

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 31 (1940)
Heft: 13

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: 11.01.2026

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

Wenn auch bei den bis jetzt ausgeführten Anlagen die genannten Grenzen hinsichtlich Ionenenergie und Ionenstrom zufolge der skizzierten Schwierigkeiten zwar erreicht, aber nicht überschritten werden konnten, so sind doch bereits mehrere theoretische Arbeiten erschienen, in denen Methoden zur Kompensation des Relativitäts-Effekts angegeben werden. Grundsätzlich lässt sich die richtige Phasenbeziehung auch bei zunehmender Teilchengeschwindigkeit dadurch erhalten, dass man das Magnetfeld nach aussen in gleichem Masse anwachsen lässt, wie die Masse der Teilchen zunimmt (s. Gl. 23). Doch wird die Fokussierung des Strahles, auf welche hier nicht eingegangen wurde, durch einen solchen Feldanstieg gegen den Rand hin stark verschlechtert, so dass auch hier die Steigerung der Grenzspannung durch

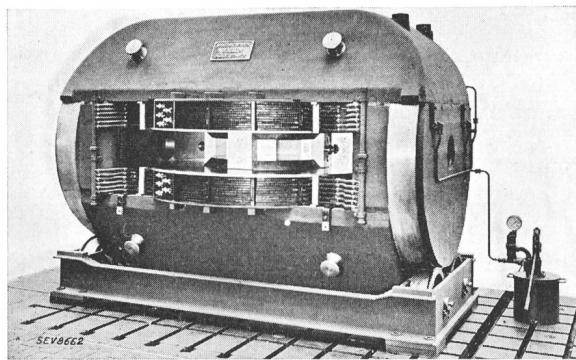


Fig. 17.

Cyclotronmagnet des Physikalischen Instituts der ETH.

Abnahme des Ionenstromes erkauft wird. Man kann jedoch, wie in einer Arbeit von Thomas⁵⁾ gezeigt wird, den Effekt der relativistischen Massenabweichung ohne Intensitätsverlust aufheben, wenn man das Feld sowohl in radialer Richtung anwachsen lässt als auch in Abhängigkeit vom Winkel zwischen einem festen und dem zum umlaufenden Teilchen gezogenen Fahrstrahl in geeigneter Weise periodisch variiert. Damit ist prinzipiell die Möglichkeit der Konstruktion von Cyclotrons für noch höhere als die genannten Energien aufgezeigt, und es dürfte wohl nicht sehr lange dauern, bis auch die ersten praktischen Versuche in dieser Richtung vorliegen.

Es sei noch bemerkt, dass im Gegensatz zu den mit Kanalstrahlröhren arbeitenden Anlagen die

⁵⁾ Phys. Rev. Bd. 54 (1938), S. 580.

Beschleunigung von Elektronen im Cyclotron nicht möglich ist. Denn bei gleicher kinetischer Energie ist die Geschwindigkeit eines Elektrons infolge seiner kleineren Masse um vieles grösser, als die eines Deutons. Die relativistische Massenvergrösserung des Elektrons wächst dadurch so stark an, dass eine Kompensation derselben praktisch nicht mehr in Frage kommt. Fig. 17 zeigt noch den von der Maschinenfabrik Oerlikon erstellten, für das im Bau befindliche Cyclotron des Physikalischen Instituts der ETH bestimmten Elektromagneten.

7. Zusammenfassung.

Fasst man das über die drei Apparatetypen: Treibriemengenerator, Kaskadengenerator und Cyclotron ausgeführte in vergleichender Weise zusammen, so lässt sich folgendes sagen:

Der Treibriemengenerator ist hinsichtlich der Anschaffungs- und Betriebskosten die weitaus billigste Hochspannungsquelle für alle Spannungsbereiche über 500 kV. Bis zu 1000 kV verwendet man vorzugsweise die offene Bauart; für höhere Spannungen stellen sich Anlagen unter Pressgas der Platzersparnis wegen günstiger. Die von ihm gelieferten Ströme sind zwar klein (Größenordnung 1 mA); für die Erzeugung von Ionenströmen in der Grösse von einigen hundert μ A, die zur Zeit in der Kernphysik Verwendung finden, jedoch hinreichend.

Der Kaskadengenerator hat vor dem Treibriemengenerator vor allem den Vorteil grösserer Stromlieferung. Eine prinzipielle Grenze ist hier der Stromstärke überhaupt nicht gesetzt. Die Bauweise unter Pressgas ist beim Kaskadengenerator grundsätzlich auch möglich; ausgeführte Anlagen existieren jedoch bis heute nicht.

Das Cyclotron ist die leistungsfähigste der zur Zeit existierenden Anlagen zur Erzeugung schneller Ionen. Die von ihm erzeugten Ionenergien entsprechen einer Spannung von $9 \cdot 10^6$ Volt (bei Verwendung von Deutonen) und wurden bis jetzt von keiner mit Kanalstrahlröhren arbeitenden Hochspannungsquelle erreicht. Die gegenwärtige Energiegrenze, die durch die relativistische Massenvergrösserung der zur Beschleunigung gelangenden Teilchen gegeben ist, dürfte nur vorläufiger Natur sein und sich durch geeignete konstruktive Massnahmen noch erhöhen lassen. Die Beschleunigung von Elektronen (und damit auch die Erzeugung von Röntgenstrahlen) ist beim Cyclotron nicht möglich.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Nouvelle méthode de localisation des défauts des câbles d'énergie.

621.317.333.4

Introduction.

Plusieurs méthodes peuvent être appliquées pour localiser les défauts des câbles d'énergie quand la nature du défaut est simple. Par contre, dans le cas de défauts complexes tels qu'un contact entre deux conducteurs interrompus ou un contact entre un conducteur et le plomb avec une haute résis-

tance du défaut, il est difficile de déterminer d'une manière simple l'emplacement du défaut.

Dans de tels cas, on prend comme point de départ la mesure de la capacité ou de l'inductance du câble défectueux mesurée par un pont à courant alternatif et on corrige pour faire intervenir la résistance du défaut. Une telle méthode a été indiquée par E. Widl¹⁾.

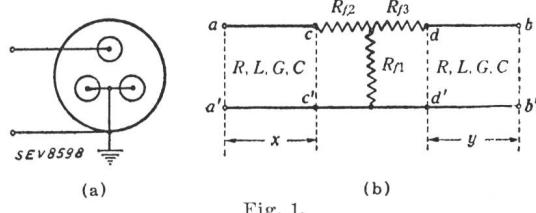
¹⁾ E. Widl, Arch. f. Elektrotechn. 32, 28 (1938).

Cependant, dans cette méthode, on doit introduire dans le calcul la résistance du défaut mesurée au courant continu, ce qui est un grave inconvénient. En effet, cette résistance est souvent instable, et il s'y produit parfois aussi des phénomènes d'électrolyse. Dans le cas cité plus loin par les auteurs, il s'agissait d'un câble ayant dans le plomb un trou d'environ 10 cm de diamètre ayant laissé pénétrer de la saumure. Par ce fait, il se formait entre conducteur et plomb une pile donnant environ 0,1 V. Dans un tel cas, la résistance du défaut dépend de la durée d'application du courant et du degré de polarisation obtenu, et il est difficile de savoir quelle valeur introduire dans le calcul.

La caractéristique de la méthode décrite ci-après, c'est qu'une mesure au courant continu n'est pas nécessaire et que l'extrémité de la ligne opposée à celle où se fait la mesure est fermée sur une résistance non inductive d'une valeur égale à l'impédance caractéristique de la ligne. Par l'emploi d'un tel dispositif, le tronçon du câble situé au-delà du défaut n'a aucune influence sur la mesure. Dans un sens, la section au-delà du défaut est remplacée par une résistance non-inductrice de sorte que les calculs théoriques et les corrections sont considérablement simplifiés.

Considérations théoriques.

Dans le cas envisagé, le câble peut être considéré comme l'indique la fig. 1a qui représente le conducteur défectueux avec deux autres conducteurs et le manteau de plomb. Le câble défectueux peut donc être représenté par le schéma de la fig. 1b.



Câble avec défaut et son circuit équivalent.

Dans la fig. 1b les relations du courant et de la tension entre les points *a* et *c* sont données par les 2 équations:

$$\begin{aligned} \mathfrak{U}_a &= \mathfrak{U}_c \cos \gamma x + \mathfrak{J}_c \mathfrak{Z} \sin \gamma x \\ \mathfrak{J}_a &= \mathfrak{U}_c - \frac{1}{\mathfrak{Z}} \sin \gamma x + \mathfrak{J}_c \cos \gamma x \end{aligned} \quad (1)$$

où:

$$\begin{aligned} \mathfrak{U}_a, \mathfrak{J}_a &\text{ tension et courant à la borne d'entrée,} \\ \mathfrak{U}_c, \mathfrak{J}_c &\text{ tension et courant à la borne de sortie} \\ \mathfrak{Z} &= \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}} \text{ impédance caractéristique} \\ \gamma &= \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)} \text{ constante de propagation} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &\text{ longueur du conducteur} \\ L &\text{ self-induction par km} \\ G &\text{ conductance par km} \\ R &\text{ résistance du conducteur par km} \\ C &\text{ capacité électrostatique par km} \\ \omega &= 2\pi f \end{aligned}$$

De même, entre les points *d* et *b* on a les 2 équations ci-dessous:

$$\begin{aligned} \mathfrak{U}_d &= \mathfrak{U}_b \cos \gamma y + \mathfrak{J}_b \mathfrak{Z} \sin \gamma y \\ \mathfrak{J}_d &= \mathfrak{U}_b - \frac{1}{\mathfrak{Z}} \sin \gamma y + \mathfrak{J}_b \cos \gamma y \end{aligned} \quad (2)$$

Dans le cas de câbles d'énergie d'une longueur de quelques kilomètres, que nous envisageons ici, la résistance du conducteur et la conductance sont négligeables. La fréquence de mesure étant d'environ 1000 Hz, en admettant que la constante de propagation soit $\gamma \ll 1$, les quatre constantes terminales de l'équation 1 et de l'équation 2 auront les valeurs approximatives suivantes:

$$\left. \begin{aligned} \sin \gamma x &\cong \gamma x \\ \gamma &= \gamma_0 \cong j\omega \sqrt{LC} \\ \gamma_0 Z_0 &= j\omega L \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Dans la méthode proposée, l'une ou l'autre des extrémités est fermée par une résistance non inductive de la même valeur que Z_0 de sorte que si les extrémités *bb'* sont connectées à cette résistance, en introduisant la relation $\mathfrak{U}_b = \mathfrak{J}_b Z_0$ dans l'équation 2, l'impédance mesurée à partir de *dd'* sera:

$$\mathfrak{Z}_{dd'} = \left(\frac{\mathfrak{U}_d}{\mathfrak{J}_d} \right)_{\mathfrak{U}_b = \mathfrak{J}_b Z_0} \cong Z_0$$

et elle est constante.

Par conséquent, la fig. 1b peut être représentée par le circuit équivalent de la fig. 2.

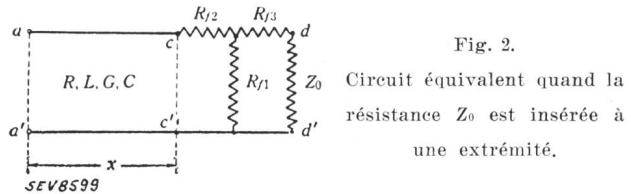


Fig. 2.

En utilisant l'équation 1 avec $\mathfrak{U}_c = \mathfrak{J}_c(R_{t2} + R_0)$ et en substituant les valeurs données par (3) l'impédance équivalente aux bornes *aa'* sera:

$$\begin{aligned} R_0 &= \frac{R_{t1}(R_{t3} + Z_0)}{R_{t1} + R_{t3} + Z_0} \\ \mathfrak{Z}_n &= \left(\frac{\mathfrak{U}_a}{\mathfrak{J}_a} \right)_{\mathfrak{U}_c = \mathfrak{J}_c(R_{t2} + R_0)} = \frac{R_{t2} + R_0 + j\omega Lx}{1 + j\omega Cx(R_{t2} + R_0)} \end{aligned} \quad (5)$$

Avec $\varepsilon = (R_{t2} + R_0)/Z_0$ et en séparant les termes réels et imaginaires, l'équation 5 devient:

$$\mathfrak{Z}_n = \frac{\varepsilon Z_0 (1 + \gamma_0^2 x^2)}{1 + x^2 \gamma_0^2 \varepsilon^2} + j \frac{x \gamma_0 Z_0 (1 - \varepsilon^2)}{1 + x^2 \gamma_0^2 \varepsilon^2} \quad (6)$$

On mesure aux bornes *aa'*, avec un pont à courant alternatif, la self-induction L_n et la résistance en série R_n du câble défectueux ou la capacité C_n et la résistance en parallèle R'_n , selon la méthode décrite plus loin. En envisageant l'équation théorique, on voit que c'est la valeur de ε qui indiquera laquelle des deux mesures doit être effectuée.

Dans le cas de $\varepsilon < 1$ le second terme du membre de droite de l'équation 6 sera positif, et c'est la self-induction qu'il faut mesurer.

De là:

$$\mathfrak{Z}_n = R_n + j\omega L_n \quad (7)$$

Des équations 6 et 7 on tire:

$$R_n = \frac{\varepsilon Z_0 (1 + \gamma_0^2 x^2)}{1 + x^2 \gamma_0^2 \varepsilon^2} \cong \varepsilon Z_0 \quad (8)$$

$$\omega L_n = \frac{x \gamma_0 Z_0 (1 - \varepsilon^2)}{1 + x^2 \gamma_0^2 \varepsilon^2} \quad (9)$$

Des équations 8 et 9 on tire la relation approximative

$$x = \frac{L_n}{L} \cdot \frac{1}{1 - (R_n/Z_0)^2} \quad (10)$$

ce qui permet de calculer la distance du point où se fait la mesure jusqu'au défaut.

Dans le cas d'un court-circuit presque complet, c'est-à-dire si $R_n \ll Z_0$ alors

$$x = L_n/L \quad (11)$$

et une correction n'est pas nécessaire.

Si $\varepsilon > 1$ la valeur du second terme du membre de droite de l'équation 6 est négative, et il faudra mesurer la capacité. On utilisera alors la réciproque de l'équation 5

$$\frac{1}{Z_n} = \frac{1+j\omega Cx(R_{t2}+Z_0)}{R_{t2}+R_0+j\omega Lx} = \frac{1}{R'_n} + j\omega C_n \quad (12)$$

par conséquent:

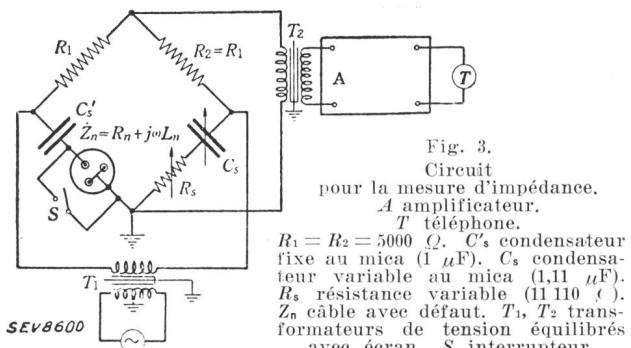
$$\frac{1}{R'_n} = \frac{\varepsilon(1+\gamma_0^2 x^2)}{Z_0(\varepsilon^2 + \gamma_0^2 x^2)} \approx \frac{1}{\varepsilon Z_0} \quad (13)$$

$$\omega C_n = \frac{\gamma_0 x (\varepsilon^2 - 1)}{Z_0(\varepsilon^2 + \gamma_0^2 x^2)} \quad (14)$$

Des équations 13 et 14 on tire la relation approximative:

$$x = \frac{C_n}{C} \cdot \frac{1}{1 - (Z_0/R'_n)^2} \quad (15)$$

qui permet de calculer la distance du défaut.



Dans le cas où le circuit est presque complètement interrompu, c'est-à-dire si $R'_n \gg Z_0$ alors:

$$x = C_n/C \quad (16)$$

et aucune correction n'est nécessaire.

Enfin si $\varepsilon = 1$, c'est-à-dire si $R_{t2} + R_0 = Z_0$ (par exemple

$$R_{t2} = R_{t1} = 0 \quad R_{t1} \gg Z_0$$

ce qui correspond à une disruption de l'isolation, mais avec un défaut à haute résistance) les deux équations 9 et 14 donnent 0 et la détermination du défaut ne peut pas se faire. Dans de tels cas, il faut faire la mesure à partir de l'extrémité opposée du câble ou brûler le défaut pour en réduire la résistance à une valeur convenable.

La décision de savoir s'il faut mesurer l'inductance ou la capacité du câble dépend, comme on l'a indiqué, de la valeur de ε , c'est-à-dire du rapport $(R_{t2} + R_0)/Z_0$ de sorte que théoriquement, il faut connaître la valeur de $R_{t2} + R_0$. Cependant, ce n'est nécessaire que pour l'explication théorique de la méthode et le praticien ayant un peu d'expérience saura immédiatement ce qu'il doit faire.

Méthode de mesure.

a) Mesure de l'impédance d'un câble ayant un défaut. La self-induction à mesurer est connectée en série avec une capacité de valeur connue. La self-induction se déduit de la variation de la capacité. En utilisant le schéma de la fig. 3, on équilibre le pont dans deux cas, avec la clef S fermée et avec cette clef ouverte. Si les lectures de C_s et R_s sont respectivement C_{s1} C_{s2} et R_{s1} R_{s2} , on obtiendra L_n et R_n par l'équation:

$$L_n = \frac{C_{s2} - C_{s1}}{\omega^2 C_{s1} C_{s2}} \quad R_n = R_{s2} - R_{s1} \quad (17)$$

Dans le cas d'un câble sans défaut, la mesure de la self-induction L s'effectue par la même méthode en court-circuitant l'extrémité de la ligne.

b) Mesure de l'admittance d'un câble ayant un défaut. La mesure s'effectue selon le schéma de la fig. 4 et, quand le pont est équilibré, on a les équations:

$$\begin{cases} R'_n = R_s \\ C_n = C_s \end{cases} \quad (18)$$

Pour mesurer la capacité d'un câble sans défaut, C_s et R_s de la fig. 4 sont connectés en série et on équilibre le pont.

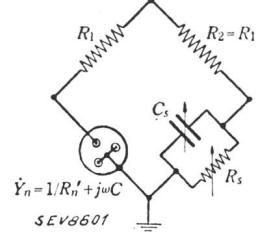


Fig. 4.
Circuit pour la mesure
d'admittance.

Exemple de mesures effectuées.

Entre l'usine génératrice de Shibaura et la sous-station Shiba du Service Electrique de la Municipalité de Tokyo.

Câble $3 \cdot 150 \text{ mm}^2$, 22 kV, longueur totale 2621 m.

$$\begin{aligned} L &= 0,27 \text{ mH} & C &= 0,220 \mu F \\ Z_0 &= \sqrt{L/C} = 35 \text{ ohms} & \omega &= 6,28 \cdot 10^3 \end{aligned}$$

Le défaut consistait en un conducteur interrompu et mis à la terre par immersion dans de la saumure. Cela correspond au cas d'application de la formule 15. Les résultats obtenus sont donnés par le tableau I.

Résultats des mesures du défaut.

Tableau I.

Extrémité où s'est faite la mesure	C_n μF	R'_n Ω	x m	Position réelle du défaut m	Erreur %
Centrale Shibaura .	0,258	86,9	1187	1177	0,85
Sous-station Shiba .	0,313	107,3	1438	1444	-0,41

D'autres mesures ont été faites sans utiliser l'impédance caractéristique. En calculant sur la base des mesures de capacité, le défaut devait se trouver à 1853 m de la Centrale Shibaura et 1905 m de la sous-station Shiba, résultat complètement inexact.

A titre de référence, on a essayé de mesurer au courant continu, mais dans les conditions données l'essai était impossible.

Conclusion.

Pour localiser un défaut dans les câbles d'énergie, la méthode de mesure de la self-induction ou de la capacité a été employée, mais l'erreur de mesure est excessive sauf dans le cas où le défaut est de nature simple. La méthode de mesure de la résistance au courant continu donne aussi de grandes erreurs, même en apportant une correction, selon la nature de la résistance du défaut.

Dans ce travail, une méthode a été proposée dans laquelle le tronçon de câble au-delà du défaut est remplacé pratiquement par une résistance non inductive. La mesure de résistance au courant continu est inutile et on utilise seulement un pont de mesure de capacités à fréquence phonique. Cette méthode a été expérimentée en pratique avec d'excellents résultats. — (H. Numakura and R. Tukamoto: «New Method of Fault Localization of Power Cable», Electrot. J. Japan Vol. 4 [1940], Nr. 3.)

E. F.

Zehn Jahre Expansionsschalter.

621 316.57.064.46

Das Jahr 1930 wird in der Geschichte der Hochleistungsschalter immer ein denkwürdiges Jahr bleiben, denn damals wurden kurz hintereinander Pressgas- und Expansionschalter in die Praxis eingeführt; gleichzeitig erfuhr der Aufbau der Schaltstationen eine grundlegende Wandlung, es entstand die öllose Hochspannungsschaltanlage.

Ausgehend von der Erfindung des Expansionsschalters werden die einzelnen Entwicklungsstufen unter besonderer Berücksichtigung der in jüngster Zeit erzielten Fortschritte geschildert. Während der vergangenen 10 Jahre sind 35 000 Expansionsschalter in rund 7000 öllosen Schaltanlagen bei Spannungen von 3...60 kV zum Einsatz gekommen. Aus diesen Zahlen erkennt man — in einem gewissen Gegensatz zu anderweitigen Feststellungen¹⁾ —, dass der Expansionsschalter nach wie vor in sehr grossem Ausmass für den Bau wichtiger Schaltstationen Anwendung findet.

Zu Beginn wird zunächst zum Expansionsprinzip Stellung genommen. Die seinerzeitige Formulierung: «Mit der Druckentlastung ist eine lichtbogenlöschende Wirkung verknüpft» hat sich als Arbeitshypothese bis zum heutigen Tag bewährt. In einer demnächst erscheinenden Arbeit über die Theorie der Flüssigkeitsschalter wird der Nachweis erbracht, dass das Expansionsprinzip es gestattet, die komplizierten Vorgänge bei der stromabhängigen Lichtbogenlöschung auf einheitlicher Grundlage zu erklären.

An Hand einer Tabelle, in der die Eigenschaften von Öl, Wasser und Expansin hinsichtlich ihrer Eignung als Löschflüssigkeit miteinander verglichen werden, wird gezeigt, dass insbesondere das Expansin, welches im wesentlichen aus Wasser und Glykol besteht, eine grosse Zahl guter Eigenschaften in sich vereint. Besonders hervorzuheben sind: vollständige Unbrennbarkeit, weitgehende Anpassungsmöglichkeit hinsichtlich Gaserzeugung beim Abschaltvorgang durch entsprechende Wahl der Zusammensetzung, Erzielung von Stockpunkten bis zu -85° , Ueberspannungsfreies Abschalten.

Die weiteren Abschnitte sind vornehmlich technisch-wirtschaftlichen Untersuchungen gewidmet. Die Ergebnisse werden zu folgenden Konstruktionsrichtlinien zusammengefasst:

1. Die «günstigen» Typen einer Entwicklungsreihe — es sind dies diejenigen Typen, bei denen mit kleinstem Aufwand ein geforderter technischer Effekt erzielt wird — müssen möglichst mit den statistisch am häufigsten verwendeten Typen zusammenfallen.

2. Die einzelnen Elemente eines Schalters — z. B. Kammer, Schaltstiftführung, Isolatoren, Gestell, Antrieb, Auslöser usw. — sind gegenseitig so anzurorden, dass der Raumbedarf ein Minimum wird.

3. Die Löschdistanz — es ist dies derjenige lichte Kontaktabstand, bei dem unter gegebenen äusseren Verhältnissen des Stromkreises die wiederkehrende Festigkeit gerade ausreicht, um eine Neuzündung zu verhüten — ist die wirtschaftlich ausschlaggebende Grösse eines Hochleistungsschalters. Es ist Aufgabe der Forschung, nach Mitteln zu suchen, die Löschdistanz möglichst klein zu machen.

¹⁾ Vgl. z. B. Leuch, Bull. SEV 1939, Nr. 14, S. 360—363.

Zu 1: Die Erfahrung hat frühzeitig gezeigt, dass der Expansionsschalter Reihe 10 ein «günstiger» Typ ist; anderseits lehrt die Statistik, dass die Schalter Reihe 10 für 75 bis 80 Prozent aller Lieferungen in Frage kommen. Aus dieser Uebereinstimmung ist der grosse wirtschaftliche Erfolg des Expansionsschalters mit zu erklären.

Zu 2: Die Forderung nach dem Minimum des Raumbedarfs hat von den älteren Bauarten konsequent zu dem Säulen schalter geführt.

Zu 3: Auf Grund neuester Forschungsergebnisse beträgt die Löschdistanz bei 10 kV nur noch 0,5...1,5 cm mit dem Ergebnis, dass der Raumbedarf der zur Zeit in Entwicklung begriffenen Typen bedeutend verkleinert werden konnte. Zusammen mit den parallel dazu geschaffenen raumsparenden Stützern, Durchführungen, Trennschaltern und Überstromauslösern lassen sich in absehbarer Zeit die Abmessungen offener und gekapselter Schaltanlagen in einem bisher nicht für möglich gehaltenen Ausmass verringern.

Die Typenreihe der Innenraumschalter mit Wasser als Löschmittel von 100...1000 MVA, 6...60 kV und 400...6000 A konnte auf 32 Ausführungsformen eingeschränkt werden, wobei ohne Ausnahme nur noch Hand- und Druckluftantriebe verwendet werden.

Neben den listenmässigen Typen haben sich vor allen Dingen die Einphasenexpansionsschalter mit Synchronsteuerung für Lokomotiven und stationäre Bahnanlagen in grossem Umfang eingeführt und bewährt. Weiter sind die schlagwettergeschützte Schalter zu erwähnen. Ueber umfangreiche Netzversuche mit Expansionsschaltern für Kurzschlusslöschung, bei denen ein grosses Versorgungsgebiet über zwei weit voneinander entfernte Kurzschlusslöcher gespeist wurde, wird demnächst eingehend berichtet.

Der letzte Abschnitt ist den Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Freiluftschalter gewidmet. In dem Bestreben, die Ausschaltzeit unter den Wert von 0,06 s zu senken, den Aufbau zu vereinfachen und die Schalter absolut wetterbeständig zu machen, entstand der neue Freiluftexpansionsschalter der Säulenbauart. Durch entsprechende konstruktive Massnahmen wurde erreicht, dass kein einziger beweglicher Teil mehr in unmittelbarer Berührung mit der Atmosphäre steht. Das letzte Glied in der Typenreihe stellt der 400-kV-Freiluftexpansionsschalter dar, dessen Entwicklung ebenfalls zu einem gewissen Abschluss gebracht werden konnte.

Die bisherigen technisch wirtschaftlichen Erfolge sowie die grossen Fortschritte aus allerjüngster Zeit berechtigen zu der Annahme, dass der Expansionsschalter auch weiterhin in grossem Umfang Anwendung finden wird. — (F. Kesseling, ETZ 1940, Nr. 23.)

B. E.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Die Entwicklung der Blindlandeverfahren in den Vereinigten Staaten. 621 395.933.2

In den letzten zehn Jahren wurde eine grosse Anzahl von Blindlandesystemen entwickelt und praktisch erprobt. Die wichtigsten Luftverkehrsvereinigungen, die staatliche Verkehrskommission, das Bureau für Luftverkehr, das Komitee für aeronautische Radiotechnik haben deshalb gemeinsam eine Anzahl Normen oder Forderungen gestellt, die ein Blindlandesystem erfüllen muss; ebenso wurde ein Programm für weitere Entwicklungsarbeiten herausgebracht. Sobald ein System entwickelt ist, das die Anerkennung aller Beteiligten gefunden hat, soll dasselbe auf verschiedenen Flughäfen der ganzen Vereinigten Staaten versuchsweise eingeführt werden.

Es gibt drei Gruppen von Blindlandeverfahren: 1. solche radioelektrische Verfahren, die dem Piloten nur zur Orientierung in der Horizontalen dienen, wobei die Höhe mit einem andern Instrument (Barometer) gemessen wird, 2. Verfahren, bei denen auch die Höhe auf drahtlosem Wege bestimmt wird und 3. Verfahren, die nicht auf radioelektrischer Grundlage beruhen. Die Entwicklung der letz-

teren Gruppe macht Fortschritte und wird einem späteren Artikel vorbehalten.

Schon im Jahre 1919 wurde vom «Bureau of Standards» ein radioelektrisches Hilfsgerät für Landungen bei schlechter Sicht entwickelt. Mit Hilfe einer Doppelantenne, die aus zwei übereinanderliegenden horizontalen Rahmen bestand, wurde eine Funkbake geschaffen, deren Vertikalstrahlung einen feldfreien Konus umschliesst. Beim Durchfahren der stillen Zone wusste der Pilot, wo er sich befand. Im Flugzeug war ein Richtempfänger eingebaut. Der Sender war ein Funksender von 0,5 kW.

Die erste vollständige Blindlandung wurde vom bekannten amerikanischen Flieger J. H. Doolittle am 24. September 1929 in «Mitschel Fields» durchgeführt. Der feldfreie Konus des Richtungsfinders wurde dabei gleichzeitig als Markierungsbake benutzt. Die Höhe wurde dabei noch auf andere als radioelektrische Weise gemessen, wahrscheinlich mit Barometer. Bei weiteren Blindlandever suchen wurden noch eine oder mehrere Markierungsbaken neben dem Richtsender benutzt, um den Abstand von der Landestelle anzuzeigen.

Das erste vollständig dreidimensionale Blindlandesystem wurde vom Bureau of Standards entwickelt. Zum Richtungsfinder (gleiche Empfangsstärke verschieden modulierter Signale bedeutet dem Flieger, dass er sich auf dem richtigen Kurs befindet) wurde noch ein weiterer Sender aufgestellt, dessen Strahlungscharakteristik so gestaltet ist, dass die Gleitbahn einer Kurve konstanter Empfangsstärke entspricht. Der Gleitbahnsender arbeitete mit horizontal polarisierten Ultrakurzwellen von 90,8 Megahertz. Die ersten Blindlandungen mit diesem System wurden im Jahr 1931 durchgeführt. Die weitere Entwicklung ging dahin, statt des Empfanges mit dem Ohr die Kursangaben direkt auf einem Instrument mit gekreuzten Zeigern sichtbar zu machen. Ebenso war man darauf bedacht, den Piloten so viel wie möglich von unnötigen und störenden Manipulationen zu entlasten und die Angaben der einzelnen Sender durch stark verschiedene Modulation auseinander zu halten. Die Gleitkurve wurde weiter verbessert, d.h. steiler gemacht, indem der zugehörige Sender, der gleichzeitig auch als Kursanzeiger dient, in eine Grube in der Mitte des Flugfeldes gesetzt wurde. Die Verwendung horizontal polarisierter Strahlung hat sich dabei als betriebsicherer erwiesen und hat noch den Vorteil, bei Anwesenheit einer Schneedecke die ganze Gleitkurve entsprechend mitzuheben.

Vom Handelsdepartement (Airway's Division of the Department of Commerce) wurde ein Blindlandesystem ausgearbeitet, welches sich durch grosse Einfachheit auszeichnet, aber nicht ohne barometrische Höhenmessung auskommt. Dabei wird eine Richtbake, die oben beschrieben wurde, gleichzeitig mit einer nach allen Richtungen strahlenden Markierungsbake verwendet. Passiert der Flieger den feldfreien Kegel der Richtungsbake, so setzt er sofort zum Gleitflug an. Zeigt sein Höhenmesser dann nach dem Passieren der Markierungsbake 100 Fuss (= 32,5 m) an, so kann er den Gleitflug fortsetzen, vorausgesetzt, dass er das erste Signal, d. h. den feldfreien Konus des Kursanzigers in 1000 Fuss Höhe passiert hat.

Ein weiteres sehr einfaches und anpassungsfähiges System wurde von der Armee herausgebracht, fand aber wegen zu geringer Zuverlässigkeit keinen Eingang in den zivilen Luftverkehr.

Die weitere Entwicklung der vom «Bureau of Standards» herausgebrachten Apparatur wurde von der Technischen Hochschule in Washington übernommen. Der Kursanzeiger bestand dabei aus zwei Rahmen-Antennen, deren Figur-8-förmige Charakteristiken sich zum Teil überdecken. Die beiden Rahmen werden auf der gleichen Trägerwelle mit den Hörfrequenzen 65 und 86,7 Hertz moduliert; die Kurven gleicher Empfangsstärke geben die Kursrichtungen. Eine wichtige Verbesserung bedeutete dabei die Verwendung eines einzigen Verstärkers für beide Antennen, so dass durch Änderungen in den Röhreneigenschaften beide Strahlungscharakteristiken im selben Sinne beeinflusst werden, wobei sich höchstens die Intensität der Gesamtstrahlung ändern kann und die Kursrichtungen nicht verändert werden. Die Kursanzeige erfolgt visuell mit Hilfe eines Doppelzeigerinstrumentes. Die beiden Zeigermesswerke werden nicht direkt an den Verstärker angeschlossen, sondern mittels eines Uebertragers. Dieser Uebertrager (Reed Converter = Zungenübertrager) beruht auf folgendem Prinzip: Eine auf eine bestimmte Frequenz abgestimmte Zunge schwingt zwischen zwei Paaren von Magnetspulen ähnlich wie die Zunge eines gebräuchlichen Frequenzmessers, wobei das eine vom Verstärker gespiesene Spulenpaar zur Erregung der Zungenschwingung dient (Primärspulen), während im zweiten Spulenpaar (Sekundärspulen) durch die Zungenschwingungen Ströme induziert werden, die zuletzt vom Zeigerinstrument aufgenommen werden. Ein solcher Uebertrager wirkt wie ein hochselektives Filter, das nur die der Eigenschwingung der Zunge entsprechende Frequenz hindurchlässt. Ausser für den Gleitbahnsender, der auf einer Frequenz von 91 Megahertz arbeitet, werden keine Ultrakurzwellen verwendet. Die Anwendung von mittleren Wellen hat jedoch den Nachteil, dass sie oft gekrümmte oder mehrfache Kursrichtungen anzeigen. Es sind deshalb Arbeiten im Gang, auch die Vorsignale und Richtungsanzeiger auf kurzen Wellen arbeiten zu lassen.

1935 entwickelten die «Western Continental Airlines» einen kombinierten Gleitbahn- und Richtungsanzeiger, der auf einer Frequenz von 85 Megahertz arbeitete. Beim Kreuz-

zen eines Flusses und eines Uferdammes ergaben sich jedoch Unregelmässigkeiten in der Gleitbahn, die die Anlage unbrauchbar machten. Erst später fand man heraus, dass vertikal polarisierte Wellen dafür verantwortlich waren.

Vom «Bureau of Air Commerce» wurde im selben Jahr ein System entwickelt, das einen Kursanzeiger von 227 000 Hz, bestehend aus zwei Rahmenantennen und einer in der Mitte angeordnete Vertikalanntenne besitzt. Der Sender arbeitet mit Einseitenband-Modulation, wobei die senkrechte Antenne eine konstante, 1020 Hz unter dem Seitenband liegende Trägerwelle aussendet. Die Kursanzeige wurde durch Tasten von «N» und «A» erhalten, wobei das Seitenband benutzt wird. Wegen des lästigen Tanzens der Nadel am Anzeigeinstrument wurde diese Methode zugunsten einer raschen mechanischen Modulation verlassen, deren praktische Erprobung noch im Gang ist.

In den Jahren 1934 und 1935 wurde von Kramar (Lorenzgesellschaft) ein Blindlandesystem entwickelt, das in einem früheren Referat in dieser Zeitschrift ausführlich beschrieben wurde¹⁾. Praktische Versuche mit diesem deutschen System wurden auf dem Flughafen von Indianapolis durchgeführt. Wenn auch bei schlechter Sicht und niedriger Wolkendecke erfolgreiche Landungen durchgeführt wurden, so zeigten sich doch noch einige Nachteile. Erstens machte die unruhige Nadel des Anzeigeinstrumentes die Ablesung mühsam, so dass der Empfang mit Kopfhörer bessere Resultate ergab als die visuelle Ablesung. Zweitens wurde von den meisten Piloten die Schärfe der Landeschneise von 6° als zu gering taxiert. Durch Verbesserung der Antennenanordnung konnte die Unsicherheit der Kursanzeige auf einen Winkel von 2° herabgesetzt werden. Eine weitere Schwierigkeit entstand durch die Anwendung vertikal polarisierter Wellen, indem die angezeigte Gleitkurve am Anfang der betonierten Landepiste plötzlich stark nach dem Boden zu abfiel. Diese wahrscheinlich durch die Armierung des Betons hervorgerufene Erscheinung zeigt, dass sich horizontal polarisierte Strahlung besser für die Gleitbahnmarkierung eignet. Die ursprünglich in der Lorenzapparatur verwendeten Frequenzen von 33,3 und 38,0 Megahertz scheinen für die allgemeine Anwendung des Systems nicht günstig zu liegen, da sie von der Ionosphäre reflektiert und deshalb zwischen entfernt gelegenen Flugplatzstationen Störungen hervorrufen können. Ueberdies können sie in den Vereinigten Staaten nicht verwendet werden, da das entsprechende Wellenlängengebiet schon stark in Anspruch genommen ist. Neben einigen weiteren Nachteilen der Original-Lorenz-Apparatur, die relativ leicht zu beheben sind, müssen der grosse Vorteil der Einfachheit und die Tatsache, dass sowohl visuelle als auch aurale Kursanzeige möglich ist, hervorgehoben werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der Berührungs punkt der Gleitkurve mit dem Boden genügend weit vom Sender entfernt ist, wodurch die Kollisionsgefahr herabgesetzt wird. Die interessanteste Eigenschaft des Lorenz-Systems ist jedoch die, dass es keiner Eichung des Empfängers bedarf. Sobald der Pilot das Vorsignal überfliegt, liest er die Amplitude auf dem Anzeigeinstrument ab, setzt zum Gleitflug an und hat nur dafür zu sorgen, dass der Zeiger des Instrumentes bis zur Berührung mit dem Boden auf derselben Stelle bleibt. Lag die ursprüngliche Höhe beim Ueberfliegen des Vorsignals zwischen 660 und 740 Fuss (216 und 243 m), so liegen die entsprechenden Berührungs punkte genügend nahe beieinander. Die ausschliessliche Verwendung ultrakurzer Wellen bedingt eine sehr geringe Störanfälligkeit.

Das ursprünglich vom Bureau of Standards ausgearbeitete Blindlandesystem wurde in der Folge von den United Air Lines und von der Bendix-Radio Corporation weiter entwickelt. Durch Anwendung von Ultrakurzwellen gelang es, Mehrdeutigkeiten in der Kursanzeige zu vermeiden. Zur Trennung der verschiedenen Modulationsfrequenzen wurden elektrische statt mechanische Filter (oben erwähnter Zungenübertrager) verwendet. Das verbesserte System besteht aus zwei Richtantennen in Yagi-Anordnung²⁾, deren Hauptstrahlen einen Winkel von 40° miteinander bilden. Die eine Antenne wird mit 70, die andere mit 90 Hertz mechanisch moduliert. Das beschriebene System stellt einen kombinierten Gleitbahn- und Kursanzeiger dar. Im Flugzeug wird mit einer

¹⁾ Die Ultrakurzwellenfunkbake und ihre Anwendung, Bull. SEV 1939, Nr. 5, S. 137.

²⁾ Bull. SEV 1939, Nr. 8, S. 215.

horizontalen Rahmenantenne empfangen, um Fehler durch Richtwirkung auf der Empfangsseite auszuschalten. Eine grosse Erleichterung für den Flugzeugführer bringt die Verwendung des automatischen Piloten zusammen mit dem besprochenen Blindlandesystem mit sich. Der Flugzeugführer kann sich dann während des Gleitfluges bis zur Berührung mit dem Boden auf das Gleitbahnanzeigegerät konzentrieren. In den Jahren 1936 und 1937 wurden so insgesamt 3000 vollständige Blindlandungen auf Boeing- und Douglasmaschinen durchgeführt.

Am Schluss der Originalarbeit befindet sich noch eine ausführliche Zusammenstellung der Forderungen, die in den USA an ein Blindlandesystem gestellt werden. — (W. E. Jackson, Status of instrument landing systems. Proc. Inst. Radio Ing., Vol. 26 [1938], p. 681.) Hdg.

Der heutige Stand der transozeanischen Nachrichtenübermittlung.

621.396 1

Auch heute noch spielt sich nur der kleinste Teil des Nachrichtenverkehrs auf drahtlosem Wege ab. In den USA z. B. beträgt das in den drahtlosen Stationen investierte Kapital nur etwa 1 % desjenigen der Drahtanlagen. Der drahtlose Verkehr benutzt dabei zum grössten Teil die Schnelltelegraphie. Die Einnahmen aus dem drahtlosen Fernverkehr beginnen erst jetzt die Ausgaben zu bestreiten und z. T. zu übertreffen. Nicht zu unterschätzen ist noch die politische Bedeutung des drahtlosen Verkehrs bei Zerstörung der Kabelverbindungen.

Die Vorteile der Kabelverbindungen sind die leichte Geheimhaltung und die Störungsfreiheit, der Nachteil die riesige Kapitalanlage, die ein Ueberseekabel erfordert.

Die erste drahtlose Ueberbrückung des Ozeans gelang schon 1902. Es zeigten sich schon damals gewisse Vorteile der langen Wellen bis zu 20 km und mehr Wellenlänge. Diese erfordern aber grosse Leistungen und hohe Antennentürme, so dass die Gesamtkosten etwa denen der Kabelverbindungen gleichkamen. Ausschlaggebend für die Beurteilung der drahtlosen Verbindung ist der Störpegel, d. h. das Verhältnis der nutzbaren zu den Stör-Spannungen. Dieses Verhältnis steigt mit steigender Wellenlänge. Dies war auch der Grund für die Einführung der Langwellen. Die Störungen bei den Langwellen sind fast durchwegs atmosphärischer Natur und demnach besonders stark in den gewitterreichen

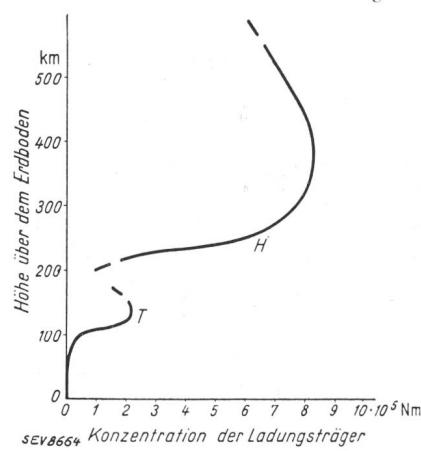


Fig. 1.

Gestalt der beiden Ionosphärenschichten an einem Sommer nach Rukop.

Tropen, wo eine Langwellenverbindung fast unmöglich wird. Für eine sehr gute Verbindung sollte der Abstand des Störpegels vom Nutzpegel etwa 40 db betragen. Für kommerzielle Zwecke ist eine Differenz von 30 db, für Dienstgespräche eine solche von 20 db noch brauchbar.

Für den Kurzwellenbetrieb, wo im Gegensatz zu den langen Wellen die Reichweite der Bodenwelle gering ist, sind

¹⁾ Vgl. auch Bull. SEV 1935, S. 83.

die Verhältnisse in der Ionosphäre von ausschlaggebender Bedeutung. In Fig. 1 ist die Konzentration der Ladungsträger in Abhängigkeit von der Höhe für einen mittleren Sommertag dargestellt. Die Maxima entsprechen der niedrigeren, sogenannten E-Schicht und der höheren F-Schicht. In Wirklichkeit sind die Verhältnisse meist noch etwas komplizierter, indem noch Aufspaltungen der Schichten vorkommen können, wie die in Fig. 2 dargestellte Registrierkurve zeigt¹⁾. Bei einer Transoceanverbindung werden die Wellen meist

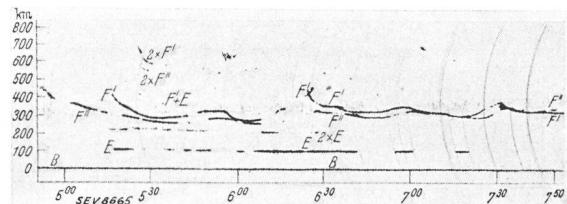


Fig. 2.
Gleichzeitige Reflexionen von beiden Ionosphärenschichten.
29. Mai 1934, $\lambda = 60$ m (H. E. Paul).

mehrfach zwischen der Ionosphäre und der Erde hin und her reflektiert. Selten werden auch Reflexionen in ganz grossen Höhen über der bekannten Ionosphäre beobachtet. Einen Einfluss auf die Ionosphärenschichten und damit auf die Ausbreitungsverhältnisse haben die Sonnenfleckentätigkeit, die Temperatur und die durch die ultraviolette Sonnenstrahlung hervorgerufene Ionisation der oberen Atmosphäre. Durch kurze Störungen, die sich offenbar in der Ionosphäre abspielen, kann der Empfang oft ganz abreissen (Dellinger-Effekt, früher auch schon von anderen beobachtet). Zusammenfassend kann man die durch die Ionosphäre hervorgerufenen Störungen in folgende Klassen einteilen.

1. Die Interferenz mehrerer Strahlenwege führt zur Auslöschung am Empfangsort (Fading).
2. Die Interferenz kann auf einen Teil des übertragenen Bandes beschränkt sein, wodurch hohe oder tiefe Töne bevorzugt werden.
3. Heben sich bei der Interferenz der Strahlenwege die Trägerwellen zum Teil auf, so entstehen starke nichtlineare Verzerrungen, die besonders bei automatischer Lautstärke-Regelung und bei plötzlichen Änderungen in der Signalstärke einen bellenden Laut erzeugen.

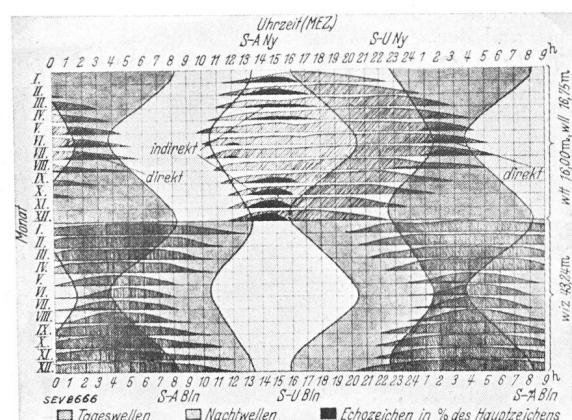


Fig. 3.
Günstigste Verkehrszeiten und Hörbarkeitsgrenzen
(Linie Berlin-Newyork).

4. Wenn die Wege vom Sender zum Empfänger verschiedene Länge haben, so wird ein kurzes Signal mehrfach empfangen, wodurch die Telegraphiergeschwindigkeit begrenzt ist.

5. Der durch die Bewegung der Ionosphäre hervorgerufene Dopplereffekt wirkt gelegentlich störend.

Die bestehenden Kurzwellenverbindungen nützen die gute Kenntnis, die man von der Ionosphäre besitzt, in weitem (Fortsetzung auf Seite 295.)

Wirtschaftliche Mitteilungen.— Communications de nature économique.

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.

	Cie. vaudoise des forces motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne	A.-G. Elektrizitätswerk Wynau, Langenthal		Bernische Kraftwerke A.-G. Bern		Gemeindewerke Uster		
		1939	1938	1939	1938	1939	1938	
1. Energieproduktion . . . kWh	85 014 000	66 413 000	54 926 000	47 797 000	438 250 600	395 437 360	—	—
2. Energiebezug kWh	1 226 000	4 951 000	3 473 000	5 997 000	245 329 108	237 606 727	6 788 470	6 192 150
3. Energieabgabe kWh	86 240 000	71 364 000	58 399 000	53 794 000	683 579 708	633 044 087	6 475 237	6 003 887
4. Gegenüber Vorjahr %	+ 20,8	— 8,8	+ 8,5	+ 1,4	+ 7,98	— 1,59	+ 7,8	— 3,1
5. Davon Energie zu Abfallpreisen kWh	44 570 000	29 100 000	3 358 000	—	?	?	0	0
11. Maximalbelastung . . . kW	18 300	17 500	12 620	12 000	152 550	147 100	1 620	1 548
12. Gesamtanschlusswert . . . kW	26 500	26 500	24 416	23 849	518 414	500 790	13 801	13 506
13. Lampen { Zahl	249 571	244 315	57 042	56 400	995 400	988 713	41 293	40 701
kW	6 250	6 100	1 995	1 973	31 165	30 592	1 965	1 940
14. Kochherde { Zahl	1 781	1 601	968	921	20 865	19 400	167	167
kW	10 684	10 846	3 964	3 512	105 777	97 276	931	927
15. Heisswasserspeicher . . . { Zahl	997	970	664	633	18 446	17 500	320	314
kW	1 258	1 213	483	466	17 634	16 854	405	399
16. Motoren { Zahl	6 672	6 548	2 345	2 242	43 405	40 832	1 771	1 697
kW	15 572	12 600	4 464	4 359	118 667	116 219	6 216	6 030
21. Zahl der Abonnemente . . .	20 860	20 750	9 700	9 700	100 945	97 852	2 836	2 785
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	4,3	4,8	3,50	3,86	—	—	7,9	8,02
<i>Aus der Bilanz:</i>								
31. Aktienkapital Fr.	8 000 000	8 000 000	5 000 000 ¹⁾	5 000 000 ¹⁾	56 000 000	56 000 000	—	—
32. Obligationenkapital . . . »	10 600 000	11 297 000	3 000 000	3 300 000	63 111 000	69 830 000	—	—
33. Genossenschaftsvermögen »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Dotationskapital . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Buchwert Anlagen, Leitg. »	20 116 507	20 366 176	7 552 000	8 293 439	118 173 946	118 141 001	112 852	126 670
36. Wertschriften, Beteiligung »	1 500 001	1 818 606	46 875	46 875	27 586 000	36 815 500	—	—
37. Erneuerungsfonds . . . »	1 853 920	1 750 470	1 090 000	870 000	7 465 302	6 965 302	37 000	32 000
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>								
41. Betriebseinnahmen . . . Fr.	3 712 304	3 447 046	2 040 302	2 046 609	23 263 797	22 425 006	511 844	481 773
42. Ertrag Wertschriften, Be- teiligung »	2 813	3 425	1 510	1 510	1 378 013	1 570 779	—	—
43. Sonstige Einnahmen . . . »	—	—	58 662	55 259	498 326	518 942	—	—
44. Passivzinsen »	462 746	498 980	256 000	293 250	2 837 484	3 179 143	—	—
45. Fiskalische Lasten »	172 033	113 702	144 947	143 434	1 598 882	1 425 301	—	—
46. Verwaltungsspesen »	208 813	199 089	203 936	149 147	1 986 486	1 790 662	48 832	54 122
47. Betriebsspesen »	1 388 930	1 246 286	537 452	551 885	4 470 935	4 321 867	35 904	35 043
48. Energieankauf »	178 548	179 123	256 693	313 048	5 269 222	5 081 451	273 015	256 075
49. Abschreibg., Rückstellungen »	542 856	466 102	650 588	645 953	4 987 303	4 751 521	29 188	42 044
50. Dividende »	480 000	480 000	—	—	3 080 000	3 080 000	—	—
51. In % »	6	6	—	—	5,5	5,5	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen »	358 819	266 711	—	—	—	—	110 000	94 500
53. Pachtzinse »	—	—	6 240	6 240	1 100 000	1 100 000	—	—
<i>Uebersicht über Baukosten und Amortisationen:</i>								
61. Baukosten bis Ende Be- richtsjahr Fr.	25 926 117	25 862 366	18 164 814	18 844 632	/	/	1 475 936	1 460 565
62. Amortisationen Ende Be- richtsjahr »	5 809 610	5 496 190	10 612 814	10 630 305	/	/	1 363 083	1 333 895
63. Buchwert »	20 116 507	20 366 176	7 552 000	8 214 327	/	/	112 852	126 670
64. Buchwert in % der Bau- kosten »	77,6	78,5	41,6	43,5	/	/	7,6	8,6

¹⁾ Aktienkapital: Fr. 5 000 000.— (nicht einbezahlt: Fr. 4 000 000.—).

Masse aus; besonders werden für die verschiedenen Tageszeiten jeweils die günstigsten Wellenlängen verwendet (Tag- und Nachtwellen). Die Verhältnisse sind ohne weiteres aus der in Fig. 3 wiedergegebenen Darstellung zu entnehmen, die die Ausbreitungsverhältnisse einer Verbindung zwischen Berlin und Newyork illustriert. Das am dunkelsten getönte Gebiet entspricht Zeiten, bei denen die ganze Verbindungsstrecke dunkel ist, während im weissen Bereich auf der ganzen Strecke Tag ist. Die schraffierten Bereiche geben die Intensität der Tages-, bzw. Nachtwelle an. In den Uebergangszeiten wird im allgemeinen auf beiden Wellen gearbeitet, die Empfangsstelle kann dann die geeignete Welle auswählen. Für gewisse Zwischenzeiten, wo keine der beiden Wellen geeignet ist, wird noch eine dritte Welle benutzt.

Im allgemeinen wird von der Raumstrahlung nur ein bestimmter Winkelbereich benötigt. Durch Verwendung von Richtantennen kann deshalb das Verhältnis von Störpegel zur Signalstärke verringert werden. Für Richtantennen werden folgende Anordnungen verwendet:

1. Parabolreflektoren.
2. Ebene Dipolanordnungen mit Reflektor.
3. Verwendung von Antennen, deren Dimensionen gross gegen die Wellenlänge sind. Beverage-Antennen und die daraus hervorgegangenen Fischgrät- und Rhombusantennen, deren Richtwirkung zwar wesentlich schlechter, deren Herstellungskosten aber viel geringer sind. Ebenso sind die letztgenannten Anordnungen in der Handhabung einfacher.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Kurzwellenbetrieb wegen seiner geringen erforderlichen Leistung und kleinen Antennen die drahtlose Uebertragung erst wirtschaftlich gemacht hat.

Ein Fortschritt in bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wird durch den Einseitenbandverkehr erreicht. Bei Telegraphieempfang wird auch auf der Empfangsseite die ganze einfallende Energie nutzbar verwendet. Bei Telefonie liegen die Verhältnisse insofern anders, als eine Modulation erfolgt. Zur Uebertragung eines Tones werden drei verschiedene hochfrequente Wellen ausgestrahlt, nämlich die Trägerwelle mit der Frequenz f und die beiden Seitenbänder mit den Frequenzen $f + \Delta f$ und $f - \Delta f$. Zur Charakterisierung des Tones mit der Frequenz Δf genügt indessen ein Seitenband. Es muss deshalb möglich sein, einen Empfänger zu bauen, der etwa mit der Welle $f + \Delta f$ auskommt. Die konstante Trägerfrequenz muss dann im Empfänger selbst erzeugt werden. Da bei 100prozentiger Modulation die Trägerwelle 50 % der Energie und die Seitenbänder je 25 % benötigen, lässt sich bei dieser Betriebsweise etwa 75 % Leistung einsparen.

Eine Verbesserung des Empfanges hauptsächlich in bezug auf Vermeidung von Störungen durch Fading kann durch den Mehrfachempfang erzielt werden. Indem man verschiedene Wege gleichzeitig zum Empfang benutzt. Die zu verschiedenen Zeiten auftretenden Mängel der einzelnen Wege gleichen sich dann z. T. gegenseitig aus. Prinzipiell sind folgende Verfahren möglich:

1. Gleichzeitige Uebertragung mit verschiedenen Sendern auf verschiedenen Wellen.

2. Uebertragung mit mehreren Wellen von einem Sender, wobei schon kleine Frequenzdifferenzen sehr wirksam sein können, wie die beiden Oszillogramme von Fig. 4 zeigen, die mit einer Frequenzdifferenz von nur 800 Hertz aufgenommen sind.



Fig. 4.
Verschiedenheit des Fadings beim Tasten mit 800 Hertz Verstimming.

3. Verwendung räumlich getrennter Antennen. Auch hier sind schon relativ kleine Distanzen wirkungsvoll.

4. Verwendung verschieden polarisierter Wellen.
5. Ausstrahlung unter verschiedenen Winkeln.

Mehrfachempfang ist überflüssig, wenn auch beim stärksten Schwund der Geräuschpegel niemals unterschritten wird. Liegt die Signalstärke in keinem Fall über dem Rauschpegel, so nützt auch Mehrfachempfang nichts. Im Durchschnitt wirkt sich die Verbesserung des Mehrfachempfangs so aus, als ob der Sender etwa 10mal so stark wäre.

Das interessanteste Verfahren zur Verbesserung des Kurzwellenbetriebes dürfte die Möglichkeit zur Veränderung der Richtcharakteristik der Empfangsantenne bieten, indem man die etwa keulenförmige räumliche Charakteristik den ankommenden Wellen quasi entgegenstreckt. Solche Sender sind von H. T. Friis²⁾ angegeben worden.

Mit steigender Entwicklung der Technik sind die Empfänger immer teurer geworden, was jedoch beim Verkehr zwischen festen Stationen wirtschaftlicher ist als die Erhöhung der Sendeleistung. — (P. Kotowski, Der heutige Stand der transozeanischen Nachrichtenübermittlung, ENT Bd. 12 [1938], S. 328.)

Hdg.

²⁾ USA-Patent 2041600.

Miscellanea.

Einschränkende Massnahmen für Kraft- und Brennstoffe.

Bern, 18. Juni. Einschränkende Massnahmen über die Verwendung von festen und flüssigen Kraft- und Brennstoffen sowie von Gas und elektrischer Energie sind am Dienstag vom Bundesrat grundsätzlich beschlossen worden. Er hat das Volkswirtschaftsdepartement ermächtigt, Vorschriften zu erlassen über:

a) Die Einschränkung, die gänzliche oder zeitweise *Einstellung des Betriebes* von Heiz-, Beleuchtungs-, Koch-, Warmwasser-Aufbereitungsanlagen, motorischen oder andern Kraft- und Brennstoffverbrauchs-Einrichtungen;

b) die *Oeffnungs- und Schliessungszeiten von Verkaufsgeschäften*, von Gast-, Versammlungs- und Unterhaltungsstätten aller Art, die Arbeitszeit in öffentlichen und privaten Betrieben und die Unterrichtszeit in öffentlichen und privaten Schulen und Unterrichtsanstalten;

c) die *rationelle Ausnützung* der zur Verfügung stehenden Energie- und Wärmequellen und die entsprechenden technischen Massnahmen;

d) die Verwendung und Abgabe von *hydraulisch erzeugter elektrischer Kraft*, von kalorisch erzeugter Kraft und die allfällig hierzu erforderlichen zeitlich befristeten Ausnahmetarife. (NZZ vom 18. 6. 40.)

Qualitätszeichen, Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV.

I. Qualitätszeichen für Installationsmaterial.



für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsboxen, 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:

Schalter.

Ab 15. Juni 1940.

Appareillage Gardy S. A., Genève.

Fabrikmarke:



Kipphebeleinschalter für 250 V 6 A ~

Verwendung: für Einbau, in trockenen Räumen.
Ausführung: Sockel aus keramischem Material.
Nr. 20300.1: einpoliger Ausschalter, Schema 0.

EMB Elektromotorenbau A.-G., Birsfelden.

Fabrikmarke:



Kastenschalter für 500/380 V, 15/20 A.

Verwendung: für Aufbau in trockenen bzw. nassen Räumen.
Ausführung: in Gusskasten eingebauter Schalter mit 3 Sicherungen. Grundplatte aus Kunstharpfenstoff. Hebelbetätigung.
Typ Nr. S13: Dreipoliger Drehrichtungsumschalter.**III. Radioschutzzeichen des SEV.**

Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung gemäss § 5 des «Reglements zur Erteilung des Rechts zur Führung des Radioschutzzeichens des SEV» (siehe Veröffentlichung im Bulletin SEV 1934, Nr. 23 und 26) wurde das Recht zur Führung des SEV-Radioschutzzeichens erteilt:

Ab 15. Juni 1940.

Fabrik elektrothermischer Apparate, Metallwarenfabrik, Niederbuchsiten.

Heizkissen

mit den Markenbezeichnungen «Jura», «Sonnja», «Royal», «GOBO», «CMB».
20/40/60 W,
für die Spannungen 110, 125, 145, 220 und 250 V.**Vereinsnachrichten.**

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

Vorort des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins.

Unseren Mitgliedern stehen folgende Berichte des Vorortes des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins zur Einsichtnahme zur Verfügung:
Überwachung der Ein- und Ausfuhr während des Krieges (Blockaderegelung).

Export nach Deutschland.

Blockadetechnik (Nachtrag I zum Zirkular Nr. 547 betreffend Blockaderegelung).

Blockadetechnik (Nachtrag II zum Zirkular Nr. 547 betr. Blockaderegelung).

Zahlungen nach Grossbritannien für importierte Waren.

Regeln für zeigende elektrische Messinstrumente: Ampèremeter, Voltmeter, Einphasenwattmeter.

Das Comité Electrotechnique Suisse (CES) veröffentlicht auf Antrag des Fachkollegiums 13 des CES einen von diesem aufgestellten Entwurf zu Regeln für zeigende Messinstrumente.

Die Mitglieder des SEV werden hiemit eingeladen, zu diesem Entwurf Stellung zu nehmen. Begründete Einsprachen sind bis zum 20. Juli 1940 beim Sekretariat des CES, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, im Doppel einzureichen. Sollte bis zum 20. Juli 1940 keine Einsprache erfolgen, so wird das CES den Entwurf dem Vorstand des SEV zum Beschlussfassen über die Inkraftsetzung weiterleiten.

Bemerkung: Sonderdrucke dieses Entwurfes in deutscher und französischer Sprache sind erhältlich.

Entwurf.**Regeln für zeigende elektrische Messinstrumente: Ampèremeter, Voltmeter und Einphasen-Wattmeter.****Inhaltsverzeichnis.****Vorwort.****I. Geltungsbereich.****II. Definitionen.****III. Allgemeine Bestimmungen.****IV. Fehlergrenzen und Verhalten im Betrieb.****V. Aufschriften.****Anhang I: Graphische Symbole.****Anhang II: Beispiele für Instrumentaufschriften.****Anhang III: Liste einiger Buchstabensymbole.****Vorwort.**

Die vorliegende Veröffentlichung «Regeln für zeigende elektrische Messinstrumente: Ampèremeter, Voltmeter und Einphasenwattmeter» wurde vom Fachkollegium 13 des Comité Electrotechnique Suisse (CES) auf Grund der Empfehlungen der Commission Electrotechnique Internationale (CEI), die in deren Publikation 51 enthalten sind, aufgestellt.

Gegenüber den internationalen Regeln wurden nur einige Ergänzungen und Anpassungen an die allgemeinen Regeln des SEV vorgenommen, die jedoch die Übereinstimmung mit den internationalen Regeln nicht berühren.

Zürich, den 22. Mai 1940.

Der Präsident des Fachkollegiums 13 des CES:
(gez.) F. Buchmüller.

Der Vizepräsident des CES: Der Sekretär des CES:
(gez.) Dr. M. Schiesser. (gez.) W. Bänninger.

I. Geltungsbereich.**I.**

Die Regeln gelten für zeigende Ampèremeter, Voltmeter und Einphasen-Wattmeter für Gleichstrom und für Wechselstrom von der Frequenz 15 bis 60 Hz.

Sie sind nur auf folgende Instrumententypen anwendbar:
 Drehspulinstrumente (ohne Gleichrichter usw.),
 Dreheiseninstrumente,
 Elektrodynamische Instrumente,
 Induktionsinstrumente.

II. Definitionen.

2. Klemmenbezeichnung.

Ist die Stromrichtung von Bedeutung, so ist die positive Klemme mit dem «+»-Zeichen zu versehen.

An den Wattmetern ist diejenige Klemme des Stromkreises, welche mit der Energiequelle verbunden werden muss, mit einem passenden Zeichen zu versehen; mit dem gleichen Zeichen ist diejenige Klemme des Spannungskreises zu bezeichnen, die mit dem Stromkreis zu verbinden ist. Es soll vorzugsweise diejenige Klemme sein, die direkt mit der beweglichen Spule verbunden ist.

3. Nennstrom und Nennspannung.

a) *Ampèremeter*. Der Nennstrom eines Ampèremeters ist der Wert des Stromes, der auf dem Instrument angegeben ist. Fehlt diese Angabe, so gilt als Nennstrom der Endwert des Messbereiches. — Als Nennspannung eines Ampèremeters gilt die Nennspannung des Netzes, für das das Instrument bestimmt ist.

b) *Voltmeter*. Die Nennspannung eines Voltmeters ist der Wert der Spannung, die auf dem Instrument angegeben ist. Fehlt diese Angabe, so gilt als Nennspannung der Endwert des Messbereiches.

c) *Wattmeter*. Als Nennstrom und Nennspannung eines Wattmeters gelten die auf dem Instrument angegebenen Werte von Strom und Spannung.

4. Messbereich.

Bei Instrumenten mit angenähert gleichmässiger Teilung entspricht der Messbereich der totalen Länge der Skala. Bei Instrumenten mit ungleichmässiger Teilung umfasst er den Bereich zwischen dem Endwert der Skala (sofern er nicht anders bezeichnet ist) und 25 % desselben. Befindet sich der Nullpunkt nicht an einem Ende der Teilung, so gilt als Messbereich des Instrumentes die Summe der Bereiche beidseitig des Nullpunktes.

5. Klasseneinteilung.

Je nach dem Grad der Genauigkeit sind die Instrumente nach folgender Bezeichnung in 5 Klassen eingeteilt:

Klassen: 0,2 — 0,5 — 1 — 1,5 und 2,5.

Instrumente, welche den Bedingungen einer dieser Klassen zu genügen haben, müssen die entsprechende Klassenbezeichnung tragen.

III. Allgemeine Bestimmungen.

6. Zeiger-Nullstellung.

Eine Vorrichtung zur Zeiger-Nullstellung ist nur für Instrumente mit Federdruckkraft der Klassen 0,2 und 0,5 (siehe Ziffer 5) obligatorisch. Der Einstellbereich darf 3 Prozent der Skalenlänge bei Instrumenten der Klassen 0,2 und 0,5 und 6 Prozent bei solchen der Klassen 1, 1,5 und 2,5 nicht überschreiten.

An Instrumenten bis und mit 650 Volt Nennspannung muss die Nulleinstellung bei eingeschaltetem Apparat gefahrlos betätigt werden können. Instrumente für Nennspannungen über 650 Volt, die dieser Bedingung nicht genügen, müssen mit einem Hinweis versehen sein.

7. Dämpfung.

Instrumente, deren Skala oder Zeiger eine Länge von 150 mm oder weniger haben, müssen so gedämpft sein, dass sie folgenden Bedingungen genügen:

Wenn bei Stellung des Zeigers auf Null plötzlich ein Strom durch den Kreis oder einen der Kreise des Instrumenten-

tes geleitet wird, der einem dauernden Ausschlag von $\frac{2}{3}$ des Endwertes des Messbereiches entspricht (siehe Ziffer 4), so darf

a) das Verhältnis der Amplitude der ersten Schwingung zum dauernden Ausschlag 1,3 nicht überschreiten, beide gemessen in Skalenteilen;

b) nach 4 Sekunden die Schwingungsamplitude 1,5 Prozent des Dauerausschlages nicht überschreiten, beide gemessen in Skalenteilen.

8. Isolationsfestigkeit.

Die nach diesen Regeln auf ihre Isolationsfestigkeit geprüften Instrumente sind mit dem Prüfzeichen zu versehen, bestehend aus einem fünfstrahligen Stern (siehe Symbole im Anhang I).

A. Prüfung der Isolation zwischen den Stromkreisen und dem Gehäuse.

Instrumente in Metallgehäuse.

Die Isolation zwischen den unter sich verbundenen Stromkreisen und dem Gehäuse (oder den von diesem nicht isolierten Metallteilen) muss während einer Minute eine praktisch sinusförmige Wechselspannung von der Frequenz 15 bis 60 Hz aushalten, deren Effektivwert in Tabelle I gegeben ist:

Tabelle I.

Nennspannung des Instrumentes (siehe Ziffer 3)	Prüfspannung (Effektivwert)
40 V oder weniger von 41 bis 650 V von 651 bis 1500 V	500 V 2000 V 5000 V
Instrumente, die für den Einbau in den Sekundärkreis von Mess- wandlern bestimmt sind	2000 V

Instrumente in Isolierstoffgehäusen.

a) Stückprüfung: Sämtliche metallene Befestigungsbolzen werden während der Isolationsprüfung am Instrument so angebracht, wie es dem betriebsmässigen Gebrauch des Instrumentes entspricht. Diese Metallteile sowie alle andern zugänglichen Metallteile werden untereinander verbunden und die Isolationsprüfung erfolgt zwischen diesen und dem Stromkreis oder den unter sich verbundenen Stromkreisen des Instrumentes.

b) Typenprüfung: Das Gehäuse ist mit einer enganliegenden Hülle aus Stanniol zu umgeben, welche mit den Klemmen des Instrumentes nicht in Berührung kommen darf. Die in der Tabelle I angegebene Prüfspannung wird zwischen diese Hülle und die Stromkreise angelegt.

B. Prüfung der Isolation zwischen dem Spannungskreis und dem Stromkreis.

Die Prüfspannung zwischen dem Spannungskreis und dem Stromkreis eines Wattmeters beträgt 500 V.

IV. Fehlergrenzen und Verhalten im Betrieb.

9. Fehlergrenzen.

Der Anzeigefehler eines Ampèremeters, eines Voltmeters oder eines Wattmeters darf an irgendeinem Punkt des Messbereiches (siehe Ziffer 4) die in Tabelle II angegebenen Grenzen nicht überschreiten:

Tabelle II.

Instrumentenklasse	Fehlergrenze in % des Endwertes des Messbereiches
0,2	± 0,2
0,5	± 0,5
1	± 1,0
1,5	± 1,5
2,5	± 2,5

Die Fehlertgrenzen gelten:

- a) für eine Raumtemperatur von 20°C , sofern eine andere Temperatur nicht angegeben ist;
- b) bei Wechselstrom-Instrumenten für die Nennfrequenz, oder, wenn eine solche nicht angegeben ist, bei jeder Frequenz zwischen 15 und 60 Hz;
- c) für eine praktisch sinusförmige Kurvenform;
- d) bei Wattmetern für die Nennspannung und den Leistungsfaktor 1;
- e) für eine dem Einfluss äusserer magnetischer Felder entzogene Aufstellung;
- f) für die auf dem Instrument bezeichnete Lage: horizontal, vertikal oder geneigt;
- g) die Instrumente der Klassen 0,2, 0,5 und 1 müssen den Bedingungen bezüglich der Genauigkeit genügen, unabhängig von der Dauer der Einschaltung, vorausgesetzt, dass weder Strom noch Spannung ihre Nennwerte überschreiten;
- h) die Instrumente der Klassen 1,5 und 2,5 müssen entsprechen, nachdem sie während einer Stunde mit einem Strom von 80 % des Nennwertes oder/und bei der Nennspannung im Betriebe waren.

Bemerkung: Bei der Bestimmung der Klasse, der ein Instrument angehört, wird dem Vorliegen einer Korrekturtabelle nichts Rechnung getragen.

10. Temperatureinfluss.

Die durch eine Änderung der Raumtemperatur um 10°C verursachte Änderung der Anzeige eines Instrumentes darf die in Tabelle III angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle III.

Instrumentenklasse	Zulässige Änderung in % der Ablesung
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$

Die Bestimmung des Temperatureinflusses erfolgt bei Temperaturen, die zwischen den Grenzen von 10 Grad unter und 10 Grad über der auf dem Instrument angegebenen Bezugstemperatur liegen. Sofern eine solche nicht aufgeschrieben ist, gelten als Grenzen 10°C und 30°C .

11. Frequenzeinfluss.

Die durch eine Frequenzänderung von 10 % gegenüber der Nennfrequenz verursachte Änderung der Anzeige des Instrumentes darf die in Tabelle IV angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle IV.

Instrumentenklasse	Zulässige Änderung in % der Ablesung
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$

Bei Instrumenten der Klasse 0,2 darf, sofern keine Frequenz angegeben ist, die Änderung in der Anzeige des Instrumentes bei Änderung der Frequenz im Bereich von 15 bis 60 Hz $\pm 0,1$ Prozent der Ablesung nicht überschreiten.

12. Einfluss von äussern magnetischen Feldern.

Die Änderung der Anzeige eines Instrumentes durch den Einfluss eines äussern magnetischen Feldes von der Stärke von 5 Oersted, erzeugt durch einen Strom gleicher Art und Frequenz, wie der durch das Instrument fliessende Strom, darf unter ungünstigsten Bedingungen in bezug auf Phase und Richtung des Fremdfeldes 1,5 Prozent der Ablesung bei

Drehspul-Instrumenten und 3 Prozent bei den andern Instrumententypen nicht überschreiten.

Bemerkung: Man erhält ein Fremdfeld von ungefähr 5 Oersted im Zentrum einer Kreisspule von 100 cm Durchmesser mit 400 Amperewindungen.

Bei Ampèremetern und Voltmetern wird der Versuch bei einem Ausschlag von $\frac{1}{3}$ des Endwertes des Messbereiches durchgeführt. Bei Wattmetern erfolgt der Versuch bei Nennspannung mit einem Strom von $\frac{2}{3}$ des Nennwertes und dem Leistungsfaktor 1.

13. Einfluss des Leistungsfaktors auf Wattmeter.

a) Der Ausschlag eines Wattmeters bei dem Leistungsfaktor 0 (nacheilender Strom) bei Nennspannung und Nennstrom darf die in Tabelle V angegebenen Werte nicht überschreiten.

b) Wattmeter der Klassen 0,2 und 0,5 werden überdies bei Nennspannung und Nennstrom und einem Leistungsfaktor von 0,5 (nacheilender Strom) geprüft. Die dabei festgestellte Abweichung darf von derjenigen bei Nennspannung, einem Strom von 50 % des Nennwertes und dem Leistungsfaktor 1 um nicht mehr abweichen, als in Tabelle V angegeben ist.

Tabelle V.

Instrumentenklasse	Zulässige Abweichung in % des Endwertes des Messbereiches
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$

14. Dauerbetrieb.

Die Instrumente dürfen nicht beschädigt werden, wenn sie während zwei Stunden unter folgenden Bedingungen im Betrieb gestanden haben:

Die Ampèremeter und Voltmeter mit Nennstrom, bzw. Nennspannung (siehe Ziffer 3).

Die Wattmeter mit dem 1,2fachen Nennstrom und der 1,2-fachen Nennspannung (siehe Ziffer 3).

Ein Instrument gilt als nicht beschädigt, wenn es, nach Abkühlung auf Raumtemperatur, den Regeln noch entspricht.

15. Kurzdauernde Ueberlastungen.

Eine kurzdauernde Ueberlastung der Wicklungen durch die durch a) und b) festgesetzten Ueberlastströme darf keine Beschädigung des Instrumentes zur Folge haben. Als nicht beschädigt wird ein Instrument betrachtet, wenn der Zeiger um nicht mehr als 0,5 % der Skalenlänge vom Nullpunkt abweicht und wenn das Instrument nach Wiedereinstellung des Zeigers auf Null den Regeln noch entspricht.

a) Instrumente der Klassen 0,2 und 0,5:

Ampèremeter 2mal den Nennstrom.

Voltmeter 2mal die Nennspannung.

Wattmeter 2mal den Nennstrom bei Nennspannung (mit einem Leistungsfaktor 1, bei Verwendung von Wechselstrom).

Die Dauer der Ueberlastung soll so kurz als möglich sein, aber doch so lange, bis der Zeiger den Anschlag am Ende der Skala berührt hat. Die Ueberlastung erfolgt 5mal in Intervallen von 15 Sekunden.

b) Instrumente der Klassen 1, 1,5 und 2,5:

Ampèremeter 10mal den Nennstrom.

Voltmeter 2mal die Nennspannung.

Wattmeter 10mal den Nennstrom bei Nennspannung (mit einem Leistungsfaktor 1, bei Verwendung von Wechselstrom).

Die Ueberlastung erfolgt 10mal in Intervallen von 1 Minute; die Dauer jeden Impulses sei 0,5 Sekunden, mit Ausnahme des 10., der 5 Sekunden dauert.

Im Anschluss an diesen Versuch werden nach einer Pause von wenigstens einer Minute die Wattmeter während 5 Sekunden bei Nennstrom mit der doppelten Nennspannung belastet.

16. Neben- und Vorwiderstände.

Werden die Neben- und Vorwiderstände mit dem Instrument geliefert und geeicht, so gelten die in den Regeln angegebenen Bedingungen bezüglich der Genauigkeit für die Kombination von Instrument und Neben- oder Vorwiderstand. In diesem Falle müssen die Neben- und Vorwiderstände die Nummer des zugehörigen Instrumentes tragen.

Werden die Neben- und Vorwiderstände getrennt geliefert, so gelten bei Einteilung dieser Zubehörteile in 3 Klassen die Fehlergrenzen nach Tabelle VI.

Tabelle VI.

Klasse der Neben- oder Vorwiderstände	Fehlergrenzen in % des Sollwertes
0,1	$\pm 0,1$
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$

Diese Fehlergrenzen gelten für Temperaturen zwischen 10° C und 30° C und für einen Strom von Nennwert oder weniger. Der Neben- oder Vorwiderstand hat die Angabe seines Wertes und das Klassenzeichen zu tragen, z. B.: 1000 Ohm $\pm 0,2\%$.

V. Aufschriften.

17.

Es wird empfohlen, die Instrumente mit folgenden Aufschriften zu versehen:

Tabelle VII.

Klasse	0,2	0,5	1	1,5	2,5
Firma	×	×	×	×	×
Nummer	×	×	×	×	×
Einheit der Messgrösse	×	×	×	×	×
Klasse	×	×			
Stromart und Frequenz	×	×			
Typ des Messwerktes	×	×	×	×	×
Lagezeichen	×	×			
Prüfspannung	×	×	×	×	×
Uebersetzung zugehöriger Messwandler	×	×	×	×	×

Bei den Aufschriften sind die Regeln des SEV für Buchstabensymbole und die für graphische Symbole zu verwenden, ferner die im Anhang I gegebenen besonderen graphischen Symbole. Der Anhang II enthält einige Beispiele für Instrumentaufschriften. Der Anhang III gibt einige Beispiele für Buchstabensymbole.

Anhang I zu den

Regeln für zeigende elektrische Messinstrumente.

Graphische Symbole für die Aufschriften auf Instrumenten.

No.	Aufschrift	Symbol
1	Drehspulmesswerk mit permanentem Magnet	Ⓐ
2	Drehspulquotientenmesswerk mit permanentem Magnet	Ⓑ
3	Dreheisenmesswerk	Ⓔ

No.	Aufschrift	Symbol
4	Dreheisen-Quotientenmesswerk oder Differenzenmesswerk	Ⓔ
5	Elektrodynamometrisches Messwerk	⊕
6	Elektrodynamometrisches Messwerk mit eisengeschlossenem Kreis (und Schirm)	⊕
7	Elektrodynamometrisches Quotientenmesswerk	⊗
8	Elektrodynamometrisches Quotientenmesswerk mit eisengeschlossenem Kreis (und Schirm)	⊗
9	Induktionsmesswerk	◐
10	Induktions-Quotientenmesswerk oder Differenzenmesswerk	◐
11	Hitzdrahtmesswerk	●—●
12	Elektrostatisches Messwerk	●—●
13	Vibrationsmesswerk (Zungenfrequenzmesser)	VV
14	Thermoumformer	•—•*
15	Drehspulmesswerk mit Thermoumformer	Ⓐ
16	Isolierter Thermoumformer	•—•*
17	Drehstrommesswerk mit isoliertem Thermoumformer	Ⓐ
18	Gleichrichter	—*
19	Drehstrommesswerk mit Gleichrichter	—*
20	Magnetische Abschirmung (alle vorhergehenden Symbole, mit Ausnahme von Nr. 6 und 8, werden mit diesem Kreis umgeben, wenn das Messwerk gegen Fremdfelder abgeschirmt ist)	○
21	Gleichstrominstrument	—
22	Wechselstrominstrument	~
23	Instrument für Gleichstrom und Wechselstrom	—~
24	Drehstrominstrument mit einer Spule und einer Spannungsspule	~~
25	Drehstrominstrument mit zwei Spulen und zwei Spannungsspulen	~~
26	Drehstrominstrument mit drei Spulen und drei Spannungsspulen	~~
27	Instrument in vertikaler Lage zu benutzen	⊥

*) Wenn keine Verwechslung möglich ist, können diese Symbole an Stelle der Symbole Nr. 15, 17 und 19 verwendet werden, um die Kombination eines Messwerkes mit Thermoumformer oder Gleichrichter anzugeben.

No.	<i>Merkblatt</i>	Symbol
28	Instrument in horizontaler Lage zu benutzen	□
29	Instrument in geneigter Lage zu benutzen	↖
30	Instrument in einer 60° geneigten Lage zu benutzen (Beispiel)	↖ _{60°}
31	Nullstellungsreguliereinrichtung	○
32	<p>Prüfspannung Der Wert der Prüfspannung wird in kV ausgedrückt und in den 5-zackigen Stern eingeschrieben (Beispiel: 2 kV).</p> <p>Der Stern soll so gross sein, dass die die Prüfspannung angebende Zahl gut lesbar eingeschrieben werden kann.</p> <p>Fehlt eine Zahl im Stern, so bedeutet das, dass die Prüfspannung 500 V beträgt.</p>	★

A n h a n g II

zu den
Regeln für zeigende elektrische Messinstrumente.

Beispiele für Instrumentenaufschriften.

Firma	Misura A.G.	Misura A.-G.	Misura A.-G.	Misura A.-G.	Misura A.-G.
Nummer	232 473	321 473	63 259	21 154	12 479
Einheit d. Messgrösse	A	A	A	A	V
Klasse			0,5	0,2	0,2
Stromart u. Frequenz			~40...60	~50	—
Typ des Messwerkes	£	£	£	+	+
Lage	⊥	□	⊥	↙ _{60°}	□
Prüfspannung . . .	★	★	★	★	★
Uebersetzung der zu- geh. Messwandler.			500/5 A	200/5 A	15 000/100 V ↳ 100/5 A

A n h a n g III
zu den
Regeln für zeigende elektrische Messinstrumente.

Liste einiger Buchstabensymbole.

Grösse	Symbol (stets kursiv)	Einheit	Symbol (stets romanisch)
Stromstärke	I	Ampère Megaampère Kiloampère Hektoampère Dekaampère Milliampère Mikroampère	A MA kA hA DA mA μA
Spannung	U	Volt Megavolt Kilovolt Millivolt Mikrovolt	V MV kV mV μV
Leistung	P	Watt Megawatt Kilowatt Milliwatt Mikrowatt	W MW kW mW μW

Vergleiche im übrigen die Regeln des SEV für Buchstabensymbole.