

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 32 (1941)  
**Heft:** 15  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

#### 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:** 12.01.2026

**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 Natrium-dampf-Lampen, auf einen hohen Grad der Vollkommenheit gebracht. Die Beleuchtungstechnik führte sie auf den verschiedenen Anwendungsgebieten in stark steigendem Umfang 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 tagesähnlichen 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-

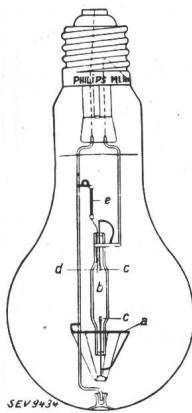


Fig. 1.

#### Die Mischlichtlampe ML 500.

- a) Glühfaden in Argon-Stickstoffatmosphäre.
- b) Entladungsrohrchen.
- 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 Drosselpule als Vorschaltgerät mit einem ohmschen Widerstand arbeitet. Dabei wurde der in Reihe geschaltete Widerstand so ausgebildet, dass er, um das Quecksilber-Entladungsrohr 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 Ultravioletten 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 kurzweligen Ultravioletten. 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-

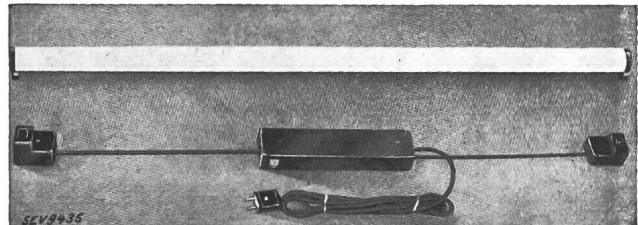


Fig. 2.

**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 Drosselpule. Um aber damit die Leuchtstoff-Röhre an ein Netz von 220 V anschliessen zu können, musste für die Zündung der Röhre ein Schaltungskniff angewendet werden. Als einfache, betriebssichere und billige Schaltung hat sich die Glimmzünderschaltung 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.

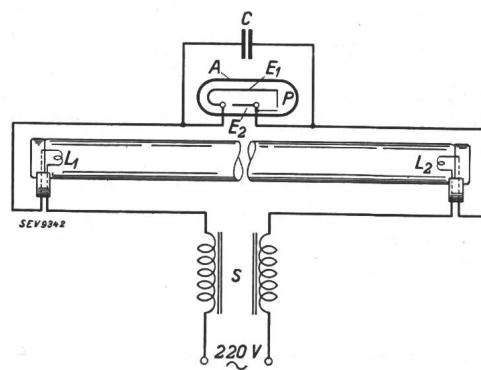


Fig. 3.  
Glimmzünderschaltung für Niederspannungs - Leuchtstoff - Röhren TL-100.

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, kühlst 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 Spannungsstoß. 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 Röhrchens 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 Radioverstörungen verursacht werden könnten, wurde parallel zu den Elektroden  $L_1$  und  $L_2$  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.]

621.315.624

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 Hesco-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  $\cong$  10 kg)

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

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

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

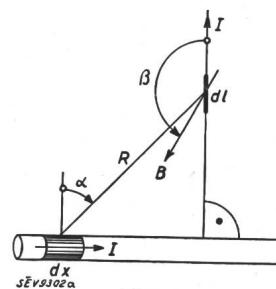


Fig. 1.

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

weg. Sie wirkt immer im Sinne einer Vergrösserung der Stromschlaufe. 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.

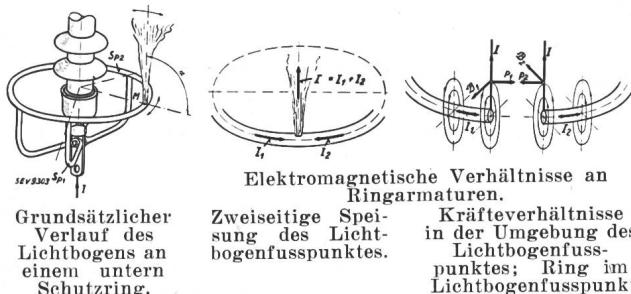


Fig. 2.  
Schutzzringe.

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.

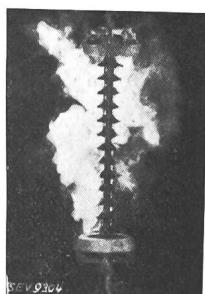
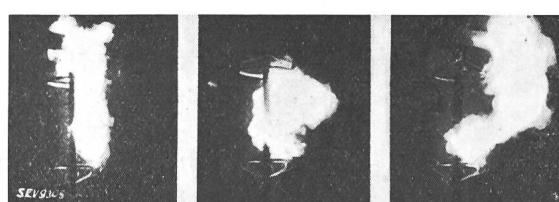


Fig. 3.  
Typischer Lichtbogenverlauf.

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

Unten: Lichtbogenablauf an Gasrohr-  
ringen ( $I = 800\ldots 1430$  A).



Unterer Licht-  
bogenstiel an-  
nähernd senk-  
recht nach oben  
gerichtet.

Unterer Licht-  
bogenstiel dreht  
dem Isolator zu  
nach innen.

Der Lichtbogen  
bläst das untere  
Isolator zu Drittel  
des Isola-  
recht nach oben  
gerichtet.

Der Schutzzring (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 Lightningbogenverlauf 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 wegleitet.

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.

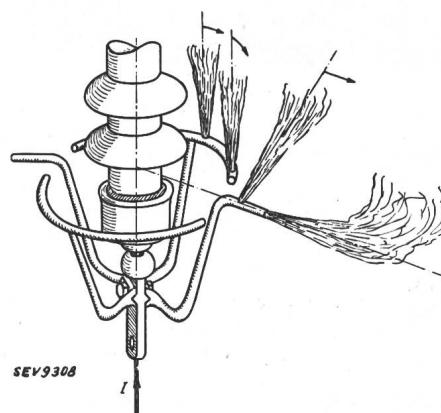


Fig. 5.  
Grundsätzlicher Verlauf des Lichtbogens am Ringhorn.

**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 Null-durchgang des Stromes. Dagegen kann der Winddruck zehn-

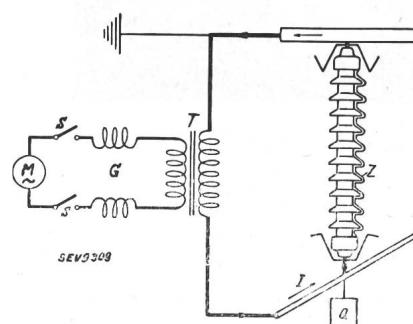


Fig. 6.  
Grundsätzliche  
Versuchsanordnung  
für die  
Lichtbogenver-  
suche.  
M Maschinensatz.  
S Schalter.  
G ein-  
stellbare Impedanz.  
T Transformator.  
Q Belastungsgewicht.  
Z Zünddraht.

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 kühl 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 Isolatorenoberfläche 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 Transformatoren 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 Isolatorenoberfläche von einer Elektrode zur andern ein feiner Kupferdraht gespannt. Beim Zuschalten der Spannung wird der Zünddraht schlagartig verdampft und die verbleibende glühende Metalldampfbahn 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 nachzuahmenden natürlichen Zündungsart entsprechen.

Zum genauen Studium des Lichtbogenverlaufes dienten folgende Hilfsmittel:

Kinematographische Aufnahme des Lichtbogens aus zwei unter  $90^\circ$  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 äussern 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 besondern 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

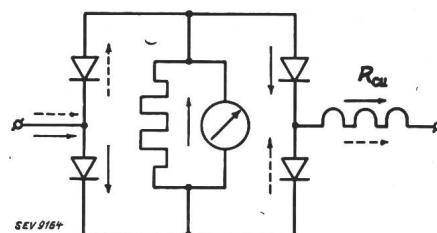


Fig. 1.

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

Serie geschaltet sind, kompensiert werden. Die Summe aller Widerstände im Systemkreis, der Systemwiderstand  $r_g$  ist nicht konstant, sondern eine Funktion des Mittelwertes des jeweiligen Systemstromes  $i_g$  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:  $i_g = \alpha I_g$ ,  $0 \leq \alpha \leq 1$ ;  $I_g$  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  $R_g$ , der beim Endausschlag herrscht, so erhält man eine Zahl  $\alpha$ , die eine Funktion des Zeigerausschlages  $\alpha$  ist. Es ist also

$$r_g(\alpha)/R_g = \alpha \geq 1; r_g = \alpha \cdot R_g; R_g \leq r_g. \quad (1)$$

#### 2. Messung von Wechselströmen.

Das Messgerät hat einen stromabhängigen Widerstand, der unter Umständen niederohmige Stromkreise beeinflussen kann. Das Messgerät ist nur für einen Messbereich benützbar. Mit Hilfe eines Stromwandlers mit verschiedenen Uebersetzungswertverhältnissen 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:  $i_\lambda = i_g (R_\lambda + R_g)/R_\lambda$ , bzw. für  $\alpha = 1$ :

$$I_\lambda = I_g (R_\lambda + R_g)/R_\lambda \quad (2)$$

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

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

oder

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

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

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

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,

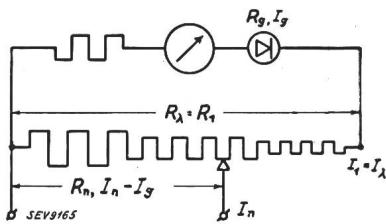


Fig. 2.  
Gleichrichtermess-  
system mit einem  
Ayrtonvielfach-  
nebenwiderstand.

wenn  $z$  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  $z$  als Funktion des Skalenwinkels angeben, wenn der Systemstrom und damit das Shuntungsverhältnis  $\lambda$  irgendeines Messbereiches bekannt ist:

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

Gl. (5) vereinfacht sich für grosse Shuntungsverhältnisse und geht in  $\alpha' \rightarrow \alpha z$  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 einzigen 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 benutzt wurde. Fig. 2 zeigt die Anordnung mit nur angedeuteter Gleichrichtung.

Zunächst wird der Systemwiderstand  $R_g$ , bzw.  $r_g$  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  $I_1 = I_\lambda = \lambda \cdot I_g$  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  $i_g = \alpha \cdot I_g$

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

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  $\alpha$  der Skala fliesst immer derselbe zugehörige Systemstrom  $i_g$ , daher hat auch der Systemwiderstand bei diesem Ausschlag einen bestimmten Wert, ganz gleichgültig, welcher Messbereich benutzt 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  $U_0 = R_g \cdot I_g$  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

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

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  $U_0 \rightarrow 900$  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 Mangainwiderstand 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 hindurchfliesende 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 Änderung 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 benutzt werden können. Es soll also  $I_g = \beta \cdot I_{g\sim}$ ,  $0 < \beta \leq 1$  und  $R_{g\sim} = \gamma \cdot R_{g\sim}$ ,  $0 < \gamma \leq 1$  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 beeinträchtigt, 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, benutzt und darin die einzelnen Grössen mit den gewünschten Änderungen einsetzt. Es ist dann

$$I_n/k = I_g \beta (R_1 \varrho + R_{g\sim} \gamma) / R_n$$

für 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  $R_{g\sim} = R_{g\sim} \cdot \gamma$  nicht kleiner werden kann als der Drehspulwiderstand, vermehrt um einen Manganinwiderstand zur Vermeidung 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

$$k \leq \lambda/\beta(\varrho + (\lambda - 1)\gamma) \quad (10)$$

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 Spannungspfades 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 Temperaturreinflusses 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 benutzt 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  $R_s$ .  $r$  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 Messbereichsstufen 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 Messbereichsstufe zur kleinsten ist dann

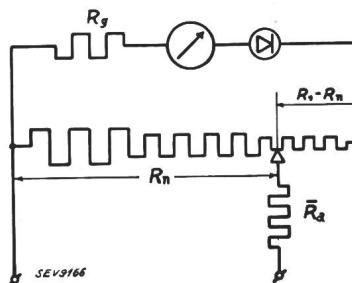


Fig. 3.  
Schaltung für die  
Messung von (klei-  
nen) Spannungen.

$$(R + R_s)/R = 1 + R_s/R = m \geq 1 \quad (11)$$

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

$$u = i_n (R_s + r) = \alpha' I_n (R_s + r) \quad (12)$$

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 benutzt 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

$$u' = \alpha' U = I_n \alpha' (R_s + R) \quad (13)$$

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 benutzt weiters das Spannungsmessbereichverhältnis  $m$  aus (11), so erhält man

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

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

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

welche für  $n = 1$  übergeht in

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

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

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

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  $r = r_g$  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 Skalenendwertes 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 Systemspannungsabfalls 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 Elektrodenabstand beiderseits der Sperrsicht 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 niedrigen Messkreisen entstehen kann.

Aber selbst für die Messung sinusförmiger Größen sind die obigen Betrachtungen nicht vollständig exakt. Der Systemwiderstand  $r_g$  ist nämlich nicht vom Mittelwert des Stromes  $i_g$  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 Zeigerausschlages  $\alpha$  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, geeichten 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 benutzt 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 abzuziehen, 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 Messorganes in Kauf zu nehmen. Mit Rücksicht auf die Dämpfung und eine möglichst robuste Bauart des Messgerätes sind auch hierbei bald Schranken gezogen.

A. rf.

## Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

### Eine neue Mikrophonverstärker-Röhre.

621.385.831

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

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

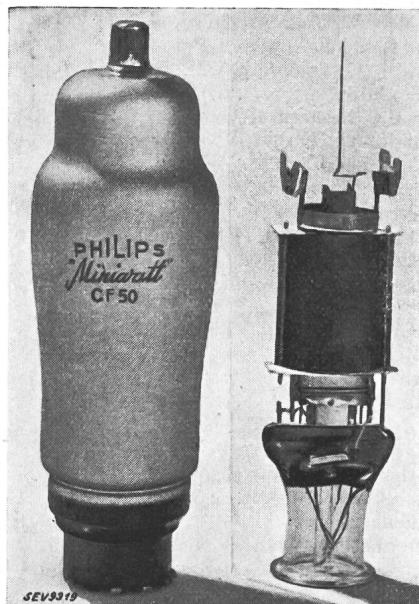


Fig. 1.

Die Mikrophonverstärkerröhre CF 50 mit Innenaufbau.

kung hinter diesen erforderlich als es bei andern Typen von Mikrophonen 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 Ausserste eingeschränkt werden. Vor allem sind es die Störungen, die in der ersten Röhre, also in der Eingangsöhre 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 Mikrophonverstärkerröhre, 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 Mikrophonverstärker und die dazu erforderlichen Bestandteile beschränkt bleiben.

Ein weiterer Gesichtspunkt für die Entwicklung einer neuen Mikrophonverstärkerröhre besteht darin, die Möglichkeit der Verstärkungsregelung durch Änderung 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 Mikrophonverstärkerröhre 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 Mikrophonverstärkerröhre Philips «Miniwatt» CF 50 entwickelt. Es handelt sich um eine Pentode.

### Regelfähigkeit und Verstärkung.

Die Regelung mit Hilfe einer Niederfrequenzverstärkerröhre 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 ungeregelten 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 heruntergesetzt 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 (Serienenschaltung des Heizfadens mit den Heizfädern anderer 200-mA-Röhren). Ohne Regelung kann bei geringer Verzerrung eine Ausgangswechselspannung von 3 V erzielt werden.

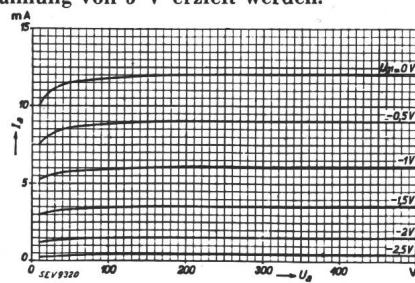


Fig. 2.  
Anodenstrom  $I_a$  als Funktion der Anodenspannung  $U_a$  mit der Gitterspannung  $U_{g1}$  als Parameter.  
 $U_{g2} = 100$  V.

*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 magnetischen 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  $1 \mu\text{V}$  ist. Unter der Voraussetzung, dass durchschnittlich die durch das Mikrophon abgegebene Spannung von der Grösseordnung 1 mV ist, ersieht man, dass die Brummspannung sehr gering ist. In einem nicht abgeflachten Kathodenwiderstand von 2000 Ohm wird eine Brummspannung von ca.  $20 \mu\text{V}$  induziert.

*Geringes Rauschen.*

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

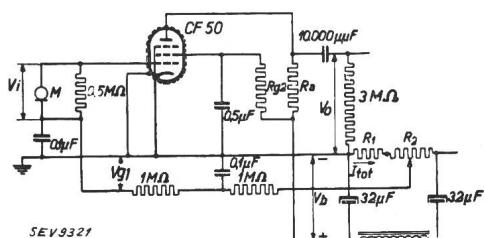


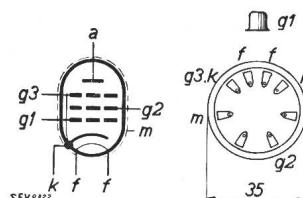
Fig. 3.

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 Mikrophones sehr viel niedriger ist als der verwendete Abschlusswiderstand des Mikrophones, der auf der Wiedergabe eines relativ engen Gebietes von niedrigen Frequenzen beruht.

*Mikrophoneffekt.*

Obwohl eine weitgehende Beseitigung des Mikrophoneffektes 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 (Dachlukenglimmer).

**Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft**

(aus «Die Volkswirtschaft», Beilage zum Schweiz. Handelsamtsschall).

No.	Juni	
	1940	1941
1. Import . . . . .	130,5	157,9
(Januar-Juni) . . . . .	(1193,4)	(918,7)
Export . . . . .	86,3	107,8
(Januar-Juni) . . . . .	(637,1)	(662,9)
2. Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden . . . . .	9038	5665
3. Lebenskostenindex } Juli 1914	150	175
Grosshandelsindex } = 100	139	184
Detailpreise (Durchschnitt von 34 Städten)		
Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh	34,9 (70)	34,9 (70)
Gas Rp./m³ } = 100	27 (129)	29 (138)
Gaskoks Fr./100 kg	14,38 (294)	15,64 (319)
4. Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 30 Städten . . . . .	210	571
(Januar-Juni) . . . . .	(1418)	(2185)
5. Offizieller Diskontsatz . . %	1,50	1,50
6. Nationalbank (Ultimo)		
Notenumlauf . . . . . $10^6$ Fr.	2252	2115
Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . . $10^6$ Fr.	668	1546
Goldbestand u. Golddevisen <sup>1)</sup> $10^6$ Fr.	2533	3586
Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold %	73,10	62,36
7. Börsenindex (am 25. d. Mts.)		
Obligationen . . . . .	—	132
Aktien . . . . .	—	168
Industrieaktien . . . . .	—	312
8. Zahl der Konkurse . . . . .	22	14
(Januar-Juni) . . . . .	(167)	(111)
Zahl der Nachlassverträge . . . . .	8	3
(Januar-Juni) . . . . .	(50)	(38)
9. Fremdenverkehr		
Bettenbesetzung in % nach den verfügbaren Betten . . . . .	1940	1941
Mai	17,7	19,9
10. Betriebseinnahmen der SBB allein		
aus Güterverkehr . . . . .	22 618	22 299
(Januar-Mai) . . . . .	(107 659)	(108 267)
aus Personenverkehr } 1000 Fr.	10 206	12 434
(Januar-Mai) . . . . .	(52 823)	(60 255)

<sup>1)</sup> Ab 23. September 1936 in Dollar-Devisen.**Unverbindliche mittlere Marktpreise**  
je am 20. eines Monats.

	Juli	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) .	Lst./1018 kg	62/0/0	62/0/0
Banka-Zinn . . . . .	Lst./1018 kg	26/10/0	26/10/0
Blei — . . . . .	Lst./1018 kg	25/0/0	25/0/0
Formeisen . . . . .	Schw. Fr./t	—	500.—
Stabeisen . . . . .	Schw. Fr./t	—	500.—
Ruhrfettnuss I <sup>1)</sup> . . .	Schw. Fr./t	96.50	96.50
Saarnuss I (deutsche) <sup>1)</sup> . . .	Schw. Fr./t	96.50	96.50
Belg. Anthrazit 30/50 .	Schw. Fr./t	—	—
Unionbriketts . . . . .	Schw. Fr./t	70.—	70.—
Dieselmotoröl <sup>2)</sup> 11 000 kcal .	Schw. Fr./t	652.50	652.60
Heizöl <sup>2)</sup> . . . . . 10 500 kcal	Schw. Fr./t	—	—
Benzin . . . . .	Schw. Fr./t	—	—
Rohgummi . . . . .	d/lb	—	—

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizer-Währung franko Schweizergrenze (unverzollt).

<sup>1)</sup> Bei Bezug von Einzelwagen.<sup>2)</sup> Bei Bezug in Zisternen.

**Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke.**

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

Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren.

	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. Energieproduktion . . . kWh	68 110 600	68 736 680	23 093 300	22 687 400	—	—	606 400	623 100	
2. Energiebezug . . . . 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. Energieabgabe . . . . 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. Gegenüber Vorjahr . . . %	+ 5,62	+ 0,11	+ 16,4	+ 3,3	- 3,9	+ 7,8	+ 6,5	+ 1,33	
5. Davon Energie zu Abfallpreisen . . . . . kWh	14 077 000	15 679 000	482 400	461 400	0	0	831 800	809 200	
11. Maximalbelastung . . . kW	20 100	17 500	7 400	7 400	1 706	1 620	567	540	
12. Gesamtanschlusswert . . . kW	96 138	84 429	25 859	24 818	14 304	13 801	4 300	4 000	
13. Lampen . . . . . { Zahl	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. Kochherde . . . . . { Zahl	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. Heisswasserspeicher . . . { Zahl	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. Motoren . . . . . { Zahl	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. Zahl der Abonnemente . . .	49 200	47 500	13 832	13 720	2 834	2 836	2 797	2 803	
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	6,93	7,06	5,8	6,3	8,2	7,9	10	10	
<i>Aus der Bilanz:</i>									
31. Aktienkapital . . . . . Fr.	—	—	2 750 000	2 750 000	—	—	—	—	
32. Obligationenkapital . . . »	—	—	3 250 000	3 431 000	—	—	—	—	
33. Genossenschaftsvermögen »	—	—	—	—	—	—	—	—	
34. Dotationskapital . . . »	10 600 325	10 992 259	—	—	—	—	—	—	
35. Buchwert Anlagen, Leitg. »	10 600 325	10 992 259	5 162 174	5 324 226	158 511	112 852	1	1	
36. Wertschriften, Beteiligung »	3 655 064	3 770 336	—	—	—	—	—	—	
37. Erneuerungsfonds . . . »	2 233 871	1 948 350	?	?	27 000	37 000	194 000	167 412	
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>									
41. Betriebseinnahmen . . . Fr.	7 243 333	6 867 346	1 791 597	1 669 625	511 182	511 844	307 500	290 904	
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligung . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—	
43. Sonstige Einnahmen . . . »	—	—	96 939	94 617	—	—	4 800	1 368	
44. Passivzinsen . . . »	570 875	585 801	141 668	154 259	—	—	—	—	
45. Fiskalische Lasten . . . »	164 334	163 371	250 177	220 129	—	—	1 075	1 073	
46. Verwaltungsspesen . . . »	444 601	448 261	192 839	192 530	50 820	48 832	31 111	29 933	
47. Betriebsspesen . . . »	1 956 661	1 872 435	374 637	382 815	26 935	35 904	41 640	42 700	
48. Energieankauf . . . »	628 029	617 759	354 705	200 585	264 054	273 015	108 482	94 152	
49. Abschreibg., Rückstellungen »	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. In % . . . . . »	—	—	6,5	6,5	—	—	—	—	
52. Abgabe an öffentliche Kassen . . . . . »	1 899 662	1 983 365	1)	1)	144 839	110 000	83 700	78 700	
53. Pachtzinse . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Uebersicht über Baukosten und Amortisationen:</i>									
61. Baukosten bis Ende Berichtsjahr . . . . . 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. Amortisationen Ende Berichtsjahr . . . . . »	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. Buchwert . . . . . »	10 600 325	10 992 259	5 162 174	5 324 226	158 511	112 852	1	1	
64. Buchwert in % der Baukosten . . . . . »	30,9	32,6	67,83	71,44	10,3	7,6	0	0	

1) In Pos. 45 inbegriffen.

## 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. Aeschimann, 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 Füllmann 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 unsrern 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, Kummler & Matter) die Trolleybusstrecke Winterthur Hauptbahnhof-Seen eingeweiht. Der Trolleybus ersetzt die 1922 erstellte Strassenbahn vom Bahnhof Winterthur bis Seen-Dorf 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 Ersatzzeugnisse 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 Petromangel das Bedürfnis nach elektrischem Licht in verstärktem 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 Kantonssregierungen erteilen Kredite und Beiträge. Zur Zeit wird das Dorf Lauerz (45 Haushaltungen und 6 Gebäudelichkeiten) 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 Trockenkonserverierung des Eidg. Kriegernährungsamtes Zürich, Sihlstrasse 43, und der Propagandazentrale für Erzeugnisse der schweiz. Landwirtschaft, 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 Trockenkonserverierung 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.

## Qualitätszeichen, Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV.

### I. Qualitätszeichen für Installationsmaterial.



für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsdozen, Kleintransformatoren.

— — — — — für isolierte Leiter.

Mit Ausnahme der isolierten Leiter tragen diese Objekte ausser dem Qualitätszeichen eine SEV-Kontrollmarke, die auf der Verpackung oder am Objekt selbst angebracht ist (siehe Bull. SEV 1930, Nr. 1, S. 31).

Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung wurde das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV erteilt für:

**Steckkontakte.**

Ab 15. Juli 1941.

**J. J. Buser A.-G., Fabrik elektrotechnischer Isoliermaterialien, Basel.****Fabrikmarke:**

Zweipolige Stecker mit Erdkontakt (2 P + E) für 250 V, 6 A.

Verwendung: In trockenen und feuchten Räumen.

Ausführung: Steckerkörper aus schwarzem Kunstharpzpressstoff.

Nr. 1150 M: Typ 2, Normblatt SNV 24507.

**Apparatesteckdosen.**

Ab 15. Juli 1941.

**J. J. Buser A.-G., Fabrik elektrotechnischer Isoliermaterialien, Basel.****Fabrikmarke:**

Apparatesteckdosen 2 P + E für 250 V, 6 A.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Isolierkörper aus schwarzem bzw. braunem Kunstharpzpressstoff.

Nr. 2100 E: Apparatesteckdose nach Normblatt SNV 24549, ohne Schalter.

**Vereinsnachrichten.**

**Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des SEV und VSE.**

**Starkstrominspektorat.**

Nach 30jähriger erfolgreicher Tätigkeit als Oberingenieur des Starkstrominspektorates trat Herr P. Nissen auf den 15. Juli 1941 von seinem Amt zurück. Die Verwaltungskommission des SEV und VSE beschloss am 20. November 1940, als Nachfolger Herrn

**Dipl.-Ing. Eugen Blank,**

bisher Direktor des Elektrizitätswerkes Lodz (Polen), zu berufen. Die offizielle Wahl erfolgte am 1. Juli 1941.

Herr Blank ist in unsren Kreisen eine sehr bekannte Persönlichkeit mit umfassenden Erfahrungen im Bau und Betrieb von elektrischen Anlagen; er hat sich bei uns besonders als Ingenieur der Schweizerischen Kraftübertragungs-A.-G., Bern, und der NOK, dann aber auch als Bauleiter der Gotthardleitung (Motor-Columbus A.-G.), einen bekannten Namen gemacht. Ferner war Herr Blank während mehrerer Jahre als Professor an der Universität Buenos Aires und als technischer Direktor der Vertretung von Motor-Columbus in Spanien tätig.

Herr Oberingenieur Blank hat sein Amt am 15. Juli 1941 angetreten.

**Ehrung von Herrn Oberingenieur Nissen.**

Die Verwaltungskommission des SEV und VSE überreichte Herrn P. Nissen aus Anlass seines Rücktrittes als Oberingenieur des Starkstrominspektorates folgende Adresse:

Sehr geehrter Herr Nissen!

Nachdem Sie nun auf Mitte Juli von Jhrem 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 unsren besten Wünschen für Ihr weiteres Wohlergehen begrüssen wir Sie, sehr geehrter Herr Nissen, mit vorzüglicher Hochachtung und in grosser 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.*

**Verwaltungsausschuss des SEV und VSE.**

In einer Reihe von 8 Sitzungen hat der Verwaltungsausschuss die vertraglichen Verhältnisse zwischen dem SEV und VSE einer eingehenden Prüfung unterzogen und Entwürfe für ein neues Vertragswerk zuhanden der Vorstände und der Verwaltungskommission ausgearbeitet. Sobald die Verwaltungskommission die entsprechenden Beschlüsse gefasst haben wird, sollen die neuen Entwürfe im Bulletin des SEV als Generalversammlungsvorlage veröffentlicht werden. Ferner wurden die Geschäfte der nächsten Sitzung der Verwaltungskommission vorbereitet, insbesondere die Rechnungen und Budgets des Generalsekretariates und der TP und das Datum der diesjährigen Generalversammlung auf den 25. Oktober festgesetzt.

**Vorstand des VSE.**

Der Vorstand des VSE behandelte in seinen Sitzungen vom 11. und 18. Juli 1941 die Entwürfe zum neuen Vertragswerk zwischen dem SEV und dem VSE und einen Entwurf zu den neuen Statuten des VSE. Der Vorstand nahm ferner die Rechnungen des VSE und der Einkaufsabteilung für das Jahr 1940 ab, genehmigte die Bilanzen und stellte die Budgets für 1942 auf. Die Jubiläumversammlung wird voraussichtlich am 20. September im Welschland abgehalten.

**Teuerungszulagen — Familienschutz.**

In der Kommission für Personalfragen des VSE liegt ein neuer ausführlicher Bericht über Fragen der Teuerungszulagen und des Familienschutzes zur Beratung vor. Durch Veranlassung des Präsidenten der Kommission kann von Mitgliederwerken, bei denen über Teuerungszulagen in nächster Zeit entschieden werden sollte, dieser Bericht vor Abschluss der Beratungen schon im Entwurf bezogen werden beim Sekretariat des VSE, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

### Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und VSE (Ako).

Die Ako hielt am 14. 7. 41 unter dem Vorsitz von Herrn Prof. Dr. P. Joye, Fribourg, in Zürich ihre 5. Sitzung ab. Behandelt wurden Fragen über den Bau neuer Kraftwerke, ferner eine Vorlage betr. die allgemeine Raumheizung mit Wärmepumpe.

### Fachkollegium 8 des CES.

#### Normalspannungen, Normalströme, Isolatoren.

Das Fachkollegium 8 des CES hielt am 2. 7. 41 in Luzern unter dem Vorsitz von Herrn Dr. A. Roth, Aarau, seine 19. Sitzung ab. Als neuer Protokollführer wurde Herr Dr. H. Kläy, Porzellanfabrik Langenthal A.-G., gewählt. Besprochen wurde der im Probeabzug vorliegende Entwurf der Regeln für Spannungsprüfungen, der die alten Regeln aus den Jahren 1920/23 ersetzen soll. Der Abschnitt betr. Kugelfunkenstrecken konnte abschliessend behandelt werden. Er wird nun separat als vorläufige Veröffentlichung aus den ganzen Regeln für Spannungsprüfungen dem Komitee vorgelegt mit dem Antrag auf Veröffentlichung im Bulletin des SEV.

### Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmessersystemen zur amtlichen Prüfung.

Auf Grund des Art. 25 des Bundesgesetzes vom 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht und gemäss Art. 16 der Vollziehungsverordnung vom 23. Juni 1933 betreffend die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern hat die eidgenössische Mass- und Gewichtskommission die nachstehenden Verbrauchsmessersysteme zur amtlichen Prüfung zugelassen und ihnen die beifolgenden Systemzeichen erteilt:

Fabrikant: Landis & Gyr A.-G., Zug.

- S** Zusatz zu  
95 Induktionszähler mit 3 messenden Systemen,  
Typ MG 20.  
**S** Zusatz zu  
96 Induktionszähler mit 2 messenden Systemen,  
Typen FG 20, HG 20, KG 20, LG 20, DG 20.

Bern, den 1. Juli 1941.

Der Präsident  
der eidg. Mass- und Gewichtskommission:  
P. Joye.

### Vorort

#### des Schweiz. Handels- und Industrievereins.

Unsern Mitgliedern stehen folgende Mitteilungen und Berichte des Schweiz. Handels- und Industrievereins zur Einsichtnahme zur Verfügung:

Ausgleichssteuer: Art. 9. Lieferungen an öffentlich-rechtliche Körperschaften; Begriff des gewerblichen Gebrauchs oder Verbrauchs.

Lohnersatzordnung. — Erhöhung der Entschädigung für Alleinstehende.

### Ausschuss der Normalienkommission für Kriegsvorschriften.

In der 4. Sitzung, vom 14. Juli 1941, nahm der Ausschuss der Normalienkommission für Kriegsvorschriften zu verschiedenen Anträgen betreffend Änderung von Normalien und Vorschriften des SEV Stellung. Soweit der Ausschuss diesen Anträgen zugestimmt hat, werden die beschlossenen Erleichterungen im folgenden bekanntgegeben. Eine Frage, die der Ausschuss prinzipiell bejaht hat, aber die noch auf Grund von Versuchen durch die Materialprüfanstalt abgeklärt werden muss, ist die Milderung der Prüfung auf Biegsamkeit der beweglichen Leiter. Ferner hat der Ausschuss beschlossen, in Zukunft auch Isolierrohre mit geringerer Blechstärke und mit geringerer Verbleierung zuzulassen als nach Normblatt DIN VDE 9026 gefordert wird. Es wurde in Aussicht genommen, für Isolierrohre bestimmte Anforderungen aufzustellen, die dann die Basis zur Erteilung des Rechtes zur Führung des Qualitätszeichens des SEV für

solche Rohre bilden sollen. Der Ausschuss hat sodann auch die Frage der Verwendung von Leitern aus Feinzink-Legierungen in Hausinstallationen geprüft; mit Rücksicht auf die grossen Nachteile dieser Leiter ist er jedoch zum Schlusse gekommen, diese Frage vorläufig zurückzustellen und vorerst einmal abklären zu lassen, ob für die in Frage kommende Zinklegierung in der Schweiz überhaupt genügend Feinzink beschafft werden kann, um isolierte Leiter in grösseren Mengen herstellen zu können. Bis auf weiteres sollen in Hausinstallationen daher nur Kupfer- und Aluminiumleiter verwendet werden.

### Kriegsbedingte Änderungen von Normalien und Vorschriften des SEV.

#### Veröffentlichung Nr. 11.

Bisherige Veröffentlichungen: 1940, Nr. 19, S. 436; 1940, Nr. 24, S. 575; 1940, Nr. 26, S. 606; 1941, Nr. 2, S. 40; 1941, Nr. 4, S. 72; 1941, Nr. 9, S. 216; 1941, Nr. 10, S. 235; 1941, Nr. 12, S. 284; 1941, Nr. 13, S. 304; 1941, Nr. 14, S. 332.

Im Hinblick auf die durch den Krieg bedingten Schwierigkeiten in der Beschaffung von Rohmaterialien erfahren die Leiternormalien bzw. Hausinstallationsvorschriften vorübergehend folgende Änderungen:

#### I. Leiternormalien.

1. Bei Leitern ohne Verzinnung der Kupferseele (vgl. Veröffentlichung Nr. 8, Bull. SEV 1941, Nr. 12, S. 284) kann zwischen der Kupferseele und der Gummiisolation an Stelle einer Papier-, Baumwolle- oder Kunstseideumspinnung auch eine Umhüllung aus anderem hiefür geeignetem Material (z. B. Cellophan) angeordnet werden, durch die eine Einwirkung des Kupfers auf die Gummimischung und umgekehrt verhindert wird. Ferner kann auch bei den mit thermoplastischen Kunststoffen isolierten Leitern auf eine Verzinnung verzichtet werden.

2. Unter der Bezeichnung «verseilte Schnur» (GTU) ist auch eine Ausführung zulässig, bei der die nackten Adern eng miteinander verseilt und dann gemeinsam mit einer eng anliegenden Umklöppelung versehen sind.

3. Auf die in § 1, Tabelle I, vorgeschriebene Farbenbezeichnung (dunkelgrau, rot, weiss) der Polleiter bei den beweglichen Leitern wird verzichtet; es können somit alle Polleiter gleich gefärbt sein (inkl. Naturfarbe). Die Kennzeichnung des Null- bzw. Erdleiters durch gelbe Farbe bzw. die Differenzierung zwischen Nulleiter (gelb) und Erdleiter (gelb/rot) bei beweglichen Leitern mit Null- und Erdleiter wird dagegen auch weiterhin gefordert.

#### II. Hausinstallationsvorschriften.

##### § 19 (Erdungsleiter).

Ziff. 3: Wird für Erdleitungen, die von Stromleitungen unabhängig geführt sind, blauer Aluminiumdraht verwendet, so muss dieser einen Querschnitt von mindestens 10 mm<sup>2</sup> aufweisen.

Ziff. 5: An Stelle von Erdleitern aus Kupfer von 16 mm<sup>2</sup> sind solche aus Aluminium von mindestens 25 mm<sup>2</sup> Querschnitt zugelassen.

##### § 24 (Erdelektroden).

Erdungsbriden zur Montage an Wasserleitungen können aus feuerverzinktem weichem Eisenband oder aus gegen Korrosion unempfindlichen Legierungen bestehen. Zinkblech ist für diesen Zweck nicht geeignet. Das Band soll eine Breite von mindestens 30 mm und eine Stärke von mindestens 0,6 mm aufweisen und muss schmiegksam sein.

##### § 25 (Erdplatte, Band oder Rohr als Erdelektrode).

Erdplatten aus verzinktem Eisenblech von mindestens 0,5 m<sup>2</sup> Gesamtfläche müssen mindestens 2 mm stark sein. Bandelektroden aus verzinktem Eisenblech sollen mindestens 100 mm<sup>2</sup> Querschnitt aufweisen und die Blechdicke soll mindestens 3 mm betragen. Für im Erdreich verlegte Erdleitungen ist feuerverzinkter Eisendraht von mindestens 6 mm Ø zulässig.