Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 47 (1956)

Heft: 20

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: 02.10.2025

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

b) Ein Stahl-Al-Seil von 28 mm Durchmesser wurde mit 0,198 kW/m² eisfrei gehalten bei $t = -7$ °C, $v = 3$ km/h, Schneefall $n = 1$ dm³/m²/s. Nach Gl. (5) ist: $P = (0{,}01 + 0{,}002 \cdot 3)\, 7 + 0{,}012 \cdot 7 = 0{,}196$ kW/m².

c) Ein 9,5 mm starkes Stahldrahtseil brauchte, um seine Temperatur auf 0 °C zu halten, 0,328 kW/m² Heizung bei $v = 8$ km/h und $t = -12{,}2$ °C. Nach Gl. (5) ist: $P = (0{,}01 + 0{,}002 \cdot 8)\, 12{,}8 = 0{,}318$ kW/m².

D. Isolierte Leitungen in Luft

1. Berechnung des Energiebedarfs

Die Energie für Eistauen oder -Verhüten kann annähernd nach den bisherigen Formeln ermittelt werden, wenn man den blanken Leiter mit der Strahlungskonstante der Isolation zu Grunde legt. Diese Konstante wird berechnet aus folgendem Verhältnis der Strahlungsstärke:

Kupfer: Gummi: Stahl: Aluminium = 1:1,2:0,4:0,1.

Eine weitere Korrektur bringt die zusätzliche Aufheizung, bedingt durch das Temperaturgefälle in der Isolation.

2. Berechnung des zusätzlichen Temperaturanstiegs im Leiter (Fig. 1)

Der Wärmefluss q in cal/s ist

$$q = -\lambda \frac{A}{l} \frac{dt}{dx}$$

Hierin bedeuten:

λ Wärmeleitfähigkeit in cal/cm °C s;
dt/dx Mass des Temperaturgefälles auf dem Weg x, radial auswärts von der Achse des zylindrischen Leiters;

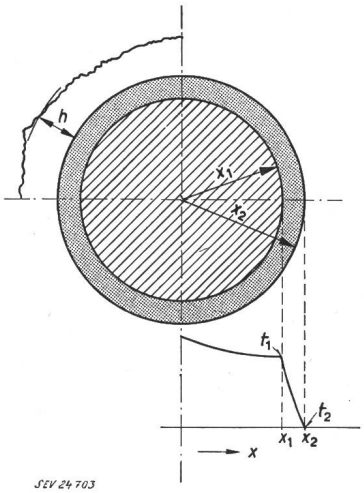


Fig. 1

Querschnitt eines isolierten Leiters mit charakteristischem Temperaturgefälle von t_1 auf t_2 in der Isolation

x_1 Radius des metallischen Leiters; x_2 Radius des Leiters mit Isolation; h Dicke des Eises
Weitere Bezeichnungen siehe im Text

A Oberfläche, $A = 2\pi \cdot l$ mit x und Leiterlänge l in cm;
$x_2 - x_1$ Stärke der Isolation in cm, Temperaturgefälle $t_1 - t_2$.

Aus der Differentialgleichung erhält man nach Trennung der Veränderlichen, ferner durch Integrieren von x_1 bis x_2 und Umstellung

$$t_1 - t_2 = q \ln (x_2/x_1)\, d/\lambda \cdot 20\,000 \qquad (6)$$

Der Wärmefluss q wird wie folgt ermittelt:

Eistauen bei Kupferleitern $q = 0{,}239\ W_{km}/31{,}415dh$ (7)
Eistauen bei Stahl-Al-Leitern $q = 0{,}239\ W_m{}^2/h$ (8)
Eisverhütung $q = 860\ P/3600 = 0{,}239\ P$ (9)

Mit dem gefundenen Temperaturgefälle $t_1 - t_2$ wird die Energie $W_m{}^2$ in kWh/m² für zusätzliche Aufheizung der Stoffe, z.B. Metalle, bestimmt:

$$A = (t_1 - t_2)\, c'\, z \qquad (10)$$

Darin bedeuten:

z Stoffgewicht in kg/m², c' spezifische Wärme des Stoffes in kWh/kg, $c' = 1{,}16\ c \cdot 10^{-3}$ mit c spezifische Wärme in cal/kg.

Hilfswerte: λ in 10^{-7} cal/cm °C s: Paragummi 4,5; synthetischer Gummi 4,9; Polychloropren (Neopren) 4,6; Polyvinylchlorid 3,9; Polyäthylen 3,0 · c in cal/kg: Paragummi 0,481; synthetischer Gummi 0,432; Neopren 0,43; Cu 0,095; Al 0,21; Stahl 0,114.

3. Beispiel

a) Das Stahlseil vom Beispiel c) des Abschnittes C wurde mit einem 0,8 mm Gummiband isoliert. Nach 55 min Heizen mit 0,3 kW/m² wurde das Temperaturgleichgewicht erreicht bei $t_2 = -8{,}3$ °C, $v = 8$ km/h. Aus Gl. (6): $t_1 - t_2 = 1{,}3$ °C.

Für blankes Seil P =	0,216 kW/m²
1,3 · 0,00132 · 20 = Zus. Aufheiz.	0,034 kW/m²
Strahlung: 1,2 · 0,02	0,024 kW/m²
Total	0,274 kW/m²

Literatur

[1] *Davies, V. L.* und *L. St. Pierre:* Ice-Melting Pratices on Transmission Lines. Electr. Engng. Bd. 72(1953), Nr. 3, S. 251. *Davies, V. L.* und *L. C. St. Pierre:* Ice-Melting and Prevention Pratices on Transmission Lines. Trans. AIEE Bd. 71 (1952), Part III = Power Apparatus Syst., Nr. 1, August, S. 593...597.

[2] *Stewart, D. C.:* Removal of Ice from Transmission Line Conductors. Edison Electr. Inst. Bull. Bd. 4(1936), Nr. 8, S. 343...346.

[3] *Smith, H. B.* und *W. D. Wilder:* Sleet-Melting Pratices-Niagara Mohawk System. Trans. AIEE Bd. 71(1952), Part III = Power Appartus Syst., Nr. 1, August, S. 631...634.

[4] *Spaderna, C. H.:* How to Compute the Thawing of Line Ice. Electr. Engng. Bd. 74(1955), Nr. 10, S. 923...924.

[5] *Spaderna, K.:* Schutz gegen Leitungseis. ETZ-B Bd. 6(1954), Nr. 12, S. 432...434.

[6] *Spaderna, K.:* Eisverhütung auf Freileitungen. E u. M. Bd. 73(1956), Nr. 3, S. 61...62.

[7] *Spaderna, C. H.:* Insulated Core Cable Keeps Transmission Line Free of Ice. Electr. Light & Power Bd. 34(1956), Nr. 7, S. 119...123.

Adresse des Autors:
K. Spaderna, 7, Lowell Street, Worcester (Massachusetts) (USA).

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Die Feinreglersteuerung für Wechselstrom-Lokomotiven

621.337.2.072.2

[Nach *G. Manz:* Die Feinreglersteuerung für Wechselstromlokomotiven (Betriebserfahrungen und Verbesserungsmöglichkeiten). Elektr. Bahnen Bd. 26(1955), Nr. 9, S. 193...202]

Bei durch Einphasen-Reihenschlussmotoren angetriebenen Wechselstromlokomotiven werden Zugkraft und Geschwindigkeit durch Änderung der den Fahrmotoren aufgedrückten Spannung geregelt. Diese Spannungsänderung geschieht normalerweise nicht kontinuierlich, sondern stufenweise dadurch, dass die Motorenstromkreise mit entsprechenden Anzapfungen eines Stufentransformators verbunden werden. Beim Übergang von einer Fahrstufe zur benachbarten tritt dabei eine sprunghafte Änderung der Spannung und damit auch der vom Fahrzeug entwickelten Zugkraft ein. Eine gute Steuerung muss nun so beschaffen sein, dass diese Zugkraftsprünge von Stufe zu Stufe im ganzen Schaltbereich annähernd gleich und zwar möglichst klein werden. Grosse Unstetigkeiten in der entwickelten Zugkraft begünstigen das «Schleudern» und vermindern die vom Fahrzeug ausübbare mittlere Zugkraft. Weitere Anforderungen, die an neuzeitliche Steuerungen gestellt werden müssen, sind geringes Gewicht, einfacher Aufbau, regelbare Schaltgeschwindigkeit, kleiner Verschleiss und geringe Anschaffungs- und Unter-

haltskosten, sowie die Verwendung von kurzschlußsicheren Transformatoren mit geringem Blindleistungsverbrauch.

Um bei schweren Anfahrten die Zugkraftspitzen möglichst klein zu halten und das Verhältnis zwischen der höchsten und der mittleren Zugkraft dem Wert 1 weitgehend anzunähern, ist in Deutschland schon vor drei Jahrzehnten die sog. *Feinreglersteuerung* eingeführt worden.

Schaltung und Wirkungsweise dieser Steuerung gehen aus Fig. 1 hervor. Für die Grobschaltung dient ein Nockenschaltwerk, welches den Fahrmotorenstromkreis auf jeder Fahrstufe über einen Stromteiler mit zwei benachbarten Anzapfungen des Stufentransformators verbindet. Bei der Feinreglersteuerung wird nun dieser Stromteiler zu einem Zusatztransformator erweitert, in welchem im Motorstromkreis eine feingeregelte negative oder positive Zusatzspannung er-

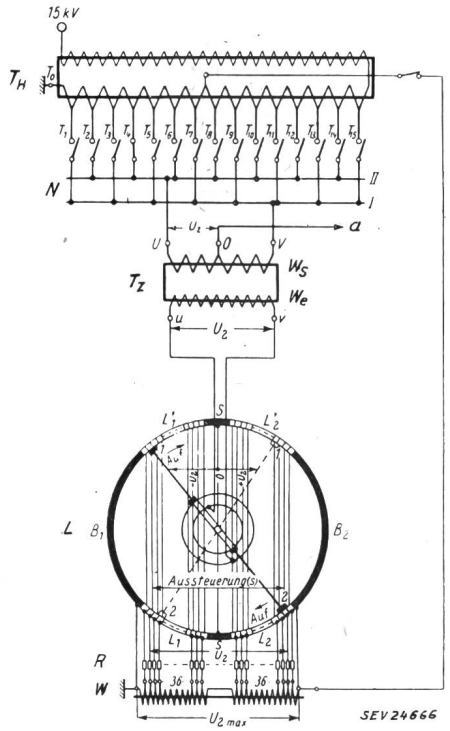


Fig. 1
Schaltbild einer Feinreglersteuerung

T_H Haupttransformator; N Nockenschaltwerk; T_z Zusatztransformator; L Feinreglerkollektor; R Widerstände; W Spannungsteiler; B_1, B_2, L_1, L_1', L_2, L_2', S Sektoren des Feinreglerkollektors; U_2 Erregerspannung; a zu den Fahrmotoren; W_s Stromteilerwicklung; W_e Erregerwicklung; *1*, *2* Bürstensätze; *I*, *II* Sammelschienen

zeugt wird. Zur Regelung dieser Zusatzspannung wird die Erregerwicklung des Zusatztransformators an eine veränderliche Spannung U_2 gelegt. Diese Erregerspannung wird von zwei drehbaren Bürstensätzen und zwei Schleifkontakten an einem stillstehenden Feinreglerkollektor abgegriffen. Die Lamellen dieses Kollektors sind über Widerstände (zur Begrenzung der Kurzschlußströme bei Bürstenüberdeckung von zwei benachbarten Lamellen) mit Anzapfungen eines mit der konstanten Spannung U_{2max} gespeisten induktiven Spannungsteilers verbunden. Wie aus dem Schema ersichtlich ist, ändert sich die Spannung U_2 während des Überschaltvorganges von $-U_{2max}$ über null auf $+U_{2max}$. Entsprechend variiert die im Motorenstromkreis induzierte Zusatzspannung U_z von $-U_s/2$ auf $+U_s/2$, wobei U_s die Spannung zwischen zwei benachbarten Anzapfungen des Stufentransformators bedeutet. Die Bürstensätze *1* und *2* stehen auf den Fahrstufen in den Sektoren B_1 und B_2 des Feinreglerkollektors. Von dort werden sie während des Überschaltens über die Sektoren $L_1' - S - L_2'$ bzw. $L_2 - S - L_1$ in die Sektoren B_2 bzw. B_1 gedreht.

Der grossen Lamellenzahl des Kollektors entsprechend geht der Übergang der Erregerspannung von $-U_{2max}$ auf $+U_{2max}$ in einer grossen Zahl (z. B. 36) Stufen, d. h. praktisch kontinuierlich vor sich. Auf diese Weise sollten bei zweckentsprechender Wahl der Schaltgeschwindigkeit Zugkraftsprünge und -spitzen weitgehend vermieden werden können.

Da der Feinregler nur während der Überschaltperiode im Spiele ist, braucht er nur für intermittierenden und kurzzeitigen Betrieb bemessen zu werden. Aber auch so stellt er, wie Fig. 2 zeigt, immer noch ein ziemlich umfangreiches Gebilde dar. Die Drehung des Bürstensatzes muss zeitlich mit der Betätigung der Nockenschalter genau abgestimmt sein. Aus diesem Grunde werden beide Triebwerke gewöhnlich gemeinsam durch einen Servomotor oder von Hand betätigt.

Die von der Feinreglersteuerung erwartete kontinuierliche Änderung der Spannung im Fahrmotorenstromkreis nimmt nur dann den angestrebten linearen Verlauf, wenn alle Ohmschen und induktiven Spannungsabfälle vernachlässigbar klein sind. Dies ist nun bei hohen Anfahrströmen nicht mehr der Fall. Wie genauere Berechnungen unter Berücksichtigung der Streufelder des Zusatztransformators und des Spannungsteilers erkennen lassen und durch die praktische Erfahrung bestätigt wird, verläuft die Spannung U_z des Zusatztransformators während der Verschiebung der Bürstensätze von B_1 nach B_2 nicht geradlinig von $-U_{z\,max}$ nach $+U_{z\,max}$, sondern etwa nach der in Fig. 3 dick ausgezogenen seilartig durchhängenden Kurve *b*. Die Spannung an den Fahrmotoren fällt also beim Aufschalten von einer Fahrstufe auf die folgende zunächst etwas ab und nimmt dann in den ersten beiden Dritteln des Lamellensektors L_1' nur wenig und im letzten Drittel sehr stark zu. Ein ähnlicher

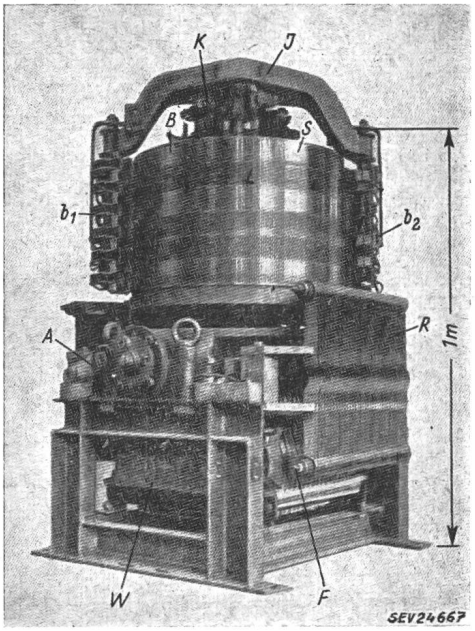


Fig. 2
Feinregler einer elektrischen Lokomotive

J drehbares Bürstenjoch; *A* Antriebsstutzen für *J*; *W* Spannungsteiler; *R* Widerstandsbänder; *F* Fahnen; *K* Schleifkontakte; *Feinreglerkollektor: S* Zwischenstufe; *B* Dauerstufe; *L* Lamellensektor; b_1, b_2 Bürsten

Verlauf zeigt sich auch im Lamellensektor L_2'. Am Ende der Überschaltperiode steigt die Spannung schliesslich sprunghaft auf den der neuen Fahrstufe entsprechenden Wert an. Dieser von einem linearen Anstieg stark abweichende Spannungsverlauf hat als erstes zur Folge, dass praktisch etwa zwei Drittel der Lamellensektoren des Feinreglers an der Spannungsregelung gar nicht teilnehmen. Dadurch wird die Spannungsänderung in ihrem zeitlichen Ablauf sehr ungleichmässig, womit der Hauptzweck der Feinregelung nur sehr mangelhaft erreicht ist. Diese Ungleichmässigkeit und Unstetigkeit überträgt sich auch auf die entwickelte Zugkraft, was bei Mes-

sungen mit dem Dynamometerwagen deutlich erkennbar ist. Als weitere Folge ergeben sich zwischen den einzelnen Lamellen des Feinreglers sehr ungleiche Spannungen und Kurzschlußströme, was zu Überbeanspruchungen der im Bereich hoher Lamellenspannungen liegenden Kollektorpartien führt. Diese äussern sich in der Bildung von Schmorperlen und Brandstellen, die durch häufiges Abdrehen des Kollektors beseitigt werden müssen. Dadurch wird der Unterhalt der Feinreglerkollektoren verteuert und ihre Gebrauchsdauer verkürzt.

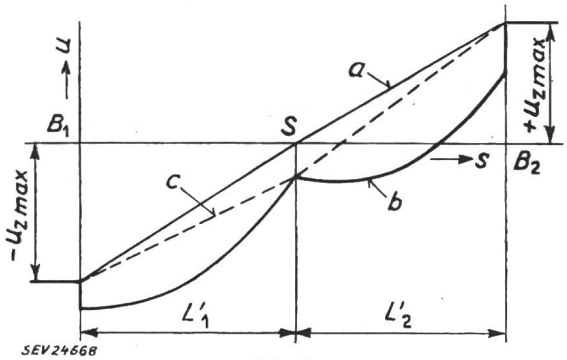


Fig. 3
Spannungsverlauf in der Feinregelperiode zwischen zwei Fahrstufen
a linear (nur bei stromlosen Motoren)
b unter Strom
c unter Strom mit kompensiertem Spannungsteiler

Es ist auch schon untersucht worden, wie diese Unvollkommenheiten der Feinreglersteuerung ausgemerzt werden könnten. Nach einem Vorschlag von *Manz* soll der induktive Spannungsteiler (*W* in Fig. 1) durch einen dritten Schenkel ergänzt und mit einer an die Spannung $U_{2max} - U_2$ angeschlossenen Kompensationswicklung versehen werden. Auf diese Weise gelingt es, einen gleichförmigeren, etwa gemäss der Kurve *c* in Fig. 3 verlaufenden Spannungsanstieg zu erhalten. Diese verbesserte, wegen der auf der Lamelle *S* notwendigen Umkehrung der Kompensationsspannung aber auch kompliziertere Schaltung ist indessen erst an einem Versuchsmodell erprobt worden und bisher noch auf keiner Lokomotive zur Anwendung gekommen.

Bemerkungen des Referenten

Ausserhalb von Deutschland hat die Feinreglersteuerung bei Wechselstromlokomotiven nirgends Eingang gefunden. Auch in der Schweiz hielt man die Nachteile der gebräuchlichen nicht verfeinerten Regelung nicht für schwerwiegend genug, um die Anwendung einer Feinregelung, deren Apparatur immerhin einen erheblichen Aufwand an Gewicht und Raum und zusätzliche Anschaffungs- und Unterhaltkosten erfordert, zu rechtfertigen. Bei modernen Hochspannungssteuerungen lässt sich die Zahl der Fahrstufen ohne grossen Mehraufwand bedeutend vergrössern. Dadurch können die beim Aufschalten von einer Fahrstufe auf die folgende auftretenden Zugkraftsprünge so weit verkleinert werden, dass sich eine zusätzliche Feinregelung ohnehin erübrigt. Es ist bemerkenswert, dass auch die Deutsche Bundesbahn bei ihren neuesten Lokomotiven unter Verzicht auf eine Feinregelung auf die Hochspannungssteuerung übergegangen ist.

E. Meyer

Magnetische Verstärker für die Steuerung- und Regelungstechnik

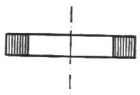
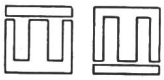
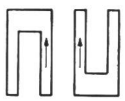
621.375.3 : 621.318.435.3.076.25

[Nach *A. Lang:* Magnetische Verstärker für die Steuerungs- und Regelungstechnik. ETZ-B. Bd. 8(1956), Nr. 4, S. 120...123 und *O. Mohr* und *H. Rehm:* Aufbau und Wirkungsweise von Steuerketten und Regelkreisen. ETZ-A, Bd. 76(1955), Nr. 21, S. 758...759]

Magnetische Verstärker bestehen aus Drosselspulen mit verschieden ausgebildeten Eisenkernen, welche ihren Scheinwiderstand durch Anwendung relativ kleiner Steuerleistungen in weiten Grenzen verändern lassen. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es erwünscht, solche Verstärker mit verschieden kleinen Zeitkonstanten (d. h. verschieden grossen Gütefaktoren) herzustellen. Die Verstärker sollen damit den mannigfachen Einflüssen, die Gütefaktor und Preis beeinflussen (wie Kernform, Kernstoff und Wicklungsart), angepasst werden. Die zur Verwendung kommenden Kernformen und die Kernwerkstoff-Eigenschaften solcher Verstärker für Steuer- und Regelzwecke sind in Tab. I zusammengestellt.

Kernformen und Kernwerkstoff-Eigenschaften magnetischer Verstärker für Steuer- und Regelzwecke

Tabelle I

Kernform		Kernwerkstoff	Nenninduktion	Nennfeldstärke	Aussteuerungsgrad	Anwendung
Bezeichnung	Form		kGs	A/cm	$I_a/I_{a\,min}$	
Bandringkern		Permenorm [4] 5000 Z Hyperm 50 T	14	0,13	100...300	Vorverstärker, Regelverstärker mit Soll-Istwertvergleich
		K-Blech [2]	15	0,35	50...150	Regelverstärker, Leistungsverstärker für grossen Stellbereich
Schachtelkern	EI-Schnitt 	S-Blech [3]	12	3,2	5...10	Stell- und Regeldrosselspulen für kleine Stellbereiche Vormagnetisierte Stromtransformatoren
	U-Schnitt [1] 	S-Blech [3]	12	1,3	10...20	Leistungsverstärker
		K-Blech [2]	13	0,6	30...50	
	UI-Schnitt [1]	K-Blech [2]	15	0,4	40...120	

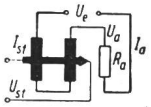
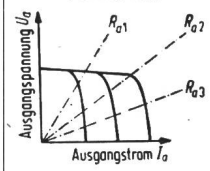
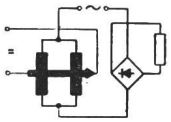
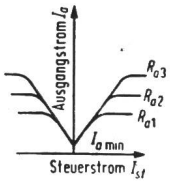
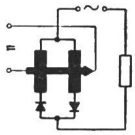
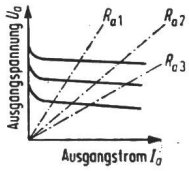
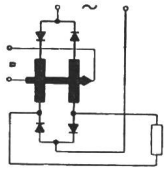
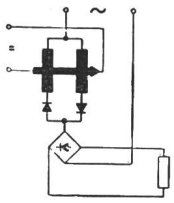
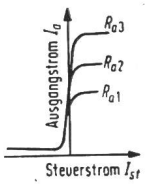
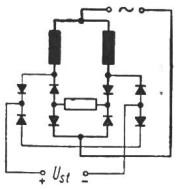
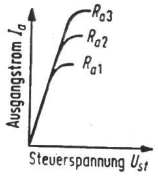
[1] Die Pfeile geben die Walzrichtung an.
[2] Kaltgewalztes siliziumlegiertes Elektroblech mit magnetischer Vorzugsrichtung.
[3] Warmgewalztes siliziumlegiertes Elektroblech.
[4] Nickeleisenkerne mit 50 % Ni + 50 % Fe.

Es würde zu weit führen, die Grundschaltungen, in welchen diese Verstärker eingebaut werden, zu besprechen; zur allgemeinen Orientierung jedoch diene Tab. II mit den heute üblichen Grundschaltungen. Damit soll die richtige Anwendung von magnetischen Verstärkern in Steuer- und Regelanlagen erleichtert werden.

Tabelle III zeigt eine Zusammenstellung nach *Förster* von verschiedenen Verstärkern, die einen Vergleich des magnetischen Verstärkers mit anderen gestattet. Bei der kritischen Betrachtung wäre man geneigt, den Verstärkungsgrad als Mass des Vergleichens zu betrachten. Nun hat es sich aber gezeigt, dass auf eine Verstellung der Eingangsgrössen ein Übergang in einen neuen Ausgangswert erfolgt, dessen zeitlicher Ablauf durch eine Zeitkonstante gekennzeichnet ist. Bei einem Gerätetyp und bei gegebener Baugrösse sind also oft Variationen des Verstärkungsgrades durch Einstellung möglich. Dabei weisen aber die Zeitkonstanten entsprechende Änderungen wie der Verstärkungsgrad auf, so dass man den Quotienten des erzielbaren Verstärkungsgrades dividiert mit der Zeitkonstante als konstant annehmen darf. Dieser Quotient, dynamische Verstärkung genannt, darf dann als Ver-

Grundschaltungen magnetischer Verstärker und ihre Anwendung für Steuer- und Regelaufgaben

Tabelle II

Schaltung	Kennlinien	Steuerung	Leistungsverstärkung V_N	Zeitverhalten	Oberwellen	Anwendung
Fremderregt 1. Wechselstromausgang, z. B. Reihenschaltung 	Stromsteuerndes Verhalten 	Durchflutungsgesteuert	5...300 bei Typenleistungen von 50 VA bis 20 000 VA	$\frac{V_N}{\tau} \approx 200\ s^{-1}$	Starke Ausbildung der geradzahligen Harmonischen im Steuerkreis	Gleichstromwandler Stellglieder mit Konstantstromcharakter z. B. für Feldsteuerungen und Regelungen Vormagnetisierte Stromtransformatoren
2. Gleichstromausgang, z. B. Parallelschaltung 				Durch die Kurzschlusswirkung der parallelen Leistungswicklungen vergrössert sich die Zeitkonstante τ	Geringe Oberwellen-Rückwirkung auf Steuerkreis	Stell-, Regel-, Schalt- und Kompensationsdrosselspulen
Selbsterregt (selbstsättigend) 3. Wechselstromausgang 	Spannungsteuerndes Verhalten 		$10^5...10^6$ bei Nickeleisenblech im Leistungsbereich von 10...500 VA	Bei Nickeleisenblech $\frac{V_N}{\tau} = 10^4...10^5\ s^{-1}$ (Für $\tau = 20$ ms $V_N = 10^2...5 \cdot 10^2$)		Stellglieder mit Konstantspannungverhalten. Gebräuchlichste Schaltungen in Regelanordnungen, da dynamisch am günstigsten
4. Gleichstromausgang, a) Brückenschaltung 			$10^3...10^5$ bei K-Blech im Leistungsbereich von 100...20 000 VA	bei K-Blech $\frac{V_N}{\tau} = 10^4...4 \cdot 10^4\ s^{-1}$	Glättungsmittel zum Vermeiden von Oberwellen im Steuerkreis im allgemeinen erforderlich	Steuerung und Regelung von Strom, Spannung, Impedanz, Leistung, Leistungsfaktor, Drehzahl, Frequenz, Helligkeit, Temperatur, Lage, Zugkraft, Schwingbreite
b) Schaltung 3 mit nachfolgender Gleichrichtung 			$2 \cdot 10^2...10^4$ bei S-Blech im Leistungsbereich von 50...10 000 VA	bei S-Blech $\frac{V_N}{\tau} = 10^3...10^4\ s^{-1}$ jeweils für $\tau \geqq 0{,}1$ s		
c) Rückmagnetisierungs-Schaltung 		Flussgesteuert	$10^2...10^3$	Praktisch keine Zeitverzögerung	Steuerung erfolgt in jeder Spannungshalbwelle	

Leistungen und Güteziffern von Verstärkern

Tabelle III

	Leistungsbereiche	Verstärkung V	Zeitkonstante T s	Dynamische Verstärkung $V_D = V/T$ s^{-1}
Magnetische Verstärker	**10 W...10 kW**	$10^3...10^4$	$10^{-1}...1$	10^4
Mechanische Verstärker einstufig	bis 3 kW	8...10	$2 \cdot 10^{-3}...3 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^3$
Mechanische Verstärker zweistufig	bis 3 kW	$0{,}6 \cdot 10^2...10^2$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1{,}2 \cdot 10^4...2 \cdot 10^4$
Hydraulische Verstärker	bis 5 kW	$10^3...10^4$	$10^{-3}...10^{-2}$	10^6
Elektromechanische Verstärker				
Tirillregler		$10...10^2$	$10^{-2}...10^{-1}$	$10^2...10^4$
Telegraphenrelais		10^5	$10^{-3}...10^{-2}$	$10^7...10^8$
Maschinenverstärker				
Drehstrom-Generator	10...120 MVA	$10^2...10^3$	10	$10...10^2$
Leonard-Steuerdynamo	10...4000 kW	$10^2...3 \cdot 10^2$	1...1,5	$10^2...2 \cdot 10^2$
Querfeld-Verstärkermaschine	1...40 kW	$10^3...0{,}5 \cdot 10^4$	$10^{-1}...1$	$0{,}5 \cdot 10^4...10^4$
Elektronische Verstärker				
Entladungs-Stromrichter	1...4000 kW	$10^5...10^6$	10^{-2}	$10^7...10^8$
Einstufiger Röhrenverstärker mit magnetischer Rückkopplung	bis 100 W	10^6	$10^{-3}...10^{-2}$	$10^8...10^9$

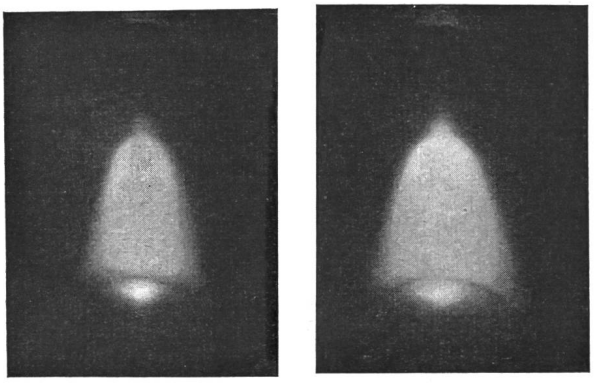
gleichsbasis dienen. Die dynamische Verstärkung hat die Dimension einer Frequenz. Je höher diese liegt, um so schneller arbeitet das betrachtete Gerät. *E. Schiessl*

Eine neue Projektionslampe

621.327.4.032.12 : 546.295

Verschiedentlich hörte man in den letzten Jahren von der durch die Firma Osram geschaffenen Xenon-Hochdrucklampe XBO 1001. Zu dieser Lampe entwickelte die Zeiss-Ikon A.-G. ein Lampenhaus «Ikosol II Xe», welches bereits in Kinotheatern von ca. 600 Plätzen Eingang gefunden hat. Da auch die gute Ausleuchtung der Filme, die bei Demonstrationen oder bei anderen Anlässen zur Vorführung gelangen, eine erste Forderung bleibt, sei hier etwas näher auf diese neue Lampe eingegangen.

Die Lampe XBO 1001 ist eine mit Gleichstrom betriebene Gasentladungslampe, welche bei der maximalen Stromstärke von 45 A eine Leistung von rund 1 kW aufnimmt. Der Lichtbogen brennt in einem starken Quarzglaskolben zwischen zwei Elektroden aus reinem Wolfram. Die Lampe ist mit dem seltenen Edelgas Xenon gefüllt, welches zu einem sehr geringen Prozentsatz in der Luft vorkommt ($1 : 10^7$), und aus dieser durch Verflüssigung gewonnen wird. Der Gasdruck in der XBO 1001 beträgt in kaltem Zustand 8 kg/cm², in Betrieb mehr als das Doppelte. Deshalb und wegen der starken UV-Strahlung soll die Lampe in ein abgeschlossenes Gehäuse eingebaut werden, das genügend belüftet sein muss.



a *b*

Fig. 1
Glockenförmige Entladung der Lampe XBO 1001
a bei 20 A *b* bei 45 A

Die kleinere der beiden Elektroden ist die Kathode; sie muss im Betrieb stets unten liegen. Die Entladung ist glockenförmig; ihre Breite wächst mit der Betriebsstromstärke (Fig. 1a, b). Über der Kathodenspitze bildet sich eine ausserordentlich hell leuchtende Gaskugel von ca. 0,7 mm Durchmesser, die etwa die zehnfache Leuchtdichte der Entladung vor der Anode besitzt. Die Leuchtdichte-Verteilung nimmt von der Kathode zur Anode stetig ab.

Zum Zünden benötigt die Lampe eine Hochfrequenz-Funken-Entladung von etwa 30 kV, die in einem besonderen Zündgerät (Fig. 2) erzeugt wird. Dieses wird von der Netzwechselspannung gespeist und besteht aus einer über einen

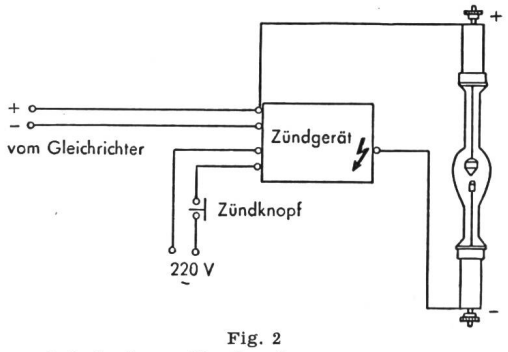


Fig. 2
Schaltschema für die Zündung der Lampe

Zerhacker betriebenen Löschfunkenstrecke, deren Hochfrequenz-Entladung durch einen Hochspannungstransformator auf die zum Durchschlagen der Gasstrecke erforderliche Spannung gebracht wird. Die Lampe zündet sowohl im kalten wie im warmen Zustand und ist damit stets betriebsbereit. Die Xenonlampe brennt mit reinweisser Lichtfarbe, die dem Tages- und dem Becklicht (Hochintensitätslicht) sehr ähnlich ist und alle Spektralfarben in richtiger Verteilung enthält. Sie unterscheidet sich damit von der Quecksilber-Hochdrucklampe, bei der bekanntlich die Wiedergabe roter Farbtöne unbefriedigend ist. Die Lichtfarbe der Xenonlampe bleibt bei der Regelung der Stromstärke völlig unverändert.

Für die XBO 1001 wurde wie schon bemerkt, von der Zeiss-Ikon A.-G. ein Lampenhaus mit eingebautem Zündgerät geschaffen. Die Rückwand des Lampenhauses trägt das schon erwähnte Zündgerät, dessen Zuleitungen zum Glaskolben sorgfältig isoliert sind. Die negative Zuleitung, die den Hochspannungsimpuls überträgt, muss von den benachbarten Metallteilen einen Luftabstand von mindestens 20 mm besitzen, da die Hochspannung sonst zu diesen Teilen überschlägt. Die Xenonlampe strahlt nun nicht wie der Krater des Kohle-Lichtbogens nur nach einer Seite: ihre Entladung ist vielmehr rotationssymmetrisch. Vor der Lampe befindet sich aus diesen Gründen ein Hilfsspiegel, der das nach vorn ausgestrahlte Licht auffängt und auf den Hauptspiegel zurückwirft. Der Hilfsspiegel bildet den Bogen in sich selbst ab; dem Bogen wird dabei ein umgekehrtes reelles Bild überlagert. Die Einstellung dieses Hilfsspiegels muss sehr genau vorgenommen werden. Um die richtige Lage finden und

jederzeit kontrollieren zu können, ist im Lampenhalter ein Kraterreflektor angebracht, der auf einer Mattscheibe in der Tür des Lampenhauses ein Bild des Xenonbogens zusammen mit seinem Spiegelbild entwirft. Fig. 3 zeigt den Strahlengang im Kraterreflektor.

Da die Xenonentladung glockenförmig ist, würde man mit den üblichen Spiegeln eine sehr ungleichmässige Ausleuchtung der Bildwand erhalten. Durch den sog. Wabenkondensor wird jedoch die Leuchtdichteverteilung so beeinflusst, dass eine sehr gleichmässige Ausleuchtung der Bildwand entsteht. Bemerkenswert ist, dass in jeder Einzellinse des Sechseck-Rasters im Wabenkondensator ein Bild der Lichtquelle entsteht.

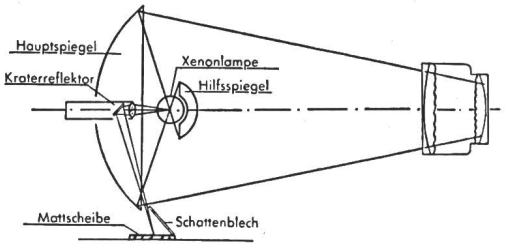


Fig. 3
Anordnung des Lampenspiegels und Hilfsspiegels

Die Xenonlampe kann mit den üblichen, zu ähnlichen Zwecken gehaltenen Gleichrichtern betrieben werden. Zum Zünden ist eine Leerlaufspannung von mindestens 65 V erforderlich; am günstigsten sind Spannungen zwischen 70... 90 V. Die Betriebsspannung liegt je nach der Belastung zwischen 20...22 V.

Die Lichtstärke der Xenonlampe sinkt im Betrieb allmählich ab, da sich der Kolben durch zerstäubtes Wolfram ähnlich wie bei der Glühlampe schwärzt. Die mittlere Lebensdauer beträgt aber ca. 800 Brennstunden, wobei man mit einer Abnahme der Lichtleistung von 25...30 % rechnen muss. Das Ende der Lebensdauer wird dadurch angezeigt, dass die Lampe immer schlechter zündet, da sich die Elektrodeneinschmelzungen durch den Angriff des Luftsauerstoffs allmählich chemisch verändern.

Es fragt sich nun noch, ob Explosionsgefahr besteht, da der Druck im Innern der Lampe beträchtlich ist. Falls die Lampen vorschriftsgemäss betrieben werden, ist eine Explosion so gut wie ausgeschlossen. Trotzdem sollte man zur Sicherheit beim Arbeiten mit der offenen Lampe grösste Vorsicht walten lassen und mindestens eine richtige Schutzbrille tragen. Natürlich ist unbedingt zu vermeiden, dass die Lampe falsch gepolt wird, da die Kathode sonst überlastet und der Kolben zerstört würde.

Viele neue Perspektiven ergeben sich durch das neue Lampenprinzip und die Zeit mag nicht mehr allzufern sein, da die Kohlenbogenlampen und ihre verschiedenen Arten von der Gasentladungslampe abgelöst werden. Neue Entwicklungen führen immer dazu, bekannte Einrichtungen einer Prüfung zu unterziehen und schliesslich mehren sich die Kenntnisse auch auf Gebieten, die man möglicherweise irgendwann einmal nutzbringend anzuwenden vermag. — Gewiss ist, dass die Xenonlampe XBO 1001 im Verein mit der Apparatur «Ikosol II Xe» dazu angetan ist, im Projektionswesen einen neuen und praktischeren Weg zu beschreiten.

F. Ufenast

Kritische Betrachtungen über den Keinath-Gütefaktor

621.317.7.088

[Nach *W. Luder:* Kritische Betrachtungen über den Keinath-Gütefaktor. ATM Liefg. 237 (Oktober 1955), S. 73...80]

Nachdem in den letzten Jahren im Schalttafelbau die Instrumente mit zentraler Achse und 250° Gesamtausschlag immer mehr Bedeutung gewonnen haben, liegt die Versuchung nahe, dieselben in Bezug auf ihre mechanischen Eigenschaften mit den gebräuchlichen Instrumenten mit 90° Ausschlag zu vergleichen.

Üblicherweise gilt als Mass für die Güte eines elektrischen Messwerkes mit Spitzenlagerung der sog. «Keinath-Faktor». In seiner gewohnten Form lautet er

$$\Gamma_{Kth} = \frac{10\,D_{90}}{G^{1,5}}$$

Dabei wird ein Messwerk mit $\Gamma_{Kth} = 1$ als gut, ein anderes mit $\Gamma_{Kth} = 0{,}2$ als kaum genügend bezeichnet.

Durch Versuche wurde festgestellt, dass sich für Messwerke mit 90° Gesamtausschlag zutreffende Werte ergeben. Hingegen erhalten Geräte mit weniger als 90° Gesamtausschlag zu gute und solche mit mehr als 90° zu schlechte Faktoren. Es ist also nicht ohne weiteres möglich, Geräte mit verschiedenen Ausschlagwinkeln miteinander zu vergleichen, weil der Keinath-Faktor vom Ausschlagwinkel nicht unabhängig ist.

Was gibt dieser Faktor überhaupt an? Er gibt ein Urteil über die Lagerfestigkeit und den Reibungsfehler in Winkelgraden. Normalerweise werden aber Fehlanzeigen in Prozenten der Skalenlänge bzw. des Messbereichendwertes angegeben. Damit ist es auch möglich, Messwerke mit verschiedenen Gesamtausschlägen miteinander zu vergleichen. Diese Auffassung liegt auch den Regeln für elektrische Messgeräte zu Grunde. In diesen ist der Reibungsfehler zwar nicht namentlich erwähnt, doch wird seinem Vorhandensein in entsprechender Weise Rechnung getragen. Der Mangel des Keinath-Faktors liegt darin, dass von einer unzweckmässigen Reibungsfehlerbewertung ausgegangen wird.

Gesucht ist ein Gütefaktor, der die positiven Eigenschaften des Keinath-Faktors enthält, gleichzeitig aber eine gerechte Fehlerbewertung in Bruchteilen der Skalenlänge berücksichtigt. Die Gütezahl, welche diese Bedingungen erfüllt, kann dargestellt werden als Produkt des Keinath-Faktors mal einem Umrechnungsfaktor K_α. Beträgt der Gesamtausschlag eines Messwerkes A Winkelgrade, so gilt:

$$K_\alpha = \frac{A}{90^\circ}$$

Damit folgt:

$$\Gamma = \frac{10\,D_{90}}{G^{1,5}} \cdot \frac{A}{90^\circ} = \Gamma_{Kth} \cdot K_\alpha$$

Bei der Herleitung einer neuen Güteformel ist zu berücksichtigen, dass die Gütezahl Γ_N bei 90°-Geräten gleich dem Keinath-Faktor Γ_{Kth} wird. Nur die Abhängigkeit des Keinath-Faktors vom Ausschlagwinkel α ist zu korrigieren.

Unter Berücksichtigung dieser Forderung ergibt sich als neue Gütezahl für Messwerke mit Spitzenlagerung

$$\Gamma_N = \frac{10\,D_A}{G^{1,5}}$$

Der Unterschied gegenüber dem Keinath-Faktor besteht darin, dass anstelle des auf den Winkel von 90° umgerechneten Drehmomentes das Drehmoment bei Endausschlag eingesetzt wird.

Die obenstehenden Ausführungen zeigen, dass der sog. Keinath-Faktor für alle Geräte, deren Gesamtausschlag von 90° abweicht, nicht vergleichbare und mit der Notenskala nicht übereinstimmende Werte ergibt. Es hat nicht an Stimmen gefehlt, welche aus dieser Fehlüberlegung heraus den modernen Weitwinkelinstrumenten (Longscale, Centrax usw.) die Existenzberechtigung absprechen wollten.

F. Binggeli

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

28. Schweizerische Radio- und Fernsehausstellung

061.4 : 621.396(494)

Im Zürcher Kongresshaus wurde vom 22. bis 27. August 1956 die 28. Schweizerische Radioausstellung, zugleich die 5. Schweizerische Fernsehausstellung, durchgeführt unter dem Motto «Mit der Zeit gehen — Fernsehen... und besser Radiohören». Die von über 50 Ausstellern beschickte Schau wies zwei besondere Neuerungen auf: Erstmals beherbergte die Ausstellung eine in sich geschlossene Abteilung für industrielle Elektronik, sowie deren Zubehör und Bestandteile. Mitten in der Ausstellung wurde vom Schweiz. Fernsehdienst eine Studiokabine für Regie, Bild- und Tonkontrolle aufgebaut, wobei die Arbeit der Regisseure, des Scriptgirls und der Techniker durch grosse Glaswände verfolgt werden konnte.

I. Radioempfänger

Die Rundfunkempfänger zeichnen sich wiederum aus durch moderne Formgebung, Ausrüstung mit UKW-Bereich, hohe Wiedergabetreue (High fidelity) mit ausgedehnten Klangvariationsmöglichkeiten (Klangregister) und erhöhten Bedienungskomfort. Unter erhöhtem Bedienungskomfort sind die verschiedenen Fernbedienungssysteme, davon eines drahtlos, zu erwähnen. Bei den Kofferapparaten (Reiseempfängern) stösst man vermehrt auf Transistorschaltungen. Ein Transistor-Rundfunkempfänger-Modell weist eine Betriebsdauer von 500 h mit seiner eingebauten Batterie auf.

II. Fernsehempfänger

Die Fernsehempfänger werden im allgemeinen mit kürzeren Bildröhren bestückt, so dass die Apparate weniger tief geworden sind. Die 36-cm-Bildröhre ist vollständig verschwunden, verdrängt durch die 43- und 53-cm-Röhre. Zur Verbesserung der Tonwiedergabe weisen einige Modelle Frontlautsprecher auf. Für grössere Auditorien findet man Fernsehprojektoren für Bildgrössen bis zu 3 × 2 m. Zu erwähnen ist ein Modell mit kontrastunabhängiger Schwarzwert-Stabilisierung, Konturenschärfewähler und Nachlaufsynchronisierung in Brückenschaltung mit automatischer Einstellung der Phasenmitte. Modelle mit Fernbedienung finden auch bei den Fernsehempfängern vermehrten Eingang. Eine bekannte Firma stellte einen tragbaren Fernsehempfänger mit 8-Zoll-Bildröhre aus.

III. Tonfrequenzgeräte

Interessante Entwicklungen weist auch das Gebiet der Tonfrequenzgeräte auf. Erwähnenswert sind die Schallplattenbars, wo der Besucher Proben aus dem Schallplattenrepertoire ungestört auskosten konnte. Dieses Jahr wurde ein 4-Touren-Plattenspieler ($16^2/_3$, $33^1/_3$, 45 und 78 U./min) gezeigt; die Drehzahl von $16^2/_3$ U./min eignet sich besonders für Sprachkurse. Eine weitere Neuerung ist ein Präzisions-Plattenspieler mit Geschwindigkeitsregelung mittels Wirbelstrombremse und einer Stroboskopkontrolle.

IV. Industrielle Elektronik, Zubehör und Bestandteile

Die steigende Vielfalt auf dem wichtigen Gebiet der industriellen Elektronik, sowie deren Zubehör und Bestandteile, bewog die Ausstellungsleitung, das Ausstellungsgut auf diesem Sektor in einer besonderen Abteilung zu gruppieren.

Unter den Spezialgeräten waren wiederum eine Vielzahl von Funkgeräten für Feuerwehr, Polizei, Baustellen usw., Anlagen für industrielles Fernsehen, sowie Messgeräte zu sehen. Radiotelephone (Sender-Empfänger und Bedienungsgerät), welche sowohl in ortsfesten als auch in mobilen Stationen verwendet werden, werden für Frequenzbänder innerhalb 30...500 MHz gebaut. Ausser dem normalen Sprachbereich lassen sich Fernschreibsignale oder Messimpulse mit hoher Betriebssicherheit übertragen.

Die schweizerische Röhrenindustrie zeigte die bewährten und leistungsfähigen Senderöhren, darunter die Kurzwellen-Sendetrioden. Erwähnenswert ist eine neue luftgekühlte 3,5-kW-Sendetriode für industrielle Zwecke; für den Amateur von besonderem Interesse sind die KW-Sendetrioden, die keinerlei künstlicher Kühlung bedürfen. Auch neue Industrie-Mischfüllungs-Thyratrons, die sich durch kurze Anheizzeit und hohe Betriebssicherheit auszeichnen, wurden ausgestellt.

Eine bekannte Firma legte bei ihrem industriellen Stand das Hauptgewicht auf gedruckte Schaltungen. In Zusammenhang mit gedruckten Schaltungen zeigte sie Transistoren-Geräte (Flip-flop-Steckeinheiten usw.). Eine neu entwickelte Nachhallmaschine zur Erzeugung von künstlichen Nachhalleffekten wurde erstmals ausgestellt.

V. Verschiedenes

Im Kammermusiksaal zeigte «Pro Radio», wie man besser «fernsieht», indem man den Empfänger richtig bedient; in 5 Kojen wurde dem Besucher gezeigt, dass sich der Fernsehapparat in jede Wohnung ästhetisch einwandfrei einfügen lässt. Mittels graphischer Zusammenstellungen wurde auf den Stand des schweizerischen Fernsehhauptnetzes und auf den Ausbau des schweizerischen UKW-Netzes hingewiesen. Dieser Ausbau ist durch seine zwei Etappen gekennzeichnet: a (Verbesserung des Empfangs des Landessenderprogrammes in Gebirgsgegenden durch Ausstrahlung über UKW; b) Ausbau des gesamtschweizerischen UKW-Netzes zur Verbreitung des «zweiten Programmes».

Im grossen Saal hatte der Fernsehdienst ein Studio eingerichtet, dessen Betrieb vom Balkon oder den Estraden aus verfolgt werden konnte. Im Vestibül stand die Fernsehstudiokabine von der eingangs die Rede war.

Mit zusätzlichen Programmen vom Studio Bellerive und dem Kongreßstudio, durch das Abtasten von sechs Filmen täglich und der mit dem Empfang des Senders Feldberg (Deutschland) über eine für die Ausstellung besonders installierte Fernsehantenne, wurde dafür gesorgt, dass die Bildschirme in der Ausstellung fast ununterbrochen mit Programmaterial gespiesen wurden. *Sh.*

Das «Szenioskop», eine neue Aufnahmeröhre für das Fernsehen

621.397.611 : 621.385.832

[Nach *P. Schagen, J. R. Boerman, J. H. J. Maartens* und *T. W. van Rijssel:* Das «Szenioskop», eine neue Aufnahmeröhre für das Fernsehen. Philips techn. Rdsch. Bd. 17(1955), Nr. 6, S. 181...190]

1. Einleitung

Das Zwischenbildikonoskop zeichnet sich durch sehr gute Bildqualität und Unempfindlichkeit gegen parasitäre magnetische und elektrische Felder aus, ferner ist das Gesichtsfeld elektrisch regelbar. Die Empfindlichkeit lässt hingegen zu wünschen übrig. Sinkt die Beleuchtungsstärke unter 1000 lx (Lux), so wird die Bildqualität schlecht. Das Szenioskop hat die Vorzüge des Zwischenbildikonoskopes und ist zudem sehr lichtempfindlich. Heute wird vorwiegend das Zwischenbildorthikon für Sendungen mit geringer Beleuchtungsstärke, wie Theatervorstellungen, Sportwettkämpfe bei Kunstlicht usw. verwendet. Diese zweifellos viel empfindlichere Röhre liefert jedoch eine schlechte Bildqualität. Verbesserungen wurden durch die Konstruktion des «P. E. S. Photicons» in England und durch das «Riesel-Ikonoskop» erzielt.

2. Das Zwischenbildikonoskop

Zur Erläuterung der Funktionsweise des Szenioskopes sei die Wirkungsweise des Zwischenbildikonoskopes in Erinnerung gerufen (Fig. 1). Die durch die Linse L auf der durchsichtigen Photokathode P abgebildete Szene wird mittels der von der Photokathode emittierten Elektronen durch ein elektrisches und ein magnetisches Feld auf der aus Glimmer bestehenden Speicherplatte T wiedergegeben. Die auf die Speicherplatte auftreffenden Photoelektronen erzeugen durch Sekundäremission ein Bild aus Positivladungen.

Dieses Ladungsbild wird durch einen Elektronenstrahl abgetastet. Das abgetastete Bildelement nimmt dabei ein etwas oberhalb des Kollektorpotentials liegendes Potential (Stabilisierungspotential) an, bei dem der sekundäre Emissionskoeffizient gerade gleich 1 wird. Zwischen zwei Abtastungen

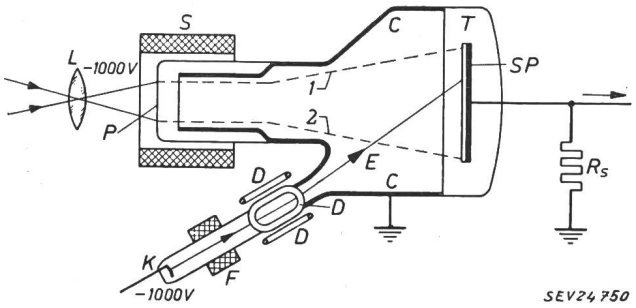


Fig. 1

Schematischer Längsschnitt durch das Zwischenbildikonoskop

L Linse; *P* Photokathode; *S* Spule der magnetischen Elektronenlinse; *T* Speicherplatte (Glimmer); *C* Kollektor; *E* Elektronenabtaststrahl des Strahlerzeugungssystems, von dem nur die Glühkathode *K* gezeichnet ist; *F* Fokussierspule; *D* Ablenkspulen; *SP* Signalplatte; R_s Signalwiderstand

fällt jedoch durch die Aufnahme langsamer Elektronen das Potential. Diese werden durch die schnellen Photoelektronen oder durch die schnellen Elektronen des Abtaststrahles irgendwo auf der Sperrplatte freigemacht. Je stärker das Potential sinkt, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit der Loslösung von Sekundärelektronen durch die Photoelektronen. Der effektive Sekundäremissionskoeffizient δ_{eff} (mittlere Anzahl Sekundärelektronen, die pro einfallendes Photoelektron das Sperrplattenelement verlassen können) nimmt zu und die Photoelektronen tragen immer mehr zum Aufbau des Ladungsbildes bei.

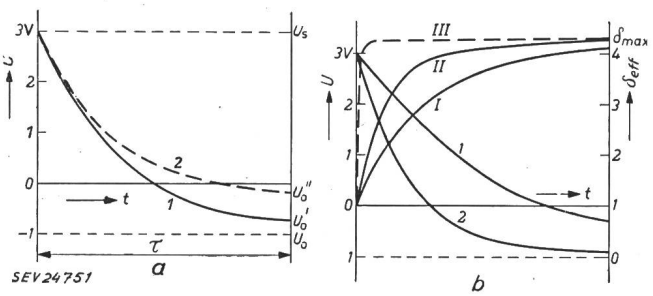


Fig. 2

Potential eines Speicherplattenelementes sowie mittlere Anzahl sekundärer Elektronen als Funktion der Zeit

a Potential *U* eines Speicherplattenelementes im Zwischenbildikonoskop als Funktion der Zeit *t* während der Bildzeit *τ* zwischen zwei Abtastungen. *1* Photokathode unbelichtet; *2* Photokathode belichtet. Beide Kurven beginnen beim Stabilisierungspotential U_s und nähern sich asymptotisch U_0 (dem Potential, bei dem ein Speicherplattenelement von keinem einzigen Sekundärelektron mehr erreicht werden kann). Am Ende des Intervalls *τ* ist *U* auf U_0' bzw. U_0'' gefallen. Der Beitrag zum Ausgangssignal ist gegeben durch $U_0''-U_0'$

b Potential *U* eines Speicherplattenelementes als Funktion der Zeit *t* zwischen zwei Abtastungen (Kurven *1*, *2*). Mittlere Anzahl Sekundärelektronen δ_{eff} als Funktion der Zeit *t* zwischen zwei Abtastungen (*I*, *II*; ideale Kurve *III*)

Fig. 2*a* zeigt schematisch den Verlauf des Potentials eines Sperrplattenelementes als Funktion der Dauer einer vollständigen Bildperiode ($^1/_{25}$ s bei europäischer Fernsehnorm) und zwar mit und ohne Belichtung. Am Ende der Bildperiode besitzen die Sperrplattenelemente die Potentiale U_0' bzw. U_0''. Die Differenz $U_0' - U_0''$ bestimmt den Beitrag zum Bildsignal. Fällt das Potential schnell (Fig. 2*b*, Kurve 2), so werden pro einfallendes Photoelektron während der Bildperiode mehr Sekundärelektronen ausgelöst (δ_{eff} höher) als bei langsamem Abfall (Fig. 2*b*, Kurve *1*). Je früher die Photoelektronen ihren Einfluss auf das Ladungsbild ausüben können, desto grösser wird die Potentialdifferenz zwischen belichteten und unbelichteten Speicherelementen.

3. Möglichkeit zur Steigerung der Empfindlichkeit

Wenn es gelingt, das Potential eines Speicherplattenelementes unmittelbar nach dem Abtasten schnell zu senken, dann werden die Photoelektronen in die Lage versetzt, ihren maximalen Beitrag zum Aufbau des Ladungsbildes zu leisten (Fig. 2*b*). Der Potentialabfall kann durch drei Methoden beschleunigt werden:

1. durch Verstärkung des Streuelektroneneinflusses;
2. durch Berieselung der Speicherplatte mit langsamen Elektronen;
3. durch Abführen der Ladung durch Leitung.

1. Methode. Der Potentialabfall ist eine Folge der Neutralisation durch Streuelektronen, die irgendwo auf der Speicherplatte durch Sekundäremission freigemacht werden. Auch der Abtaststrom erzeugt Sekundärelektronen. Wenn der Abtaststrom erhöht wird, so erhält man tatsächlich ein stärkeres Bildsignal, solange der Strom einen bestimmten Wert nicht überschreitet. Der Nachteil liegt in den ebenfalls stärker werdenden unechten Signalen bei unbelichteter Aufnahmeröhre.

2. Methode. Wird die Speicherplatte durch langsame Neutronen zusätzlich berieselt, z. B. durch eine Hilfsphotokathode, die mittels Glühlämpchen belichtet wird, so nimmt das Potential der Speicherplattenelemente schneller ab und wird dadurch für die Einwirkung von Photoelektronen empfindlicher. Der Nachteil der Erscheinung unechter Signale tritt nicht auf. Ein Gewinn um etwa einen Faktor 2 gegenüber dem normalen Ikonoskop ist festzustellen.

3. Methode. Die beiden ersten Methoden beruhen auf der Zufuhr negativer Ladung auf die Speicherplattenoberfläche von aussen. Die negative Ladung kann jedoch durch die Sperrplatte selber zugeführt oder aber die positive Ladung abgeführt werden. Diese Überlegung wird zur Konstruktion des Szenioskopes verwendet. Die Glimmerplatte wird durch eine Glasplatte (Dicke 50...70 μm) ersetzt, die eine genau definierte Leitfähigkeit besitzt. Auf ihrer Rückseite befindet sich eine Metallschicht, die als Signalplatte dient und ein negatives Potential gegenüber dem Kollektor erhält. Der Abtaststrahl stabilisiert wiederum die Speicherplattenelemente auf ein Potential, das etwas höher als das des Kollektors liegt. Zwischen zwei Abtastungen fällt ihr Potential rasch durch das Auffangen von Streuelektronen und vor allem durch den Ableitungsstrom der Speicherplatte. Die unechten Signale werden dadurch erheblich verkleinert. Das Charakteristikum des Szenioskopes liegt in der Kleinhaltung des Streuelektroneneffektes gegenüber dem Ableitungsstrom.

Um das Potential nach dem Abtasten möglichst schnell zu senken, kann entweder der Ableitungsstrom selbst gross gemacht werden oder aber die Kapazität zwischen Bildelement und der Signalplatte klein. Der erste kann nicht beliebig gesteigert werden, da sonst die Elektrolyse des Glases zu stark wird, was sich ungünstig auf die Lebensdauer der Röhre auswirkt. Ein zu grosser Ableitungsstrom bewirkt zudem einen gegenseitigen Ausgleich der nebeneinanderliegenden Bildladungen, was sich in einem Verlust an Bildschärfe und Kontrast äussert. Die Leitfähigkeit in axialer Richtung, d. h. zwischen Bildelement und Signalplatte, verursacht ein Verschwinden eines Teiles der gespeicherten Bildladung. Soll dieser Verlust nicht 10 % überschreiten, so ist der spezifische Widerstand des Glases mit $\varphi > 0{,}23 \cdot 10^{12}$ Ωcm zu wählen. Seine Grösse ist jedoch durch die Funktion der Ableitung der positiven Ladungen begrenzt.

4. Das Szenioskop

Der Durchmesser eines Bildelementes des Szenioskopes beträgt ungefähr 75 μm. Da dieses Bildelement noch gut seine Ladungen speichern kann, ohne dass sie durch die Querleitfähigkeit wesentlich verringert werden, so ist ein grosses Auflösungsvermögen zu erwarten. Tatsächlich ist es nur wenig vom Auflösungsvermögen des Philips-Zwischenbildikonoskopes 5854 verschieden.

Die kreisförmige Speicherplatte weist einen Durchmesser von ca. 80 mm auf. Ein Rechteck in der Grösse 45 × 60 mm² wird vom Elektronenstrahl abgetastet. Die nicht abgetastete Fläche nimmt wegen der Leitfähigkeit des Glases ein niedrigeres Potential als die abgetasteten Bildelemente an. Die Bildelemente am Bildrand können dadurch keine Sekundärelektronen emittieren. Ihr Potential bleibt niedriger als das der Elemente in der Mitte, was beim Bild auf einem Empfänger helle Ränder hervorruft. Um diesen Effekt zu vermeiden, wird der abgetastete Teil mit einer leitenden Umrandung versehen, die auf ein etwas niedrigeres Potential als das des Kollektors gebracht wird.

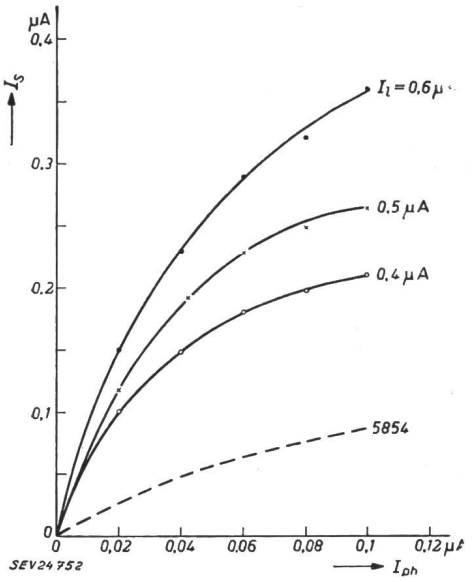


Fig. 3

Signalstrom I_s als Funktion des Photostromes I_{ph}

——— beim Szenioskop

------- beim Zwischenbildikonoskop 5854

Bei ausreichendem Ableitungsstrom fällt das Potential eines Speicherplattenelementes bei schwacher Belichtung so schnell, dass der Koeffizient δ_{eff} des Photostromes schon kurz nach der Abtastung den maximalen Wert erreicht. Fig. 3 zeigt die Kennlinien des Photostromes I_{ph} und des Signalstromes I_s mit dem Ableitungsstrom I_l als Parameter. Durch grösseren Ableitungsstrom wird die Empfindlichkeit gesteigert. Wählt man ihn jedoch zu gross, so steigt naturgemäss auch die Querleitfähigkeit entsprechend und bewirkt einen zu starken Kontrastverlust. Die Kurven von Fig. 3 zeigen, dass gegenüber dem Zwischenbildikonoskop 5854 ein erheblicher Empfindlichkeitsgewinn verzeichnet wird. Während beim Zwischenbildikonoskop die mittlere Zahl der Sekundärelektronen etwa 4 beträgt, erreicht sie beim Szenioskop den Wert zwischen 8...10. Die kleinste Beleuchtungsstärke, die noch ein befriedigendes Bild erzeugt, wird nur durch das Rauschen bestimmt und nicht mehr wie beim Zwischenbildikonoskop durch die störenden unechten Signale. Annehmbare Bilder sind noch mit Beleuchtungsstärken von 100 lx und mit 300 lx nahezu rauschfreie Bilder zu erzielen.

R. Wälchli

Wirtschaftliche Mitteilungen

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus «Monatsbericht Schweizerische Nationalbank»)

Nr.		Juli 1955	Juli 1956
1.	Import (Januar-Juli) Export (Januar-Juli) — 10^6 Fr.	530,4	644,9
	(Januar-Juli)	(3618,6)	(4190,3)
	Export	489,4	521,0
	(Januar-Juli)	(3137,0)	(3423,3)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden	1 258	944
3.	Lebenskostenindex*) — Aug. 1939 = 100	172	176
	Grosshandelsindex*) — Aug. 1939 = 100	215	220
	Detailpreise*): (Landesmittel) (August 1939 = 100)		
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh.	34(92)	34(92)
	Elektr. Kochenergie Rp./kWh	6,6(102)	6,6(102)
	Gas Rp./m³	29(121)	29(121)
	Gaskoks Fr./100 kg	16,25(212)	19,07(248)
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 42 Städten	1 677	1 055
	(Januar-Juli)	(13 031)	(10 722)
5.	Offizieller Diskontsatz . . . %	1,50	1,50
6.	Nationalbank (Ultimo)		
	Notenumlauf . . . . 10^6 Fr.	5 123	5 264
	Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . . 10^6 Fr.	1 858	2 145
	Goldbestand und Golddevisen 10^6 Fr.	6 926	7 374
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold %	89,43	91,29
7.	Börsenindex (am 25. d. Mts.)		
	Obligationen	100	98
	Aktien	438	459
	Industrieaktien	544	616
8.	Zahl der Konkurse	37	47
	(Januar-Juli)	(250)	(278)
	Zahl der Nachlassverträge	12	10
	(Januar-Juli)	(97)	(89)
9.	Fremdenverkehr	Juni 1955	Juni 1956
	Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten	37,4	37,8
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein:*	Juni 1955	Juni 1956
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr — 10^6 Fr.	63,4	66,8
	(Januar-Juni)	(361,0)	(371,7)
	Betriebsertrag	69,2	72,3
	(Januar-Juni)	(392,7)	(403,5)

*) Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Juni 1914 = 100 fallen gelassen und durch die Basis August 1939 = 100 ersetzt worden.

Miscellanea

Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten. M. Baumgartner und *R. Leresche,* Mitglied des SEV seit 1937, wurden zu Vizedirektoren ernannt. *W. Suter,* Mitglied des SEV seit 1948, wurde zum Handlungsbevollmächtigten befördert.

—

Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, Solothurn. Der Verwaltungsrat wählte als Nachfolger von W. Graber, der am 21. Januar 1956 allzufrüh starb, zum neuen Chef der Betriebsabteilung A. Schläpfer, Elektrotechniker, bisher Chef des technischen Büros der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G., St. Gallen.

—

Hasler A.-G., Bern. A. Labhart, Chef der Abteilung Einkauf, ist nach 30jähriger Tätigkeit in der Hasler A.-G. am 30. Juni 1956 in den Ruhestand getreten. Zu seinem Nachfolger wurde sein langjähriger Assistent A. Biancone ernannt.

Die Neuorganisation der Abteilung für automatische Telephonie hatte einige Umbesetzungen zur Folge. Vizedirektor für Telephonie ist Dr. C. Robert. Oberingenieur für automatische Telephonie ist W. Christener, Prokurist, sein Stellvertreter *J. Meyer*, dipl. Ingenieur, Mitglied des SEV seit 1953, Chef der Abt. für automatische Telephonie.

«SODECO» Société des Compteurs de Genève, Genève. Procuration collective à deux a été conférée à G. Schilplin.

Alpha A.-G., Nidau (BE). Kollektivprokura zu zweien wurde W. Loosli erteilt.

Grossenbacher & Co., St. Gallen. Kollektivprokura für das Gesamtunternehmen wurde H. Preisig, St. Gallen, erteilt.

Kleine Mitteilungen

Technische Abendfortbildungskurse in Luzern. Am 8. Oktober beginnen die bereits gut eingeführten technischen Abendfortbildungskurse in Luzern für das Elektrogewerbe mit den Fächern: SEV-Vorschriften, gewerbliche Naturlehre, Berufsrechnen, Elektrotechnik, Fachzeichnen, Telephontechnik, Werkstoffkunde sowie Kalkulation und Projekt. Parallel zu diesen Fachkursen werden Einzelkurse über folgende Spezialgebiete durchgeführt: Allgemeine Schwachstromtechnik, Hochfrequenz-Telephon-Rundspruch und Rechenschieberrechnen.

Detaillierte Programme sind erhältlich bei der administrativen Leitung (Rektorat der Gewerbeschule), Krienbachschulhaus, Luzern, welche gerne jede gewünschte Auskunft erteilt.

Abendkurse für elektronischen Apparatebau in Zürich. Das Städtische Arbeitsamt Zürich führt auch im kommenden Winter einen Fachkurs für elektronischen Apparatebau durch. Er beginnt am 22. Oktober 1956 und umfasst sowohl theoretische, als auch praktische Fächer. Die Unterrichtszeit umfasst drei Abende pro Woche, von 18.30...22 Uhr, bzw. für eine der beiden zu bildenden Klassen den Samstagnachmittag, von 14...17.30 Uhr. Das Kursgeld beträgt normalerweise Fr. 360.—. Der Kurs schliesst mit einer Prüfung ab; den Absolventen wird ein Ausweis über den Kursbesuch und ein Prüfungszeugnis ausgestellt. Aufgenommen werden Mechaniker und Angehörige verwandter Berufe. Auskunft erteilt die Kanzlei des Städtischen Arbeitsamtes Zürich, Flössergasse 15, Postfach Zürich 39, Zimmer 40, Tel. (051) 27 34 50.

Cours industriels du soir, à Genève. A Genève, des cours industriels du soir seront ouverts le 16 octobre 1956. Ces cours comprendront: Mathématiques; Sciences physiques, chimiques et naturelles; Technique industrielle; Technique de l'électricité; Technique du bâtiment et du génie civil; Arts appliqués, mobilier et habillement; Langues, comptabilité, droit; Laboratoires; Cours pratiques; Cours de préparation aux examens fédéraux de maîtrise pour mécaniciens, mécaniciens en automobiles, monteurs-électriciens, radio-électriciens, serruriers, appareilleurs, menuisiers, ébénistes, photographes et peintres en bâtiment.

Des renseignements plus détaillés peuvent être obtenus au Bureau des Cours industriels du soir, 13, quai des Bergues, à Genève.

45. Hauptversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (SWV)

Trotzdem der SWV zu seinen Hauptversammlungen ausländische Gäste einzuladen pflegt, steigt die Zahl der Teilnehmer nicht so hoch, wie die Jahresversammlungen der SEV und VSE sie erreichen. Der SWV hat daher eine grössere Beweglichkeit in der Wahl der Versammlungsorte voraus. Auch dieses Jahr hatte er eine glückliche Hand. Er lud auf den 30. August 1956 nach Flims-Waldhaus ein, wo unter der straffen Leitung des Präsidenten, Nationalrat Dr. K. Obrecht, Solothurn, nach Begrüssung einer stattlichen Zahl von Vertretern der Behörden, Hochschulen, befreundeten Verbänden und Körperschaften des In- und Auslandes, der Tages- und der Fachpresse die statutarischen Geschäfte rasch erledigt wurden. Als Nachfolger für den aus dem Vorstand des SWV zurücktretenden Dr. h. c. H. Niesz beliebte Ing. W. Cottier, Direktor der Motor-Columbus A.-G., Baden.

In der einleitenden Ansprache erinnerte der Vorsitzende an den Ablauf des Winterhalbjahres 1. Oktober 1955 bis 31. März 1956, das als trocken, jedoch nicht als extrem trocken angesprochen werden darf. Der Abfluss des Rheins bei Rheinfelden erreichte immerhin 88,3 % der vieljährigen Beobachtungsperiode, wogegen dieser Wert im Winter 1948/49 nur 63 % betrug. Der Energiebedarf des letzten Winterhalbjahres stieg gegenüber dem Vorwinter um $416 \cdot 10^6$ kWh oder um 7,5 %, wobei unter den verschiedenen Kategorien der Energieverwendung, die Gattung Haushalt und Gewerbe mit 10,4 % die grösste Zunahme aufweist. Die aus Wasserkraft erzeugte Energie stammte zu 70 % aus Zuflüssen und zu 30 % aus Speicherwasser. Eine besonders bedeutende Rolle spielte mit 20 % Anteil an der Bedarfsdeckung die Energieeinfuhr von $1194 \cdot 10^6$ kWh, der eine gegenüber dem Vorwinter um $212 \cdot 10^6$ kWh kleinere Ausfuhr gegenübersteht. Die inländische Energieerzeugung in thermischen Anlagen erreichte $150 \cdot 10^6$ kWh. Diese Verhältnisse traten ein, trotz der grossen Anstrengungen im Kraftwerkbau; dieser hat Mühe, der zu erwartenden Bedarfszunahme von 5 bis 8 % pro Jahr zu genügen oder voranzueilen. Über die Rolle, welche die Atomenergie in der Zukunft zu spielen berufen ist, sind im Publikum gelegentlich unrichtige Vorstellungen anzutreffen. Auf dieses Thema übergehend, wies der Präsident darauf hin, dass nach den an der 5. Tagung der Weltkraftkonferenz, die im Juni 1956 in Wien abgehalten wurde, gepflogenen Verhandlungen die Fachleute keines Landes daran denken, mit Rücksicht auf die Möglichkeiten der Produktion von Kernenergie auf den Ausbau der Wasserkräfte zu verzichten. Die Überzeugungen gehen dahin, dass elektrische Energie mit der Zeit in Atomkraftwerken wohl wirtschaftlicher erzeugt werden könne, als in thermischen Anlagen, nicht aber wirtschaftlicher als in hydraulischen Werken.

Um den stets steigenden Energiebedarf decken zu können, wurde die Sicherung von Energieeinfuhren durch langfristige Verträge aus Ländern empfohlen, die heute noch nicht in die Schweiz liefern; in diesem Zusammenhang wurden Österreich und Jugoslawien genannt.

Mit einigen Worten sei das inhaltsreiche Sonderheft «Talsperren» der von Dipl. Ing. G. A. Töndury redigierten Monatsschrift «Wasser- und Energiewirtschaft» (Nrn. 7, 8 und 9) erwähnt, das von in- und ausländischen Autoren verfasste Aufsätze über bautechnisch interessante Objekte enthält und reich illustriert ist. Einem von Dipl. Ing. M. Kohn geschriebenen Aufsatz über «Staumauer und Seekraftwerk Zervreila» kam besondere Bedeutung zu, weil diese Baustelle am folgenden Tag besucht wurde. Eine ausführliche Darstellung der in vollem Bau befindlichen Kraftwerksgruppe und im besonderen der Staumauer Zervreila wurde den Teilnehmern durch Obering. O. Frey-Bär am Vorabend des Besuches geboten [1]). Die Besichtigung der in einem besonders interessanten Baustadium stehenden Arbeiten konnte am 31. August bei ausserordentlich günstiger Witterung durchgeführt werden.

[1]) Eine Beschreibung der Kraftwerkgruppe Zervreila wird in einem der nächsten Hefte erscheinen.

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 933
Es folgen «Die Seiten des VSE»

Fortsetzung von Seite 912

Literatur — Bibliographie

681.84.083 : 534.85 *Nr. 11 274*

Vom Mikrofon zum Ohr. Moderne Tonaufnahme- und Wiedergabetechnik. Von *G. Slot.* Eindhoven, Philips, 1955; 8°, VIII, 173 S., 118 Fig., Tab. — Philips Technische Bibliothek, Populäre Reihe — Preis: brosch. Fr. 11.55.

Das Werk wendet sich hauptsächlich an Schallplattenliebhaber, die eine möglichst vollkommene Klangwiedergabe der Musik wünschen. Der ganze Weg vom Mikrophon zum Ohr wird lückenlos behandelt. Es werden kurz die wichtigsten Typen der Mikrophone besprochen. Der ganze Fabrikationsvorgang der Schallplatten wird gezeigt. Der darauffolgende Teil behandelt die Wiedergabe. Sowohl die Wirkungsweise des Tonabnehmers, wie die auftretenden Probleme bei der Schallplattenwiedergabe werden mit ausführlicher Benennung der Verzerrungen gründlich besprochen. Es ist wertvoll, dass der Autor die Wiedergabekennlinien der verschiedenen Plattenfabriken so eingehend behandelt. Weitere Kapitel beschreiben die mechanische Funktion der Plattenspieler und Plattenwechsler, zeigen die Anforderungen an die modernen Verstärker, behandeln die Lautsprecher und die akustischen Probleme, wie z. B. Lautsprechergehäuse und deren Anordnung im Zuhörerraum. Es wird auch eine originelle Prüfungsart beschrieben, die es dem Laien ermöglicht, ohne besondere Messinstrumente die Anlage zu überprüfen, mit Zuhilfenahme einiger Schallplatten (nach einer Liste, wobei der Autor den Leser auf verschiedene zu beachtende Einzelheiten in Tonhöhe, Klangfarbe und Dynamik aufmerksam macht). Zum Schluss wird etwas Grundsätzliches auch über die Magnettonbandgeräte gesagt.

Das ganze Buch ist leicht verständlich; theoretische Behandlungen und mathematische Ableitungen, zu denen besondere Vorkenntnisse nötig wären, kommen nicht vor. Es ist deshalb für den technisch gebildeten Laien sehr lehrreich. Der saubere Druck und die vielen anschaulichen Abbildungen sind lobenswert. *J. Martony*

Light and Lighting. Diese weitverbreitete englische Zeitschrift hat vom Textteil ihres Junihefts, das mit «Church Lighting» überschrieben ist, weitere Exemplare drucken lassen, weil infolge starker Nachfrage der verkäufliche Vorrat erschöpft war. Interessenten können das reich illustrierte Heft beim Verlag, 32, Victoria Street, London S. W. 1 bestellen.

Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

I. Sicherheits- und Qualitätszeichen

Qualitätszeichen

B. Für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsdosen, Kleintransformatoren, Lampenfassungen, Kondensatoren

ASEV } **für isolierte Leiter**

ASEV **für armierte Isolierrohre mit Längsfalz**

Lampenfassungen

Ab 15. Juli 1956.

OWO-Presswerk A.-G., Mümliswil (SO).

Fabrikmarke:

Deckenleuchten für trockene Räume.

Ausführung: Aus weissem Isolierpreßstoff, mit Fassungseinsatz E 27. Max. 60 W.

Nr. 3453: Deckenleuchte mit Schutzglasgewinde A 84,5.

Regent Beleuchtungskörper, G. Levy & Cie., Basel.

Fabrikmarke: REGENT

Decken- und Wandleuchten.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Untersätze aus Porzellan, Fassungseinsätze E 27. Schutzglasgewinde A 84,5.

Nr. 4301: Deckenleuchte.

Nr. 4315: Wandleuchte.

Kondensatoren

Ab 1. Juli 1956.

Kondensatoren Freiburg A.-G., Freiburg.

Marque de fabrique: FRIBOURG CONDENSATEURS

Berührungsschutzkondensator.

Nr. 25912 3000 pF ⓑ 250 V~ 60 °C f_0 9 MHz.

Ausführung in Hartpapierrohr mit stirnseitig herausgeführten isolierten Anschlusslitzen.

Ab 15. Juli 1956.

KONDENSATOREN FREIBURG A.-G., Freiburg.

Fabrikmarke: FRIBOURG CONDENSATEURS

Störschutzkondensatoren.

Nr. 26067 — 5	0,1 µF	380 V~	$f_0 = 1{,}5$ MHz	60 °C
Nr. 26067 — 20	2 × 0,05 µF	380 V~	$f_0 = 0{,}6$ MHz	60 °C
Nr. 26067 — 29	0,003 µF	750 V~	$f_0 = 10$ MHz	60 °C

Ausführung: mit Hartwachs umspritzter Wickel in Kartonrohr und thermoplastisolierten Anschlusslitzen, für Einbau in Apparate.

Verbindungsdosen

Ab 1. Juli 1956.

A. Bürli, Luzern.

Fabrikmarke: BURLEX.

Verbindungsdosen 500 V, 6 mm².

Verwendung: Aufputz, in trockenen Räumen.

Ausführung: Klemmeneinsatz aus keramischem Material mit max. 4 Anschlussklemmen.

Nr. 617: mit Blechdeckel.

Nr. 617 b: mit braunem Isolierpreßstoffdeckel.

Nr. 617 w: mit weissem Isolierpreßstoffdeckel.

Oskar Woertz, Basel.

Fabrikmarke:

Verbindungsklemmen für 500 V, 6 mm².

Ausführung: Abbrechbare Klemmenleisten aus Isolierpressstoff, mit max. 12 Polen.

Nr. 5618: aus schwarzem Isolierpreßstoff.

Nr. 5618c: aus weissem Isolierpreßstoff.

Isolierte Leiter

Ab 1. Juli 1956.

Kupferdraht-Isolierwerk A.-G., Wildegg.

Firmenkennzeichen: Kennfaden blau-weiss einfädig bedruckt oder Firmenaufdruck: KIW WILDEGG (Farbaufdruck oder Prägung).

1. Verseilte Schnüre Typ TtB und TtS, flexible Zwei- bis Vierleiter 0,75 bis 4 mm² Kupferquerschnitt mit Aderisolation auf PVC-Basis.
2. Rundschnüre Typ TrB und TrS, flexible Zwei- bis Vierleiter 0,75 bis 2,5 mm² Kupferquerschnitt mit und ohne Vorumflechtung, mit Aderisolation auf PVC-Basis.
3. Normale Doppelschlauchschnüre Typ Td, flexible Zwei- bis Fünfleiter 0,75 bis 2,5 mm² Kupferquerschnitt mit Aderisolation und Schutzschlauch auf PVC-Basis.
4. Leichte Doppelschlauchschnüre Typ Tdlr, flexible Zwei- und Dreileiter 0,75 mm² Kupferquerschnitt mit Aderisolation und Schutzschlauch auf PVC-Basis.
5. Leichte Doppeladerlitzen Typ Tlf, flexible und hochflexible Zweileiter 0,5 und 0,75 mm² Kupferquerschnitt mit Isolation auf PVC-Basis.
6. Verstärkte Doppelschlauchschnüre Typ Tdv, flexible Zwei- bis Fünfleiter 1 bis 16 mm² Kupferquerschnitt, mit Aderisolation und Schutzschlauch auf PVC-Basis.

A. Heiniger & Cie. A.-G., Ostermundigen-Bern.

Firmenkennfaden: schwarzer Kunstfaserfaden.

1. Installationsleiter Typ Cu-T, steife, halbsteife und flexible Einleiter 1 bis 16 mm² Kupferquerschnitt mit PVC-Isolation.
2. Korrosionsfeste Kabel Typ Tdc, steife Ein- bis Fünfleiter 1 bis 2,5 mm² Kupferquerschnitt mit PVC-Isolation und Schutzschlauch.
3. Verseilte Schnüre Typ Cu-TtB und TtS, flexible Zwei- bis Vierleiter 0,75 bis 4 mm² Kupferquerschnitt mit PVC-Isolation.
4. Rundschnüre Typ Cu-TrB und TrS, flexible Zwei- bis Vierleiter 0,75 bis 2,5 mm² Kupferquerschnitt mit PVC-Isolation.
5. Leichte Doppeladerlitzen Typ Cu-Tlf, flexible und hochflexible Zweileiter 0,5 und 0,75 mm² Kupferquerschnitt mit PVC-Isolation.

P. M. Scheidegger S. à r. l., Laupenstrasse 4, Bern.
Vertretung der Kabelwerke Reinshagen GmbH, Wuppertal-Ronsdorf (Deutschland).

Firmenkennfaden: rosa uni.

1. Verstärkte Doppelschlauchschnüre (verstärkte Apparateschnüre) Typ Cu-Gdv, flexible Zwei- bis Fünfleiter, Kupferquerschnitte 1 bis 50 mm² mit Aderisolation und Schutzschlauch aus Gummi.
2. Verstärkte Doppelschlauchschnüre (Sonderausführung Bergbaukabel) Typ Cu-Gdv, flexible Zwei- bis Fünfleiter, Kupferquerschnitte 1 bis 50 mm² mit Aderisolation und Schutzschlauch aus Gummi.
3. Rundschnüre Typ Cu-GrB und GrS, flexible Zwei- bis Vierleiter, Kupferquerschnitte 0,75 und 1 mm² mit Aderisolation aus Gummi und Vorumflechtung.
4. Installationsleiter Typ Cu-T Draht 1 bis 16 mm² Kupferquerschnitt mit Isolation auf PVC-Basis.
5. Verstärkter Installationsleiter Typ Cu-Tv Draht 1 bis 16 mm² Kupferquerschnitt mit einschichtiger Isolation auf PVC-Basis.
6. Aufzugschnur Typ Cu-GAi, flexible Zwei- und Mehrleiter 0,75 mm² Kupferquerschnitt mit Gummi-Isolation und gemeinsamer imprägnierter Umflechtung.
7. Leichte Doppeladerlitzen flach Typ Cu, flexible Zweileiter 0,5 und 0,75 mm² Kupferquerschnitt mit Isolation auf PVC-Basis.
8. Doppelschlauchschnüre Typ Td, flexible Zwei- bis Fünfleiter 0,75 bis 2,5 mm² Kupferquerschnitt mit Aderisolation und Schutzschlauch auf PVC-Basis.

Kleintransformatoren

Ab 1. Juli 1956.

Schweiz. Wagons- und Aufzügefabrik A.-G., Schlieren (ZH).

Fabrikmarke: Firmenschild.

Niederspannungs-Kleintransformatoren.

Verwendung: ortsfest, in trockenen Räumen.

Ausführung: nicht kurzschlußsichere Einphasentransformatoren ohne Gehäuse, Klasse 2 b, für die Steuerung von Aufzügen und anderen elektrischen Antrieben. Eine oder mehrere Sekundärwicklungen für intermittierende Belastung. Schutz durch normale oder Kleinsicherungen auf der Sekundärseite (nicht am Transformator).

Leistung: 100...1100 VA.
Primärspannung: 110...380 V.
Sekundärspannung: 10...250 V.
Wicklungen auch mit Anzapfungen.

Schmelzsicherungen

Ab 1. Juli 1956.

Xamax A.-G., Zürich 11.

Fabrikmarke:

Sicherungselemente für 500 V, 60 A, Gewinde E 33.

Ausführung: für Aufbau. Sockel aus Steatit, Kappen aus weissem oder schwarzem Isolierpreßstoff. Vorderseitiger Leiteranschluss.

Nr. 331221: einpolig, ohne Nulleiter-Abtrennvorrichtung.
Nr. 331226: einpolig, mit Nulleiter-Abtrennvorrichtung.
Nr. 331223: dreipolig, ohne Nulleiter-Abtrennvorrichtung.
Nr. 331228: dreipolig, mit Nulleiter-Abtrennvorrichtung.

Steckkontakte

Ab 1. Juli 1956.

Tschudin & Heid A.-G., Basel.

Fabrikmarke:

Stecker 2 P + E für 10 A, 250 V.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Steckerkörper aus schwarzem oder weissem Isolierpreßstoff.

Nr. 10063, ..i:	Typ 12	Normblatt SNV 24507
Nr. 10063 wf, ..wfi:	Typ 12 a	
Nr. 10063 sf, ..sfi:	Typ 12 b	
Nr. 10063 rf, ..rfi:	Typ 12 c	

Adolf Feller A.-G., Horgen.

Fabrikmarke:

Industriesteckkontakte 3 P + E (D), 10 A, 500 V.

Ausführung: Einsätze aus Steatit. Steckdosen mit Gussgehäuse. Stecker mit Schutzkragen aus Stahlblech. Stecker und Kupplungssteckdosen mit Handgriff aus Isolierpressstoff.

Serie 9204 D: Wandsteckdosen Serie 9304 D: Stecker Nr. 9409 D: Kupplungssteckdose	Typ 31, Normblatt SNV 24541.

Schalter

Ab 1. Juli 1956.

F. Knobel & Co., Ennenda.

Fabrikmarke: FKE

Einbau-Druckkontakte für 2 A, 20 V~.

Verwendung: in trockenen bzw. zeitweilig feuchten und explosionsgefährdeten Räumen, Zündgruppe D, Explosionsklasse 2.

Ausführung: einpol. Druckkontakte mit Silberkontakten. Gehäuse aus Plexiglas.

Nr. LD 6015.

Ab 1. Juli 1956.

SOCEM S. A., Locarno.

Vertretung der Firma Kraus & Naimer, Wien (Österreich).

Firmenkennzeichen:

Nockenschalter für 16 A, 500 V~.

Ausführung: Tastkontakte aus Silber. Kontaktplatten aus Isolierpreßstoff. Schaltergrösse C 16.

Typ:

E : Einbauschalter
VE : Einbauschalter für Verteiler
AN : Anbauschalter
P : mit Isolierpreßstoffgehäuse
} für trockene Räume

PF : mit Isolierpreßstoffgehäuse — für nasse Räume
G : mit Gussgehäuse — für trockene Räume
GF : mit Gussgehäuse — für nasse Räume

A : Ausschalter
U : Umschalter
SD : Stern-Dreieckschalter
HPH : Hilfsphasenschalter
WU : Drehrichtungsumschalter
PU : Polumschalter
K : Kontroller

Steuerschalter

VU : Voltmeterumschalter
MP : Mess- und Prüfschalter
GR : Gruppenschalter
SG : Serien-Parallelschalter
ST : Stufenschalter

Beispiel für die Bezeichnung eines dreipoligen Ausschalters mit Isolierpreßstoffgehäuse für nasse Räume: C16 A3 PF.

Ab 15. Juli 1956.

A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

Fabrikmarke: Brown Boveri.

Druckkontakte für 10 A, 500 V~.

Verwendung: für den Einbau in Schalttafeln, Kasten usw.

Ausführung: Sockel aus Steatit. Silberplattierte Kontakte.

Typ D: einpol. Druckkontakt für Ruhe- und Arbeitsstrom.

Sicherheitszeichen

+S+S+S — — — — - - - } für besondere Fälle

Levy fils A.-G., Lothringerstrasse 165, Basel.

Fabrikmarke:

Zwischenschalter (Schnurschalter) für 1,5 A, 250 V~.

Verwendung: in trockenen Räumen, für den Einbau in bewegliche Leitungen.

Ausführung: aus weissem, braunem, crème- oder beigefarbigem Isolierpreßstoff.

Nr. D 3390: einpol. Ausschalter mit Druckknopfbetätigung.

Vertragsänderung

Die Firma

Ernst Dreefs, Unterrodach (Deutschland),

bisher vertreten durch die Firma

Ed. Hildebrand, Ing., Zürich,

wird jetzt vertreten durch die Firma

Alfred J. Wertli, Ing., Winterthur.

Löschung des Vertrages

Der Vertrag betreffend das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV für Schalter der Firma

Fernand Bays A.-G., Frauenfeld

ist gelöscht worden.

Schalter mit dem Firmenzeichen BAYS dürfen daher nicht mehr mit dem Qualitätszeichen des SEV geliefert werden.

III. Radioschutzzeichen

Ab 1. Juli 1956.

Arnold Maag, Röntgen- und Elektromech. Apparate, Zürich.

Fabrikmarke: SOLEIL Solis SONNE

Bestrahlungsapparat SOLEIL Solis SONNE.

220 V, 730 W.

ELEKTRON A.-G., Seestrasse 31, Zürich 2.

Vertretung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Frankfurt a. M.

Fabrikmarke: «Hobby».

Blocher «Hobby».

Typ 400.11, 220 V, 250 W, 25...60 Hz.

Ab 15. Juli 1956.

Walter Jenny, Langstrasse 60, Zürich.

Vertretung der Firma Van der Heem N. V., Den Haag.

Marque de fabrique:

Staubsauger Calux.

Typ SZ 50 AP, 220 V, 400 W.

Ab 1. Juli 1956.

Hans Kehrli, Basel.

Vertretung der Firma Holland Electro C. V., Rotterdam (Holland).

Fabrikmarke: CYKLON.

Staubsauger CYKLON.

220 V, 480 W, Typ BS 4.

IV. Prüfberichte

P. Nr. 3097.

Gegenstand: **Vorschaltgerät**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31996 vom 25. Juni 1956.

Auftraggeber: Elektro-Apparatebau, F. Knobel & Co., Ennenda (GL).

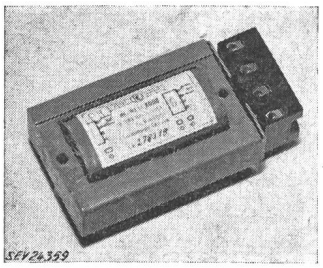
Aufschriften:

KNOBEL FK ENNENDA

MEc / M2 Ec 8008

U_1: 220 V 50 Hz I_2: 0,125 A cos φ ~

Leuchtstofflampe 4 W / 2 × 4 W F. Nr. 278318



Beschreibung:

Vorschaltgerät gemäss Abbildung, für eine oder zwei 4-W-Fluoreszenzlampen, ohne Starter. Wicklung aus emailliertem Kupferdraht, mit Anzapfung. Zwei Bolzen von 8 mm Länge dienen zur Befestigung und Distanzierung des Gerätes. Klemmen an einer Stirnseite angebracht. Gerät für Einbau in Blecharmaturen.

Das Vorschaltgerät hat die Prüfung in Anlehnung an die «Kleintransformatoren-Vorschriften» (Publ. Nr. 149) bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Apparate in dieser Ausführung tragen das Qualitätszeichen des SEV; sie werden periodisch nachgeprüft.

Gültig bis Ende Juni 1959.

P. Nr. 3098.

Gegenstand: **Sicherungskasten**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32025 vom 27. Juni 1956.
Auftraggeber: Paul Räss, elektrische Licht- und Kraftanlagen, Lützelflüh.

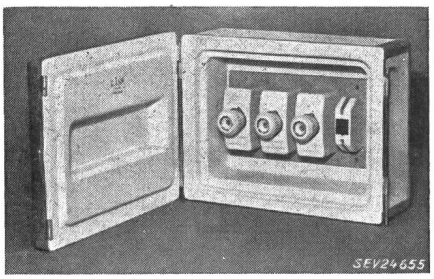
—

Aufschriften:

Auf der Aussenseite des Kastendeckels:	Räss	60 A	500 V	Hauptsicherung
Auf der Innenseite des Kastendeckels:	RÄSS TYPE	Lützelflüh 2960 E		

Beschreibung:

Sicherungskasten aus Gips mit Verstärkungen aus Aluminium, gemäss Abbildung. Der mit Scharnieren versehene Deckel kann ohne Werkzeuge geöffnet werden. Äussere Abmessungen des Kastens ca. 250 × 330 × 135 mm. Sicherungselemente und Nulleitertrenner für 25 und 60 A einsetzbar.



Solche Sicherungskasten entsprechen den Hausinstallationsvorschriften. Verwendung: in feuergefährlichen Räumen.

Gültig bis Ende Juni 1959.

P. Nr. 3099.

Gegenstand: **Zwei Heizstrahler**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31269a vom 27. Juni 1956.
Auftraggeber: D. Kirchhoff, Fabrik elektr. Apparate «Calmo», Steinhaldenstrasse 36, Zürich.

—

Aufschriften:

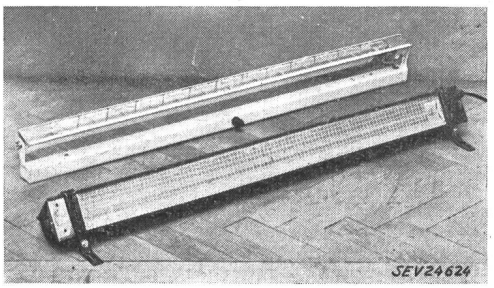
CALMO — ZUERICH

Prüf-Nr. 1: Type Infra 932 Fabr. Nr. 133080
Volt 220 Watt 500

Prüf-Nr. 2: Type Infra 972 Fabr. Nr. 133067
Volt 220 Watt 500

Beschreibung:

Heizstrahler gemäss Abbildung, für Decken- und Wandmontage (Prüf-Nr. 1) bzw. Wandmontage (Prüf-Nr. 2). Heizwiderstand in Quarzrohr eingezogen, welches in einen Blechreflektor von 900 mm Länge eingebaut ist. Der Reflektor



von Prüf-Nr. 1 ist schwenkbar. Quarzrohre durch Drahtstäbe und Gitter vor mechanischer Beschädigung geschützt. Stopfbüchse für Leitereinführung. Erdungsklemme vorhanden.

Die Strahler haben die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen Räumen.

Gültig bis Ende Juni 1959.

P. Nr. 3100.
Ersetzt P. Nr. 1524.

Gegenstand: **Zeitstempeluhr**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32115 vom 27. Juni 1956.
Auftraggeber: International Business Machines, Talacker 30, Zürich.

—

Aufschriften:

I B M
Volts 220 Ampères 0,02 Cycles 50
Watts 4 Phase 1

Beschreibung:

Apparat gemäss Abbildung, zum Stempeln von Zeitkarten. Antrieb des Uhrwerkes durch selbstanlaufenden Synchronmotor. Das Stempeln der Karte geschieht von Hand. Grundplatte und Gehäuse aus Leichtmetallguss. Zuleitung dreiadrige Doppelschlauchschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Der Apparat hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen Räumen.

Gültig bis Ende Juli 1959.

P. Nr. 3101.

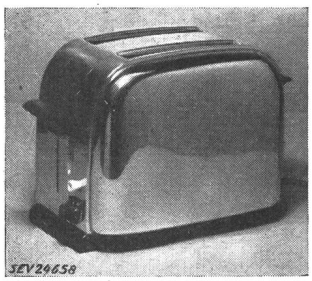
Gegenstand: **Brotröster**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32141a vom 9. Juli 1956.
Auftraggeber: P. Thalmann, Lettenstrasse 84, Kilchberg (ZH).

—

Aufschriften:

MORPHY-RICHARDS
Made in England
Model TU 10 200—220 V A.C. or. D.C. ≃
1250—1510 W Code No. UH 45300



Beschreibung:

Apparat gemäss Abbildung, zum gleichzeitigen und beidseitigen Rösten von 2 Brotschnitten. Heizwiderstand auf Glimmerplatten gewickelt. Die Brotschnitten werden oben durch 2 Schlitze eingeführt. Röstzeit einstellbar. Ein beheizter Bimetallstreifen betätigt eine Ausstossvorrichtung und unterbricht gleichzeitig den Stromkreis zweipolig. Gehäuse verchromt. Handgriffe aus Isolierpreßstoff. Dreiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Der Brotröster hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

P. Nr. 3102.

Gegenstand: **Bestrahlungsapparat**

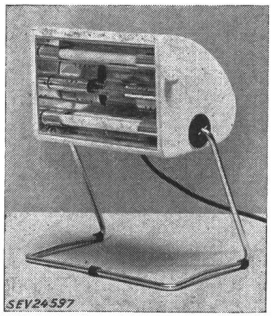
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31971 vom 10. Juli 1956.

Auftraggeber: Arnold Maag, Röntgen- und Elektromech. Apparate, Klosbachstrasse 95, Zürich.

Aufschriften:

SOLEIL Solis SONNE

220 V 730 W F. No. . . .



Beschreibung:

Ultraviolett- und Infrarot-Bestrahlungsapparat gemäss Abbildung. Quarzbrenner mit Vorschaltwiderstand, welcher in 2 Quarzrohre eingezogen ist und zur Stabilisierung des Brenners sowie zur Wärmestrahlung dient. Reflektor aus Leichtmetall, in Blechgehäuse eingebaut, welches an einem Stativ aus Metall vertikal schwenkbar befestigt und von diesem isoliert ist. Zwei Schalter für Betrieb als UV + IR- oder IR-Strahler, sowie zum Ein- und Ausschalten. Bedienungsgriff aus Isolierpreßstoff. Dreiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Der Apparat hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Er entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Vereinsnachrichten

In dieser Rubrik erscheinen, sofern sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des SEV und der gemeinsamen Organe des SEV und VSE

Totenliste

Am 10. August 1956 starb in Lausanne im Alter von 72 Jahren *André Vittoz*, Ingenieur, Mitglied des SEV seit 1925, bis vor kurzem Sekretär des Verwaltungsrates der Cie Vaudoise d'Electricité, Lausanne. Wir entbieten der Trauerfamilie und der Cie Vaudoise unser herzliches Beileid.

Bericht und Antrag der Rechnungsrevisoren des SEV an die Generalversammlung 1956

Die unterzeichneten Rechnungsrevisoren haben heute die Bilanzen und Gewinn- und Verlustrechnungen des Vereins per 31. Dezember 1955 und der ihm angeschlossenen Technischen Prüfanstalten geprüft und die Übereinstimmung der Abschlusszahlen mit den Veröffentlichungen im Bulletin Nr. 19/1956 festgestellt.

Die Durchsicht der Berichte der Schweiz. Treuhandgesellschaft gibt zu keinen besonderen Bemerkungen Anlass.

Wir beantragen Ihnen, die vorliegenden Rechnungen und Bilanzen zu genehmigen und dem Vorstande und den Verwaltungsorganen Décharge zu erteilen unter bestem Dank für die geleisteten Dienste.

Zürich, den 14. September 1956

Die Rechnungsrevisoren:
Ch. Keusch *H. Tschudi*

Korrosionskommission

32. Bericht und Rechnung für das Jahr 1955

zuhanden

des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern (SVGW), Zürich;
des Verbandes Schweizerischer Transportunternehmungen (VST), Bern;
des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV), Zürich;
der Generaldirektion der Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung (PTT), Bern;
der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB), Bern.

Allgemeines

Im Jahre 1955 setzte sich die Korrosionskommission folgendermassen zusammen:

Präsident:

Dr. h. c. *E. Juillard*, Professor an der Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne, Lausanne.

Mitglieder der Kommission:

delegiert vom SVGW:

E. Bosshard, Direktor der Wasserversorgung der Stadt Zürich, Zürich;
H. Raeber, Generalsekretär des SVGW, Zürich;

delegiert vom VST:

O. Bovet, Direktor der Strassenbahn Neuchâtel, Neuchâtel;

P. Payot, Direktor der Strassenbahn Vevey–Montreux–Chillon–Villeneuve, Clarens;

delegiert vom SEV:

Dr. h. c. *E. Juillard*, Professor an der Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne, Lausanne;

H. W. Schuler, beratender Ingenieur und Privatdozent an der ETH, Zürich;

A. Strehler, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt St. Gallen, St. Gallen;

delegiert von der PTT:

H. Koelliker, Chef der Sektion «Schutzmassnahmen und technische Dienste» der Generaldirektion der PTT, Bern;

F. Sandmeier, Ingenieur bei der Sektion «Materialprüfung» der Generaldirektion der PTT, Bern;

delegiert von den SBB:

A. Borgeaud, Oberingenieur-Stellvertreter der Bauabteilung der Generaldirektion der SBB, Bern;

P. Tresch, Chef der Abteilung Kraftwerke der Generaldirektion der SBB, Bern.

Kontrollstelle:

O. Hartmann, Ingenieur, Zürich (Chef der Kontrollstelle).

—

Am 25. Februar 1955 fand in Bern die 36. Sitzung der Korrosionskommission unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Prof. Dr. E. Juillard, Lausanne, statt, an welcher die Stahlwerke Georg Fischer, Schaffhausen, als 5. Industriefirma in die Korrosionskommission aufgenommen wurden. Es wurden ferner verschiedene Möglichkeiten zur Erlangung weiterer Geldmittel für die Korrosionskommission diskutiert. An der Nachmittagssitzung, welche als technische Sitzung mit den Vertretern der 4 Industriefirmen und der EMPA durchgeführt wurde, referierte der Chef der Kontrollstelle über die Plenarsitzung der CMI (Paris, 24. bis 31. 5. 1954), ferner über die Ergebnisse einiger besonders interessanter Untersuchungen des Jahres 1954. Die 37. Sitzung vom 12. September 1955, die ebenfalls in Bern abgehalten wurde, diente der Abnahme des Jahresberichtes und der Jahresrechnung 1954, sowie des Budgets für 1956. Der Vorsitzende teilte der Kommission mit, dass auf Ende des Jahres das Mitglied Herr F. Sandmeier, Vertreter der PTT, ferner Herr A. Kleiner, Delegierter der Verwaltungskommission des SEV und VSE, in den Ruhestand treten werden. Er dankte den beiden Herren für ihre wertvolle Mitarbeit während ihrer langjährigen Zugehörigkeit zur Korrosionskommission. Als Nachfolger für Herrn Sandmeier bestimmte die PTT-Verwaltung Herrn H. Meister, Dienstchef bei der Forschungs- und Versuchsanstalt der PTT. Herr Meister, welcher dieser Sitzung als Gast beiwohnte, wurde vom Vorsitzenden herzlich willkommen geheissen.

Auftragsarbeiten der Kontrollstelle

A. Vertragliche und periodische Untersuchungen

1. *Bern:* Berichterstattung über die periodischen Korrosionsuntersuchungen 1950–54 und die Neuberechnung der Korrosionsverhältnisse auf Grund von Messungen auf der Widerstandsschalttafel.
2. *Plaine du Rhône:* Berichterstattung über die Ergänzungsmessungen bezüglich der Polumschaltung bei der Bahn Aigle–Leysin (AL) und der Inbetriebnahme der neuen Speisestation Monthey der Bahn Aigle–Ollon–Monthey–Champéry (AOMC).
3. *Vevey–Montreux* (VMCV): Ergänzungsmessungen zur Abklärung der Auswirkungen der Ausserbetriebsetzung der Speisestation Sully und der Wiederherstellung metallischer Verbindungen zwischen den Geleisen der VMCV und der SBB in Territet, Clarens und Sully auf die Korrosionsverhältnisse längs der VMCV.
4. *Chur–Arosa-Bahn:* Vornahme von Streustrom- und Potentialmessungen an den Geleiseanlagen und an Rohr- und Kabelleitungen, Drainage- und Soutirageversuche, in Zusammenarbeit mit der Forschungs- und Versuchsanstalt der PTT.
5. *Zürich:* Fortsetzung der periodischen Kontrollmessungen im Einflussgebiet der VBZ.

B. Nichtvertragliche Untersuchungen

Diese Untersuchungen umfassten 37 Aufträge, nämlich

12 an Wasser- und Gasleitungen,
9 an Gross-Tankanlagen,
4 an Hoch- und Niederspannungskabeln,
4 an Kühlanlagen,
3 an Heisswasserspeichern und
je 1 an einer Deckenstrahlheizung, an einer Heizöl-Tankanlage, an einer Zentralheizung, an einer Seilbahn und in einem Grundwasser-Pumpwerk.

Nachstehend seien einige besonders interessante Untersuchungen etwas näher beschrieben.

6. In einem Hochhaus hatten sich knapp zwei Jahre nach dessen Erstellung Korrosionsschäden an den Röhren der Deckenstrahlheizung eingestellt, welche sporadisch in den verschiedenen Stockwerken des 19geschossigen Turmbaues auftraten. Die Untersuchungen der Kontrollstelle erstreckten sich auf Potential- und Streustrommessungen, während die EMPA mit der Untersuchung der korrodierten Rohre und des die Rohre umgebenden Betons beauftragt worden war. Es konnte festgestellt werden, dass in den drei ins Gebäude führenden Gaszuleitungen stark variable Gleichströme flossen, die als Streuströme von Strassenbahnen identifiziert werden konnten. Diese Ströme verliessen den Gebäudekomplex im Erdleiter der genullten elektrischen Anlagen, in der Wasserzuleitung und in Grundwasser-Pumpenleitungen. In einer der drei Gaszuleitungen flossen die Streuströme bis zum obersten Stockwerk des Turmbaues, wo sie in Kaffeemaschinen des dort befindlichen Restaurants in die Wasserleitung übertraten, in dieser wieder abwärts flossen und das Gebäude, wie schon erwähnt, in der Wasserzuleitung wieder verliessen. Soweit nun diese Ströme lediglich in den verschiedenen Rohrleitungen zirkulierten, waren sie nicht gefährlich, doch wusste man nicht, welcher Anteil auf den verschiedenen Stockwerken über zufällige Berührungsstellen aus der Gasleitung ins Eisenwerk der Gebäudearmierung und in die damit verbundenen Rohre der Deckenstrahlheizung übertrat, um auf ähnlichem Wege zur Wasserleitungsinstallation zu gelangen. Da von der EMPA festgestellt wurde, dass der Beton stellenweise noch einen hohen Feuchtigkeitsgehalt aufwies, war es durchaus denkbar, dass ein Teil dieser Querströme nicht auf rein metallischem Wege, sondern durch den feuchten Beton von einem Rohrsystem zum andern gelangte, wobei an den Austrittsstellen des Stromes in den Beton am Metall selber Korrosionsangriffe auftreten konnten. Der durch die EMPA festgestellte hohe Feuchtigkeitsgehalt des Betons und das stellenweise Vorhandensein von Chloriden liessen aber auch auf die Möglichkeit von chemischen Korrosionsangriffen an den Heizungsrohren schliessen. Um die unkontrollierbaren Irrwege der Streuströme im Innern des Gebäudes und die dadurch möglichen Korrosionsangriffe der im Beton eingebetteten Metallmassen zu eliminieren, wurden auf Vorschlag der Kontrollstelle in die drei Gaszuleitungen Isolierstösse eingebaut, wodurch den von aussen ins Gebäude eintretenden Bahnstreuströmen der Weg abgeschnitten wurde, was durch entsprechende Kontrollmessungen überprüft werden konnte. Auf diese Weise konnte einer der verschiedenen Faktoren, die als Korrosionsursache in Frage kommen konnten, ausgeschaltet werden, während andere Faktoren, wie z. B. der hohe Feuchtigkeitsgehalt des Betons, mit der fortschreitenden Austrocknung des Mauerwerkes ihre Wirksamkeit als Begünstiger chemischer Korrosionsangriffe nach und nach verlieren werden. Auf alle Fälle ist zu erwähnen, dass der Kontrollstelle, nachdem nun seit dem Einbau der Isolierstücke in die drei Gasleitungen bereits mehr als ein Jahr verstrichen ist, keine weiteren Korrosionsschäden gemeldet worden sind.

7. Im Jahresbericht 1954 waren, ebenfalls unter Ziffer 7, Versuche des kathodischen Schutzes einer Kühlanlage in einer Molkerei erwähnt worden, die damals aber noch nicht zu Ende geführt werden konnten, weil vorerst spezielle Langstab-Magnesiumelektroden angefertigt werden mussten. Diese 4,5 m langen Magnesium-Rundstäbe von 30 mm Durchmesser konnten dann im Sommer eingebaut und es konnte der kathodische Schutz in Betrieb genommen werden. An einer der beiden zu schützenden Kühlschlangen wurde auf eine Länge von etwa 20 cm der Farbanstrich vollständig entfernt,

so dass hier das blanke Eisen in direktem Kontakt mit dem Kühlwasser steht. Es kann so jederzeit die Wirksamkeit des kathodischen Schutzes ohne besondere Kontrollmessungen überwacht werden, weil bei genügender Schutzwirkung an dieser Prüfstelle keine Rostbildung auftreten wird. Nach Ablauf von etwa 6 Monaten seit der Inbetriebsetzung des kathodischen Schutzes kontrollierte man das Potential Kühlschlange/Wasser und stellte fest, dass dieser Wert von anfänglich —960 mV auf —720 mV abgesunken war, ohne dass an der Prüfstelle ein Rostansatz zu beobachten war. Zwecks Ermittlung des kritischen Grenzwertes wurde mit dem Besitzer der Kühlanlage vereinbart, dass er den ersten Rostanflug an der Prüfstelle der Kühlschlange melde, damit dann das kritische Potential Kühlschlange/Wasser durch Messung festgehalten werden kann.

8. Bei verschiedenen Korrosionsuntersuchungen im Südtessin wurde festgestellt, dass in den SBB-Geleisen von Chiasso her beträchtliche Streuströme der mit Gleichstrom betriebenen Linie Chiasso–Milano der italienischen Staatsbahnen in die Schweiz hinein verschleppt werden. Da diese Ströme gesamthaft wieder zu ihrem Ursprung, d. h. den Speisestationen zurückkehren müssen, deren nächste sich in Albate-Camerlata befindet, haben sie die Tendenz, die SBB-Geleise bei jeder sich bietenden Gelegenheit wieder zu verlassen. Dies wird in erster Linie auf grösseren Bahnhöfen und Stationen geschehen, wo das Wasserleitungsnetz der betreffenden Ortschaft über Erdungen von Hydranten und Wasserkränen im Bereiche der Geleiseanlagen mit diesen metallisch verbunden sind. Nun sind aber auch die Bleimäntel von Starkstrom- und Telephonkabeln, ferner der Nulleiter elektrischer Anlagen mit dem Wasserleitungsnetz verbunden, so dass sich die aus den Geleiseanlagen austretenden Streuströme weitgehend verästeln können. So besteht die Möglichkeit, dass bei unterirdisch verlegten Tankanlagen, deren elektrische Pumpenanlagen genullt oder schutzgeerdet sind, über den Null- oder Schutzerdleiter solche Fremdströme in die Tanks übertreten und diese, je nach den örtlichen Verhältnissen, einer mehr oder weniger grossen Korrosionsgefahr aussetzen. Dass eine solche Korrosionsgefahr in geringer Entfernung von Chiasso am stärksten ist, geht daraus hervor, dass in einer Nachbargemeinde von Chiasso Wasserleitungsrohre zwei Monate nach ihrer Verlegung bereits ausgedehnte Korrosionsschäden aufwiesen, welche eindeutig auf austretende Streuströme der italienischen Bahnen zurückzuführen sind. Wohl hatte die Bauart dieser Leitungen (es handelte sich um bejutete Stahlrohre) wesentlich zur Beschleunigung dieser Korrosionsangriffe beigetragen, indem die Streuströme an Stellen, wo der geteerte Jutebelag beschädigt oder wasserdurchlässig war, konzentriert austraten. Es liess sich feststellen, dass Wasserleitungen, welche die Bahngeleise unterkreuzen, erhebliche Streuströme aus den Bahnanlagen übernehmen und nach beiden Seiten hin fortleiten, besonders dort, wo die Schienen auf Eisenschwellen verlegt sind. Da die so vom Wasserleitungsnetz aufgenommenen Gleichströme die Rohrleitungen aber wieder restlos verlassen müssen, besteht für diese eine Korrosionsgefahr, deren Grösse von den örtlichen Bodenverhältnissen, dem Material und der Verlegungsart der Rohre abhängt. Ein kathodischer Schutz durch Soutirage oder durch Verwendung von Magnesium-Elektroden kommt wegen der grossen Längenausdehnung des Rohrnetzes nicht in Frage, es sei denn, dass er auf einige besonders gefährdete Rohrstränge beschränkt wird, die dann aber vom übrigen Rohrnetz durch Isolierstösse elektrisch getrennt werden müssten. Nachdem sich der Übertritt von Streuströmen der italienischen Bahnen in die SBB-Geleiseanlagen im Bahnhof Chiasso (das gleiche Problem stellt sich auch für den Bahnhof Domodossola) nicht verhütet werden kann, wird man versuchen müssen, den Übertritt dieser Ströme in die Wasserleitungsnetze und in Kabelanlagen nach Möglichkeit zu verhüten oder zum mindesten zu erschweren. Bis heute sind in dieser Hinsicht noch keine umfassenden Schutzmassnahmen unternommen worden, dagegen sind für einige konkrete Fälle geeignete Empfehlungen abgegeben worden, nämlich: In Bahnhöfen sind in die Wasserzuleitungen Isolierstösse einzubauen, da im Bahnareal die Möglichkeit von direkten Erdungsverbindungen zwischen Geleiseanlagen und Wasserleitungen besteht. In der näheren Umgebung von die Geleiseanlagen kreuzenden Wasserleitungen sollten die Geleise auf Holzschwellen verlegt werden, um den Übergangswiderstand Geleise/Erde nach Möglichkeit zu erhöhen. An den Kreuzungsstellen sollten die Wasserleitungen in schlecht leitende Schutzrohre gelegt und beidseitig der Bahngeleise durch Einbau von Isolierstössen vom übrigen Rohrleitungsnetz elektrisch getrennt werden. An Stelle von Stahlrohren mit Oberflächenisolation sollten in solchen, durch Streuströme verseuchten Gebieten nach Möglichkeit gusseiserne Röhren verwendet werden, da sich bei den Stahlrohren allfällige Stromaustritte auf vereinzelte Punkte der Oberfläche konzentrieren, wo die Isolation der Rohre aus irgend welchen Gründen verletzt worden ist, während bei den nackten (d. h. lediglich mit einem Teeranstrich versehenen) Gussrohren der Stromaustritt mehr oder weniger gleichmässig über die ganze Rohroberfläche erfolgt, wodurch die Gefahr lokal begrenzter Korrosionsherde wesentlich herabgesetzt wird. Für Leitungen, an welche voraussichtlich nie Erdungen elektrischer Anlagen angeschlossen werden, können Rohre aus Asbestzement oder geeigneten Kunststoffen zur Anwendung kommen.

9. Dass sich das Arbeitsgebiet der Kontrollstelle nicht mehr allein auf Korrosionsschäden beschränkt, die durch vagabundierende Ströme von Gleichstrombahnen verursacht werden, geht aus der folgenden Untersuchung hervor, die im Auftrage des Schweizerischen Instituts für Hauswirtschaft durchgeführt wurde. In letzter Zeit liefen bei diesem Institut in vermehrtem Masse Klagen ein, dass an Waschmaschinen und Waschherden Korrosionsschäden aufträten, deren Ursache man vielerorts den modernen Wasch- und Spülmitteln zuschrieb. Diese Meinung wurde aber von den Waschmittel-Fabrikanten energisch zurückgewiesen, indem sie darauf hinwiesen, dass solche Korrosionsschäden eher auf Elementbildung verschiedenartiger Metalle, wie sie vielfach für die Konstruktion von Waschmaschinen verwendet werden, zurückzuführen seien, z. B. Kupfer (blank oder vernickelt) für den Bottich, Leichtmetall-Legierungen für den Drehflügel. Die Waschmaschinen-Fabrikanten erklärten ihrerseits, dass solche Metallkombinationen schon seit Jahren Verwendung fänden, ohne dass irgend welche Korrosionsschäden gemeldet worden seien, solange die früher üblichen seifenhaltigen Waschmittel verwendet wurden; erst seit dem Aufkommen der synthetischen Vollwaschmittel hätten sich diese Schäden eingestellt. Da auf diese Weise Behauptung gegen Behauptung stand, schien es der Kontrollstelle angezeigt, einmal einen Versuch zu unternehmen, in welchem Masse die Elementbildung durch Verwendung verschiedenartiger Metalle in Waschmaschinen einerseits und die Benützung verschiedenartiger Wasch- und Spülmittel anderseits solche Korrosionsschäden an den Waschmaschinen verursachen können. Da ein konkreter Fall vorlag, wo in einer Waschmaschine mit Chromstahl-Bottich und Leichtmetall-Drehflügel dieser Flügel bei ausschliesslicher Verwendung eines bestimmten Waschmittels nach einer Betriebszeit von wenigen Monaten aussergewöhnlich starke Korrosionsschäden aufwies, wurde folgender Versuch unternommen: In einer solchen Waschmaschine wurde der Leichtmetall-Drehflügel vom Antriebszapfen isoliert und die «Kurzschluss»-Verbindung dieser beiden Metalle über ein Milliampèremeter geführt. Man füllte den Bottich mit der vorgeschriebenen Menge Waschlauge, wobei nacheinander 40 verschiedene Vorwasch-, Wasch- und Spülmittel zur Anwendung kamen, und kontrollierte den auftretenden Ausgleichstrom zwischen Drehflügel und Bottich. Je grösser nun dieser Ausgleichstrom ist, desto grösser ist unter gegebenen Verhältnissen der Korrosionsangriff an demjenigen Metall, wo dieser Strom in die Waschlauge austritt, im vorliegenden Falle also am Drehflügel. Die Versuche ergaben nun Ausgleichströme von Bruchteilen eines Milliampères bis zu einem Maximalwert von 0,96 A (!), je nach dem verwendeten Wasch- oder Spülmittel. Es konnte ferner nachgewiesen werden, dass dieser Ausgleichstrom mit zunehmender Temperatur der Waschlauge ebenfalls zunimmt. Es sei aber ausdrücklich betont, dass diese ersten Vorversuche allein noch nichts über die Grösse der Aggressivität dieses oder jenes Waschmittels auszusagen vermögen, da in der Praxis noch zahlreiche andere Faktoren eine Rolle spielen können (z. B. Konzentration der Waschlauge, Reibung der Wäsche usw.). Weitere, eingehende Versuche werden im Jahre 1956 zur Durchführung kommen, worüber im nächsten Jahresbericht rapportiert werden kann.

Messausrüstung

Die Messausrüstung der Kontrollstelle erfuhr im Berichtsjahr keine Erweiterung. Die Apparate zur Messung von Po-

tentialdifferenzen gegen Erde und zur Überprüfung von Soutirage-Einrichtungen arbeiteten ohne die geringste Störung, so dass sich die Revisionsarbeiten auf die periodische Eichung der Messinstrumente beschränkten.

Teilnahme an internationalen Tagungen

Der Chef der Kontrollstelle nahm an den Journées d'Etudes des CEBELCOR (Centre Belge d'Etude de Corrosion) in Bruxelles (13. und 14. April) teil. Diese Institution, welche generell unserer Korrosionskommission entspricht, aber auf viel breiterer Basis und unter weitgehender Unterstützung durch die Regierung und die Industrie Belgiens aufgebaut ist, unterhält an der Universität Bruxelles ein Forschungslaboratorium, an welchem neben zahlreichen andern Forschungsarbeiten die elektrotechnischen Gleichgewichts-Diagramme einer grösseren Zahl von Metallen aufgestellt worden sind. Diese Diagramme bilden gewissermassen die Grundlage für die Beurteilung einer Korrosionsgefahr und die Wirksamkeit des kathodischen Schutzes. Dem CEBELCOR können auch ausländische Institutionen als Mitglied beitreten, wodurch sie in den Besitz der Dokumente über solche Forschungsarbeiten gelangen und ihnen so die Durchführung analoger, zeitraubender und deshalb kostspieliger Versuche erspart bleiben. Aus diesen Gründen beschloss die Korrosionskommission, dem CEBELCOR als Ausland-Mitglied beizutreten.

Anlässlich der DECHEMA-Tagung fand in Frankfurt a. M. am 19. Mai die Gründungsversammlung der Europäischen Föderation für Korrosion statt, an welcher der Chef der Kontrollstelle als Vertreter des SEV und der Korrosionskommission teilnahm. Diese Vereinigung hat zum Ziel, die europäische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Erforschung und Bekämpfung der Korrosion sowie des Werkstoffschutzes auf gemeinnütziger Grundlage zu fördern. Die Korrosionskommission beschloss, auch diese Bestrebungen durch Beitritt zu dieser Vereinigung zu unterstützen, wodurch sie ebenfalls in den Genuss deren Dokumentation gelangt.

Finanzielles

Die Betriebsrechnung schliesst mit einem Aktivsaldo von Fr. 1007.45 ab. Der Erneuerungsfonds weist am Jahresende einen Bestand von Fr. 3596.95 auf. Gemäss Beschluss der Korrosionskommission in der 37. Sitzung vom 12. September 1955 wurde das Defizit der Rechnung 1954 im Betrage von Fr. 5199.— durch Entnahme von Fr. 3300.— aus dem Ausgleichsfonds teilweise gedeckt und der Restbetrag von Fr. 1899.— als Passivsaldo auf die Rechnung 1955 vorgetragen. Der Ausgleichsfonds erfuhr dadurch eine Reduktion auf Fr. 2.—.

Für die Korrosionskommission
Der Präsident:
gez. *E. Juillard*

I. Betriebsrechnung 1955 und Budget 1957

	Budget 1955 Fr.	*Rechnung 1955* Fr.	*Budget 1957* Fr.
Einnahmen			
Beiträge der 5 «Verbände»	14 000.—	14 000.—	14 000.—
Subventionen von 5 Industriefirmen	5 000.—	5 000.—	5 000.—
Auftragsarbeiten	17 000.—	14 990.—	17 000.—
Diverse	—	300.—	—
	36 000.—	34 290.—	36 000.—
Ausgaben			
Passivsaldo-Vortrag aus der Rechnung 1954 [1])	—	1 899.—	—
Gehälter und Versicherungen, Löhne des Hilfspersonals (inklusive Buchhaltung)	27 000.—	20 951.80	27 000.—
Reise- und Transportspesen	7 000.—	7 250.75	7 000.—
Bureau-Unkosten (Miete, Telephon, Porto, Material)	1 400.—	1 525.37	1 400.—
Betriebsausgaben für Versuche	—	235.95	—
Betrieb und Unterhalt der Apparate	300.—	418.95	300.—
Einlagen in den Erneuerungs-Fonds	300.—	375.—	300.—
Verschiedenes (Zinsen an SEV etc.)	—	625.73	—
Aktivsaldo	—	1 007.45	—
	36 000.—	34 290.—	36 000.—

[1]) Der Passivsaldo der Rechnung 1954 von Fr. 5199.— wurde durch Entnahme von Fr. 3300.— aus dem Ausgleichsfonds auf Fr. 1899.— reduziert.

II. Bilanz auf den 31. Dezember 1955

Aktiven	Fr.	*Passiven*	Fr.
Schienenstosswiderstands- und Erdstrom-Messausrüstung, automatische Versuchseinrichtung	1.—	Erneuerungs-Fonds	3 596.95
Noch nicht fakturierte Auftragsarbeiten (Transitorische Debitoren)	6 040.—	Ausgleichs-Fonds	2.—
Debitoren	21 150.—	Kontokorrent mit SEV	22 584.60
		Aktivsaldo der Betriebsrechnung	1 007.45
	27 191.—		27 191.—

III. Erneuerungs-Fonds

Einnahmen	Fr.	*Ausgaben*	Fr.
Bestand am 1. Januar 1955	3 283.85	Anschaffung von Instrumenten	61.90
Einlagen 1955 aus Auftragsarbeiten	375.—	Bestand am 31. Dezember 1955	3 596.95
	3 658.85		3 658.85

IV. Ausgleichs-Fonds

Einnahmen	Fr.	*Ausgaben*	Fr.
Bestand am 1. Januar 1955	3 302.—	Entnahme zur teilweisen Deckung des Passivsaldos der Betriebsrechnung 1954	3 300.—
		Bestand am 31. Dezember 1955	2.—
	3 302.—		3 302.—

Bericht über die Revision der Rechnungen 1955 der Korrosionskommission

Im Auftrage des Verbandes Schweizerischer Transportunternehmungen habe ich heute die Rechnungen der Korrosionskommission für das Jahr 1955 revidiert. Der Buchhaltung ist zu entnehmen, dass sich die Einnahmen auf Fr. 34 290.— beziffern, während die Ausgaben Fr. 32 391.— betragen. Der Aktivsaldo der Betriebsrechnung beträgt Fr. 1007.45 gegenüber einem, durch die Entnahme von Fr. 3300.— aus dem Ausgleichsfonds von Fr. 5199.— auf Fr. 1899.— reduzierten Passivsaldo der Betriebsrechnung 1954.

Die Bilanz weist an Aktiven Fr. 27 191.—, an Passiven Fr. 26 183.55 auf, so dass sich auch hier ein Saldo von Fr. 1007.45 ergibt.

Der Erneuerungsfonds ist auf Fr. 3596.95 gestiegen, während im Ausgleichsfonds lediglich noch Fr. 2.— vorhanden sind.

Die ordnungsgemäss geführte Buchhaltung stimmt mit den Belegen überein.

Ich beantrage daher, es seien die Rechnungen für das Jahr 1955 zu genehmigen und die Kontrollstelle mit dem Dank für die geleistete Arbeit zu entlasten.

Zürich, den 7. September 1956

Der Rechnungsrevisor:
(gez.) Dr. *R. Brüstlein*
Chef der Verwaltungsabteilung der Basler Verkehrsbetriebe

Beschluss der Korrosionskommission

Die Korrosionskommission beschloss an der 38. Sitzung vom 11. September 1955 vom Aktivsaldo der Betriebsrechnung 1955 von Fr. 1007.45 einen Teilbetrag von Fr. 1000.— dem Ausgleichsfonds zu überweisen, dessen Bestand dadurch auf Fr. 1002.— ansteigt. Der Restbetrag des Betriebsüberschusses von Fr. 7.45 wird auf neue Rechnung vorgetragen.

Vorstand des SEV

Der Vorstand des SEV hielt am 24. August 1956 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. Dr. F. Tank, seine 149. Sitzung ab. Er nahm Kenntnis von den Beschlüssen, welche die Verwaltungskommission des SEV und VSE in Bezug auf die Rechnungen 1955 und Budgets 1957 der Gemeinsamen Geschäftsstelle und der Technischen Prüfanstalten gefasst hat und genehmigte die Rechnungen 1955 und Budgets 1957 des Vereins und der Vereinsliegenschaft. Ausserdem bereitete er die von der nächsten Generalversammlung des SEV zu treffenden Wahlen von Vorstandsmitgliedern vor. In einer eingehenden Diskussion befasste er sich sodann mit der finanziellen Lage des Vereins und mit verschiedenen organisatorischen Fragen. *W. Nägeli*

Anmeldungen zur Mitgliedschaft des SEV

Seit dem 1. Juli 1956 sind durch Beschluss des Vorstandes neu in den SEV aufgenommen worden:

a) als Einzelmitglied:

Budeanu Constantin, Prof.-Ing., Académicien, Biblioteca Academiei R.P.R., Calea Victoriei Nr. 125, Bucarest I
Cloetta Willy, Ing. ETH, Friedheimstrasse 51, Bern
Crottet Joseph, Chefmonteur EEF, Düdingen (FR)
Ehrat Werner, Direktor der Hasler A.-G., Bern, Hofmeisterstrasse 30, Bern
Herber E., Dr. Ing., Rämistrasse 16, Zürich 24
Jäggi Max, Techniker, Route de Ferney 159 A, Grand-Saconnex (GE)
Membrez Georges, électricien-mécanicien, Les Fosseaux 1, Saint-Sulpice (NE)
Oppliger Robert, monteur, Place du Molard 4, Genève
Pottier Henri, Directeur général de la Cie Générale d'Electro-Céramique S. A., 12, Rue de la Baume, Paris 8e
Schlatter Walter, Ing., Gottesgraben 1, Wettingen (AG)
Schneider Charles, électro-technicien, Route de Boujeau 170, Bienne (BE)
Stauffer Theodor, Elektrotechniker, Bächlenstrasse 44, Zürich 11/46
Tobler Albert, Elektroing., Obere Bahnhofstr. 15, Baden (AG)
Willi Urs, dipl. Elektroing. ETH, Masanserstrasse 30, Chur
Zeindler Arnold, Direktor der Osram A.-G. und der Glühlampenfabrik Winterthur A.-G., Habsburgstrasse 34, Winterthur (ZH)

b) als Jungmitglied:

Schärli Markus, stud. techn., Säntisstrasse 1, Dübendorf (ZH)

c) als Kollektivmitglied:

Elektrizitätswerke Affeltrangen, Affeltrangen (TG)
E. Wunderli, dipl. Elektroinstallateur, Diessenhofen (TG)
Kraftwerke Gougra A.-G., Postfach 479, Lausanne-Gare
Gewerbeschule St. Gallen, Kirchgasse 15, St. Gallen
Glühlampenwerk Merkur G.m.b.H., Soest i. W.
Contraves A.-G., Schaffhauserstrasse 580, Zürich 52
N. Isler, Elektroing., Lichttechnische Anlagen, Ankerstr. 115, Zürich 4

Regeln und Leitsätze für die Koordination der Isolation in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden den Entwurf zu Regeln und Leitsätzen für die Koordination der Isolation in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen, 2. Auflage der Publ. Nr. 183 des SEV. Die Entstehungsgeschichte dieses Entwurfes wird in den folgenden «Vorbemerkungen» ausführlich geschildert.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, den Entwurf zu prüfen und Bemerkungen dazu bis *spätestens Samstag, den 20. Oktober 1956,* in *doppelter Ausfertigung,* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, einzureichen. Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Entwurf ein-

verstanden. Er würde dann auf Grund der ihm von der Generalversammlung erteilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschliessen.

—

Regeln und Leitsätze für die Koordination der Isolation in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen

Vorbemerkungen

Die Regeln und Leitsätze des SEV für die Koordination der Isolationsfestigkeit in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen, Publ. Nr. 183 des SEV, stehen seit dem 16. Juni 1948 in Kraft. Am 1. November 1954 wurden einige Änderungen angebracht, die sich jedoch nur auf zwei Ziffern bezogen und die Grundsätze dieser Regeln in keiner Weise tangierten.

Sechs Jahre später als der SEV — im Jahre 1954 — hat die Commission Electrotechnique Internationale (CEI) ihre ersten «Koordinationsregeln» herausgegeben, die «Directives pour la coordination de l'isolement» (Publication 71). Diese Empfehlungen der CEI behandeln jedoch nur ein relativ enges Gebiet: neben einer Anzahl Definitionen und einer ganz kurzen Darlegung der Grundsätze geben sie vor allem die Werte der Stosshaltespannung und der betriebsfrequenten Prüfspannung des Hochspannungsmaterials. Demgegenüber gehen die Regeln des SEV sehr viel weiter. Sie enthalten auch die grundlegenden Vorschriften der Überspannungsableiter und Funkenstrecken, eine Anleitung für die Erstellung von Anlagen mit koordinierter Isolation und ziemlich ausführliche Regeln für die Spannungsprüfungen des verschiedenen Hochspannungsmaterials bei Stoss und Betriebsfrequenz.

Es kam daher nicht in Frage, die Empfehlungen der CEI für die Schweiz einfach zu übernehmen und die Regeln des SEV aus dem Jahre 1948 ausser Kraft zu setzen. Zur Anpassung an die «Directives» der CEI mussten vielmehr die bestehenden Regeln des SEV so revidiert werden, dass sie mit den CEI-Bestimmungen möglichst gut übereinstimmen, aber weiterhin auch die von der CEI nicht behandelten Gebiete enthalten.

Schon 1954 fasste das FK 28 *) den Beschluss, die «Koordinationsregeln» des SEV in diesem Sinne umzuarbeiten, und diskutierte alle grundsätzlichen Fragen, die sich dabei stellten. Ein erster Entwurf der neuen Regeln wurde im Januar 1955 aufgestellt und in zwei Sitzungen des FK 28 ausführlich besprochen. Auf Grund dieser Verhandlungen entstand der zweite Entwurf vom Mai 1955, zu dessen Besprechung nochmals eine Sitzung einberufen wurde. Der so bereinigte Entwurf wurde im September 1955 dem CES und allen Fachkollegien, die sich mit Hochspannungsmaterial befassen, zur Stellungnahme unterbreitet. Im Mai 1956 wurden dann die verschiedenen Einwände dieser Kommissionen behandelt, woraus sich die heute vorliegende Fassung des Entwurfes ergab.

Die wichtigsten Abweichungen gegenüber den bisherigen Regeln des SEV aus dem Jahre 1948 sind die folgenden:

1. In Übereinstimmung mit den CEI-Bestimmungen wird für das Hochspannungsmaterial die Stosshaltespannung (statt 50-%-Überschlagstoßspannung) vorgeschrieben; hiefür werden ausnahmslos die CEI-Werte übernommen, wodurch bei den meisten Betriebspannungen die Isolationsfestigkeit bei Stoss wesentlich höher wird als bisher.

2. Für das Schutzniveau (Ableiter und Schutzfunkenstrecken) enthält die Publikation 71 der CEI keine Angaben, dagegen gibt es einen Entwurf zu Empfehlungen der CEI für Ableiter, der heute so weit gediehen ist, dass er den Ländern unter der 6-Monate-Regel zur Genehmigung vorgelegt werden kann [Dokument 37 Experts(Secrétariat)4]. Eigentlich hätte man für das Schutzniveau die Werte dieses CEI-Dokumentes übernehmen sollen; das FK 28 hat es aber vorgezogen, im vorliegenden Entwurf der «Koordinationsregeln» etwas tiefere Werte vorzuschreiben, damit die Marge zwischen der Stosshaltespannung des Materials und dem Schutzniveau etwas grösser wird.

3. Da die Publikation 71 der CEI für die äussere Isolation die gleiche Stosshaltespannung wie für die innere Isolation vorschreibt, fällt das bisherige mittlere Isolationsniveau der Regeln des SEV weg. Dagegen wurde (in Abweichung von den Regeln der CEI) die Möglichkeit belassen, sog. zusätzliche Funkenstrecken zu verwenden, deren Ansprechspannungen irgendwo zwischen den Werten der Stosshaltespannung des Materials und den Werten der Ansprech- und Restspannung der Ableiter liegen.

4. Für die Spannungsprüfung des Hochspannungsmaterials bei Betriebsfrequenz wurden die CEI-Werte übernommen, die bei den Apparaten etwas kleiner, bei den Transformatoren dagegen i. allg. etwas grösser sind als die bisherigen Werte der Regeln des SEV.

5. Der bisherige Isolationsgrad II [für höchste Betriebspannungen bis 123 kV (bisher 127 kV)] fällt weg. Es ist hiefür auch kein Bedürfnis mehr vorhanden, da im vorliegenden Entwurf die Isolationsfestigkeit i. allg. wesentlich grösser ist als beim bisherigen Isolationsgrad I.

6. In Übereinstimmung mit den CEI-Bestimmungen kann in Zukunft bei Betriebspannungen über 100 kV in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt reduzierte Isolation verwendet werden.

Entwurf

Erster Teil

Allgemeine Regeln für die Koordination der Isolation

—

A. Allgemeines und Definitionen

I. Geltungsbereich

1. Anlagen in exponierter Lage

Die vorliegenden Regeln und Leitsätze gelten für Wechselstrom-Hochspannungsanlagen (d. h. Anlagen für eine Be-

*) Das FK 28 war zur Zeit der Ausarbeitung dieses Entwurfes folgendermassen zusammengesetzt:

Dr. *W. Wanger*, Vizedirektor, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Präsident)
Dr. *H. Kläy*, Ingenieur, Prozellanfabrik Langenthal A.-G., Langenthal (Protokollführer)
Dr. *H. Aeschlimann*, Ingenieur, S. A. des Ateliers de Sécheron, Genève
Prof. Dr. *K. Berger*, Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen (FKH), Zürich
R. Bernard, ingénieur, Sté d'Exploitation des câbles électriques, Cortaillod
P. Dumur, ingénieur, S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, Lausanne
Prof. *E. Dünner*, Eidg. Technische Hochschule, Zollikon
E. Foretay, ingénieur, S. A. des Câbleries et Tréfileries de Cossonay, Cossonay-Gare
R. Gasser, Oberingenieur des Starkstrominspektorates, Zürich
A. Imhof, Delegierter des Verwaltungsrates und Direktor, Moser-Glaser & Co. A.-G., Muttenz
Ch. Jean-Richard, Ingenieur, Bernische Kraftwerke A.-G., Bern
B. Jobin, Direktor, Schweiz. Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft, Basel
Dr. *H. Kappeler*, Vizedirektor, Micafil A.-G., Zürich
A. Mètraux, Direktor, Emil Haefely & Cie. A.-G., Basel
P. Müller, Vizedirektor, Kabelwerke Brugg A.-G., Brugg
H. Puppikofer, Direktor, Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich
E. Scherb, Direktor, Sprecher & Schuh A.-G., Aarau
H. Schiller, Oberingenieur, Motor-Columbus A.-G., Baden
A. Schmidlin, Vizedirektor, Elektrizitätswerk Basel, Basel
A. Troendle, Oberingenieur der Materialprüfanstalt und Eichstätte des SEV, Zürich (bis Ende 1955)
J. Wettler, Sektionschef, Abteilung Kraftwerke der Generaldirektion SBB, Bern
R. M. Wild, Ingenieur, Elektro-Watt A.-G., Zürich
H. Wüger, Direktor, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich
W. Zobrist, Vizedirektor, Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden
H. Leuch, Sekretär des CES, Zürich (bis Ende 1955)
H. Marti, Sekretär des CES, Zürich (ab 1956)

Den Vorentwurf, der den Beratungen als Grundlage diente, stellte der Präsident, Dr. **W. Wanger**, auf, der auch die weitere Bearbeitung und Bereinigung gemäss den Beratungen besorgte. Die Überprüfung der französischen Übersetzung übernahm **E. Foretay**. Bearbeitender Ingenieur war *R. Shah* (Sekretariat des CES).

triebspannung über 1000 V) in exponierter Lage (Definition siehe Ziff. 16).

2. Höhe über Meer

Die Regeln und Leitsätze gelten für Wechselstrom-Hochspannungsanlagen, die nicht höher als 1000 m ü. M. liegen.

Bemerkung:

Für Höhenlagen über 1000 m ü. M. ist die Isolationsabstufung von Fall zu Fall besonders zu studieren; im besonderen ist die Luftisolation zu verstärken.

3. Ausnahmen

Die Regeln gelten nicht für Anlagen, deren einer Pol dauernd an Erde liegt, ferner nicht für rotierende Maschinen, Mutatoren und Mutatoranlagen, wohl aber für diejenigen Wicklungen der Mutatortransformatoren, die an ein allgemeines Wechselstrom-Hochspannungsnetz angeschlossen sind.

Bemerkung:

Die Leitsätze für die Koordination der Isolation von Freileitungen erscheinen als Publikation Nr. 0206 des SEV.

II. Zweck der Regeln und Leitsätze

4. Zweck der Regeln

Durch die vorliegenden *Regeln* (Erster und Zweiter Teil) werden Grundsätze der Koordination der Isolation festgelegt, und es wird die Isolation der Einzelteile einer Hochspannungsanlage unter Wahrung der wirtschaftlichen Gesichtspunkte so genormt, dass beim Zusammenbau nach Ziff. 5 die Forderungen nach Ziff. 6 so gut als möglich erfüllt sind.

5. Zweck der Leitsätze

Durch die vorliegenden *Leitsätze* (Dritter Teil) wird bestimmt, nach welchen Grundsätzen die Wahl des Materials und dessen Zusammenbau zu erfolgen hat, damit die Anlage bei Verwendung des den Regeln entsprechenden Materials die Forderungen nach Ziff. 6 so gut als möglich erfüllt.

III. Das Prinzip der Koordination

6. Definition

Unter *Koordination der Isolation einer elektrischen Anlage* versteht man die Gesamtheit der Massnahmen, die ergriffen werden, um in dieser Anlage Durchschläge infolge von Überspannungen zu verhindern und Überschläge, soweit sie mit wirtschaftlich tragbaren Mitteln nicht verhindert werden können, auf Stellen zu beschränken, an denen sie keinen oder nur geringen Schaden anrichten und den Betrieb nicht oder nicht wesentlich stören.

7. Innere Überspannungen

Die Massnahmen gegen *Erdschluss- und Schaltüberspannungen* sowie gegen *kurzzeitige betriebsfrequente Spannungserhöhungen* bestehen darin, für alles Hochspannungsmaterial so hohe Haltespannungen (bei Stoss und Betriebsfrequenz) zu wählen, dass infolge solcher Überspannungen keine Überschläge und Durchschläge vorkommen.

Bemerkung:

Es besteht auch die Möglichkeit, gewisse Arten dieser Überspannungen (z. B. Abschaltüberspannungen leerlaufender Transformatoren) durch Überspannungsableiter derart zu begrenzen, dass am Material keine Überschläge und Durchschläge vorkommen, obwohl die Überspannungen an sich die gemäss diesen Regeln gewählte Haltespannung des Materials überschreiten würden. Für diesen Zweck müssen Ableiter verwendet werden, die imstande sind, die betreffenden Überspannungen abzuleiten, ohne dabei Schaden zu leiden.

Anderseits dürfen Ableiter auf Überspannungsarten, denen sie nicht gewachsen sind, nicht ansprechen. Funkenstrecken sollen bei keiner der in dieser Ziffer erwähnten Überspannungsarten ansprechen.

8. Äussere Überspannungen

Die Massnahmen gegen *atmosphärische Überspannungen* bestehen — neben der Wahl genügend hoher Absolutwerte der elektrischen Festigkeit — darin, die Stosshaltespannungen der verschiedenen Anlageteile, die Ansprech- und Restspannungen der Überspannungsableiter sowie die Ansprechspannungen allfälliger Funkenstrecken so gegeneinander abzustufen, dass die Forderungen nach Ziff. 6 so gut als möglich erfüllt werden.

IV. Definitionen

9. Betriebspannung

a) Die *Betriebspannung* an einem bestimmten Ort ist der dort gemessene Wert der betriebsfrequenten Spannung.

b) Die *höchste Betriebspannung* (U_m) einer Anlage ist der höchste Effektivwert der verketteten Spannung, der zu irgendeiner Zeit und an irgendeiner Stelle der Anlage im normalen Betrieb vorkommen kann. Dabei werden vorübergehende Schwankungen der Spannung infolge von Störungen oder plötzlichen Lastabschaltungen nicht berücksichtigt.

10. Prüfspannung und Haltespannung

a) Die *Prüfspannung* ist derjenige Wert der Spannung (bei Industriefrequenz oder Stoss), mit dem ein Apparat geprüft wird.

b) Die *Haltespannung* ist derjenige Wert der Spannung (bei Industriefrequenz oder Stoss), den ein Apparat unter vorgeschriebenen Bedingungen aushält, ohne über- oder durchzuschlagen.

c) Die *Stosshaltespannung* ist der Scheitelwert eines Spannungsstosses 1|50 [1]), den ein Apparat unter vorgeschriebenen Bedingungen aushält, ohne über- oder durchzuschlagen.

11. Isolationsabstufung

Die Abstufung zwischen den Stosshaltespannungen der Anlageteile und den Ansprech- und Restspannungen der Überspannungsableiter sowie den Ansprechspannungen allfälliger Funkenstrecken (gemäss Ziff. 8) heisst *Isolationsabstufung.*

12. Isolationsniveau

Das *Isolationsniveau* eines Apparates ist definiert durch die Kombination derjenigen Spannungswerte (sowohl bei Stoss als auch bei Industriefrequenz), welche die Isolationsfestigkeit dieses Apparates kennzeichnen. Zur Festlegung eines Isolationsniveaus dienen die Stosshaltespannung und die Prüfspannung bei Industriefrequenz.

13. Schutzniveau

Das Schutzniveau gegen Stoss oder kurz *Schutzniveau* eines Überspannungsableiters oder einer Schutzfunkenstrecke (siehe Ziff. 14) ist der höchste Scheitelwert der Stoßspannung, der unter vorgeschriebenen Bedingungen an seinen Klemmen vorkommen kann.

14. Überspannungsableiter und Funkenstrecken

a) Ein *Überspannungsableiter,* kurz Ableiter, ist eine Schutzeinrichtung, die erlaubt, gefährliche Spannungen atmosphärischen Ursprungs zwischen Leitern und Erde dadurch zu verhindern, dass sie den diese Spannungen erzeugenden Ladungen einen Ausgleich über eine dauernde oder vorübergehende leitende Verbindung ermöglicht. Diese Schutzeinrichtung soll so beschaffen sein, dass sie jeden möglichen nachfolgenden Netzstrom entweder ohne Schaden dauernd aushält oder in einer solchen Zeit unterbricht, dass ihre Eigenschaften keine wesentlichen, bleibenden Veränderungen erfahren [2]).

b) Eine *Funkenstrecke* im Sinne dieser Regeln ist eine Überschlagstrecke, die stossartige Überspannungen begrenzt, indem sie durch Ansprechen eine Verbindung mit der Erde herstellt. Der entstehende Lichtbogen wird aber im allgemeinen nicht selbsttätig unterbrochen.

---

[1]) Regeln für Spannungsprüfungen (Publ. Nr. 173 des SEV).

[2]) Leitsätze des SEV für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Überspannungen (Publ. Nr. 163 des SEV), Ziff. 4.

c) Eine *Schutzfunkenstrecke* ist eine Funkenstrecke im Schutzniveau, d. h. eine Funkenstrecke, die an Stelle eines Ableiters verwendet wird.

15. Ansprech- und Restspannung

a) Die *Ansprechstoßspannung* eines Ableiters ist die während des Entstehens des Stoßstromes im Ableiter auftretende, kurzzeitige Spitze der Ableiterklemmenspannung, die durch die Funkenstrecke und den Widerstand des Ableiters bedingt ist [2]).

b) Die *100-%-Ansprechstoßspannung* eines Ableiters oder einer Funkenstrecke ist der Grenzwert der Stoßspannung (1|50), der gerade genügt, um den Ableiter bzw. die Funkenstrecke jedesmal zum Ansprechen zu bringen.

c) Die *Restspannung* eines Ableiters ist der durch den Widerstand des Ableiters bedingte Scheitelwert der Ableiterklemmenspannung beim Durchgang eines Stoßstromes durch den Ableiter [2]).

16. Exponierte und nicht exponierte Lage

a) Eine Anlage befindet sich in *exponierter Lage*, wenn ihr Material atmosphärischen Überspannungen ausgesetzt ist.

Bemerkung:

Solche Anlagen sind gewöhnlich an Freileitungen angeschlossen, entweder unmittelbar oder über kurze Kabelstrecken.

b) Eine Anlage befindet sich in *nicht exponierter Lage*, wenn ihr Material keinen atmosphärischen Überspannungen ausgesetzt ist.

Bemerkung:

Solche Anlagen sind im allgemeinen an Kabelnetze angeschlossen. Wenn eine Anlage auf der Sekundärseite eines Transformators angeschlossen ist, dessen Primärseite mit einer Anlage in exponierter Lage verbunden ist, so muss die Koordination der Isolation besonders studiert werden.

17. Innere und äussere Isolation

a) Innere Isolation ist die Isolation der inneren Teile eines Apparates, die der Einwirkung von atmosphärischen und äusseren Bedingungen wie Feuchtigkeit, Staub, Ungeziefer, Verschmutzung usw. nicht ausgesetzt sind. (Beispiel: Isolation in Öl).

b) Äussere Isolation ist die Isolation der äusseren Teile eines Apparates, der Isolierdistanzen in Luft oder Isolatorflächen u. dgl. besitzt. Die äussere Isolation ist neben der dielektrischen Beanspruchung der Einwirkung von atmosphärischen und äusseren Bedingungen wie Feuchtigkeit, Staub, Ungeziefer, Verschmutzung usw. ausgesetzt.

Bemerkung:

Alles Material, ausser dem durch Kabelendverschlüsse angeschlossenen, umfasst sowohl innere, als auch äussere Isolation.

18. Innenraum- und Freiluftisolation

a) Innenraumisolation ist die äussere Isolation von Apparaten, die für die Aufstellung im Innern von Gebäuden bestimmt und somit vor Witterungseinflüssen geschützt sind.

b) Freiluftisolation ist die äussere Isolation von Apparaten, die für die Aufstellung ausserhalb von Gebäuden bestimmt und daher den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind.

19. Wirksame und nicht wirksame Nullpunkterdung

a) Ein *Netz mit wirksam geerdetem Nullpunkt* ist ein Netz, in dem während eines Erdschlusses die höchste betriebsfrequente Spannung zwischen der oder den gesunden Phasen und Erde höchstens 80 % der höchsten verketteten Spannung erreicht, gleichgültig an welcher Stelle der Erdschluss auftritt.

Bemerkung:

Diese Bedingung ist annähernd erfüllt, wenn für alle Netzzustände das Verhältnis von Nullreaktanz zu Mitreaktanz höchstens gleich 3 und das Verhältnis von Nullwiderstand zu Mitreaktanz höchstens gleich 1 ist.

b) Isolierte, mit Löschspulen versehene oder nicht wirksam geerdete Netze haben im Gegensatz zu Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt die Eigenschaft, dass während eines Erdschlusses die betriebsfrequente Spannung zwischen der oder den gesunden Phasen und Erde den Wert von 80 % der höchsten verketteten Spannung übersteigen kann.

Bemerkung:

Über die verschiedenen Arten der Nullpunkterdung gibt Ziff. 57 Auskunft.

20. Volle und reduzierte Isolation

Volle, bzw. *reduzierte Isolation* sind zwei verschieden hohe Isolationen, die bei einer gegebenen höchsten Betriebspannung (U_m) gewählt werden können.

Bemerkung:

Volle Isolation ist immer zulässig; unter welchen Bedingungen reduzierte Isolation verwendet werden kann, wird in Ziff. 52 angegeben.

B. Voraussetzungen für die Isolationsabstufung

21. Genormter Stoss 1|50

Die Grundlage für die Isolationsabstufung bildet die Isolationsfestigkeit gegen den genormten Stoss 1|50. Beim Stationsmaterial (ohne Ableiter und Funkenstrecken) beschränken sich die vorliegenden Regeln auf den Nachweis, dass beim genormten Stoss ein bestimmter Spannungswert gehalten wird. Nur bei den Überspannungsableitern sind auch Prüfungen mit anderen Stossformen, im besonderen auch mit höheren und steileren Stössen vorgesehen.

Bemerkung:

Obschon das eigentliche Stationsmaterial nur mit Spannungsstössen 1|50 von beschränktem Scheitelwert geprüft wird, sind Ableiter, die den vorliegenden Regeln entsprechen und nicht zu weit vom zu schützenden Objekt entfernt sind, imstande, Überschläge und Durchschläge am Stationsmaterial auch bei höheren und steileren Stössen mit guter Sicherheit zu verhindern.

22. Werte der Isolationsfestigkeit

Die Werte der Isolationsfestigkeit bei Stoss und bei Industriefrequenz sind so festgelegt, dass bei Schalt- und Erdschlussüberspannungen voraussichtlich keine Überschläge und Durchschläge vorkommen.

Bemerkung:

Spannungsprüfungen des Materials bei Mittel- und Hochfrequenz werden in diesen Regeln nicht vorgeschrieben.

Erläuterung: Es fehlen heute noch weitgehend die Unterlagen über das Verhältnis der Isolationsfestigkeit bei gedämpften Mittel- und Hochfrequenzschwingungen zu derjenigen bei Industriefrequenz und Stoss.

23. Nasse und verschmutzte Isolatoren

Es werden keine Stoßspannungsprüfungen von nassen und verschmutzten Isolatoren vorgeschrieben.

Bemerkung:

Die Sicherstellung der erforderlichen Isolationsfestigkeit bei Verschmutzung und Regen erfolgt vorläufig nur durch die Regenprüfung bei Industriefrequenz.

C. Isolationsabstufung in den Stationen

24. Durchführung der Isolationsabstufung

In allen Fällen soll eine Hochspannungsanlage in exponierter Lage ausser dem Isolationsniveau des Stationsmaterials (Halteniveau) auch das Schutzniveau enthalten.

Ins *Isolationsniveau* gehören sämtliche festen, flüssigen und gasförmigen Isolationen des Stationsmaterials (ausgenommen Ableiter und Funkenstrecken). Dazu gehören also auch alle freien Luftdistanzen zwischen verschiedenen Polleitern und gegen Erde, über geöffnete Trenner, Schalter usw., sowie die Überschlagstrecken der Isolatoren.

Das *Schutzniveau* wird durch Überspannungsableiter oder Schutzfunkenstrecken dargestellt, oder es wird eine Kombination von Ableitern und Funkenstrecken verwendet. Bei der letzten Anordnung werden Überspannungsableiter aufgestellt und ausserdem noch bestimmte Isolatoren der Anlage mit Funkenstrecken versehen, die einen zusätzlichen Schutz für das Material darstellen, falls einmal ein Ableiter nicht richtig funktionieren sollte, oder wenn bei gewissen Schaltzuständen einzelne, abgetrennte Teile der Anlage keine Ableiter besitzen. Die 100-%-Ansprechstoßspannung dieser zusätzlichen Funkenstrecken kann entweder eingestellt werden wie diejenige von Schutzfunkenstrecken oder auch etwas höher, wobei aber die Werte der Stosshaltespannung des Materials unter keinen Umständen überschritten werden dürfen. Bei Einstellung zwischen Schutz- und Halteniveau stellen die zusätzlichen Funkenstrecken eine Art mittleres Niveau dar, allerdings ohne eine einigermassen sichere Abstufung zu gewährleisten. Der in diesen Regeln vorgesehene Abstand zwischen Schutz- und Halteniveau gestattet nicht, ein drittes Niveau mit zuverlässiger Abstufung dazwischen zu schieben. Solche Funkenstrecken können höchstens unmittelbar benachbartes Material vor Überschlägen schützen und bieten für gewisse innere Isolationen nur einen mangelhaften oder gar keinen Schutz (siehe auch Ziff. 61).

25. Abstufung für positive und negative Stösse

Die geforderte Isolationsabstufung ist sowohl für positive, als auch für negative Stoßspannungen durchzuführen. Für beide Polaritäten gelten die gleichen Anforderungen für die Stosshaltespannung beim Stationsmaterial und für die höchstzulässige Rest- und Ansprechspannung bei den Ableitern und Schutzfunkenstrecken.

Zweiter Teil

Regeln für die Isolationsfestigkeit des Hochspannungsmaterials

—

A. Allgemeine Regeln für die Prüfung von Stationsmaterial und Kabeln mit Stoßspannung

30. Geltungsbereich

Diese Regeln gelten für sämtliches Material gemäss Ziff. 1 und 2 (unter Berücksichtigung der Ausnahmen gemäss Ziff. 3). Weitere Einschränkungen siehe Ziff. 37, 38, 43 und 44.

31. Allgemeines über die Prüfungen

a) Art der Prüfung

Soweit nichts anderes vorgeschrieben wird, sind alle Stossspannungsprüfungen Typenprüfungen.

b) Anordnung der Prüfobjekte

Die Prüfobjekte sind bei den Prüfungen — vor allem hinsichtlich des elektrischen Feldes — möglichst so aufzustellen, wie sie in der Anlage, für die sie bestimmt sind, aufgestellt sein werden. Sind an einem Prüfobjekt Funkenstrecken angebracht, so sind sie für die Prüfung auseinanderzuziehen oder zu entfernen.

c) Reduktion auf normale Luftdichte und Luftfeuchtigkeit

Die Kontrolle der Haltespannung des Materials hat bei einem Teil des Materials so zu erfolgen, dass die Spannung entsprechend der beim Versuch vorhandenen Luftdichte und Luftfeuchtigkeit reduziert wird [3]); bei einem anderen Teil des Materials ist jedoch die Prüfung mit den in den Tabellen angegebenen Werten ohne jede Reduktion durchzuführen (siehe Ziff. 35, sowie Ziff. 36...44). Betreffend Ableiter und Schutzfunkenstrecken siehe Ziff. 33.

[3]) Reduktion gemäss Publ. Nr. 173 des SEV.

32. Nachweis der Stosshaltespannung des Materials

Das Hochspannungsmaterial wird mit Spannungsstössen von der Form 1|50 und einem Scheitelwert gemäss Tabelle I geprüft. Soweit in Ziff. 36...44 nichts anderes angegeben ist, wird sowohl mit positiver, als auch mit negativer Polarität folgende Prüfung durchgeführt:

Zunächst werden 5 Stösse auf den Prüfling gegeben. Wenn dabei weder Durchschläge noch Überschläge vorkommen, so gilt die Prüfung als bestanden. Ereignet sich ein Durchschlag oder mehr als ein Überschlag, so hat der Prüfling die Prüfung nicht bestanden. Tritt nur ein Überschlag auf, so sind 10 weitere Stösse auf den Prüfling zu geben, wobei weder ein Überschlag, noch ein Durchschlag auftreten darf.

Stosshaltespannung des Stationsmaterials

Tabelle I

Höchste Betriebspannung U_m (Effektivwert) kV	Stosshaltespannung $\hat{u}_h$ (Scheitelwert) volle Isolation kV	reduzierte Isolation kV
3,6	45	—
(7,2)	(60)	—
12	75	—
(17,5)	(95)	—
24	125	—
36	170	—
52	250	—
72,5	325	—
123	550	450
170	750	650
245	1050	900
(300)	—	(1050)
420	—	1425

Bemerkung: Die reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt verwendet werden (siehe auch Ziff. 52...54).

() Die eingeklammerten Werte sollen so weit wie möglich vermieden werden. Dagegen ist die Spannung von 17,5 kV für Transformatoren und Kondensatoren samt ihren Isolatoren zulässig.

33. Prüfung der Ableiter und Schutzfunkenstrecken

Die 100-%-Ansprechstoßspannung der Überspannungsableiter und Schutzfunkenstrecken darf die Werte von Tabelle II nicht übersteigen. Zum Nachweis wird sowohl mit positiver, als auch mit negativer Polarität folgende Prüfung durchgeführt:

Zunächst werden 10 Stösse von einem Scheitelwert gemäss Tabelle II auf den Ableiter, bzw. die Funkenstrecke gegeben. Führt jeder Stoss zum Ansprechen, so ist die Prüfung bestanden. Findet bei mehr als einem Stoss kein Ansprechen statt, so ist die Prüfung nicht bestanden. Spricht der Prüfling nur bei einem Stoss nicht an, so ist er 10 weiteren Stössen auszusetzen, wobei er jedesmal ansprechen muss.

Bemerkung:

Die Ansprechstoßspannung der Ableiter und Schutzfunkenstrecken darf auch nicht zu tief eingestellt werden (vgl. hiezu Ziff. 63).

Die Restspannung der Überspannungsableiter darf die Werte von Tabelle II ebenfalls nicht übersteigen. Zum Nachweis ist der Ableiter einem positiven und einem negativen Stromstoss 10|20 von einem Scheitelwert gleich dem Nennableitstrom auszusetzen; dabei darf die oszillographisch gemessene Restspannung den in Tabelle II angegebenen Wert nicht übersteigen.

Die Ansprechstoßspannung eines Ableiters beim Ansprechen in der Stossfront gemäss Publ. Nr. 163 des SEV sowie die Anfangsspitze beim Versuch mit Stromstössen gleich dem Nennableitstrom dürfen die Werte von Tabelle II um höchstens 15 % übersteigen.

Bemerkung:

Bei der Kontrolle der Ansprechstoßspannung von Schutzfunkenstrecken sind die Werte von Tabelle II entsprechend der beim Versuch vorhandenen Luftdichte und Luftfeuchtigkeit zu reduzieren. (Die Werte der Tabelle II

dürfen bei atmosphärischen Normalbedingungen 760/20/11 nicht überschritten werden.) Bei Ableitern gelten für die Restspannung (samt Ansprechspitze) und, sofern die Funkenstrecken luftdicht gekapselt sind, auch für die Ansprechstoßspannung (100 % und in der Front) die Werte der Tabelle II ohne jede Reduktion für die atmosphärischen Bedingungen. Ändert dagegen der Luftdruck der Ableiter-Funkenstrecken entsprechend dem äusseren Luftdruck, so ist bei der Kontrolle der Ansprechstoßspannung (100 % und in der Front) des Ableiters die gleiche Reduktion vorzunehmen wie bei Schutzfunkenstrecken.

Höchstwerte der 100-%-Ansprechstoßspannung und der Restspannung der Überspannungsableiter sowie der 100-%-Ansprechstoßspannung der Schutzfunkenstrecken (Schutzniveau)

Tabelle II

Höchste Betriebspannung U_m (Effektivwert) kV	Höchstzulässige Spannung $\hat{u}_s$ des Schutzniveaus (Scheitelwert)	
	volle Isolation kV	reduzierte Isolation kV
3,6	26	—
(7,2)	(38)	—
12	55	—
17,5	75	—
24	95	—
36	125	—
52	185	—
72,5	245	—
123	410	355
170	560	490
245	800	680
(300)	—	(800)
420	—	1100

Bemerkung: Die reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt verwendet werden (siehe auch Ziff. 52...54).

() Die eingeklammerten Werte sollen so weit wie möglich vermieden werden.

B. Besondere Regeln für Stationsmaterial und Kabel

35. Allgemeines über die Prüfungen

a) Arten der Prüfung

In diesen Regeln sind nur die Prüfungen vorgeschrieben, die nötig sind, um die Koordination der Isolation sicherzustellen. Weitere Prüfvorschriften (auch für Spannungsprüfungen) finden sich in den Regeln oder Leitsätzen für das Material selbst.

Alle betriebsfrequenten Prüfungen unter Regen sowie die Stoßspannungsprüfungen, bei denen nichts anderes vorgeschrieben wird, sind Typenprüfungen. Die betriebsfrequenten Prüfungen an trockenen Prüflingen sowie alle Gleichspannungsprüfungen sind Stückprüfungen, ausgenommen bei Kabeln (siehe Ziff. 44).

b) Anordnung der Prüfobjekte

Die Prüfobjekte sind bei den Prüfungen — vor allem hinsichtlich des elektrischen Feldes — möglichst so aufzustellen, wie sie in der Anlage, für die sie bestimmt sind, aufgestellt sein werden. Sind an einem Prüfling Funkenstrecken angebracht, so sind sie für die Prüfung auseinanderzuziehen oder zu entfernen.

c) Reduktion auf normale Luftdichte und Luftfeuchtigkeit

Der Versuch zum Nachweis der Stosshaltespannung ist bei Material mit überwiegend innerer Isolation mit den Werten der Tabelle I ohne jede Reduktion nach Luftdichte und Luftfeuchtigkeit durchzuführen; dieser Versuch darf aber nicht verlangt werden, wenn die relative Luftdichte nicht mindestens gleich 0,92 ist. Bei Material mit überwiegend äusserer Isolation müssen die äusseren Überschlagstrecken (Isolatoren und Luftdistanzen) die in den Tabellen angegebenen Werte nur bei atmosphärischen Normalbedingungen 760/20/11 halten; beim Versuch sind daher die Tabellenwerte entsprechend der jeweiligen Luftdichte und Luftfeuchtigkeit zu reduzieren [3]). In Ziff. 36...44 ist angegeben, wann die Reduktion vorzunehmen ist und wann nicht.

Erläuterung: Es besteht ein Interesse daran, die innere Isolation möglichst mit den vollen Werten der Tabelle I zu prüfen. Dies bedingt aber — da der Versuch in der Regel bei einer relativen Luftdichte kleiner als 1 durchgeführt werden muss — eine Überdimensionierung der äusseren Isolation, die gemäss den Empfehlungen der CEI[4]) die Werte von Tabelle I nur bei atmosphärischen Normalbedingungen 760/20/11 halten müsste. Es wäre nicht gerechtfertigt, diese Überdimensionierung bei Apparaten zu verlangen, die vor allem aus äusserer Isolation bestehen (Isolatoren, Trenner usw.), wohl aber bei Material, bei dem die Kosten für die innere Isolation stark überwiegen (z. B. Transformatoren).

Die Prüfungen mit Wechselspannung von Industriefrequenz und mit Gleichspannung sind in allen Fällen mit den in den Tabellen angegebenen Prüfspannungswerten ohne jede Reduktion durchzuführen; die Versuche dürfen aber nicht verlangt werden, wenn die relative Luftdichte nicht mindestens gleich 0,92 ist.

36. Hochspannungsapparate und Stationsisolatoren

Dazu gehören:

Leistungsschalter
Leistungstrenner
Trenner
Sicherungshalter und Sicherungen
Isolatoren von Sammelschienen (Stützer oder Hängeisolatoren)
Durchführungen
Isolatoren von Transformatoren, Maschinen, Messwandlern usw.

Bemerkung:

Trenner und Leistungstrenner dienen dazu, einen Stromkreis in allen Polen zuverlässig erkennbar aufzutrennen, wobei die Isolationsfestigkeit der Trennstrecke im Vergleich zur Isolation gegen Erde so gross ist, dass höchstens ein Überschlag nach Erde, mit Sicherheit aber kein Überschlag über die offene Trennstrecke vorkommt, auch dann, wenn auf der einen Seite eine Stoßspannung auftritt, während die andere Seite der Unterbrechungsstelle unter Betriebspannung steht.

Bei den Leistungsschaltern wird diese Forderung nicht gestellt. Dabei darf aber selbstverständlich im stationären Betrieb die Unterbrechungsstelle nicht überschlagen, wenn beide Seiten unter Betriebspannung stehen und zu zwei Netzen gehören, die nicht synchron miteinander laufen.

a) Prüfung mit Stoßspannung

Alles Material ist entsprechend Ziff. 32 mit Stoßspannung zu prüfen. Die in Tabelle I angegebenen Werte der Stosshaltespannung sind dabei entsprechend der beim Versuch vorhandenen Luftdichte und Luftfeuchtigkeit zu reduzieren. Lediglich Isolatoren von Transformatoren, Messwandlern, Kondensatoren und Maschinen müssen diese Prüfung mit den Werten von Tabelle I ohne Reduktion bestehen (vgl. Ziff. 38, 39, 43).

In Abweichung von den allgemeinen Regeln gelten für die Stossprüfung der geöffneten Trennstrecken von Leistungstrennern, Trennern und offenen Sicherungshaltern die Werte der Stosshaltespannung in Tabelle III. Auch diese Werte sind entsprechend der beim Versuch vorhandenen Luftdichte und Luftfeuchtigkeit zu reduzieren.

Damit unter allen Umständen ein Überschlag nach Erde erfolgt, bevor die offene Trennstrecke überschlagen kann, genügt es nicht, eine relativ hohe Stosshaltespannung der geöffneten Trennstrecke zu verlangen, sondern es muss überdies die Stosshaltespannung gegen Erde irgendwie begrenzt werden. Zu diesem Zwecke verwendet man in der Regel in allen Polen und auf beiden Seiten der Leistungstrenner, Trenner und Sicherungshalter Funkenstrecken, die entweder an den Isolatoren des Apparates selbst oder an unmittelbar daneben aufgestellten und untrennbar damit verbundenen Isolatoren angebracht werden. Diese Funkenstrecken sollen eingestellt werden wie die zusätzlichen Funkenstrecken nach Ziff. 24, d. h. ihre 100-%-Ansprechstoßspannung unter atmosphärischen Normalbedingungen 760/20/11 soll bei beiden

[4]) Directives pour la coordination de l'isolement, Publication 71 de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI).

Stosshaltespannung der geöffneten Trennstrecken von Leistungstrennern, Trennern und offenen Sicherungshaltern

Tabelle III

Höchste Betriebspannung U_m (Effektivwert) kV	Stosshaltespannung $\hat{u}_s$ (Scheitelwert) volle Isolation kV	reduzierte Isolation kV
3,6	50	—
(7,2)	(75)	—
12	95	—
(17,5)	(125)	—
24	165	—
36	230	—
52	340	—
72,5	450	—
123	760	620
170	1040	880
245	1460	1230
(300)	—	(1460)
420	—	2000

Bemerkung: Die reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt verwendet werden (vgl. Ziff. 52...54) und auch dann nur, wenn für das übrige Material der Anlage ebenfalls reduzierte Isolation verwendet wird.

() Die eingeklammerten Werte sollen so weit wie möglich vermieden werden.

Polaritäten zwischen den Werten der Stosshaltespannung des Materials (Tabelle I) und denjenigen des Schutzniveaus (Tabelle II) liegen. Wird für die Stossfestigkeit der geöffneten Trennstrecken reduzierte Isolation verwendet, so müssen auch die Funkenstrecken entsprechend den für reduzierte Isolation gültigen Spannungswerten eingestellt werden.

Erläuterung: Für die Trennstrecken von *Leistungstrennern, Trennern und Sicherungshaltern* wird eine erhöhte Stosshaltespannung verlangt, damit eine auftreffende Überspannung eher einen Überschlag nach Erde als über die geöffnete Trennstrecke einleitet, und zwar auch dann, wenn die Betriebe auf beiden Seiten der Unterbrechungsstelle unter Betriebspannung stehen.

Wenn eine Überspannung gegen Erde den Wert der Stosshaltespannung ($\hat{u}_h$) nach Tabelle I erreicht, so ist die Spannung über die geöffnete Trennstrecke im ungünstigsten Fall in einem nicht wirksam geerdeten Netz um $\sqrt{2}\ U_m$ (U_m: höchste Betriebspannung), in einem Netz mit wirksam geerdetem Nullpunkt um $0{,}8\ \sqrt{2}\ U_m$ grösser. Die Stosshaltespannung ($\hat{u}_s$) in Tabelle III entspricht nun der Formel

$\hat{u}_s = 1{,}05\ (\hat{u}_h + \sqrt{2}\ U_m)$ bei voller Isolation,

$\hat{u}_s = 1{,}05\ (\hat{u}_h + 0{,}8\ \sqrt{2}\ U_m)$ bei reduzierter Isolation.

Die gewünschte Abstufung ist erreicht durch den Faktor 1,05 und die Tatsache, dass die Trennstrecken bei einem Spannungsscheitelwert $\hat{u}_s$ noch nicht überschlagen, die Funkenstrecken dagegen bereits bei einem Spannungsscheitelwert, der höchstens gleich $\hat{u}_h$ ist, in allen Fällen ansprechen.

Für die Unterbrechungsstellen von *Leistungsschaltern* — auch wenn sie eine sichtbare Trennstrecke in Luft aufweisen — wird diese erhöhte Überschlagspannung nicht gefordert (vgl. die Bemerkung am Anfang von Ziff. 36), weil sonst die Kosten und Abmessungen der Schalter wesentlich vergrössert würden und weil sich eine solche Vorschrift (besonders bei sehr hohen Spannungen) auch auf die Einschaltzeit gewisser Schalter ungünstig auswirken würde.

Bei Leistungsschaltern dürfen bei der Abschaltung irgendwelcher Ströme keine äusseren Überschläge über die Schaltkammern auftreten. Rückzündungen müssen ausnahmslos in der aktiven Schaltstrecke oder an einer dafür vorgesehenen Funkenstrecke erfolgen.

b) Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz

Das in Ziff. 36 aufgezählte Hochspannungsmaterial ist einer Spannungsprüfung bei Industriefrequenz von 1 min Dauer bei einer Prüfspannung nach Tabelle IV zu unterziehen. Dabei darf das Material weder überschlagen noch durchschlagen. Die Prüfung ist bei allem Material als Stückprüfung am trockenen Prüfling und bei Freiluftmaterial ausserdem als Typenprüfung unter Regen durchzuführen [5]).

Erläuterung: Die Stückprüfung des trockenen Prüflings bei Industriefrequenz dient u. a. als Materialkontrolle.

Die Spannungsprüfung bei Industriefrequenz verschafft die Gewähr dafür, dass im Netzbetrieb keine Überschläge bei betriebsfrequenter Spannung erfolgen. Da für betriebsfrequente Spannungen keine Isolationsabstufung durchgeführt wird, sondern die Sicherheit bestehen soll, dass überhaupt keine Überschläge erfolgen, ist nur die Spannungsprüfung, aber kein Überschlagversuch durchzuführen.

[5]) Regeln für Spannungsprüfungen (Publ. Nr. 173 des SEV).

Prüfspannung der Hochspannungsapparate und Stationsisolatoren bei Industriefrequenz

Tabelle IV

Höchste Betriebspannung U_m (Effektivwert) kV	Prüfspannung U_p [«Effektivwert» [1])] volle Isolation kV	reduzierte Isolation kV
3,6	21	—
(7,2)	(27)	—
12	35	—
(17,5)	(45)	—
24	55	—
36	75	—
52	105	—
72,5	140	—
123	230	185
170	325	275
245	460	395
(300)	—	(460)
420	—	630

[1]) d. h. Scheitelwert/$\sqrt{2}$.

Bemerkung: Die reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt verwendet werden (siehe auch Ziff. 52...54).

() Die eingeklammerten Werte sollen so weit wie möglich vermieden werden.

37. Schaltanlagen

Sämtliche Schlagweiten müssen so gross gewählt werden, dass die Schaltanlagen den für Hochspannungsapparate vorgeschriebenen Prüfungen gewachsen sind.

Die Abstände zwischen verschiedenen Sammelschienensystemen müssen so gross sein, dass die Stosshaltespannung den für offene Trennstrecken von Trennern vorgeschriebenen Wert (Tabelle III) erreicht.

Werden ganze Schaltanlagen einer Stossprüfung unterworfen, so soll dasjenige Material, das für sich allein nicht mit Stoßspannung geprüft wird oder für das nur eine relativ geringe Zahl von Stössen vorgesehen ist, vorher abgetrennt werden (siehe Ziff. 38, 40, 43 und 44).

38. Transformatoren

Dazu gehören:

Leistungstransformatoren,
Erdschlusslöschspulen,
Drosselspulen, die zwischen Polen oder zwischen Pol und Erde geschaltet sind,
Spannungswandler und kombinierte Strom-Spannungs-Wandler.

a) Allgemeines

Stufentransformatoren samt Stufenschaltern werden gleich geprüft wie gewöhnliche Transformatoren.

Transformatoren mit abgestufter Isolation kommen nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt in Frage; ihr Sternpunkt muss dauernd entweder direkt oder über eine so kleine Impedanz geerdet sein, dass auch bei Erdschlüssen keine für die Isolationsfestigkeit des Sternpunktes und der anschliessenden Wicklungsteile gefährliche Spannung zwischen Sternpunkt und Erde entsteht. Transformatoren mit abgestufter Isolation sollen nur bei Betriebspannungen über 72,5 kV verwendet werden.

Bemerkung:

Bei direkter oder niederohmiger Erdung des Transformator-Sternpunktes tritt an den Eisenteilen des Transformators während Erdschlüssen unter Umständen eine hohe Spannung gegen Erde auf. Werden die Sternpunkte der anderen Wicklungen des Transformators nicht mit den Eisenteilen verbunden, damit diese Spannung nicht in die anderen Netze hineingetragen wird, so entsteht die entsprechende Spannungsdifferenz zwischen den anderen Wicklungen und den Eisenteilen; hierauf muss bei der Isolationsbemessung Rücksicht genommen werden.

Bei Dreiphasen-Transformatoren mit nicht geerdetem Sternpunkt soll dieser nicht herausgeführt werden, sofern dies nicht aus betrieblichen Gründen erforderlich ist. Wird er herausgeführt, so soll die Sternpunktklemme bei höchsten Betriebspannungen von mehr als 72,5 kV für mindestens 65 %, bei höchsten Betriebspannungen bis und mit 72,5 kV für 100 % der für die Polklemmen vorgeschriebenen Span-

nungswerte bemessen werden. Am herausgeführten Sternpunkt wird zweckmässigerweise ein Ableiter angeschlossen, selbst wenn die Polklemmen nicht mit Ableitern geschützt sind. Bei einer Isolationsfestigkeit der Sternpunktklemme von 65 % der Polklemmen ist ein Sternpunktableiter unerlässlich, aber auch bei 100 % Isolationsfestigkeit können noch Überschläge am Sternpunkt auftreten, wenn dieser nicht mit einem Ableiter versehen wird.

Sind bei Einphasenanlagen beide Pole isoliert, so sind die Mittelpunkte der Transformatoren gleich zu behandeln wie die Sternpunkte von Drehstromtransformatoren.

b) Prüfung mit Stoßspannung

Die Stoßspannungsprüfung wird nur nach vorheriger Vereinbarung zwischen Besteller und Lieferant an einzelnen ausgewählten Transformatoren und nur an den vereinbarten Wicklungen durchgeführt. Diese Wicklungen werden auf der Seite der Polklemme mit 3 positiven und 3 negativen vollen Stössen von genormter Form 1|50 und einem Scheitelwert gemäss Tabelle I gestossen [6]), wobei das andere Wicklungsende geerdet ist. Die Werte der Tabelle I sind bei Leistungstransformatoren, Löschspulen, Drosselspulen, Spannungswandlern und kombinierten Strom-Spannungs-Wandlern ohne Reduktion nach Luftdichte und Luftfeuchtigkeit anzuwenden; der Versuch darf aber nicht verlangt werden, wenn die relative Luftdichte nicht mindestens gleich 0,92 ist.

Für Transformatorwicklungen, die im Betrieb nicht direkt mit einem Freileitungsnetz in Verbindung stehen (Anschluss an Kabelnetz oder an Generatoren usw.), ist keine Stossprüfung erforderlich.

Ebenso wird an Leistungstransformatoren mit Luftisolation vorläufig kein Stossversuch durchgeführt.

c) Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz

Transformatoren, Löschspulen, Drosselspulen, Spannungswandler und kombinierte Strom-Spannungs-Wandler mit Ölisolation sind einer Spannungsprüfung von 1 min Dauer mit

Prüfspannung der Öltransformatoren bei Industriefrequenz

Tabelle V

Höchste Betriebspannung U_m (Effektivwert) kV	Prüfspannung U_p [«Effektivwert» [1])] volle Isolation kV	reduzierte Isolation kV
3,6	16	—
(7,2)	(22)	—
12	28	—
17,5	38	—
24	50	—
36	70	—
52	95	—
72,5	140	—
123	230	185
170	325	275
245	460	395
(300)	—	(460)
420	—	630

[1]) d. h. Scheitelwert/$\sqrt{2}$.

Bemerkung: Die reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt verwendet werden (siehe auch Ziff. 52...54).

() Die eingeklammerten Werte sollen so weit wie möglich vermieden werden.

den Spannungswerten gemäss Tabelle V zu unterziehen. Dabei wird die Spannung zwischen die zu prüfende Wicklung und die untereinander und mit den Eisenteilen verbundenen anderen Wicklungen gelegt. Der Prüfling darf bei dieser Prüfung weder überschlagen noch durchschlagen.

Bei Transformatoren, die unter Last umschaltbar sind, werden diejenigen Schaltelemente, die die Leistungsabschaltung vornehmen, zwischen Spannung führenden Teilen und Erde mit einer Prüfspannung nach Tabelle IV geprüft (d. h. wie Leistungsschalter).

Transformatoren mit abgestufter Isolation haben die Prüfung mit fremder Prüfspannung nicht zu bestehen, sondern nur eine Prüfung mit induzierter Spannung (von gleichen Spannungswerten).

Spannungswandler, bei denen ein Punkt der Oberspannungswicklung fest geerdet ist, sind ebenfalls nur einer Prüfung mit induzierter Spannung zu unterziehen. Falls die Prüfanlage eine Prüfung mit den vorgeschriebenen Spannungswerten nicht erlaubt, sind Werte anzuwenden, die möglichst nahe an die in der Tabelle aufgeführten herankommen.

Bei allen Prüfungen mit induzierter Spannung beträgt die Prüfdauer 1 min, sofern die Prüffrequenz höchstens gleich der doppelten Nennfrequenz ist. Bei höherer Prüffrequenz beträgt die Prüfdauer

$$2 \times \frac{\text{Nennfrequenz}}{\text{Prüffrequenz}} \times 60 \text{ s, mindestens aber 15 s.}$$

Transformatoren, Löschspulen, Drosselspulen, Spannungswandler und kombinierte Strom-Spannungs-Wandler mit anderer als Ölisolation haben eine Prüfung mit den Werten nach Tabelle IV zu bestehen, d. h. mit den gleichen Werten wie Hochspannungsapparate, weil der Stossfaktor im allgemeinen kleiner ist als für Ölisolation.

39. Drosselspulen (ohne Erdschlusslöschspulen) und Stromwandler

a) Prüfung mit Stoßspannung

Stromwandler sowie Drosselspulen, die im Zuge eines Polleiters angeordnet sind, werden bei kurzgeschlossenen Wicklungen mit 3 positiven und 3 negativen vollen Stössen von genormter Form 1|50 und einem Scheitelwert gemäss Tabelle I gestossen. Die Werte der Tabelle I sind dabei ohne jede Reduktion nach Luftdichte und Luftfeuchtigkeit anzuwenden; der Versuch darf aber nicht verlangt werden, wenn die relative Luftdichte nicht mindestens gleich 0,92 ist.

b) Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz

Drosselspulen und Stromwandler mit Ölisolation haben eine Spannungsprüfung gegen Erde mit Industriefrequenz nach den Werten von Tabelle V, solche mit anderer Isolation nach Tabelle IV zu bestehen. In beiden Fällen beträgt die Prüfdauer 1 min.

40. Rotierende Maschinen und Induktionsregler

Diese Regeln gelten vorläufig nicht für rotierende Maschinen und Induktionsregler. Später sollen hierüber besondere Koordinationsregeln aufgestellt werden.

41. Hochspannungsverbraucher

Für Hochspannungsverbraucher, z. B. Elektrokessel, gelten die gleichen Vorschriften wie für Hochspannungsapparate.

42. Überspannungsableiter

Für Überspannungsableiter gelten die Regeln gemäss Ziff. 33.

43. Kondensatoren und statische Voltmeter

I. Kopplungs-, Mess- und Überspannungsschutzkondensatoren

Bemerkung:

Kondensatoren in reinen Kabelnetzen sowie Anlasskondensatoren von Hochspannungsmotoren und Kondensatoren für Induktionsöfen sind wie Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors (siehe Ziff. 43, III) zu prüfen, auch wenn eine Klemme fest geerdet ist.

a) Prüfung mit Stoßspannung

Zwischen der nicht geerdeten Polklemme und Erde ist eine Stossprüfung nach Ziff. 32 durchzuführen, wobei in Tabelle I die *verkettete* höchste Betriebspannung des Netzes zugrunde zu legen ist (nicht etwa die am einzelnen Kondensator auftretende höchste Phasenspannung). Die angegebenen

[6]) Bei Transformatoren mit grosser Kapazität, kleiner Induktivität oder sehr hoher Spannung oder Leistung ist es nicht immer möglich, die vorgeschriebene Front- und Halbwertdauer (selbst unter voller Inanspruchnahme der zulässigen Toleranzen) einzuhalten. In diesem Fall sollen Front- und Halbwertdauer, so gut als es die gegebenen Verhältnisse ermöglichen, den genormten Werten angenähert werden.

Wenn später einmal eine Prüfung mit abgeschnittenen Stössen eingeführt wird, so soll die gesamte Zahl der Stösse dannzumal neu festgelegt werden.

Werte der Stosshaltespannung gelten ohne Reduktion nach Luftdichte und Luftfeuchtigkeit. Bei dieser Prüfung ist die betriebsmässig geerdete Klemme mit dem Gehäuse und der Erde zu verbinden.

Bemerkung:

Wenn die Prüfanlage nicht gestattet, die Prüfung mit dem Normalstoss 1|50 durchzuführen, darf ein Stoss von beliebiger anderer Frontdauer verwendet werden, dagegen muss die Halbwertdauer 50 µs betragen.

b) Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz

Die Kopplungs-, Mess- und Überspannungsschutzkondensatoren sind zwischen den Klemmen während 1 min mit einer Spannung von Industriefrequenz nach Tabelle IV zu prüfen. Bei dieser Prüfung ist die betriebsmässig geerdete Klemme an Erde zu legen.

Wenn die Prüfanlage eine Prüfung mit Wechselspannung nicht ermöglicht, kann die Prüfung mit Gleichspannung vom Scheitelwert der vorgeschriebenen Wechselspannung durchgeführt werden.

Bei Überspannungsschutzkondensatoren für Anlagen mit weniger als 24 kV höchster Betriebspannung bleiben die Prüfspannungen einer besonderen Vereinbarung vorbehalten.

II. Seriekondensatoren

Seriekondensatoren sind zwischen den verbundenen Polklemmen und Erde in gleicher Weise mit Stoßspannung und mit Wechselspannung von Industriefrequenz zu prüfen wie Kopplungs-, Mess- und Überspannungsschutzkondensatoren (Ziff. 43 I). Sofern Seriekondensatoren direkt in eine Freileitung eingebaut werden, ohne dass dafür eine Station eingerichtet wird, sind für die Prüfung dieser Kondensatoren die gleichen Werte der Stoss- und Wechselspannung zu wählen wie für die Freileitung.

III. Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors

a) Prüfung aller miteinander verbundenen Klemmen gegen Erde

α) mit Wechselspannung von Industriefrequenz nach Tabelle V;

β) mit Stoßspannung nach Ziff. 32, wobei die verkettete höchste Betriebspannung des Netzes (Tabellenwerte) zugrunde zu legen ist. Die in Tabelle I angegebenen Werte der Stosshaltespannung sind dabei ohne Reduktion nach Luftdichte und Luftfeuchtigkeit anzuwenden.

b) Prüfung von Polklemme zu Polklemme

Die Prüfung erfolgt während 1 min mit Gleichspannung vom Wert:

$U_p = 3{,}75\ U_m$ für Einphasen-Kondensatoren und Dreiphasenkondensatoren in Dreieckschaltung,

$U_p = 3{,}75\ \frac{2}{\sqrt{3}}\ U_m = 4{,}35\ U_m$ für Dreiphasenkondensatoren in Sternschaltung, wo U_m der Effektivwert der höchsten Betriebspannung (von Polklemme zu Polklemme) ist.

Mit diesen relativ niedrigen Werten darf nur dann geprüft werden, wenn die wirksame Kapazität eines Kondensators mindestens so gross ist, dass ein durch diese Kapazität gehender Stoßstrom von steiler Stirn und exponentiellem Abfall von 1500 A Scheitelwert und 30 µs Halbwertdauer keine höhere Spannung erzeugt als die während der Prüfung angelegte Gleichspannung. Sind die wirksamen Kapazitäten kleiner, so ist die Prüfspannung zu erhöhen; ihre Festlegung bleibt einer besonderen Vereinbarung vorbehalten.

Bemerkung:

Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors werden keiner Wechselspannungsprüfung und keiner Stossprüfung zwischen den Polklemmen unterzogen.

Erläuterung: Da die Prüfung mit Wechsel- und Stoßspannung zwischen den Klemmen infolge der grossen Kapazität von Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors grosse Schwierigkeiten bereitet, ist nur eine Prüfung mit Gleichspannung vorgeschrieben. Eine Prüfung mit gleich hoher Stoßspannung wie beim übrigen Material ist übrigens deshalb nicht nötig, weil die in der Anlage auftretenden stossartigen Überspannungen durch die grosse Kapazität sehr stark gesenkt werden. Es ist daher nur eine Prüfung mit mässiger Gleichspannung vorgesehen, die gerade genügen soll, um das einwandfreie Verhalten der Kondensatoren unter Betriebspannung zu gewährleisten. Eine höhere Prüfspannung wird nur dann verlangt, wenn die Kapazität so klein ist, dass mit einiger Wahrscheinlichkeit im Betrieb höhere stossartige Beanspruchungen erwartet werden müssen.

IV. Statische Voltmeter

Statische Voltmeter werden den gleichen Spannungsprüfungen unterzogen wie Kopplungs-, Mess- und Überspannungsschutzkondensatoren. Werden sie über kapazitive Spannungsteiler angeschlossen, so kann die höchste Betriebspannung des Voltmeters durch Reduktion der höchsten Netzspannung entsprechend dem Spannungsteiler-Verhältnis berechnet und das Voltmeter entsprechend diesem Wert für sich allein geprüft werden. Für den Spannungsteilerkondensator gelten die gleichen Regeln wie für Kopplungs-, Mess- und Überspannungsschutzkondensatoren.

44. Kabel

Die Spannungsprüfungen gelten für Hochspannungskabel mit ihren Armaturen. Für die Typenprüfungen werden Kabelabschnitte von rund 10 m Länge benützt.

a) Prüfung mit Stoßspannung

Es ist eine Typenprüfung nach Ziff. 32 durchzuführen. Dabei sind die Werte der Stosshaltespannung nach Tabelle I ohne Reduktion nach Luftdichte und Luftfeuchtigkeit anzuwenden; der Versuch darf aber nicht verlangt werden, wenn die relative Luftdichte nicht mindestens gleich 0,92 ist.

b) Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz

Es ist eine Typenprüfung von je einer Minute Dauer zwischen einem Leiter und den miteinander und mit dem Bleimantel verbundenen anderen Leitern bei einem Spannungswert nach Tabelle IV durchzuführen, wobei für U_m die verkettete Spannung des Kabels einzusetzen ist. Die Prüfung ist bei Innenraum-Endverschlüssen am trockenen Prüfling, bei Freiluft-Endverschlüssen unter Regen durchzuführen.

Ferner ist eine Stückprüfung mit dem 2,5fachen Werte der Nennspannung Pol—Erde, d. h. der Spannung, nach der die Isolation zwischen Leiter und Bleimantel bemessen ist, durchzuführen. Die Spannung wird bei Kabeln mit radialem Feld zwischen die miteinander verbundenen Leiter und den Bleimantel gelegt. Die Prüfdauer beträgt 20 min. Bei Kabeln mit nicht ausschliesslich radialem Feld (Gürtelkabel) werden ein Leiter an Spannung und die übrigen Leiter mit dem Bleimantel gemeinsam an Erde gelegt. Die Prüfdauer beträgt für jeden Leiter 15 min.

Erläuterung: Die vorgeschriebene Wechselspannungsprüfung von 20 bzw. 15 min Dauer dient der Fabrikationskontrolle der Kabel. Die Prüfung von 1 min Dauer ist für die Kabelendverschlüsse massgebend. Das Kabel selber wird durch diese höhere Prüfspannung infolge der kurzen Dauer nicht gefährdet. (Vgl. die Leitsätze für Hochspannungskabel, Publ. Nr. 164 des SEV.)

Dritter Teil

Leitsätze für die Wahl des Materials und für die Erstellung von Anlagen mit koordinierter Isolation

—

A. Wahl des Stationsmaterials und der Kabel bei gegebener Betriebspannung

51. Festlegung eines genormten Wertes der höchsten Betriebspannung, sowie der Werte der Isolationsfestigkeit und des Schutzniveaus

Die in den Tabellen I...V aufgeführten Werte der höchsten Betriebspannung sind Normwerte, ebenso alle übrigen Werte in diesen Tabellen. Mit Ausnahme der in Ziff. 55 aufgezählten Fälle sollen für die Festlegung der Isolationsfestigkeit des Materials nur diese genormten Werte angewandt werden.

Liegt die höchste Betriebspannung einer Anlage fest, so nimmt man den nächst höheren genormten Wert und findet

dazu in den Tabellen I...V die zugehörigen Werte der Stosshaltespannung und der betriebsfrequenten Prüfspannung des Materials, sowie der Rest- und Ansprechspannung der Ableiter und Schutzfunkenstrecken. Auf diese Weise wird sämtliches Material einer Anlage für ein und denselben Wert der höchsten Betriebspannung gewählt.

Bemerkung:

Eine Ausnahme besteht für die höchste Betriebspannung von 17,5 kV. Da Isolatoren, Trenner, Schalter usw. für diese Spannung nicht hergestellt werden, muss dieses Material für eine höchste Betriebspannung von 24 kV gewählt werden, auch wenn Transformatoren oder Kondensatoren für eine höchste Betriebspannung von 17,5 kV verwendet werden. In diesem Fall muss das Schutzniveau (Ableiter- oder Schutzfunkenstrecken) sowie allfällige zusätzliche Funkenstrecken (Ziff. 24) entsprechend dem schwächer isolierten Material eingestellt werden, d. h. für eine höchste Betriebspannung von 17,5 kV.

52. Volle und reduzierte Isolation

Für Betriebspannungen über 100 kV sehen diese Leitsätze zwei Möglichkeiten vor: volle oder reduzierte Isolation. In Netzen mit isoliertem, über Löschspulen geerdetem oder nicht wirksam geerdetem Nullpunkt darf nur volle Isolation verwendet werden. In Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt kann man dagegen zwischen voller und reduzierter Isolation wählen. In beiden Fällen sind die Isolationsfestigkeiten der verschiedenen Anlageteile (Haltespannung des Materials, Schutzniveau) zweckmässig gegeneinander abgestuft.

Bemerkung:

Die Möglichkeit der Verwendung einer schwächeren Isolation in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt ergibt sich auf Grund folgender Überlegung:

In Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt kann bei Erdschluss die Spannung zwischen den gesunden Polleitern und Erde höchstens 80 % der verketteten Betriebspannung erreichen. Daher lassen sich Ableiter mit tieferer Nennspannung und somit auch tieferem Schutzniveau verwenden als in Netzen mit isoliertem Nullpunkt. Demzufolge kann Material mit tieferer Haltespannung noch wirksam geschützt werden. Dieser Vorteil kommt aber natürlich nur dann zur Geltung, wenn Ableiter tatsächlich verwendet werden.

53. Gesichtspunkte für die Wahl von voller oder reduzierter Isolation

In Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt und einer Betriebspannung über 100 kV steht die Wahl von voller oder reduzierter Isolation frei und ist eine Frage des Ermessens. Eine Anlage mit voller Isolation ist natürlich teurer als eine solche mit reduzierter Isolation.

Ausser allgemeinen Erwägungen sprechen folgende besonderen Gründe für die Wahl von voller Isolation:

a) Wenn die atmosphärischen Bedingungen besonders ungünstig sind (z. B. Nähe von Betrieben, welche die Luft verunreinigen, oder Gegenden, wo häufig schwere Gewitterüberspannungen auftreten).

b) Wenn eine Kopfstation oder eine Station mit wenigen Leitungen besonders wichtig ist.

c) Wenn man die Risiken für die Überspannungsableiter möglichst verkleinern will (siehe Ziff. 63).

d) Wenn die Erdungsmöglichkeiten ungünstig sind.

54. Kein Nebeneinander von voller und reduzierter Isolation

Wenn für die Stosshaltespannung des Materials (Tabelle I) reduzierte Isolation gewählt wird, so muss unbedingt auch für das Schutzniveau (Tabelle II) reduzierte Isolation gewählt werden, weil sonst die gewünschte Isolationsabstufung nicht mehr vorhanden wäre. Werden zusätzliche Funkenstrecken (Ziff. 24) verwendet, so sind auch diese auf reduzierte Isolation einzustellen. Ebenso soll für die betriebsfrequente Prüfspannung des Materials (Tabellen IV und V) in diesem Fall reduzierte Isolation gewählt werden; die Wahl voller Isolation wäre unzweckmässig und unwirtschaftlich.

55. Abweichungen von den genormten Werten der Isolationsfestigkeit

In der Regel sollen für die Stosshaltespannung, die betriebsfrequente Prüfspannung und die höchstzulässige Spannung des Schutzniveaus keine Werte verlangt werden, die von den genormten, in den Tabellen I...V aufgeführten Werten abweichen. Abweichungen sind beim Stationsmaterial nur in folgenden Fällen zulässig.

a) Bei *Kabeln* dürfen für die Festlegung der Prüfspannungswerte bei der 15- und 20-min-Prüfung Zwischenwerte zwischen den genormten Werten der höchsten Betriebspannung gewählt werden; für die Stosshaltespannung (Tabelle I) und die 1-min-Prüfspannung (Tabelle IV) gelten dagegen die höheren genormten Werte.

b) Über die Möglichkeit, bei den *Ableitern* von den genormten Werten abzuweichen, gibt Ziff. 63 Aufschluss.

56. Freileitungen und Stationen

Die Höhe der in eine Station einlaufenden Überspannungswellen hängt weitgehend von der Isolationsfestigkeit der angeschlossenen Freileitungen ab. Wird für eine Station reduzierte Isolation gewählt, so erscheint es zweckmässig, die einlaufenden Überspannungen auf kleinere Werte zu begrenzen als bei Verwendung voller Isolation. Das kann dadurch erreicht werden, dass die angeschlossenen Freileitungen schwächer isoliert werden. Ist dies jedoch unerwünscht, so empfiehlt es sich, auf den Freileitungen kurz vor ihrem Anschluss an die Station Schutzfunkenstrecken anzubringen. (Siehe auch die Leitsätze für die Koordination der Isolation von Freileitungen, Publ. Nr. 0206 des SEV.)

B. Besondere Gesichtspunkte für die Erstellung von Stationen mit koordinierter Isolation

I. Allgemeines

57. Erdschluss- und Kurzschlußschutz

Für die Bekämpfung der Überspannungen und ihrer Folgen spielen Erdschluss- und Kurzschlußschutz eine ausschlaggebende Rolle.

Erläuterung: Durch die Koordination der Isolationsfestigkeit wird erreicht, dass eine unvermeidliche Entladung am günstigsten Ort eingeleitet wird (in erster Linie durch einen Ableiter oder über eine Schutzfunkenstrecke). Es wird aber nicht verhindert, dass der Lichtbogen, der aus einem Überschlag an einer Funkenstrecke entsteht, bei ungünstigen Umständen an eine Stelle wandert, wo er Schaden anrichtet. Ein selektiver *Kurzschlußschutz* mit möglichst kurzen Zeiten wird daher, ganz abgesehen von den übrigen Vorteilen, auch zur Ergänzung der Koordination der Isolation empfohlen.

Der *Erdschlußschutz* wird in erster Linie durch passende Nullpunkterdung erreicht. Dafür bestehen hauptsächlich zwei Methoden.

1. Der Netznullpunkt ist dauernd und wirksam direkt geerdet. Dann entstehen bei Erdschluss die kleinsten betriebsfrequenten Spannungen gegen Erde. Hingegen ist jeder Erdschluss ein Kurzschluss, der die Abschaltung des betroffenen Anlageteils nötig macht.
2. Der Netznullpunkt ist über Löschspulen geerdet. Dann nehmen während eines festen Erdschlusses die gesunden Phasen die verkettete Spannung gegen Erde an. Dafür werden einpolige Lichtbogenerdschlüsse in der Regel selbsttätig gelöscht, ohne dass ein Kurzschluss entsteht und ein Anlageteil abgeschaltet werden muss.

Der Netznullpunkt kann auch vollständig isoliert oder über sehr hohe Widerstände oder grosse Induktivitäten geerdet werden, wenn ein einpoliger Erdschlusslichtbogen ohne besondere Massnahmen sofort erlischt. Für hohe Betriebspannungen, besonders wenn gleichzeitig die Netzkapazität gross ist (grosse Ausdehnung eines Freileitungsnetzes oder Zusammenschaltung mit Kabelstrecken), kann jedoch nicht damit gerechnet werden, dass bei dieser Schaltung ein Erdschlusslichtbogen von selbst erlischt; auch sind u. U. intermittierende Erdschlüsse möglich, die wiederholte Überspannungen erzeugen.

II. Überspannungsschutz

58. Nahzonenerdseile und Überspannungsableiter

Hohe, steile Wellen sollen möglichst von den Stationen ferngehalten werden. Wenn die Freileitungen nicht durchwegs mit Erdseilen versehen sind, so empfiehlt sich in besonders exponierten Gebieten die Verwendung von Nahzonenerdseilen vor den Stationen, damit nahe Blitzeinschläge vermieden werden und die in die Stationen einlaufenden atmo-

sphärischen Überspannungen schon einigermassen gedämpft sind (vgl. Leitsätze für die Koordination der Isolation von Freileitungen, Publ. Nr. 0206 des SEV). Vor allem aber empfiehlt sich die Verwendung von Überspannungsableitern, welche die innere Isolation von Transformatoren auch gegen höhere und steilere Wellen als nach Ziff. 21 schützen können.

59. Freiluftanlagen und Innenraumanlagen

Freiluftstationen sind den atmosphärischen Überspannungen in stärkerem Masse ausgesetzt als Innenraumanlagen mit einem guten Gebäudeblitzschutz. Es dürfte daher zweckmässig sein, über Freiluftstationen Erdseile zu spannen, um Blitzeinschläge in die Stationen möglichst zu verhindern. Wird diese Massnahme getroffen, so gelten bei Freiluft- und Innenraumanlagen die gleichen Leitsätze für die Anordnung der Ableiter oder Funkenstrecken (siehe Ziff. 61...63).

60. Verwendung von Schutzkapazitäten

Schutzkapazitäten (Kabel oder Kondensatoren) verflachen und erniedrigen einlaufende Überspannungswellen. Da sie die Überspannungen nicht auf eine bestimmte Höhe begrenzen, dienen sie nicht zum Ersatz der Ableiter oder Schutzfunkenstrecken, sondern zur Ergänzung und Verbesserung des Überspannungsschutzes. Bei Anwendung von Schutzkapazitäten mit einem genügend hohen Kapazitätswert (vgl. die Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Überspannungen, Publ. Nr. 163 des SEV) kann man sich eher damit begnügen, statt Ableiter nur Funkenstrecken zu verwenden. Ganz allgemein erleichtern die Kapazitäten durch die Abflachung der einlaufenden Überspannungswellen die Durchführung einer wirksamen Isolationsabstufung in der Station.

III. Einzelheiten über das Schutzniveau

61. Wahl zwischen Ableitern und Schutzfunkenstrecken

a) Die Stosscharakteristik von Funkenstrecken ist ungünstiger als die von Ableitern. Der Schutz des Materials gegen steile Wellen ist infolgedessen bei Verwendung einer Funkenstrecke schlechter als bei Verwendung eines Überspannungsableiters von gleicher Ansprechspannung. Insbesondere können Transformatoren nicht durch Funkenstrecken, sondern nur durch Ableiter gegen hohe, steile Spannungsstösse geschützt werden.

Bemerkung:

Das Ansprechen einer Funkenstrecke erfolgt erst nach einer längeren Aufbauzeit. In dieser Zeit kann die Überspannung auf hohe Werte ansteigen. Eine Funkenstrecke ist daher nicht imstande, die innere Isolation (Wicklungen, Ölisolation) vor Überspannungen mit grosser Frontsteilheit zu schützen. Sie kann dagegen benachbarte Anlageteile gegen Überschläge schützen.

Ohne besondere Massnahmen ist die Ansprechspannung einer Funkenstrecke stark polaritätsabhängig. Damit eine Funkenstrecke ihre Aufgabe richtig erfüllen kann, ist dafür zu sorgen, dass die Werte der 100-%-Ansprechstoßspannung bei beiden Polaritäten möglichst wenig voneinander abweichen.

Im Gegensatz zu Überspannungsableitern löschen Funkenstrecken (zum mindesten bei mehrpoligem Ansprechen) in der Regel nicht von selber.

b) Bei Betriebspannungen unter 24 kV sollen keine Schutzfunkenstrecken verwendet werden, weil infolge der niedrigen Ansprechspannung mit einem allzu häufigen Ansprechen gerechnet werden müsste.

62. Ort des Einbaus von Ableitern und Schutzfunkenstrecken

Überspannungsableiter dienen in erster Linie zum Schutz der Transformatoren und sind daher möglichst nahe bei ihnen aufzustellen.

Bei Höchstspannungsanlagen begnügt man sich aus Kostengründen in der Regel mit diesen Ableitern bei den Transformatoren. Es empfiehlt sich in diesem Falle, besonders auf der Leitungsseite der Leitungsschalter und -trenner sowie in andern Anlageteilen, die beim Öffnen gewisser Schalter oder Trenner nicht mehr mit einem Ableiter verbunden sind, zusätzlich Funkenstrecken anzubringen (siehe Ziff. 24).

Bei Mittelspannungsanlagen, wo die Kosten der Ableiter weniger ins Gewicht fallen, kann ein weiter gehender Schutz einer Anlage dadurch erzielt werden, dass bei jeder ankommenden und abgehenden Freileitung ein Satz Ableiter auf der Leitungsseite der Schalter angeschlossen wird. Hat die Anlage eine beträchtliche Ausdehnung, so sind mit Rücksicht auf die Reflexion der Überspannungswellen weitere Ableiter an anderen Punkten der Anlage aufzustellen, ganz besonders in der Nähe der Transformatoren (vgl. auch die Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Überspannungen, Publ. Nr. 163 des SEV). Auch in Mittelspannungsanlagen kann die Verwendung von zusätzlichen Funkenstrecken gemäss Ziff. 24 u. U. zweckmässig sein.

Verwendet man statt Ableiter *Schutzfunkenstrecken*, so gelten für deren Einbau ähnliche Grundsätze wie für den Einbau der Ableiter. Dabei ist jedoch die schlechtere Schutzwirkung der Funkenstrecken zu beachten (Ziff. 61). Auch der räumliche Schutzbereich von Funkenstrecken ist infolge der ungünstigen Ansprechcharakteristik geringer als derjenige von Ableitern. Aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf die grosse Streuung der Ansprechspannung wird man i. a. Schutzfunkenstrecken in wesentlich grösserer Zahl verwenden als Ableiter.

63. Die Ansprechstoßspannung der Ableiter und Schutzfunkenstrecken

a) Ableiter bei kleinster zulässiger Isolation der Anlagen

Wird das Material — wie üblich — für den kleinsten möglichen, genormten Wert der Betriebspannung, und wird ausserdem für eine Anlage mit wirksam geerdetem Nullpunkt bei einer Betriebspannung über 100 kV reduzierte Isolation gewählt, so soll die 100-%-Ansprechstoßspannung der Ableiter im allgemeinen möglichst wenig unter den Grenzwerten der Tabelle II liegen, damit die Wahrscheinlichkeit von Störungen an Ableitern infolge nicht atmosphärischer Überspannungen so klein als möglich bleibt. Liegt jedoch die wirkliche höchste Betriebspannung einer Anlage wesentlich unter dem (genormten) Wert, welcher der Wahl des Materials zugrunde gelegt wurde, so kann es mit Rücksicht auf die Schutzwirkung bei Stössen mit steiler Front vorteilhafter sein, die Ansprechstoss- und Restspannung der Ableiter etwas tiefer einzustellen. Dies wird praktisch so gemacht, dass man die Nennspannung der Ableiter tiefer wählt und die charakteristischen Spannungswerte der Ableiter durch Interpolation zwischen den in Tabelle II aufgeführten Werten ermittelt. Auf alle Fälle muss aber die der Wahl der Ableiter zugrunde gelegte höchste Betriebspannung mindestens so gross sein wie die wirkliche höchste Betriebspannung der Anlage.

b) Ableiter in Anlagen mit wirksam geerdetem Nullpunkt und voller Isolation

Wird in einer Anlage mit wirksam geerdetem Nullpunkt und einer Betriebspannung über 100 kV ausschliesslich Material mit voller Isolation verwendet, so ist es in der Regel zweckmässig, die 100-%-Ansprechstoßspannung der Ableiter tiefer einzustellen als auf die nach Tabelle II für volle Isolation höchstzulässigen Werte. Wählt man tiefere Werte, so ist der räumliche Schutzbereich der Ableiter grösser; wählt man möglichst hohe Werte, so ist das Risiko von Störungen durch Schalt- und Erdschlussüberspannungen geringer. Man muss daher von Fall zu Fall die günstigsten Werte unter Berücksichtigung aller Faktoren wählen.

c) Schutzfunkenstrecken

Die 100-%-Ansprechstoßspannung der Schutzfunkenstrecken ist möglichst wenig unter den Grenzwerten nach Tabelle II einzustellen, damit sie möglichst selten ansprechen.

Erläuterung: Da die Schutzfunkenstrecken im allgemeinen nicht von selbst löschen, sollen sie möglichst selten ansprechen. Aus diesem Grunde sollen bei Betriebspannungen unter 24 kV überhaupt keine Schutzfunkenstrecken (an Stelle von Ableitern) verwendet werden (Ziff. 61b). Dagegen dürfen *neben* der Verwendung von Ableitern zusätzliche Funkenstrecken aufgestellt werden (vgl. Ziff. 62, Schluss des 3. Absatzes). Bei Freiluftanlagen muss darauf geachtet werden, diese Funkenstrecken so anzuordnen, dass sie womöglich nicht durch Vögel oder andere Tiere zum Ansprechen gebracht werden.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein

20. Hochfrequenztagung

Dienstag, 16. Oktober 1956, 10.00 Uhr

im grossen Saal des Konservatoriums, Kramgasse 36, Bern

(1 Minute unterhalb des Zeitglockenturms)

Rundspruch auf Ultrakurzwellen

Punkt 10.00 Uhr

Begrüssung durch den Präsidenten des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Prof. Dr. *F. Tank*, Zürich, Präsident der Tagung.

A. Vorträge

E. Metzler, Dr. sc. techn., Chef der Radiodienste, Generaldirektion PTT, Bern:
Grundlagen, Aufgaben und Ziele des Ultrakurzwellen-Rundspruchs.

H. Wehrlin, Dr.-Ing., Ingenieur der Hasler A.-G., Bern:
Spezielle Probleme im Bau von Ultrakurzwellen-Sendern.

W. Strohschneider, Ingenieur, technischer Leiter der Sondyna A.-G., Zürich:
Spezielle Probleme des Ultrakurzwellen-Empfangs.

Diskussion.

Punkt 12.30 Uhr

B. Gemeinsames Mittagessen

Das gemeinsame Mittagessen findet im Restaurant «Kornhauskeller», Kornhausplatz 18, Bern, statt. Preis des Menus, *ohne* Getränke und *ohne* Trinkgeld, Fr. 6.—.

C. Besichtigung

Dank freundlichem Entgegenkommen der Generaldirektion PTT ist den Teilnehmern Gelegenheit geboten, das Kurzwellenzentrum Schwarzenburg zu besichtigen.

Punkt 14.00 Uhr

Abfahrt mit Postautomobilen nach Schwarzenburg. Die Generaldirektion der PTT übernimmt in zuvorkommender Weise die Kosten der Fahrt, so dass den Teilnehmern daraus keine Auslagen erwachsen. Ankunft in Schwarzenburg ca. 14.45 Uhr.

Punkt 16.20 Uhr

Rückfahrt nach Bern; Bern Hauptbahnhof an ca. 17.10 Uhr.

D. Anmeldung

Um die Tagung einwandfrei organisieren zu können, ist die vorausgehende Ermittlung der Teilnehmerzahl notwendig. Es wird daher um die Einsendung der dem Bulletin Nr. 20 beigelegten Anmeldekarte an das Sekretariat des SEV bis **spätestens Montag, den 8. Oktober 1956** gebeten.

Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, herausgegeben vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein als gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE). — Redaktion: Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Telephon (051) 34 12 12, Postcheck-Konto VIII 6133, Telegrammadresse Elektroverein Zürich (für die Seiten des VSE: Sekretariat des VSE). — Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet. — Das Bulletin des SEV erscheint alle 14 Tage in einer deutschen und in einer französischen Ausgabe, ausserdem wird am Anfang des Jahres ein «Jahresheft» herausgegeben. — Den Inhalt betreffende Mitteilungen sind an die Redaktion, den Inseratenteil betreffende an die Administration zu richten. — Administration: Postfach Hauptpost, Zürich 1 (Adresse: AG. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Stauffacherquai 36/40, Zürich 4), Telephon (051) 23 77 44, Postcheck-Konto VIII 8481. — Bezugsbedingungen: Alle Mitglieder erhalten 1 Exemplar des Bulletins des SEV gratis (Auskunft beim Sekretariat des SEV). Abonnementspreis für Nichtmitglieder im Inland Fr. 45.— pro Jahr, Fr. 28.— pro Halbjahr, im Ausland Fr. 55.— pro Jahr, Fr. 33.— pro Halbjahr. Abonnementsbestellungen sind an die Administration zu richten. Einzelnummern im Inland Fr. 3.—, im Ausland Fr. 3.50.

Chefredaktor: **H. Leuch**, Ingenieur, Sekretär des SEV.
Redaktoren: **H. Marti, E. Schiessl, H. Lütolf, R. Shah**, Ingenieure des Sekretariates.