt auf das Ihnen entgegengebrachte Vertrauen, übertragen war, die höheren Interessen besonders der schweizerischen Elektrizitätswerke zu wahren, so dass heute auch von dieser Seite Ihr Wirken Dankbarkeit und Anerkennung findet.

Wir danken Ihnen besonders auch noch dafür, dass Sie sich ohne weiteres zur Verfügung stellten, Ihr Amt noch solange auszuüben, bis Ihr Nachfolger eingeführt war.

Wir wünschen Ihnen, verehrter Herr Nissen, für die kommenden Jahre alles Gute und recht viel Schönes. Wir hoffen, dass wir gelegentlich auf Ihre Erfahrungen zurückgreifen dürfen und dass sich Gelegenheit bieten wird, im Kreise der Vorstände noch einmal mit Ihnen zusammen zu sein.

Mit unsern besten Wünschen für Ihr weiteres Wohlergehen begrüssen wir Sie, sehr geehrter Herr Nissen, mit vorzüglicher Hochachtung und in gossener Dankbarkeit für Ihr jahrelanges aufopferndes Wirken im Dienste unserer Verbände.

Zürich, den 15. Juli 1941.

Im Namen der Verwaltungskommission,

Der Präsident  
des Schweiz. Elektrotechn.Vereins:  
(gez.) M. Schiesser.Der Präsident  
des Verbandes Schweiz.Elektrizitätswerke:  
(gez.) R. A. Schmidt.

Der Generalsekretär:

(gez.) A. Kleiner.

**Comité de direction de l'ASE et de l'UCS.**

Au cours de 8 séances, le Comité de direction a examiné les relations contractuelles qui existent entre l'ASE et l'UCS et mis au point des projets pour un nouveau règlement contractuel, qui sera soumis aux Comités et à la commission d'administration. Dès que celle-ci aura pris les décisions nécessaires, les nouveaux projets seront publiés dans le Bulletin ASE avant l'assemblée générale. En outre, l'ordre du jour de la prochaine séance de la Commission d'administration a été préparé; en particulier les comptes et budgets du Secrétariat général et des Institutions de contrôle ont été approuvés; la date de l'assemblée générale annuelle a été fixée pour cette année au 25 octobre.

**Comité de l'UCS.**

A ses séances des 11 et 18 juillet 1941, le comité de l'UCS s'est occupé des projets concernant le nouveau règlement contractuel entre l'ASE et l'UCS et d'un projet de nouveaux statuts de l'UCS. Il a pris connaissance des comptes de l'UCS et de la section des achats pour 1940, approuvé les bilans et établi les budgets pour 1942. La fête de jubilaires aura probablement lieu au mois de septembre en Suisse romande.

**Allocations de vie chère — Protection de la famille.**

La commission pour les questions de personnel de l'UCS a reçu un nouveau rapport circonstancié sur les allocations de vie chère et la protection de la famille. A la demande du président de cette commission, les centrales qui sont membres de l'UCS et qui doivent prendre prochainement une décision au sujet de ces allocations, peuvent obtenir auprès du Secrétariat de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, un exemplaire du projet de ce rapport, avant même que les discussions au sein de la commission soient terminées.

### Commission de l'ASE et de l'UCS pour la recherche d'occasions de travail (Ako).

Cette commission, présidée par M. le professeur P. Joye, Fribourg, a tenu à Zurich sa 5<sup>e</sup> séance, le 14 juillet 1941. Elle s'est occupée de questions ayant trait à la construction de nouvelles usines hydroélectriques, ainsi que d'un document relatif au chauffage général des locaux à l'aide de thermo-pompes.

### Comité Technique 8 du CES.

Tensions et courants normaux, isolateurs.

Le Comité Technique 8 du CES a tenu sa 19<sup>e</sup> assemblée le 2 juillet 1941, à Lucerne, sous la présidence de M. A. Roth, Aarau. M. H. Kläy, de la Fabrique de Porcelaine de Langenthal S. A., a été nommé secrétaire. Le CT a discuté le projet des «Règles pour les essais de tension» qui doivent remplacer les anciennes règles de 1920/23 et dont des épreuves ont déjà été tirées. Le chapitre consacré aux éclateurs à sphères a été mis définitivement au point. Il sera remis au Comité qui le fera publier dans le Bulletin ASE, avant la publication de l'ensemble des règles pour les essais de tension.

### Admission de systèmes de compteurs d'électricité à la vérification.

En vertu de l'article 25 de la loi fédérale du 24 juin 1909 sur les poids et mesures, et conformément à l'article 16 de l'ordonnance du 23 juin 1933 sur la vérification des compteurs d'électricité, la commission fédérale des poids et mesures a admis à la vérification les systèmes de compteurs d'électricité suivants, en leur attribuant le signe de système indiqué:

Fabricant: Landis & Gyr S. A., Zoug.

- S** Adjonction au  
95 Compteur à induction à trois systèmes moteurs,  
type MG 20.
- S** Adjonction au  
96 Compteur à induction à 2 systèmes moteurs,  
types FG 20, HG 20, KG 20, LG 20, DG 20.

Berne, le 1<sup>er</sup> juillet 1941.

Le président de la commission fédérale  
des poids et mesures,  
P. Joye.

### Vorort

### de l'Union Suisse du Commerce et de l'Industrie.

Nos membres peuvent prendre connaissance des publications suivantes du Vorort de l'Union Suisse du Commerce et de l'Industrie:

Impôts compensatoire: article 9. Livraisons aux corporations de droit public; notion de l'usage et de la consommation industrielle et artisanale.

Allocations pour perte de salaire. Augmentation des indemnités pour célibataires.

### Sous-commission pour les prescriptions de guerre de la commission des normes.

A sa 4<sup>e</sup> séance, du 14 juillet 1941, la sous-commission pour les prescriptions de guerre de la commission des normes a pris position au sujet de différentes requêtes concernant des dérogations aux normes et prescriptions de l'ASE. Les requêtes approuvées par la sous-commission figurent dans la publication suivante. La question de l'allègement de l'essai de flexibilité des conducteurs mobiles a été approuvée en principe par la sous-commission, mais elle devra être mise au point par des essais confiés à la station d'essai des matériaux. La sous-commission a en outre décidé l'admission des tubes isolants à tôle moins épaisse et moins plombée que ne le prescrit la feuille de normes DIN VDE 90 26. Il a été

prévu d'établir, pour les tubes isolants, certaines conditions techniques qui serviront de base pour l'octroi du droit à la marque de qualité de l'ASE pour ces tubes isolants. La sous-commission a examiné également la question de l'utilisation de conducteurs en alliage de zinc fin dans les installations intérieures. Elle a toutefois décidé de laisser cette question en suspens pour le moment, car ces conducteurs présentent de gros désavantages, et de se renseigner tout d'abord si l'on peut disposer en Suisse de quantités suffisantes de zinc fin pour permettre la fabrication de ces conducteurs isolés. Jusqu'à nouvel ordre, il y aura donc lieu de n'utiliser dans les installations intérieures que des conducteurs en cuivre et en aluminium.

### Modification des normes et des prescriptions de l'ASE motivée par la guerre.

*Publication No. 11.*

Publications précédentes: Bulletin ASE 1940, No. 19, p. 436; 1940, No. 24, p. 575; 1940, No. 26, p. 606; 1941, No. 2, p. 40; 1941, No. 4, p. 72; 1941, No. 9, p. 216; 1941, No. 10, p. 235; 1941, No. 12, p. 284; 1941, No. 13, p. 304; 1941, No. 14, p. 332.

En raison des difficultés d'approvisionnement en matières premières par suite de la guerre, les Normes pour conducteurs isolés et les Prescriptions sur les installations intérieures sont modifiées, jusqu'à nouvel avis, de la façon suivante:

#### I. Normes pour conducteurs isolés.

1° Pour les conducteurs dont l'âme en cuivre n'est pas étamée (cf. Publication No. 8, Bulletin ASE 1941, No. 12, page 284), l'enrubanage de papier, le guipage de coton ou la tresse de soie artificielle entre l'âme en cuivre et la gaine isolante en caoutchouc peuvent être remplacés par une enveloppe en une autre matière appropriée (par exemple en cellophane), empêchant toute action réciproque entre cuivre et caoutchouc. En outre, l'étamage peut être supprimé pour les conducteurs isolés en matière synthétique thermo-plastique.

2° Sous la désignation de «cordon torsadé» (GTU), il est également admis une exécution dans laquelle les âmes nues sont torsadées étroitement et pourvues d'un guipage commun bien adhérent.

3° Il est renoncé à la désignation des teintes (gris sombre, rouge, blanc) prescrite au § 1, tableau I, pour les conducteurs actifs des cordons; ces conducteurs peuvent donc être tous de la même couleur (y compris leur couleur naturelle). Par contre, la couleur jaune du neutre ou du fil de terre doit être maintenue, de même que la différenciation entre le neutre (jaune) et le fil de terre (jaune/rouge) des conducteurs mobiles avec neutre et fil de terre.

#### II. Prescriptions sur les installations intérieures.

##### § 19 (Fil de terre).

Chiffre 3°: La section des fils de terre indépendants des conducteurs doit être d'au moins 10 mm<sup>2</sup>, s'il est fait usage d'aluminium nu.

Chiffre 5°: Les fils de terre en cuivre d'une section de 16 mm<sup>2</sup> peuvent être remplacés par des fils en aluminium d'une section d'au moins 25 mm<sup>2</sup>.

##### § 24 (Electrodes de terre).

Les brides de terre fixées aux conduites d'eau peuvent être en ruban de fer doux galvanisé au feu ou d'alliage inoxydable. La tôle de zinc n'est pas admise. Le ruban doit avoir une largeur d'au moins 30 mm et une épaisseur d'au moins 0,6 mm; il doit être flexible.

##### § 25 (Plaque, ruban ou tuyau servant d'électrode de terre).

Les plaques de terre en tôle de fer galvanisée doivent avoir une surface d'au moins 0,5 m<sup>2</sup> et une épaisseur d'au moins 2 mm. Les rubans en tôle de fer galvanisée doivent présenter une section d'au moins 100 mm<sup>2</sup> et leur épaisseur doit être d'au moins 3 mm. Les parties enterrées de la ligne de terre peuvent être en fil de fer galvanisé au feu d'un diamètre d'au moins 6 mm.