Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 49 (1958)

Heft: 15

Rubrik: Mitteilungen SEV

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

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

Kraftwerke auf die Nutzung des Werkwassers des Kraftwerkes Lostallo in der Zentrale Roveredo (durch direkte Einleitung in den Druckstollen Roveredo) verzichteten, erreicht werden, dass unterhalb der Einmündung des Unterwasserkanals des Kraftwerkes Lostallo in die Moesa ein erheblicher Wasserabfluss verbleibt.

In enger Fühlungnahme mit den zuständigen kantonalen Amtsstellen wurde sodann für das Gebiet von San Bernardino durch besondere Betriebsvorschriften für die Nutzung des Stausees Isola eine Lösung geschaffen, welche den touristischen Belangen weitgehend Rechnung trägt. Eine Regelung in ähnlichem Sinne wurde ebenfalls für die Nutzung des Buffalorabaches unterhalb des Dorfes Soazza vereinbart.

c) Baukosten

Die Anlagekosten betragen für die gesamte Werkgruppe, auf Preisbasis 1956 bezogen, rd. 250 Millionen Franken.

Adresse des Autors:

A. Spaeni, Dipl. Ing. ETH, Elektro-Watt A.-G., Talacker 16, Zürich 1.

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Gegengekoppelte Transistor-Vorverstärker

621.375.4

[Nach *R. Page Burr:* Transistor Feedback Preamplifiers. Trans. IRE, Broadcast and Television Receivers, Bd. BTR-3 (1957); Nr. 1, S. 35...39]

Einleitung

Die Anwendung von Gegenkopplung in Verstärkern bietet immer Vorteile, doch müssen eine Anzahl Effekte sorgfältig gegeneinander abgewogen werden, soll nicht statt eines Gewinnes ein Verlust resultieren. Nachfolgend sollen einige Punkte behandelt werden, welche im Zusammenhang mit gegengekoppelten Transistor-Verstärkern auftreten. Die Ausführungen beschränken sich auf das obere Ende des Übertragungsbandes, da dort die Transistoren am meisten von den Vakuum-Röhren abweichen. Dabei wird vorausgesetzt, dass eine Schaltung nicht nur frei von wilden Schwingungen sein muss, sondern im gewünschten Bereich auch einen flachen Frequenzgang aufweisen soll.

Zunächst sei ein einfacher 2stufiger, gegengekoppelter Triodenverstärker betrachtet. Es sei angenommen, dass die Gesamtverstärkung ohne Gegenkopplung 3000 beträgt, d. h. also 55 pro Stufe, was mit Anodenwiderständen von je 100 kΩ und einer Steilheit von 5,5 mA/V erreicht wird. Die Streukapazitäten werden zu 30 pF angenommen, so dass die Bandbreite jeder Stufe 500 kHz beträgt. Der Gegenkopplungsfaktor sei 30, womit die Verstärkung mit Gegenkopplung 100 beträgt. Wird nun der Frequenzgang mit Gegenkopplung gemessen, so zeigt sich, dass bei einer Frequenz von ca. 5,3mal der Grenzfrequenz, also 2,7 MHz, eine Spitze auftritt, die um etwa 8,9 db überhöht ist. Dies rührt davon her, dass in diesem Teil des Bandes die Gegenkopplung wegen der unvermeidlichen Phasenverschiebungen in Rückkopplung übergeht. Wird die Gegenkopplung vergrössert, so beginnt der Verstärker schliesslich zu schwingen.

Vergrössert man nun den einen Anodenwiderstand 4mal und verkleinert den andern um denselben Faktor, so bleibt die Gesamtverstärkung dieselbe, aber die Grenzfrequenzen differieren um den Faktor 16. Eine Messung des Frequenzganges zeigt nur noch eine Anhebung von 2,5 db bei einer Frequenz von 4,5mal die Grenzfrequenz. Der Rückkopplungseffekt ist reduziert worden, und der Verstärker ist beträchtlich weiter weg vom Schwingungseinsatz.

Es kann gezeigt werden, dass der Frequenzgang maximal flach wird, wenn die Grenzfrequenzen der einzelnen Stufen in einem Verhältnis stehen, welches ungefähr 2mal dem Gegenkopplungsfaktor ist, hier also 60. Werden die beiden Grenzfrequenzen um $\sqrt{60} = 7{,}75$ nach oben und unten verschoben, so ergibt sich ein Frequenzgang, welcher bis zu 5,48mal die ursprüngliche Grenzfrequenz (2,74 MHz) verwendbar ist.

Daraus ergibt sich, dass gleiche Grenzfrequenzen bei beiden Stufen oberhalb der Grenzfrequenz zu einem raschen Anstieg der Phasendrehung führen. Sofern die Frequenzgrenzen um ca. den geometrischen Mittelwert auseinander geschoben werden, wird die Phasenverschiebung reduziert, so dass am Ende des Übertragungsbandes weniger Rückkopplung entsteht. Der Frequenzgang wird am günstigsten, wenn die Grenzfrequenzen um einen Faktor, welcher ungefähr gleich 2mal dem Gegenkopplungsfaktor ist, auseinander liegen.

Transistorverstärker

Diese Bedingungen sollen nun beim Entwurf eines gegengekoppelten Transistorverstärkers eingehalten werden. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen können am besten aus dem Ersatzschaltbild (Fig. 1) abgeleitet werden. Dieses Bild ersetzt den Transistor bis zur α-Grenzfrequenz und gilt für die übliche Schaltung mit geerdetem Emitter.

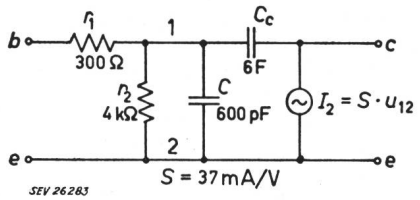


Fig. 1
Ersatzschaltbild eines Transistors
b/e Basis/Emitter; *c/e* Kollektor/Emitter; r_1 Basiswiderstand (abhängig von der Konstruktion des Transistors); r_2 dynamischer Basis/Emitter-Widerstand; *C* Diffusions-Kapazität; C_c Kollektor-Kapazität (Kapazität zwischen Basis und Kollektor); I_2 Ausgangsstrom; *1, 2* siehe Text

Bei tiefen Frequenzen hat *C* keinen Einfluss, und r_1 und r_2 wirken als gewöhnliche Spannungsteiler. Bei hohen Frequenzen wird die Spannung u_{12} an den Punkten *1, 2* und damit der Ausgangsstrom I_2 durch *C* bestimmt.

Bei Breitbandsystemen, wo die Stufenverstärkung nicht allzu hoch ist, entsteht kein grosser Fehler durch Vernachlässigung der Kollektorkapazität C_c. Unter diesen Bedingungen kann man sich den Transistor als Triode mit grosser Steilheit vorstellen, bei welcher zwischen Gitter und Kathode das Netzwerk r_1, r_2, C angeschlossen ist. Der Frequenzgang wird dann hauptsächlich durch dieses Netzwerk bestimmt, wobei die Streukapazitäten fast keinen Einfluss mehr haben. Dies ist der grösste Unterschied zwischen Röhre und Transistor.

Der Frequenzgang hängt ausserdem von der Quellenimpedanz ab. Wird der Verstärker von einer Spannungsquelle (niederohmiger Generator) gespiesen, so ist die wirksame Zeitkonstante das Produkt aus r_1 und *C*, und die Grenzfrequenz beträgt mit den gegebenen Werten 800 kHz. Bei Speisung mit einer Stromquelle (hochohmiger Generator) spielt r_1 keine Rolle; die wirksame Zeitkonstante wird durch r_2 und *C* bestimmt. Die obere Grenzfrequenz beträgt in diesem Fall nur 65 kHz.

Man betrachte als Beispiel einen konventionellen 2stufigen, gegengekoppelten Transistor-Verstärker. Die zweite Stufe überträgt nur ein schmales Band, da sie über die relativ hohe Impedanz der ersten Stufe gespiesen wird. Wird der Verstärker nun mit einer niederohmigen Quelle betrieben, so über-

trägt die erste Stufe ein breites Band. Die Grenzfrequenzen beider Stufen stehen dann in einem Verhältnis von 1 : 12. Der Gegenkopplungsfaktor muss dann 12 : 2 = 6 oder 15db betragen. Wird er so eingestellt, so ergibt sich ein Frequenzband von 570 kHz. Wird nun eine hochohmige Quelle genommen, so überträgt die erste Stufe auch nur ein schmales Band; die beiden Grenzfrequenzen fallen dann zusammen. Der Frequenzgang bekommt eine Spitze von 3 db, und die Bandbreite reduziert sich auf 150 kHz.

Daraus ergibt sich, dass beim Entwurf eines Transistor-Verstärkers immer die Quellenimpedanz mitberücksichtigt werden muss. Ist diese nicht bekannt, so muss eine Impedanzisolation vorgesehen werden, was z. B. durch Vorschaltung einer weiteren Stufe geschehen kann.

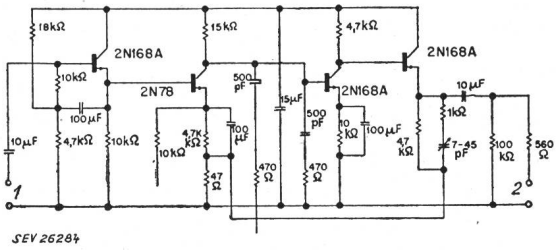


Fig. 2
Schema eines laboratoriummässigen Transistor-Verstärkers
1 Eingang; *2* Ausgang

Ein weiterer Unterschied zwischen Transistoren und Röhren besteht darin, dass bei den ersteren mit einer grossen, im Transistor selbst eingeschlossenen Shunt-Kapazität gerechnet werden muss, welche von Exemplar zu Exemplar streut, da sie von der α-Grenzfrequenz abhängt, welche beim heutigen Stand der Technik nicht konstant ist, während die Streukapazitäten in einer Röhrenschaltung konstant und leicht kontrollierbar sind. Eine einfache Kompensationsmethode für Transistor-Schaltungen ist daher erwünscht.

Eine solche besteht darin, dass die Gegenkopplung frequenzabhängig gemacht wird, was bis jetzt nicht der Fall war. Dadurch kann der Abfall an der oberen Grenze kompensiert werden. Man muss sich allerdings klar sein, dass damit eigentlich eine genau dosierte Rückkopplung angewendet wird. Der Dimensionierung der Stufen muss daher genügende Sorgfalt gewidmet werden.

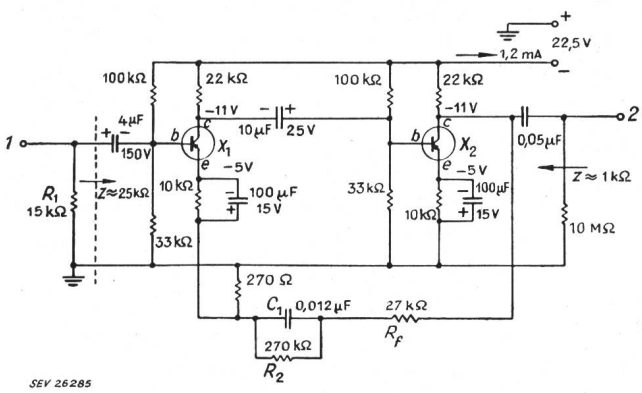


Fig. 3
Schema eines Transistor-Pick-Up-Verstärkers
1 Eingang, max. 40 mV (Effektivwert); *2* Ausgang, max. 4,0 V (Effektivwert); R_1 Anpassungswiderstand (= 15 kΩ für General-Electric-Patrone); X_1, X_2 jeder beliebige p-n-p-Transistor mit $\alpha' \geqq 30$ [$\alpha' = \alpha/(1 - \alpha)$ Stromverstärkungsfaktor in der Emitterschaltung]

In Fig. 2 ist das Schema eines laboratoriummässigen Verstärkers gezeigt, in welchem einige der besprochenen Prinzipien angewendet wurden. Der Frequenzgang geht von 0,5 Hz bis 800 kHz. Am Eingang ist eine Stufe für die Impedanzisolation vorgesehen, welche von einem 2stufigen, direkt gekoppelten Verstärker gefolgt wird. Die Gegenkopplung ist frequenzabhängig gemacht.

Als Beispiel einer nichtkritischen Schaltung ist in Fig. 3 das Schema eines 2stufigen «Pick-Up»-Verstärkers gezeigt. Die Gegenkopplung ist hier frequenzabhängig gemacht, um die richtige Plattenschnitt-Entzerrung zu erhalten. Da die Quellenimpedanz bekannt ist, wird keine Impedanzisolation benötigt. Die Grenzfrequenzen der Stufen liegen soweit auseinander, dass mit irgend einem Paar von 2N105-Transistoren erst bei 160 kHz eine Anhebung von max. 3db auftritt. Der Stromverbrauch beträgt nur 1,2 mA. Der Geräuschpegel liegt ca. 70 db unter dem max. Ausgangssignal, was für den vorliegenden Zweck vollständig genügend ist. *H. Speglitz*

Wirtschaftliche Mitteilungen

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

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

Nr.			Mai 1957	Mai 1958
1.	Import	10^6 Fr.	746,4	612,4
	(Januar-Mai)	10^6 Fr.	(3665,5)	(3077,6)
	Export	10^6 Fr.	574,5	532,7
	(Januar-Mai)	10^6 Fr.	(2722,0)	(2643,5)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden		1 038	2 452
3.	Lebenskostenindex*)	Aug. 1939 = 100	178,0	182,2
	Grosshandelsindex*)	Aug. 1939 = 100	225,1	218,9
	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		20,97(273)	19,78(258)
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 42 Städten		1404	1 301
	(Januar-Mai)		(5 573)	(5 520)
5.	Offizieller Diskontsatz	%	2,50	2,50
6.	Nationalbank (Ultimo)			
	Notenumlauf	10^6 Fr.	5 540	5 494
	Täglich fällige Verbindlichkeiten	10^6 Fr.	1 953	2 948
	Goldbestand und Golddevisen	10^6 Fr.	7 448	8 448
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold	%	91,26	94,08
7.	Börsenindex (am 25. d. Mts.)			
	Obligationen		91	97
	Aktien		434	386
	Industrieaktien		621	513
8.	Zahl der Konkurse		27	50
	(Januar-Mai)		(143)	(204)
	Zahl der Nachlassverträge		18	10
	(Januar-Mai)		(67)	(70)
9.	Fremdenverkehr		April 1957	April 1958
	Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten		27,3	26,6
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein*		April 1957	April 1958
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr	10^6 Fr.	71,7	67,3
	(Januar-April)	10^6 Fr.	(266,0)	(247,4)
	Betriebsertrag	10^6 Fr.	78,0	73,7
	(Januar-April)	10^6 Fr.	(290,7)	(272,4)

*) 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)

Städtische Werke Lenzburg, Lenzburg. Der technische Leiter der Unternehmung, X. Meier, ist nach 38jähriger Tätigkeit in den Ruhestand getreten.

Micafil A.-G., Zürich. Dr. *E. Wettstein*, Vorstand der Kondensatoren-Abteilung, Mitglied des SEV seit 1955 und Mitglied mehrerer Fachkollegien des CES, wurde zum Prokuristen mit Kollektivunterschrift ernannt.

Kleine Mitteilungen

Colloque International sur l'Electronique Nucléaire. Un colloque international sur l'électronique nucléaire, organisé par la Société des Radioélectriciens, se tiendra du 16 au 20 septembre 1958 à Paris, dans les locaux de la Maison de l'Unesco. Le colloque est placé sous le patronage du Commissaire à l'Energie Atomique et de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée.

Les objectifs de ce colloque sont l'examen et la discussion des résultats récemment acquis dans le domaine des applications de l'électronique aux aspects suivants des utilisations de l'énergie atomique:

1. Détecteur de Radiations à Scintillation.
2. Détecteur de Radiations à Ionisation.
3. Technique des Impulsions: électronique rapide.
4. Technique des Impulsions: électronique classique.
5. Contrôle des Réacteurs: Mesures.
6. Contrôle des Réacteurs: Simulation.
7. Appareillage de Protection et de Prospection.
8. Centralisation et exploitation des Résultats.
9. Appareils transistorisés.
10. Standardisation et Pièces détachées.

Une séance d'une demi-journée sera consacrée à chacun des points ci-dessus. Inscriptions et tous renseignements à «Colloque Electronique Nucléaire», Société des Radioélectriciens, 10, Avenue Pierre-Larousse, Malakoff (Seine).

Literatur — Bibliographie

621.327.4.032.43 *Nr. 11 425*

Vorschaltgeräte und Schaltungen für Leuchtstofflampen. Von *Carl Heinz Sturm*. Mannheim, Brown, Boveri, 3. erw. Aufl. 1957; 8°, 332 S., 193 Fig., 67 Tab. — Preis: geb. DM 5.25.

Die rasche technische Entwicklung der Leuchtstofflampen mit der Erschliessung weiterer Anwendungsmöglichkeiten verlangt von einem Lehrbuch eine entsprechend kurzfristige Anpassung.

Ausgehend von den Grundbegriffen der Lichttechnik sind die verschiedenen Arten von Entladungslampen und ihre Start- und Betriebsbedingungen übersichtlich und klar dargestellt. Die Lebensdauer der Lampen, ein in der Praxis viel diskutiertes Problem, ist abhängig von der Lampenart, der Startart, der Starthäufigkeit, aber auch von den Einflüssen im Betrieb wie Unter- oder Überspannung und Stromkurve. Eine weitere, dem Praktiker bekannte Erscheinung ist das Flackern ausgeschalteter Leuchtstofflampen, die durch Kenntnis der Zusammenhänge behoben werden kann. Dass der «Idealstarter» bis heute noch nicht gefunden wurde, beweisen die laufend neu auf dem Markt erscheinenden Typen und die immer grössere Bedeutung erreichenden starterlosen Vorschaltgeräte. Die Entwicklung ist auch hier noch nicht abgeschlossen.

Die Anwendung der Leuchtstofflampen in Handleuchten, in explosion- und schlagwettergeschützten Leuchten erfordert besondere Konstruktion und Dimensionierung der Vorschaltgeräte. Normwerte und Prüfvorschriften nach VDE und den internationalen Empfehlungen (ICE, CEE) sind in der zusammengefassten Darstellung für den Elektrotechniker und Konstrukteur eine notwendige Unterlage. Durch die starke Zunahme von Beleuchtungsanlagen mit Entladungslampen rückt neben dem bei uns bekannten Problem bei Netzkommandoanlagen auch dasjenige der Oberwellen im Netz in Vordergrund. Je nach Schaltung und Aufbau des Vorschaltgerätes tritt vorwiegend die 3. Oberwelle in der Grösse von etwa 7...25 % auf. Eine Begrenzung des Oberwellengehaltes, welcher Leitungen, Transformatoren und Generatoren zusätzlich belastet, auf ein vernünftiges Mass wird notwendig sein.

Die Helligkeitssteuerung von Leuchtstofflampen ist technisch durch verschiedene Prinzipien gelöst. Allen diesen Steuergeräten haften noch Nachteile an, die bei der Planung solcher Anlagen berücksichtigt werden müssen. Der Abschnitt über Beleuchtungsplanung berücksichtigt auch die vermehrte Anwendung der Leuchtstofflampe in der Aussenbeleuchtung.

Das vorliegende Taschenbuch, innert 3 Jahren reich ergänzt und erweitert, dem heutigen Stand in der Praxis voraus, zeichnet das Bild der eingangs erwähnten Entwicklung.

A. Farner

621.317.313 *Nr. 11 449*

Microwave Measurements. By *Edward I. Ginzton*. New York, McGraw-Hill 1957; 8°, XVII, 515 p., fig., tab. — International Series in Pure and Applied Physics — Price cloth $ 12.—.

Infolge der zunehmenden Bedeutung der Mikrowellenmesstechnik für die elektrische Nachrichtentechnik wie auch für physikalische und chemische Grundlagenforschung ist es zu begrüssen, dass nach längerer Zeit wieder ein Werk über messtechnische Probleme und Verfahren erscheint.

Der Verfasser setzt voraus, dass der Leser mit der Theorie elektromagnetischer Felder einigermassen vertraut ist, allerdings sind zum Verständnis des Textes keine speziellen mathematischen Kenntnisse erforderlich.

Die beiden ersten Kapitel behandeln die Erzeugung und die Nachweismethoden von Mikrowellenfeldern mit einer eingehenden Berücksichtigung verschiedener Leistungsmessmethoden. Anschliessend folgt eine Darstellung des Impedanzbegriffs unter Verwendung bekannter graphischer Methoden. Weitere Kapitel behandeln die Messung von Wellenlänge, von Frequenz wie auch die Bestimmung charakteristischer Grössen von Hohlraumresonatoren. Der Anhang enthält Tabellen für die Grenzwellenlänge sowie eine Darstellung der Feldformen von TE- und TM-Wellen für runde und rechteckige Hohlleiterformen.

Das vorliegende Buch enthält neue Erkenntnisse und Methoden. Insbesondere werden nichtreziproke Schaltungen mit Ferriten zum Bau von Richtdämpfungsgliedern behandelt; ein Abschnitt enthält auch Angaben über die Frequenzstabilisierung durch molekulare Energieübergänge (Atomuhren) und die Wirkungsweise molekularer Verstärker (Maser). Allgemein beschränkt sich der Verfasser auf die wesentlichen Punkte bei der Durchführung von Mikrowellenmessungen.

Das Werk ist jedem Interessenten zu empfehlen, der auf eine einfache, klare und übersichtliche Darstellung besonderen Wert legt.

M. Schneider

---

51 : 621.3 + 621.396.7 *Nr. 11 451*

Basic Mathematics for electricity, radio, and television. By *Bertrand B. Singer*. New York, McGraw-Hill, 1957; 8°, XIV, 513 p., fig., tab. — Price: cloth $ 5.75.

Wenn der Praktiker in einem Mathematikbuch nicht nur reine Mathematik findet, sondern auch noch Anwendungen dieser Mathematik auf physikalische oder technische Probleme, dann wird er dies sicher begrüssen. Im vorliegenden Buch hat der Autor aber diese Reihenfolge vertauscht.

Die ersten beiden Abschnitte sind betitelt «Basic Theory of Electricity» bzw. «Electrical Measurements and Circuits» und erst im dritten Abschnitt beginnt die Mathematik unter

dem Titel «Check-up on Fractions». Hier werden nun sehr einfache Bruchrechnungen gelöst. Der Leser kann z. B. an 20 Beispielen üben, wie man Brüche vom Typus 4/8 oder 42/72 kürzt. Es folgt dann im nächsten Abschnitt die Aufstellung des Ohmschen Gesetzes. Anschliessend daran wird erläutert, wie man mit einer Gleichung umgeht; z. B. dass die Gleichung $3 \times 4 = 12$ immer noch richtig ist, wenn man links und rechts die Zahl 3 addiert. Bei den folgenden eingekleideten Aufgaben werden Widerstände von Motoren, Glühlampen, Radioröhren, Radioapparaten und sogar Bogenlampen berechnet, ohne aber die Temperaturabhängigkeit solcher Widerstände zu erläutern. Im nächsten Abschnitt werden Dezimalbrüche behandelt, wobei der Umwandlung des Bruchs 1/8 in den Dezimalbruch 0.125 mehr als eine Seite gewidmet wird!

In einem solchen Wechselspiel zwischen Elektrizitätslehre und Mathematik führt das Buch bis zu Wechselstrom-Serie- und Parallelkreisen sowie Wechselstrom-Leistungsberechnungen, wobei die Mathematik aber immer sehr einfach bleibt. Es wird z. B. die Zeitkonstante $t = RC$ eines RC-Kreises ohne weitere Erklärung eingeführt als die Zeit, die nötig ist, um einen Kondensator über einen Widerstand auf 63,2 % der angelegten Spannung zu laden. Die Exponentialfunktion wird also nicht behandelt.

Inwiefern dieses Buch in USA einem Bedürfnis entspricht, soll nicht untersucht werden. Der Kreis derjenigen *Schweizer*, die die englische Sprache beherrschen und mit den erläuterten elektrotechnischen Problemen vertraut sind, aber den gebotenen elementar-mathematischen Unterricht noch nötig haben, dürfte ausserordentlich klein sein. *W. Bantle*

538.114 *Nr. 122 001*

Structures granulaires ferromagnétiques. Par *P.-M. Prache.* Paris, Dunod, 1957; 4°, 76 p., 71 fig., 3 tab. — Prix: broché fr. f. 1200.—.

Etwas weniger abstrakt könnte der Titel dieses Heftes übersetzt werden mit: «Theorie der Ferrite», denn diese sind es, die den Verfasser in erster Linie interessieren. Nach Besprechung der verschiedenen Energiearten, welche für den Magnetisierungsvorgang bestimmend sind, wird im ersten Teil der kleinste Korndurchmesser berechnet, unterhalb dessen keine Blochwände in den einzelnen Kristallen auftreten. Dieser Durchmesser ist abhängig vom Füllfaktor des Materials und liegt bei Ferriten über deren Korndurchmesser. Mit dieser Annahme wird eine qualitative Darstellung von Magnetisierungskurven für statische Felder für weiches, hartes und Rechteck-Material gegeben.

Im zweiten Teil wird eine Berechnung der Effekte vorgenommen, welche durch das Drehmoment der Elektronen hervorgerufen wird (gyromagnetische Effekte). Durch gewisse Annahmen über die Energieübertragung zwischen magnetischem Wechselfeld und Elektronen kann die bisher schlechte Übereinstimmung zwischen berechneter und gemessener komplexer Permeabilität wesentlich verbessert werden. Anschliessend folgen kurze Abschnitte über die Anomalie der Suszeptibilität der Magnesiumferrite bei 800 MHz, über den Gyrator, über den Faradayeffekt und seine Anwendung in Hohlleitern. In einem weiteren Abschnitt behandelt der Verfasser Magnetisierungsvorgänge in körnigen Materialien, deren Leitfähigkeit nicht mehr vernachlässigbar ist. 7 Abschnitte Berechnungen, ausführlicher Literaturnachweis und Sachregister beschliessen die Arbeit.

Das behandelte Gebiet wird in theoretischer Hinsicht abgegrenzt durch den Umstand, dass die Theorie des Ferrimagnetismus nicht behandelt wird, nach der strukturellen Seite, dass nur körnige Gefüge ohne Vorzugsrichtung betrachtet werden.

Das Buch bietet eine gute Einführung in die Theorie der Ferrite für Magnetiker, welche sich mit der Entwicklung von Ferriten befassen wollen. *J. Bauer*

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**

NH-Sicherungen

Ab 15. April 1958.

R. Fuchs-Bamert, Fabrik elektrotechn. Artikel, Schindellegi (SZ).

Fabrikmarke: FUCHS

Untersätze für NH-Sicherungen (500 V).

Ausführung: Federkontakte. Sockel aus Araldit-Giessharz.

Typ F–2:	mit seitlichen Anschlussfahnen	Grösse 2
Typ FG–2:	mit geraden Anschlussfahnen	250 A, 500 V
Typ F–4:	mit seitlichen Anschlussfahnen	Grösse 4
Typ FG–4:	mit geraden Anschlussfahnen	400 A, 500 V
Typ F–6:	mit seitlichen Anschlussfahnen	Grösse 6
Typ FG–6:	mit geraden Anschlussfahnen	600 A, 500 V

Schalter

Ab 15. März 1958.

Klöckner-Moeller-Vertriebs-A.-G., Zürich.

Vertretung der Firma Klöckner-Moeller, Bonn (Deutschland).

Fabrikmarke:

Schaltschütze.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: mit Gehäuse aus Isolierpreßstoff, oder offene Ausführung für Einbau.

Typ DIL 00–. . /56 Typ DIL 00a–. . /56	6 A, 380 V, mit max. 4 Schliess- und 4 Öffnungskontakten.
Typ DIL 0–. . /56: 6 A, 500 V Typ DIL 0al–. . /56: 12 A, 500 V	mit max. 5 Schliess- oder Öffnungskontakten.

Ab 1. April 1958.

1. Endschalter für 6 A, 380 V∼.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Gehäuse aus Isolierpreßstoff. Tastkontakte aus Silber.

Typ AT 11/56. . .: Typ AT 11/56. . .–i: Typ AT 11/56a. . .–i:	Grundform 1 Grundform 2 Grundform 3	mit je einem Schliess- und Öffnungskontakt.
Typ AT 12/56. . .–i:	Grundform 4	mit 1 Schliess- und 2 Öffnungskontakten
Typ AT 21/56. . .–i:	Grundform 4	mit 2 Schliess- und 1 Öffnungskontakt.

2. Nockenschalter.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Gehäuse aus Isolierpreßstoff. Tastkontakte aus Silber.

Typ T. . . .2–. . . . :	15 A, 500 V∼	diverse Polzahlen und Schemata.
Typ T. . . .2b–. . . . :	6 A, 500 V∼	

Zusatzbuchstaben: E: Einbauschalter.
e: mit Gummihaube.
i: Aufbautyp mit Isolierpreßstoffgehäuse.
Kb: Knebelgriff.
Kg: Kugelgriff.

Remy Armbruster A.-G., Basel.

Vertretung der Firma Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke A.-G., Lüdenscheid i. W. (Deutschland).

Fabrikmarke:

Drehschalter für 15 A, 380 V~.

Verwendung: hauptsächlich zum Einbau in Waschmaschinen.

Ausführung: Tastkontakte aus Silber. Sockel aus Isolierpreßstoff.

Nr. 684/5/2 ERs–106: zweipoliger Stufenschalter.
Nr. 684/5/3 ERs–106: dreipoliger Stufenschalter.
Nr. 684/530 ERs–101: dreipoliger Stufenschalter.

Schalter

Ab 15. April 1958.

Ernst Lanz, Zürich-Seebach.

Fabrikmarke:

Kipphebelschalter.

Verwendung: zum Einbau in Apparate, Schalttafeln und dgl. in trockenen Räumen.

Ausführung: Sockel aus Isolierpreßstoff. Zentralbefestigung durch Mutter.

Löt-fahnen	Kopf-schrauben	Büchsenklemmen Schrauben vorn	Büchsenklemmen Schrauben hinten		
				2 A 250 V~	
1100	1105	1110	1115	einpol. Ausschalter	Kontakt-rolle Bronze, blank
1101	—	1111	1116	zweipol. »	
1102	1107	1112	1117	einpol. Umschalter	
1103	—	1113	1118	zweipol. »	
1142	1147	1152	1157	einpol. »	Kontakt-rolle Messing, versilbert
1143	—	1153	1158	zweipol. »	
				3 A 250 V~	
1120	1125	1130	1135	einpol. Ausschalter	Kontakt-rolle Bronze, blank
1121	—	1131	1136	zweipol. »	
1140	1145	1150	1155	einpol. Ausschalter	Kontakt-rolle Messing, versilbert
1141	—	1151	1156	zweipol. »	

Siemens Elektrizitätserzeugnisse A.-G., Zürich.

Vertretung der Siemens-Schuckertwerke A.-G., Erlangen (Deutschland).

Fabrikmarke:

Nockenschalter für 10 bzw. 15 A, 500 V~.

Verwendung: Einbauschalter in trockenen, Aufbauschalter in nassen Räumen.

Ausführung: Tastkontakte aus Silber. Gehäuse der Aufbauschalter aus Isolierpreßstoff oder Leichtmetallguss.

10 A	*15 A*	
K 138x–1..	K 138x–2..:	Einbau, ohne Frontplatte.
K 138e–1..	K 138e–2..:	Einbau, mit Frontplatte.
K 138i–1..	K 138i–2..:	mit Isolierpreßstoffgehäuse.
K 138g–1..	K 138g–2..:	mit Gussgehäuse.

Verschiedene Polzahlen und Schemata.

Steckkontakte

Ab 15. März 1958.

A. Widmer A.-G., Zürich.

Vertretung der Firma Stotz-Kontakt GmbH, Heidelberg (Deutschland).

Fabrikmarke:

Explosionssichere Steckkontakte.

Verwendung: in explosionsgefährdeten Räumen der Zündgruppe D, Explosionsklasse 3 und in nassen Räumen.

Ausführung: Stecker mit einer Schaltvorrichtung verriegelt. Steckdosengehäuse und Stecker aus Isolierpreßstoff.

Nr. EX 5622 PD und PS: 2 P, 15 A, 24 V~.
Nr. EX 5633 PD und PS: 3 P+E, 15 A, 42 V~.
Nr. EX 5642 PD und PS: 2 P+E, 15 A, 250 V~.
Nr. EX 5643 PD und PS: 3 P+E, 15 A, 380 V~.

PD = Steckdose. PS = Stecker.

Schmelzsicherungen

Ab 1. April 1958.

Max Hauri, Bischofszell (TG).

Vertretung der Firma Hermann Kleinhuis, Lüdenscheid (Deutschland).

Fabrikmarke: HKL

Paßschrauben für 500 V (D-System).
6, 10, 15, 20, 25, 35, 50 und 60 A.

IV. Prüfberichte

Gültig bis Ende Januar 1961.

P. Nr. 3809.

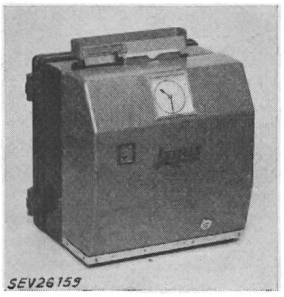
Gegenstand: **Kontrolluhr**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33330a vom 11. Januar 1958.

Auftraggeber: Karl Jauch, Industrie-Vertretungen, Zug.

Aufschriften:

JSGUS
Typ Jsgus No. 5848
220 V 130 W 1,5 A 50 ~ 12/24 V=



Beschreibung:

Uhr und Stempelapparat gemäss Abbildung, zur Kontrolle der Präsenzzeit von Arbeitern und Angestellten. Die mit Schrittwerk versehene Uhr wird durch einen Impulssender 12/24 V= oder eine Mutteruhr gesteuert. Betätigung der Stempelvorrichtung durch Magnetspule, welche über Trockengleichrichter am Netz angeschlossen ist. Beim Einschieben der Zeitkontrollkarten wird ein Schalter betätigt, welcher die Stempelung auslöst. Anschlussklemmen für Netz- und Impulsleitung sowie Erdungsklemme vorhanden. Abschluss nach aussen durch Blechdeckel mit Schloss.

Die Kontrolluhr hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1961.

P. Nr. 3810.

Gegenstand: **Fluoreszenzleuchte**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 34012 vom 15. Januar 1958.

Auftraggeber: Regent Beleuchtungskörper, Dornacherstr. 390, Basel.

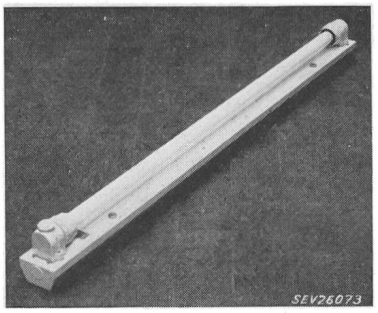
Aufschriften:

REGENT
220 V 50 Hz 40 Watt

Beschreibung:

Leuchte gemäss Abbildung, mit einer Fluoreszenzlampe 40 W, für Verwendung in nassen Räumen. Leuchte aus Aluminiumblech. Lampe durch die Fassungen festgehalten. Vergossenes Vorschaltgerät eingebaut. Verbindungsleitungen

durch Stopfbüchsen in die Lampenfassungen geführt. Erdungsklemme vorhanden.



Die Fluoreszenzleuchte hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1961.

P. Nr. 3811.

Gegenstand: **Heizofen mit Ventilator**

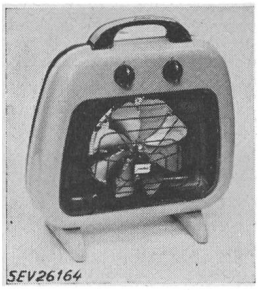
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 34108 vom 14. Januar 1958.

Auftraggeber: Jura Elektroapparate-Fabriken, L. Henzirohs A.-G., Niederbuchsiten (SO).

Aufschriften:

jura

Volt 220 ~ W 1200
Tp. 1505 No. 7 H 78591



Beschreibung:

Heizofen mit Ventilator, gemäss Abbildung. Widerstandswendel mit keramischer Isolation auf sternförmigem Träger befestigt. Ventilator angetrieben durch selbstanlaufenden Einphasen-Kurzschlussankermotor. Betrieb des Apparates mit Kalt- und Warmluft bei 3 verschiedenen Drehzahlen möglich. Schalter für Motor und Heizung oben im Blechgehäuse eingebaut. Temperatursicherung vorhanden. Handgriff aus Isolierpreßstoff. Versenkter Apparatestecker für die Zuleitung.

Der Heizofen hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

Gültig bis Ende Juni 1961.

P. Nr. 3812.

Gegenstand: **Durchlauferhitzer**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 34637 vom 4. Juni 1958.

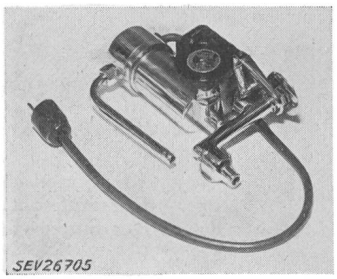
Auftraggeber: Arthur Loersch, 49 Dîme, Neuchâtel-La Coudre.

Aufschriften:

F.A.E.T.
Fabbrica-App. Elettrodomestici
Torino
V 220 W 2000 GH 2
Brevettato

Beschreibung:

Durchlauferhitzer gemäss Abbildung, für feste Montage an Wasserleitung. Wendelförmiger Heizstab in einem von Wasser durchflossenen Metallbecher. Warmwasseraustritt oben durch Metallrohr. Zweipoliger Schalter mit Wasserhahn gekuppelt, so dass die Heizung nur bei offenem Hahn eingeschaltet werden kann. Entnahme von Kaltwasser möglich. Zuleitung Gummiaderschnur 2 P + E mit Stecker, durch Stopfbüchse eingeführt.



Der Apparat entspricht den «Vorschriften und Regeln für Durchlauferhitzer» (Publ. Nr. 133).

P. Nr. 3813.

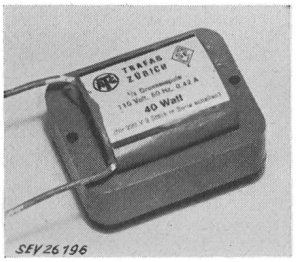
Gegenstand: **Drosselspulen**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33799a vom 15. Januar 1958.

Auftraggeber: Trafag A.-G., Löwenstrasse 59, Zürich 1.

Aufschriften:

TRAFAG ZÜRICH
1/2 Drosselspule
110 Volt 50 Hz 0,42 A 40 Watt
(für 220 V 2 Stück in Serie schalten)



Beschreibung:

Drosselspulen gemäss Abbildung, zum Einbau in «NORKA»-Fluoreszenzlampenfassungen für nasse Räume. Zwei solche Drosselspulen, in Serie zu einer 40-W-Fluoreszenzlampe geschaltet, dienen als Vorschaltgerät. Wicklung aus emailliertem Kupferdraht mit verstärkten Enden, welche direkt auf die Fassungen geführt werden.

Die Drosselspulen haben die Prüfung in Anlehnung an die «Kleintransformatoren-Vorschriften» (Publ. Nr. 149) bestanden.

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

Gültig bis Ende Januar 1961.

P. Nr. 3814.

Gegenstand: **Zwei Heizöfen mit Ventilator**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33732a vom 3. Januar 1958.

Auftraggeber: Robot A.-G., Mittelstrasse 8, Bern.

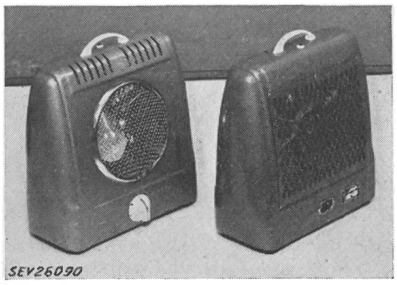
Aufschriften:

B O R A
Trinkl
Volt 220 50 Hz Typ TS
Nur für Wechselstrom
Made in Germany
Prüf-Nr. 1: Nr. 983 1200 Watt
Prüf-Nr. 2: Nr. 984 1900 Watt

Beschreibung:

Heizöfen mit Ventilator, gemäss Abbildung. Widerstandswendeln auf sternförmigem Träger aus Keramikplatten befestigt. Ventilator, angetrieben durch selbstanlaufenden Einphasen-Kurzschlussankermotor. Eingebauter Drehschalter er-

möglicht Betrieb mit Kalt- und Warmluft bei verschiedenen Drehzahlen des Ventilators. Bei blockiertem Motor wird der Ofen durch eingebauten Temperaturschalter ausgeschaltet. Handgriff aus Isolierpreßstoff. Gehäuse aus Blech. Versenkter Apparatestecker für die Zuleitung.



Die Heizöfen haben die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

Gültig bis Ende Januar 1961.

P. Nr. 3815.

Gegenstand: **Untersatz für «Alibiphon»**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 34045 vom 3. Januar 1958.

Auftraggeber: Phonova A.-G., Talacker 42, Zürich 1.

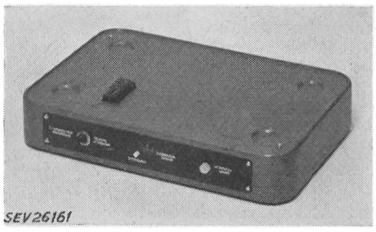
—

Aufschriften:

Willy Müller u. Co., —K.G.
Spezialmagnettongeräte für Telephon, Diktat u. Reklame
München 2, Sophienstr. 2
220 V 50 Hz 0,4 A Fabr.-Nr. 1101
Hergestellt durch
Friedr. Merk Telefonbau A.G. München 9

Beschreibung:

Der Apparat gemäss Abbildung ermöglicht Verwendung des Telephonantwortgebers «Alibiphon» (SEV-Prüfbericht



A. Nr. 31632) zur Übertragung von direkt oder telephonisch übermittelten Gesprächen auf einen Tonband-Aufnahmeapparat. Im Metallgehäuse befinden sich ein Telephonübertrager, Kleinsicherungen für Starkstrom- und Telephonnetz, diverse Schalter und Relais, eine Signallampe und ein Gesprächszähler. Das Alibiphon wird aufgestellt, wobei die erforderlichen Verbindungen durch einen Steckkontakt zwangsläufig hergestellt werden. Für den Anschluss des Tonbandapparates ist eine Steckdose vorhanden.

Der Untersatz entspricht den «Vorschriften für Apparate der Fernmeldetechnik» (Publ. Nr. 172). Verwendung: in trockenen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1961.

P. Nr. 3816.

Gegenstand: **Motorschutzschalter**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33636/II vom 6. Januar 1958.

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

—

Bezeichnung:

Motorschutzschalter Typ P 10 (P 10/2)
für Ipsotherm-Motorschutz

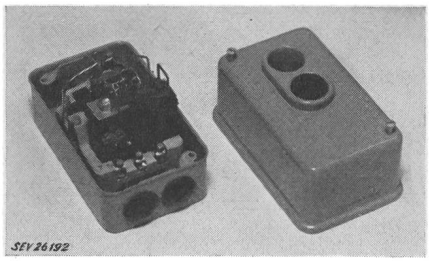
Aufschriften:

BROWN BOVERI

Typ P 10 (P 10/2) 10 A 500 V~

Beschreibung:

Dreipoliger Motorschutzschalter gemäss Abbildung, zur Verwendung in nassen Räumen. Direkt beheizter thermischer



Spezialauslöser für Ipsotherm-Motorschutz. Kontakte aus Silber. Sockel aus keramischem Material. Aufsteckbarer Auslöserblock aus Isolierpreßstoff. Gehäuse aus Stahlblech mit Erdungsschrauben versehen. Druckknöpfe aus Isolierpreßstoff. Maximal zulässige Vorsicherung 25 A träg. Spannung am Spezialauslöser 20...60 V.

Der Motorschutzschalter hat die Prüfung in Anlehnung an die «Anforderungen an Motorschutzschalter» (Publ. Nr. 138) bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Vereinsnachrichten

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

Fachkollegium 12 des CES

Radioverbindungen

Unterkommission für Apparatesicherungen (UK-AS)

Am 29. Mai 1958 fand in Zürich die 20. Sitzung der Unterkommission für Apparatesicherungen (UK-AS) unter dem Vorsitz des Präsidenten dieser Unterkommission, Prof. Dr. W. Druey, statt. Die UK-AS diskutierte das Dokument 23(Secrétariat)41, Projet de Spécification pour les cartouches pour coupe-circuit miniatures. Dieser internationale Entwurf ist das Ergebnis der Tätigkeit einer Arbeitsgruppe des CE 23, in welcher Prof. Druey mitgearbeitet hat. Die UK-AS hat mit Rücksicht auf diesen internationalen Text den Entwurf der schweizerischen Regeln für Gerätesicherungen seit einiger Zeit zurückgestellt, um die nationalen Regeln mit den internationalen möglichst weitgehend koordinieren zu können. Die Diskussion des internationalen Entwurfes führte zum Beschluss, eine Stellungnahme auszuarbeiten, die von Prof. Druey an der vom 12. bis 16. Juli 1958 in Stockholm stattfindenden Sitzung des CE 23 vorgelegt und vertreten werden soll.

Als wesentliche Vorschläge umfasst diese Stellungnahme neben verschiedenen Anregungen für redaktionelle Verbesserungen die folgenden: Im Geltungsbereich sollen die maximale Umgebungstemperatur, die höchste relative Feuchtigkeit und der minimale Luftdruck angegeben werden, unter denen die Schmelzeinsätze arbeiten müssen. Ferner sollen im Abschnitt «Nennströme» die Werte aus der Publ. 59 der CEI, Courants normaux, angegeben werden mit der Bestimmung, dass die Normwerte dieser Serie zu entnehmen sind. Ebenso sollen die Temperaturen, bei denen Prüfungen durchgeführt werden, und die Bezugstemperatur mit der grundlegenden Publ. 68 der CEI, Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, in Übereinstimmung gebracht werden. Die Zuleitungen zum Sicherungs-Prüfhalter sind genauer zu definieren, um eindeutige Verhältnisse für die Wärmeableitung zu haben. Für träge Sicherungen soll noch eine Ab-

schmelzcharakteristik bei erhöhter Umgebungstemperatur festgelegt werden. Überdies ist vorzusehen, dass die Aufnahme der Abschmelzcharakteristik auch mit Wechselstrom erfolgen kann, wenn einwandfrei feststeht, dass sich gegenüber der Messung mit Gleichstrom kein Unterschied ergibt.

H. Lütolf

Fachkollegium 13 des CES

Messinstrumente

Das FK 13 führte am 25. Juni 1958 in Richterswil unter dem Vorsitz von Dr. H. Schindler, der den Präsidenten, Prof. Dr. H. König vertrat, seine 12. Sitzung durch. Es diskutierte den bereinigten deutschen Entwurf der «Regeln für anzeigende elektrische Messgeräte und deren Zubehör» und beauftragte das Redaktionskomitee unter Kompetenzerteilung mit den letzten Retuschen. Unter diesen findet sich als wichtigste Aufgabe die Frage, ob die gegenwärtige Definition des Begriffes «Messgerät» als «Messinstrument und damit nicht fest zusammengebautes Zubehör» beibehalten werden soll oder nicht. Diese Frage ist von wesentlicher Bedeutung. Das FK 13 diskutierte ferner die Tabelle der graphischen Symbole für Messgeräte und beschloss über die Kontrolle des ebenfalls vorliegenden französischen Textes des Entwurfs der Regeln. Drei Fachleute französischer Muttersprache wurden mit der Durchsicht betraut. Das Studium des Dokumentes 13(Secrétariat)214, Repérage des bornes pour appareils de mesure, ergab, dass das FK 13 die Bildung eines SC 13/16 begrüsst, das sich der Festlegung von Klemmenbezeichnungen für Messgeräte annimmt. Es wünscht aber dringend, dass Klemmenbezeichnungen mit nur *einem* Buchstaben gewählt werden und gibt den Bezeichnungen *U, V, W* und *R, S, T* den Vorzug. Abschliessend wurden die Traktandenlisten der vom 8. bis 16. Juli 1958 in Stockholm stattfindenden Sitzungen des CE 13 und seiner SC A, B und C besprochen und die Delegationen an diese Sitzungen bestätigt.

H. Lütolf

Fachkollegium 17B des CES

Niederspannungsschalter

Unter dem Vorsitze von Direktor G. F. Ruegg trat das FK 17B am 26. Juni 1958 in Zürich zu seiner 11. Sitzung zusammen. Es wurde Kenntnis genommen, dass der von einer Arbeitsgruppe des FK 17B ausgearbeitete Entwurf über Luft- und Kriechstrecken als schweizerischer Vorschlag für die Tagung der CEI in Stockholm international verteilt wurde. Das Haupttraktandum bildete die Besprechung des 3. Entwurfes der Vorschriften und Regeln für Industrieschalter und Schütze. Die Mitglieder des FK 17B hatten Gelegenheit zu diesem im Frühjahr 1958 versandten Entwurf Stellung zu nehmen. Die zahlreichen Einwendungen wurden für den 1. Teil der Vorschriften besprochen und soweit möglich bereinigt. Die noch hängigen Punkte wurden in einer Pendenzenliste zusammengefasst. Zur Abklärung einiger Fragen müssen die CEI-Beschlüsse von Stockholm abgewartet werden. Die noch aufzustellenden Sicherheits-Vorschriften werden als Auszug aus den vorliegenden Qualitäts-Vorschriften verfasst.

H. Bolleter

Fachkollegium 39 des CES

Elektronenröhren

Unterkommission 39–2: Halbleiter

Die Unterkommission 39–2, Halbleiter, trat am 5. Juni 1958 in Zürich unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Prof. Dr. W. Druey, zur 4. Sitzung zusammen. Ihre Hauptaufgabe bestand darin, die an der Sitzung des SC 39–2 vom 30. Juni bis 2. Juli 1958 in Västeras, Schweden, zur Diskussion gelangenden Dokumente zu sichten und der schweizerischen Delegation die nötigen Richtlinien zu geben. Besonders eingehend wurden die Dokumente 39–2(Secrétariat)2, Définitions des termes pour les dispositifs à semi-conducteurs, und 30–2(Sweden)2, Letter symbols for semi-conductor devices, besprochen. Dabei wurde beschlossen, mit Erlaubnis des Präsidenten des FK 25, Buchstabensymbole und Zeichen, die von diesem Fachkollegium entworfenen Nachträge 7 und 8f zur Publ. 192 des SEV, Regeln und Leitsätze für Buchstabensymbole und Zeichen, an den Sitzungen von Västeras vorzulegen. Diese Nachträge 7, Symbole für Werte zeitlich periodisch veränderlicher Grössen, und 8f, Besondere Liste von Buchstabensymbolen für Transistoren, werden für die Arbeiten des SC 39–2 als sehr zweckdienlich erachtet. Die UK 39–2 bestätigte ferner die Delegation an die Sitzungen von Västeras und bestimmte den Delegationschef.

H. Lütolf

Fachkollegium 40 des CES

Bestandteile für elektronische Geräte

Unterkommission 40–4: Steckverbindungen und Schalter

Die Unterkommission 40–4, Steckverbindungen und Schalter, des FK 40, hielt unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, E. Ganz, am 30. April 1958 in Zürich ihre 5. Sitzung ab. Der Vorsitzende orientierte die Kommission kurz über den Verlauf der Sitzungen des SC 40–4, die vom 1. bis 3. Oktober 1957 in Zürich stattfanden. Das Protokoll dieser Sitzungen wurde anschliessend genehmigt.

Das Haupttraktandum bildete die Diskussion des der 6-Monate-Regel unterstellten Dokumentes über Prüfvorschriften für Stecker bis 3 MHz. Nach eingehender Beratung wurde beschlossen, das Dokument in der vorliegenden Form abzulehnen, und zwar weil der Entwurf voreilig der 6-Monate-Regel unterstellt wurde und zahlreiche Textstellen einer materiellen und redaktionellen Bereinigung bedürfen, und weil noch kein einziges Datenblatt über Stecker, die in kommerziellen Geräten verwendet werden, vorliegt. Im Verlauf der Diskussion wurde beschlossen, die im folgenden angegebenen Änderungs- und Ergänzungsanträge zu stellen.

Im Dokument sollen für die verschiedenen Anforderungen und Daten, wie Kontaktwiderstand, Isolationswiderstand, Nennspannung und Nennstrom die Angabe von Vorzugswerten verlangt werden, um auch Stecker, die nicht genormt sind, prüfen zu können. Das ganze Problem der Luftdistanzen, Kriechwege, Überschlagsspannung und Prüfspannung soll in SC 12–2 generell diskutiert werden. Bei vielpoligen Steckern soll der Übergangswiderstand nicht mit einer Prüflehre, sondern mit dem entsprechenden Gegenstück gemessen werden. Die Prüfung auf Variationen des Kontaktwiderstandes ist nicht mit der Vibrationsprüfung zu kombinieren, sondern als separate Messung und unter mechanischen Stössen auszuführen. Für die Messung des Isolationswiderstandes soll nebst der Meßspannung 100 V ± 10 V auch der Wert von 500 V ± 50 V aufgenommen werden. Der Lagerungstest über die Dauer von 12 Monaten ist nicht durchzuführen, da infolge der verschiedenen, nicht definierten Klimabedingungen keine reproduzierbaren Resultate zu erreichen sind.

Anschliessend wurde die Stellungnahme zu einem Dokument über Wellenschalter für die Verwendung bis 5 A und 1000 V ausgearbeitet. Verschiedene der beim Steckerdokument beantragten Änderungen treffen auch hier zu, so z. B. die Notwendigkeit der Angabe von Vorzugswerten für Nennspannung und Nennstrom. Zwei dieses Dokument ergänzende Muster-Datenblätter wurden ebenfalls diskutiert. Eine Redaktionskommission soll diese und weitere, weniger wichtige und deshalb hier nicht erwähnte Vorschläge zu einer schweizerischen Stellungnahme zusammenfassen und international einreichen. Abschliessend wurde die Delegation für die Sitzungen des SC 40–4 in Stockholm vom 12. bis 16. Juli 1958 gewählt.

F. Baumgartner

Fachkollegium 40 des CES

Bestandteile für elektronische Geräte

Unterkommission 40–5: Grundlagen für Prüfverfahren

Die Unterkommission 40–5, Grundlagen für Prüfverfahren, des FK 40 hielt am 3. Juni 1958 unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Professor Dr. W. Druey, in Zürich ihre 8. Sitzung ab. Das Dokument 40–5(Secretariat)18, Proposal for certain tests to be included in the revised edition of IEC Publication No. 68: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components for radio-communication, wurde im Detail diskutiert.

Die im Dokument enthaltene Methode der Vibrationsprüfung erscheint der Unterkommission als unzweckmässig, da sie die Verwendung mechanischer Vibrationsprüfmaschinen nicht gestattet. Dagegen sieht ein amerikanischer Vorschlag 2 prinzipielle Prüf-Frequenzbänder vor, wobei für das 1. Frequenzband von 10...55 Hz eine mechanische oder elektromagnetische Prüfeinrichtung verwendet werden kann, und für das 2. Frequenzband oberhalb 55 Hz nur eine elektromagnetische Prüfeinrichtung in Frage kommt. Da aber erfahrungsgemäss für Bestandteile für elektronische Geräte für erdgebundene Anwendungen in der überwiegenden Anzahl der Fälle ein Prüf-Frequenzband von 10...50 Hz zur Feststellung der Vibrationsbeständigkeit vollauf ausreicht, können nach diesem Vorschlag die meisten Bauelemente mit der billigeren, robusteren und einfacher zu bedienenden mechanischen Vibrationsmaschine geprüft werden. Es wurde deshalb beschlossen, dieser amerikanischen Frequenzbandaufteilung im Prinzip zuzustimmen. Die übrigen Prüfdetails wie z. B. Prüfdauer, Prüfamplitude oder Prüfbeschleunigung müssen durch die Expertenkommission «Vibration und Stoss» der FK 13 und 40 noch eingehend diskutiert werden.

Die Salznebelprüfung zur Feststellung der Korrosionsbeständigkeit der Metallteile von Bauelementen ist international noch immer stark umstritten, indem insbesondere amerikanische Fachleute die Reproduzierbarkeit der Prüfung stark bezweifeln und zudem auf Grund ihrer Erfahrungen keinen direkten Zusammenhang zwischen der Beanspruchung in der Salznebelprüfkammer und in natürlicher Atmosphäre finden konnten. Diese Erfahrungen basieren allerdings alle auf Prüfmethoden, bei denen Salzwasser mittels Pressluft durch Sprühdüsen versprüht wird; in einer in der Schweiz entwickelten Prüfkammer wird dagegen der Salznebel durch einen Zentrifugalzerstäuber erzeugt, wodurch wesentlich kleinere und gleichmässigere Nebeltropfen erhalten werden. Diese schweizerische Methode (Aerosol-Prüfkammer) gewährleistet deshalb eine bessere Reproduzierbarkeit und ergibt Resultate, die besser mit der Beanspruchung in der Natur übereinstimmen. Leider aber ist diese Methode in der internationalen Fachwelt noch zu wenig bekannt, so dass sie zur schweizerischen Prüfkammer ablehnend oder skeptisch eingestellt ist. Es wurde beschlossen, an den nächsten internationalen Sitzungen des SC 40–5 in Stockholm die schweizerische Methode weiterhin mit Nachdruck zu vertreten oder vorzuschlagen, falls dies ohne Erfolg bleibt, dass endgültige Festlegungen über diese Prüfung erst aufgestellt werden sollen, wenn weitere, neuere Erfahrungen vorhanden sind. Ferner ist zur Diskussion zu stellen, dass eventuell Korrosionsprüfungen auch in einer feuchten 0,1%igen SO_2-Atmosphäre durchgeführt werden könnten, wobei diese Prüfung gleichzeitig zur Nachbildung der sogenannten «Industrieatmosphäre» dienen kann. Da die Salznebelprüfung auch zur Feststellung des Einflusses künstlicher Verschmutzung von Kriechstrecken durch Salzniederschläge dient, kann auf diese Prüfung nicht ohne weiteres verzichtet werden, es sei denn, es würde eine neue separate Prüfung des Verschmutzungseinflusses von Kriechstrecken z. B. mittels Kohlenstaub und dergleichen in das Dokument aufgenommen. *E. Ganz*

Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmessersystemen zur amtlichen Prüfung

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

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

Zusatz zu

S 2 Induktions-Wirkverbrauchszähler für Wechselstrom für Einphasen-Dreileiternetze mit ein oder zwei messenden Systemen
Typ DB 17
Nennspannungen 2 × 100 . . . 2 × 220 V
Nennströme 1 . . . 100 A
Messtechnisch belastbar bis 125 % des Nennstromes
Nennfrequenzen 16²/₃...50 Hz
Prüfspannung 2000 V
Zusatzeinrichtungen: die bei der Firma Landis & Gyr üblichen.

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

S 116 Induktions-Wirkverbrauchszähler für Einphasenwechselstrom mit einem messenden System
für Zweileiternetze:
Typen CL 1, CL 2, CL 3, CL 4, CL 6, ZCL 5
für Dreileiternetze:
Typen DL 1, DL 2, DL 3, DL 4, DL 6, ZDL 5
Nennspannungen: Typen CL 57,7...550 V
Typen DL bis 2 × 275 V
Nennströme (Grenzströme)

CL 1	1 (2)	...75 (150), 100 (160) A
CL 2	1 (3)	...50 (150), 75 (160) A
CL 3	1 (4)	...40 (160), 50 (160) A
CL 4	1 (5)	...30 (150), 50 (160) A
CL 6	1 (7)	...15 (105), 25 (160) A
ZCL 5	1 (2,5)	...60 (150) A
DL 1	1 (2)	...30 (60) A
DL 2	1 (3)	...20 (60) A
DL 3	1 (4)	...15 (60) A
DL 4	1 (5)	...15 (75) A
DL 6	1 (7)	...10 (80) A
ZCL 5	1 (2,5)	...30 (75) A

Nennfrequenzen 40 . . . 60 Hz
Prüfspannung 2000 V
Zusatzeinrichtungen: die bei der Firma Landis & Gyr üblichen.

Fabrikant: *Siemens-Schuckertwerke A.-G., Nürnberg*

Zusatz zu

S 79 Induktions-Wirkverbrauchszähler für Drehstrom-Vierleiternetze mit 3 messenden Systemen
Typ D 22 L
Der am 12. Dezember 1940 durch Publikation für die amtliche Prüfung zugelassene Typ D 22 wird ersetzt durch den Typ D 22 L mit reduzierter Nenndrehzahl und verbesserter Fehlerkurve.

Fabrikant: *A.-G Emil Pfiffner & Cie., Hirschthal*

S 92 Niederspannungs-Wicklungsstromwandler
Typ JL 0,5
in der Ausführung als normaler Stromwandler und Zwischenstromwandler
Primärnennströme bis 500 A
Sekundärnennströme 1, 2, 5 A
Nennspannung 500 V
Prüfspannung 4000 V
Nennfrequenzen 16²/₃, 50 Hz

Fabrikant: *A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden*

Zusatz zu

S 80 Die Bekanntmachung vom 22. April 1955 wird ersetzt durch:
Ringwickel-Stromwandler
Typen TMR 45 und TMHR 45, Nennspannung 45 kV
Typen TMR 60 und TMHR 60, Nennspannung 60 kV
Typ TMBR 52, höchste Betriebsspannung 52 kV
Typ TMBR, 72,5, höchste Betriebsspannung 72,5 kV
Kerngrössenindices f, g, h, i oder k
Nennfrequenzen 16²/₃ . . . 60 Hz

Fabrikant: *Trüb, Täuber & Co. A.-G., Zürich*

Zusatz zu

S 68 Summenstromwandler
Typ JL m 4
primäre Nennströme 5 A
Sekundärnennstrom 5 A
Nennspannung 500 V
Prüfspannung 4000 V
Nennfrequenz 50 Hz

Bern, den 14. Juni 1958

Der Präsident
der Eidgenössischen Mass- und Gewichtskommission:
M. K. Landolt

Sicherheits-Vorschriften für Kleintransformatoren
Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden den Entwurf der Sicherheits-Vorschriften für Kleintransformatoren, sowie den Entwurf der Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation. Die Entwürfe wurden von den hiefür gebildeten Ausschüssen der Hausinstallationskommission aufgestellt und von dieser Kommission sowie von der Verwaltungskommission des SEV und VSE genehmigt. Sie stellen Auszüge der Sicherheitsbestimmungen aus den bestehenden Qualitäts-Vorschriften für Kleintransformatoren, Publ. Nr. 149 des SEV, sowie der Qualitäts-Vorschriften für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation, Publ. Nr. 184 des SEV, dar. Aufbau und Wortlaut der Bestimmungen wurden daher im wesentlichen unverändert gelassen.

Der Vorstand lädt die Mitglieder des SEV ein, die Entwürfe zu prüfen und allfällige Bemerkungen dazu bis spätestens *2. August 1958 in doppelter Ausfertigung* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstr. 301, Zürich 8, einzusenden. Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit den Entwürfen einverstanden. Er würde dann die Entwürfe dem Eidg. Post- und Eisenbahndepartement zur Genehmigung unterbreiten.

—

Entwurf

Sicherheits-Vorschriften für Kleintransformatoren

Grundlagen

Die vorliegenden Vorschriften stützen sich auf die Verordnung des Bundesrates über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933 (Starkstromverordnung) samt den seither zu dieser Verordnung erschienenen Änderungen und Ergänzungen, sowie auf das Sicherheitszeichen-Reglement des SEV (Publ. Nr. 0204) und die Hausinstallationsvorschriften des SEV (Publ. Nr. 152).

Sie gehören zu den in Art. 121 der Starkstromverordnung genannten sicherheitstechnischen Vorschriften.

Bewilligung

Das in den Geltungsbereich dieser Vorschriften fallende Material darf nur dann mit dem Sicherheitszeichen versehen und in Verkehr gebracht werden, wenn hiefür auf Grund einer durch die Materialprüfanstalt des SEV nach diesen Vorschriften durchgeführten Prüfung vom Eidg. Starkstrominspektorat eine Bewilligung erteilt worden ist.

—

Erster Teil

Kleintransformatoren bis zu einer Nennleistung von 3000 VA und Spannungen bis zu 1000 V

1 Begriffserklärungen

Als *Schwachstromanlagen* werden solche angesehen, bei denen normalerweise keine Spannungen und Ströme auftreten können, die für Personen und Sachen gefährlich sind.

Als *Starkstromanlagen* werden solche angesehen, bei welchen Spannungen und Ströme benützt werden oder auftreten, die unter Umständen für Personen oder Sachen gefährlich sind.

Kleinspannungsanlagen sind Stark- oder Schwachstromanlagen, welche mit Spannungen von nicht mehr als 50 V betrieben werden und die keine leitende Verbindung mit einem Netz höherer Nennspannung haben.

Der *Primärstromkreis* umfasst alle an das stromliefernde Starkstromnetz anzuschliessenden, mit ihm leitend verbundenen Teile des Kleintransformators.

Der *Sekundärstromkreis* umfasst alle mit den Stromverbrauchern leitend verbundenen Teile des Kleintransformators.

Nennleistung ist die auf dem Transformator angegebene Leistung bzw., wenn an Stelle der Leistung der Sekundärnennstrom aufgeführt ist, die aus dem letztern und der Sekundärnennspannung berechnete Leistung (in VA).

Kurzschlußsicher ist ein Transformator, wenn er bei dauerndem, direktem allpoligen Kurzschluss seiner Sekundärklemmen keinen Schaden nimmt, bzw. die in diesen Vorschriften festgesetzten Übertemperaturen nicht überschritten werden.

Ein Stoff ist

— *wärmebeständig* bis zu einer bestimmten Temperatur, wenn sich bei dieser Temperatur seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändern;

— *feuchtigkeitsbeständig*, wenn sich seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften in feuchter Luft nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändern.

2 Allgemeine Bestimmungen

2.1 Geltungsbereich

Diese Vorschriften beziehen sich auf zum Anschluss an Niederspannungsanlagen oder Kleinspannungsanlagen bestimmte Ein- und Mehrphasentransformatoren mit getrennten oder mit zusammenhängenden Primär- und Sekundärwicklungen für Nennleistungen bis höchstens 3000 VA und Nennspannungen bis 1000 V.

Bei Transformatoren mit getrennten Primär- und Sekundärwicklungen darf die Sekundärspannung im Leerlauf 1000 V nicht überschreiten.

Bei Transformatoren mit zusammenhängenden Primär- und Sekundärwicklungen müssen entweder sowohl die Primär- als auch die Sekundärnennspannung grösser als 50 V sein, oder es darf die Primärnennspannung und die Sekundärspannung im Leerlauf den Wert von 50 V nicht überschreiten. Bei Transformatoren für mehr als 500 V darf die niedrigere Spannung, bezogen auf die höhere, um höchstens 25 % verschieden sein.

Bei Mehrphasentransformatoren beziehen sich die oben angeführten Spannungsgrenzen auf die verkettete Spannung.

Für Transformatoren mit Sekundärspannungen von mehr als 1000 V, wie sie für Röntgenapparate, Leuchtröhrenanlagen, Zündvorrichtungen für Ölfeuerungen usw. verwendet werden, gelten die Bestimmungen für Hochspannungs-Kleintransformatoren (siehe den 2. Teil dieser Vorschriften).

Für Kleintransformatoren zum Anschluss von Schwachstromanlagen und -Apparaten an Starkstromanlagen gelten diese Vorschriften nur dann, wenn

a) die Schwachstromanlagen und -Apparate mit den Sekundärkreisen des Kleintransformators elektrisch leitend verbunden sind, oder

b) die Trennung der Schwachstromanlagen und -Apparate von den Sekundärkreisen des Kleintransformators sicherheitstechnisch nicht hinreichend gewährleistet ist.

2.2 Einteilung

Die vorliegenden Vorschriften unterscheiden folgende Niederspannungs-Kleintransformatoren (siehe Tabelle I).

Kleintransformatoren der *Klasse 1a* dürfen keine leitende Verbindung zwischen Primär- und Sekundärwicklung aufweisen und müssen kurzschlußsicher gebaut sein.

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 689

Es folgen «Die Seiten des VSE»

Fortsetzung von Seite 676

Sicherheitsvorschriften für Kleintransformatoren

Einteilung der Niederspannungs-Kleintransformatoren

Tabelle I

Art der Wicklungen	Bauart	Klassen-bezeichnung	Verwendungsart	Max. Primär-Nenn-spannung[1]) [V]	Max. Sekundär-Nenn- bzw. Leerlauf-spannung[1]) [V]	Max. Nennleistung [VA]
Getrennte Primär- und Sekundär-wicklungen	kurzschlußsicher	1a	ortsfest oder ortsveränderlich	250	50	30
	kurzschlußsicher bzw. nicht kurzschlußsicher	2a bzw. 2b	ortsfest	1000	1000	3000
			ortsveränderlich	500	250	
Zusammenhängende Primär- und Sekundärwicklungen	kurzschlußsicher bzw. nicht kurzschlußsicher	3a bzw. 3b	ortsfest oder ortsveränderlich	50	50	3000
			ortsfest	1000[2]) jedoch mehr als 50	1000[2]) jedoch mehr als 50	
			ortsveränderlich	250 jedoch mehr als 50	250 jedoch mehr als 50	

[1]) Für die Spannung 250 V darf eine Toleranz von + 20 % angewendet werden.
[2]) Wenn die Primär- oder Sekundärspannung oder beide Spannungen grösser als 500 V sind, dürfen die beiden Spannungen voneinander um nicht mehr als 25 % verschieden sein, bezogen auf die höhere Spannung.

Kleintransformatoren der *Klassen 2a und 2b* dürfen keine leitende Verbindung zwischen Primär- und Sekundärwicklung aufweisen.

Kleintransformatoren der *Klassen 3a und 3b* weisen eine leitende Verbindung zwischen Primär- und Sekundärwicklung auf (Spartransformatoren). Bei Mehrphasen-Spartransformatoren in Stern- oder in Zickzackschaltung muss der Systemnullpunkt wie die Polleiter zum Anschluss von Leitungen zugänglich sein.

Nicht kurzschlußsichere Transformatoren müssen eine Aufschrift über die Nennstärke des vor- oder nachzuschaltenden Überstromunterbrechers tragen. Bei allen ortsveränderlichen Kleintransformatoren, die durch Schmelzsicherungen geschützt werden, müssen diese mit dem Transformator zusammengebaut sein.

Je nach der Eignung für verschiedene *Raumarten* wird noch unterschieden zwischen:

gewöhnlichen Kleintransformatoren (für trockene Räume)

feuchtigkeitssicheren Kleintransformatoren (für feuchte Räume)

spritzwassersicheren Kleintransformatoren (für nasse Räume)

2.3 Bezeichnungen

Kleintransformatoren sind mit einem Schild zu versehen, auf welchem folgende Angaben gut sichtbar und dauerhaft angebracht sein müssen:

— die *Klasse* (1a, 2a, 2b, 3a, 3b);

— die *Primärspannung* oder der Primärspannungsbereich oder bei Transformatoren mit Anzapfungen der Primärwicklungen, die diesen Anzapfungen zugeordneten Spannungen;

— die *Frequenz* oder der Frequenzbereich;

— die *Sekundärnennspannung* oder bei Transformatoren mit Anzapfungen der Sekundärwicklungen, die diesen Anzapfungen zugeordneten Spannungen;

— die *Sekundärnennleistung*. Ist bei Transformatoren mit Anzapfungen der Sekundärwicklung die Leistung für die verschiedenen Anzapfungen nicht dieselbe, so muss für jede Anzapfung die ihr zugeordnete Nennleistung angegeben sein. Anstelle der Nennleistung ist auch die Angabe des Sekundärstromes zulässig. Bei Transformatoren mit Anzapfungen der Sekundärwicklung, die bis zu einer bestimmten Leistung, jedoch nicht mehr als bis zu einem bestimmten Strom belastbar sind, müssen diese beiden Werte als Maximalwerte angegeben sein;

— die *Firmenbezeichnung;*

— das *Sicherheitszeichen.*

Bei Transformatoren, die bei normalem Betrieb *sekundärseitig kurzgeschlossen* sind, kann auf die Angabe der Sekundärnennspannung und, wenn eine Messung nicht ohne weiteres möglich ist, auch der Sekundärstromstärke verzichtet werden. Dafür ist aber die Leistungsaufnahme in VA bzw. die Primärstromstärke im Kurzschluss anzugeben. Wenn solche Transformatoren im Leerlauf betrieben werden können, dann ist auch die Leerlaufnennspannung anzugeben.

Bei Transformatoren mit *verstellbarem Streukern* ist auf dem Schild diejenige Nennspannung und Nennstromstärke bzw. Nennleistung anzugeben, die bei minimaler Streuung auftritt.

Im weiteren gilt:

Transformatoren für *feuchte Räume* müssen mit ♦, solche für nasse Räume mit ♦ ♦ an einer auch nach erfolgter Montage noch sichtbaren Stelle dauerhaft bezeichnet sein (♦ Symbol für einen Wassertropfen).

Spielzeug-Transformatoren müssen als solche durch das Symbol 🚶 besonders bezeichnet werden.

Bei Transformatoren der *Klassen 3a und 3b* muss der gemeinsame Anschlusspunkt bzw. der Systemnullpunkt des Transformators als solcher durch die Ziffer «0» bezeichnet werden.

Bei Transformatoren *zum Zusammenbau* mit anderen Apparaten können die Bezeichnungen statt auf einem Schild auch auf einer dauerhaften Umhüllung der Wicklung in Form einer dauerhaften Aufstempelung angebracht werden.

Bei nicht kurzschlußsicheren Transformatoren, die *durch genormte Sicherungen geschützt werden,* ist durch eine Aufschrift die Nennstromstärke und Anordnung der zu verwendenden Sicherungen anzugeben (z. B. Sicherung 6 A, sekundär, abgekürzt: «Sich. 6 A, sek.»).

Bei nicht kurzschlußsicheren Transformatoren, die durch *nicht genormte Sicherungen geschützt werden,* ist in der Nähe des Sicherungshalters die Nennstromstärke und die Firmenbezeichnung der zu verwendenden Sicherungen anzugeben.

Bei Transformatoren *mit Vergussmasse,* die nicht in beliebiger Lage verwendet werden dürfen, ist die Gebrauchslage zu kennzeichnen.

2.4 Wicklungen

Die einzelnen Windungen der Wicklungen, sowie die verschiedenen Wicklungen der Transformatoren müssen in ihrer Lage gegeneinander unverrückbar angeordnet sein.

Bei Schutztransformatoren darf die Sekundärwicklung nicht mit dem Eisenkern oder dem Gehäuse des Transformators in leitender Verbindung stehen.

2.5 Konstruktionsmaterial und Isolation der Wicklungen

Für Kleintransformatoren darf nur Konstruktionsmaterial verwendet werden, das feuchtigkeitsbeständig und wärmebeständig ist.

Die Isolation der Wicklungen muss feuchtigkeitsbeständig sein. Nicht imprägnierte oder nicht getränkte Faserstoffe sind unzulässig.

Für Transformatoren in Öl darf nur Konstruktionsmaterial verwendet werden, welches ölbeständig ist.

2.6 Abschluss der Kleintransformatoren nach aussen

Kleintransformatoren müssen nach aussen durch eine mechanisch widerstandsfähige und nur mit Hilfe von Werkzeugen entfernbare Verschalung derart abgeschlossen sein, dass infolge von Überlastungen oder auch durch schlechte Kontaktverhältnisse im Transformator auftretende Wärme sich nicht in einer für die Umgebung gefährlichen Weise nach aussen auswirken kann.

Bei mit Apparaten zusammengebauten Kleintransformatoren, welche durch den Apparat schon geschützt sind, oder bei zur Aufstellung in elektrischen Betriebsräumen bestimmten Kleintransformatoren, kann eine besondere Verschalung weggelassen werden.

2.7 Berührungsschutz, Erdung von metallenen Verschalungen

Im normalen Gebrauchszustand müssen alle unter Spannung stehenden Teile und die Wicklungen der zufälligen Berührung entzogen und durch nur mit Hilfe von Werkzeugen lösbare Verschalungen geschützt sein. Hievon ausgenommen sind die Sekundärklemmen der Kleintransformatoren der Klasse 1a für trockene Räume und der Spielzeugtransformatoren.

Die Verschalungen der Primär- und Sekundärklemmen müssen derart ausgebildet sein, dass im normalen Gebrauchszustand der Transformatoren, ohne die Verschalungen zu entfernen, die Klemmen nicht zugänglich sind.

Alle berührbaren Metallteile, welche bei Isolationsdefekten unter Spannung kommen können, sind bei gewöhnlichen Transformatoren (für trockene Räume) bei Spannungen grösser als 250 V zur Erdung einzurichten. Bei feuchtigkeits- und spritzwassersicheren Transformatoren gilt diese Vorschrift für alle Spannungen über 125 V.

Lackierung oder Emaillierung gilt nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes.

Ortsveränderliche Kleintransformatoren, für die eine Erdung verlangt ist, sind mit solchen Anschlussvorrichtungen zu versehen, welche die Erdung zwangsläufig herstellen.

Ortsveränderliche Kleintransformatoren für feuchte und nasse Räume sowie ortsveränderliche Schutztransformatoren müssen mit Handgriffen versehen sein, sofern das Gehäuse dieser Transformatoren nicht aus Isoliermaterial besteht. Bei Transformatoren mit Handgriffen müssen die letzteren entweder aus mechanisch widerstandsfähigem Isoliermaterial bestehen oder gegen Metallteile, die bei Isolationdefekten unter Spannung kommen können, zuverlässig isoliert und so beschaffen sein, dass beim ordnungsgemässen Anfassen derselben eine zufällige Berührung mit solchen Metallteilen möglichst vermieden ist.

Für sogenannte Spielzeugtransformatoren dürfen nur gewöhnliche Kleintransformatoren der Klassen 1a, 2a und 2b mit einer Sekundärspannung im Leerlauf von höchstens 36 V und einer Nennleistung von höchstens 200 VA verwendet werden. Die Spannung von 36 V darf auch nicht durch Hintereinanderschalten mehrerer, unter Umständen unabhängiger Spannungsstufen überschritten werden. Solche Transformatoren müssen mit einer mechanisch widerstandsfähigen Verschalung gegen Berührung unter Spannung stehender Teile des Primärstromkreises zuverlässig geschützt sein. Die Verschalung darf mit Kindern zugänglichen Werkzeugen (Zange, Schraubenzieher usw.) nicht abnehmbar sein. Ausserhalb der Verschalung dürfen keine mit Kindern zugänglichen Werkzeugen lösbare Schrauben und dgl. vorhanden sein. Unter Netzspannung stehende Teile dürfen auch nicht mit Drähten berührbar sein (z. B. durch Ventilationslöcher oder Bohrungen in Steckerbüchsen).

Kleintransformatoren mit metallischen Klemmendeckeln müssen derart beschaffen sein, dass unter Spannung stehende Teile mit dem Klemmendeckel weder beim sachgemässen Aufsetzen noch Abnehmen derselben zufällig berührt werden können.

2.8 Erdungsanschlüsse

Sind an Kleintransformatoren Erdungsschrauben vorhanden, so sind diese genügend kräftig und so auszubilden, dass sie nur mit Werkzeugen gelöst werden können. Die Anschlußstellen müssen blank sein.

Erdleiterklemmen und Erdungsschrauben aus Stahl müssen gegen Rosten geschützt sein.

2.9 Kennzeichnung von Erdungsanschlüssen

Anschlussklemmen für den Erdleiter sind durch gelbe und rote Farbe oder durch das Symbol ⏚ dauerhaft als solche zu kennzeichnen.

2.10 Kriechstrecken und Luftabstände

Die kürzeste Strecke auf der Oberfläche des Isoliermaterials (Kriechstrecke) zwischen unter Spannung stehenden Teilen verschiedenen Potentials oder solchen und berührbaren Metallteilen und Befestigungsschrauben, sowie der kürzeste Luftabstand zwischen unter Spannung stehenden Teilen einerseits und berührbaren Metallteilen, Befestigungsschrauben und der Unterlage anderseits, darf den sich aus der Formel

$$1 + \frac{U}{125} \text{ [mm]}$$

U ist die Primär- bzw. Sekundärnennspannung in Volt, mindestens aber 250 V

ergebenden Wert nicht unterschreiten.

Für Kleintransformatoren, bei denen die Sekundärnennspannung 50 V nicht überschreitet, wird jedoch für die Sekundärseite die Spannung 50 V eingesetzt. Für die Kriechstrecken zwischen unter Spannung stehenden Teilen des Primär- und Sekundärstromkreises, sowie zwischen allfälligen verschiedenen Sekundärstromkreisen unter sich ist die höchste vorkommende Spannung einzusetzen.

Bei Kleintransformatoren für 380 V Primärspannung ist im Primärstromkreis für die Beurteilung der Kriechstrecken und Luftabstände gegen berührbare oder geerdete Metallteile, die Befestigungsschrauben und die Befestigungsunterlage eine Spannung von 250 V einzusetzen.

2.11 Einführungsöffnungen und Raum in den Kleintransformatoren

Kleintransformatoren müssen so beschaffen sein, dass ein sachgemässes Einführen und Anschliessen der Leiter möglich ist.

2.12 Stecker und Steckdosen

In Fällen, da die Zuführung der Primärspannung bzw. Abnahme der Sekundärspannung mit Hilfe von Steckkontaktverbindungen an den Transformatoren selbst stattfindet, müssen die Transformatoren als primäre Verbindung eingebaute Steckerstifte und als sekundäre Verbindung eingebaute Steckdosen haben. Sofern die Sekundärspannung 50 V oder weniger beträgt, müssen diese Dosen so beschaffen sein, dass der zugehörige Stecker, wenn er mehrpolig ist, nicht in eine genormte Dose für höhere Nennspannung eingeführt werden kann.

Die angewandten Steckkontakte für Starkstrom müssen den Bestimmungen der Sicherheitsvorschriften für Netz- bzw. Apparatesteckkontakte entsprechen.

2.13 Sicherungen

Schmelzsicherungen in Verbindung mit Kleintransformatoren müssen den Bestimmungen der Sicherheitsvorschriften für Schraub- und Stecksicherungen genügen. Für Stromstärken bis 6 A und Spannungen bis 250 V dürfen jedoch auch von den genormten abweichende Sicherungen verwendet werden, sofern sie in bezug auf Überlastbarkeit und Kurzschlußsicher-

heit den Vorschriften entsprechen. Auf der Sekundärseite von Kleintransformatoren angeordnete, nicht genormte Sicherungen werden jedoch hinsichtlich Kurzschlußsicherheit in Verbindung mit dem Transformator, für welchen sie bestimmt sind, geprüft.

Die Sicherungen müssen gefahrlos ausgewechselt werden können, d. h. ohne dass unter Spannung stehende Teile berührt werden müssen. Hievon ausgenommen sind Sicherungen in Verbindung mit Kleintransformatoren für trockene Räume in Stromkreisen bis max. 50 V.

2.14 Schalter

Eingebaute Schalter für Starkstrom müssen den Sicherheitsvorschriften für Haushaltschalter genügen.

2.15 Anschlussleitungen von ortsveränderlichen Kleintransformatoren

Findet bei ortsveränderlichen Kleintransformatoren die Energiezufuhr bzw. Energieentnahme mit Hilfe von mit den Transformatoren fest verbundenen Leitungen statt, so müssen die Leitungen am Transformator gegen Zug, Stoss und Verdrehung gesichert sein.

Bei Spielzeugtransformatoren muss die Zuleitung fest angeschlossen sein.

Anschlussleitungen für Starkstrom von ortsveränderlichen Kleintransformatoren müssen den Sicherheitsvorschriften für isolierte Leiter entsprechen.

2.16 Anschlussklemmen

Die Anschlussklemmen müssen einen dauernd sichern Kontakt gewährleisten und eindeutig und dauerhaft bezeichnet sein.

2.17 Leerlaufspannungen

Die Sekundärspannung im Leerlauf darf die in Tab. I angegebenen Werte nicht überschreiten. Für Spielzeugtransformatoren beträgt dieser Wert im Maximum 36 V.

2.18 Feuchtigkeitssichere Kleintransformatoren

Feuchtigkeitssichere Kleintransformatoren müssen allen vorstehenden Bestimmungen genügen. Ausserdem muss das Gehäuse so gebaut sein, dass Kondensationswasser sich nicht in einer für die Isolation nachteiligen Weise im Innern des Transformators ansammeln kann.

2.19 Spritzwassersichere Kleintransformatoren

Spritzwassersichere Kleintransformatoren müssen allen vorstehenden Bestimmungen genügen. Ausserdem müssen sie so gebaut sein, dass bei Bespritzung nicht Wasser in einer für die Isolation nachteiligen Weise in den Transformator eindringen kann.

3 Umfang der Prüfungen

3.1 Allgemeines

Zur Beurteilung, ob die Kleintransformatoren den Anforderungen genügen, werden sie einer Annahmeprüfung und normalerweise alle 2 Jahre einer Nachprüfung unterzogen. Annahmeprüfung und Nachprüfung sind Typenprüfungen.

3.2 Annahmeprüfung

Für die Annahmeprüfung hat die Firma von den Kleintransformatoren, die sie in Verkehr bringen will, der Materialprüfanstalt des SEV die notwendigen Prüflinge einzureichen.

Die Annahmeprüfung gilt als bestanden, wenn alle Prüflinge die in Ziff. 3.4 aufgeführten Teilprüfungen bestanden haben. Versagt ein Prüfling bei einer oder mehreren Teilprüfungen, so kann auf Wunsch der Firma die Annahmeprüfung an verbesserten Prüflingen weitergeführt werden.

3.3 Nachprüfung

Für die Nachprüfung werden die Prüflinge von der Materialprüfanstalt des SEV beschafft. In der Regel ist 1 Prüfling von jeder Klasse erforderlich.

Die Nachprüfung gilt als bestanden, wenn der Prüfling die in Ziff. 3.4 aufgeführten Teilprüfungen bestanden hat. Versagt der Prüfling, so werden die nichtbestandenen Teilprüfungen an weiteren Prüflingen wiederholt. Versagt dann wieder ein Prüfling, so gilt die Nachprüfung als nicht bestanden.

3.4 Durchführung der Prüfungen

Bei der Annahmeprüfung und bei den Nachprüfungen werden der Reihe nach folgende Teilprüfungen ausgeführt.

1. Allgemeine Prüfung 4.1
2. Prüfung der mechanischen Festigkeit der nach aussen abschliessenden Teile 4.2
3. Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit und Sicherheit gegen Spritzwasser 4.3
4. Spannungsprüfung 4.4
5. Isolationswiderstandsmessung 4.5
6. Windungsprüfung 4.6
7. Prüfung auf Erwärmung 4.7
8. Wiederholte Spannungsprüfung 4.8
9. Prüfung der Berührbarkeit unter Spannung stehender Teile 4.9

Wenn wegen besonderer Eigenschaften oder Verwendungszwecke einer Kleintransformatorenart oder eines Baustoffes die vorstehend aufgeführten Teilprüfungen für die sicherheitstechnische Beurteilung unnötig, unzweckmässig oder ungenügend sind, kann die Materialprüfanstalt des SEV im Einvernehmen mit dem Eidg. Starkstrominspektorat ausnahmsweise einzelne Teilprüfungen weglassen oder andere oder zusätzliche Prüfungen durchführen.

Soweit bei den Teilprüfungen nichts anderes angegeben ist, werden alle Prüfungen bei einer Umgebungstemperatur von 20 ± 5 °C und in der normalen Gebrauchslage der Kleintransformatoren durchgeführt.

Kleintransformatoren, welche für mehrere Primär- oder Sekundärspannungen oder Frequenzen bestimmt sind, werden in der Weise geprüft, dass für jede Prüfung diejenige Spannung oder Frequenz gewählt wird, welche die ungünstigsten Resultate erwarten lässt.

4 Beschreibung der Prüfungen

4.1 Allgemeine Prüfung

Die Prüflinge sind auf ihre Übereinstimmung mit den Bestimmungen der Ziff. **2.1...2.19** zu prüfen.

4.2 Prüfung der mechanischen Festigkeit der nach aussen abschliessenden Teile

Diese Prüfung wird nur an den ortsveränderlichen und nur an solchen Transformatoren vorgenommen, die nicht zum Einbau bestimmt sind.

4.2.1 *Kleintransformatoren der Klasse 1a, der Klassen 2a und 2b bis 30 VA und der Klassen 3a und 3b bis 100 VA (mit Ausnahme der Spielzeugtransformatoren)*

Der Prüfling wird folgender Schlagprobe unterworfen:

Ein 0,15 kg schwerer Hammer (siehe Fig. 1 und 2), dessen Schlagkörper aus Buchenholz besteht, ist an einem Stahlrohr von 9 mm äusserem Durchmesser, 0,5 mm Wandstärke und 100 cm Länge befestigt und mit diesem zusammen als starres Pendel montiert. Das ganze Pendel ist derart drehbar angeordnet, dass seine Schwingungsebene innerhalb 180° beliebig eingestellt werden kann. Auf einer massiven Unterlage von mindestens 15 kg Gewicht wird auf einem Holzbrett von ca. 22 mm Dicke 100 cm senkrecht unter dem Drehpunkt des Pendels der zu prüfende Kleintransformator befestigt bzw. von Hand festgehalten und der Hammer mit der dem Prüfling zugekehrten Hartholzseite bei einer Fallhöhe des Hammers von 30 cm (entsprechend einer Auslenkung des Pendels von 71 cm, in horizontaler Richtung gemessen) fünfmal gegen den Transformator an verschiedenen Stellen aufschlagen gelassen, worauf der Transformator gegenüber seiner bisherigen Stellung um 90° gedreht wird und abermals fünf Schläge in dieser neuen Stellung ausgeführt werden.

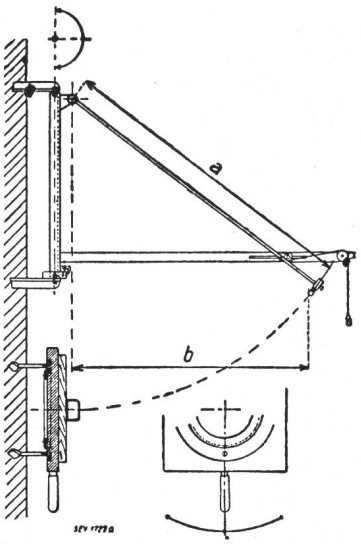


Fig. 1
Apparat zur Prüfung der mechanischen Festigkeit
a = 100 cm b = 71 cm

4.2.2 *Kleintransformatoren der Klassen 2a und 2b von mehr als 30 VA und der Klassen 3a und 3b von mehr als 100 VA, sowie Spielzeugtransformatoren jeder Leistung*

Der Prüfling wird der unter Ziff. **4.2.1** beschriebenen Schlagprobe unterworfen, wobei aber der dort erwähnte Hammer durch einen Stahlhammer von 0,5 kg Gewicht ersetzt wird. Der schlagende Teil des Stahlhammers hat vorne die gleiche Form, wie in Fig. 2 dargestellt ist.

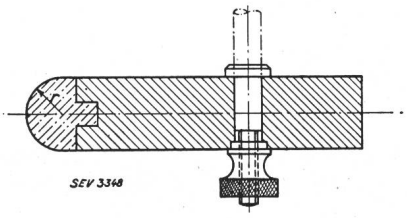


Fig. 2
Hammer für die Schlagprobe
r = 10 cm

Bei den Prüfungen nach Ziff. **4.2.1** und **4.2.2** dürfen die Kleintransformatoren keine für ihren weitern Gebrauch nachteiligen Beschädigungen erleiden.

4.3 Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit und Sicherheit gegen Spritzwasser

4.3.1 *Gewöhnliche Kleintransformatoren*

Gewöhnliche Kleintransformatoren werden bei aufgesetztem Deckel während 24 Stunden in einem geschlossenen Kasten gelagert, dessen Volumen mindestens 4mal so gross sein muss wie das Volumen des oder der Prüflinge. Dabei werden die Kleintransformatoren auf ein mit einer Metallfolie überzogenes Holzbrett montiert. Während dieser Lagerung ist die innere Bodenfläche des Kastens unter Wasser zu halten. Zu Beginn der Lagerung wird mit Hilfe eines Zerstäubers während ca. 2 Minuten in den Kasten eine Wassermenge in Nebelform eingeleitet, welche als Wasser $^1/_{800}$ des Volumens dieses Kastens beträgt. Bei der Benebelung ist durch eine Schutzwand dafür zu sorgen, dass die Prüflinge nicht direkt vom einströmenden Nebelstrahl getroffen werden (siehe Fig. 3). Die Prüflinge und das zu dieser Prüfung verwendete Wasser sollen beim Einsetzen Raumtemperatur aufweisen. Die Einführungsöffnungen der Kleintransformatoren sind so zu verschliessen, wie dies bei der Montage durch die Zuleitungen geschieht.

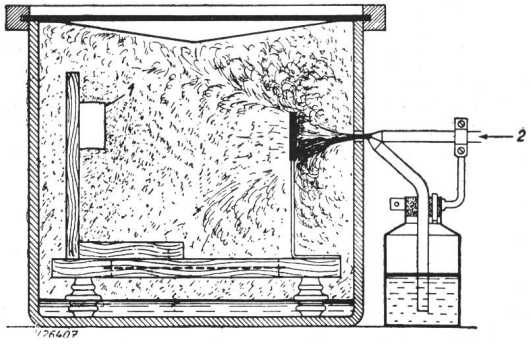


Fig. 3
Geschlossener Kasten für die Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit
1 Prüfling *2* Pressluft

Daten des Zerstäubers:
Winkel zwischen Druckluft- und Zerstäubungsrohr ca. 50 °
Durchmesser der Druckluftdüse ca. 1 mm
Durchmesser der Zerstäuberdüse ca. 0,5 mm

4.3.2 *Einbautransformatoren*

Einbautransformatoren werden wie gewöhnliche Transformatoren geprüft und während der Feuchtigkeitsbehandlung derart abgeschirmt, dass sich der eingeleitete Nebel nicht direkt auf ihnen niederschlagen kann.

4.3.3 *Feuchtigkeitssichere Kleintransformatoren*

Feuchtigkeitssichere Kleintransformatoren werden in gleichem Kasten und in gleicher Weise gelagert wie die gewöhnlichen Kleintransformatoren. Anstelle des Nebels wird hier aber zu Beginn der Lagerung während 1 Stunde Wasserdampf eingeleitet, dessen Volumen als Wasser $^1/_{100}$ des Volumens des Kastens beträgt.

4.3.4 *Spritzwassersichere Kleintransformatoren*

Spritzwassersichere Kleintransformatoren werden anschliessend an die Behandlung wie für solche in feuchtigkeitssicherer Ausführung ausserdem in der Gebrauchslage von der für sie ungünstigsten Seite unter 45° von oben während 2 Minuten mit Wasser bespritzt. Die Einführungsöffnungen sind dabei so zu verschliessen, wie dies bei der Montage geschieht. Die Düsenöffnung des für die Bespritzung verwendeten Zerstäubungsapparates (siehe Fig. 4) befindet sich dabei in einem Abstand von 40 cm vom Prüfling. Der Druck am Zerstäubungsapparat soll dabei so eingestellt werden, dass der Prüfling mit einer Wassermenge von 0,2 g pro cm² und Minute

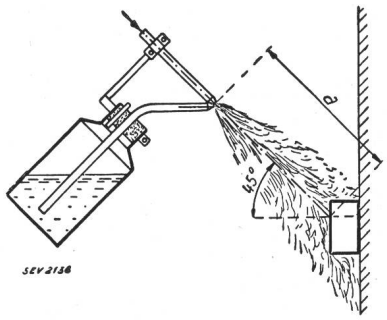


Fig. 4
Zerstäuber für die Bespritzung
a = 40 cm

getroffen wird. Zur Messung der Wassermenge dient ein Auffanggefäss, welches anstelle des Prüflings hingehalten wird, wobei die Öffnungsebene normal zur Strahlachse stehen soll.

4.3.5 *Beurteilung der Prüfung*

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Kleintransformatoren durch die für sie in Frage kommende Prüfung keine nachteiligen Veränderungen erleiden. Beim Bespritzen darf sich kein Wasser in einer für die Isolation nachteiligen Weise im Innern der Kleintransformatoren ansammeln.

4.4 Spannungsprüfung

Der Spannungsprüfung werden die Kleintransformatoren anschliessend an die Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit unterworfen, und zwar wie sie bei dieser Prüfung auf dem Holzbrett montiert waren und in dem Zustande, der sich aus den vorhergehenden Prüfungen ergibt.

Die Prüfspannung wird angelegt:

a) zwischen allen unter Spannung stehenden Teilen, die nicht miteinander in metallischer Verbindung stehen;

b) zwischen diesen einerseits, dem Eisenkern, den Befestigungsschrauben, allen im Gebrauchszustand am Prüfling berührbaren Metallteilen, einer um den Prüfling gewickelten Metallfolie und der Metallplatte, auf welche der Prüfling montiert ist, anderseits. Die letzteren sind dabei an Erde zu legen.

Die Prüfung erfolgt mit möglichst sinusförmiger Wechselspannung von 50 Hz. Die Prüfspannung beträgt 4 × Nennspannung + 1000 V, mindestens aber 2000 V. Die Prüfdauer beträgt je 1 Minute. Zur Berechnung der Prüfspannung zwischen zwei Wicklungen ist in die Formel die höhere der beiden Nennspannungen einzusetzen.

Für Wicklungen mit Spannungen bis und mit 50 V wird für die Prüfung dieser Wicklungen gegen das Gehäuse und gegen berührbare Metallteile die Prüfspannung auf 1000 V erniedrigt.

Bei Kleintransformatoren, bei welchen ein Punkt der Sekundärwicklung mit dem Eisenkern oder dem Gehäuse leitend verbunden ist, wird für die betreffende Wicklung die obenstehende unter b) erwähnte Spannungsprüfung nicht ausgeführt; die Isolation gilt als genügend, wenn die in Ziff. 4.6 angegebene Windungsprüfung ausgehalten wird.

Bei Transformatoren für 380 V Primärspannung wird im Primärstromkreis die Spannungsprüfung nach b) entsprechend einer Spannung gegen Erde von 250 V durchgeführt.

Die Prüfung gilt als erfüllt, wenn weder ein Durchschlag noch ein Überschlag eintritt, noch Kriechströme wahrnehmbar sind.

4.5 Isolationswiderstandsmessung

Unmittelbar nach der Spannungsprüfung wird der Isolationswiderstand der Wicklungen unter sich und gegen den Eisenkern bzw. das Gehäuse gemessen. Nach Anlegen einer Gleichspannung von 250 V muss der Isolationswiderstand mindestens folgende Werte aufweisen:

250 000 Ω bei Spannungen bis zu 250 V,
500 000 Ω bei Spannungen von mehr als 250 V.

4.6 Windungsprüfung

Nach der Isolationswiderstandsmessung wird der Transformator im Leerlauf während 1 Minute mit der doppelten Primärnennspannung bei doppelter Nennfrequenz betrieben. Bei Transformatoren, bei welchen ein Punkt der Sekundärwicklung mit dem Eisenkern oder Gehäuse des Transformators verbunden ist, wird während der einen Hälfte der Prüfzeit der eine, während der andern der andere Pol der Primärwicklung mit dem Eisenkern oder Gehäuse leitend verbunden.

Bei der Prüfung darf kein Windungsschluss oder Durchschlag zwischen der Primär- und Sekundärwicklung oder gegen den Eisenkern oder das Gehäuse auftreten.

4.7 Prüfung auf Erwärmung

Die Kleintransformatoren werden folgender Prüfung unterworfen.

4.7.1 *Kurzschlußsichere Transformatoren*

Die Transformatoren werden im Gebrauchszustand unter ungünstigen Abkühlungsverhältnissen in normaler Lage angeordnet. Dabei dürfen im Temperaturbeharrungszustand die durch Widerstandsmessung ermittelten Übertemperaturen der Wicklungen und die durch Messung mit Thermometer oder Thermoelement ermittelte Übertemperatur der andern Teile bei direktem allpoligem Kurzschluss der Sekundärklemmen bei Anschluss des Transformators an die Primärnennspannung, die in Tabelle II aus der Rubrik für kurzschlußsichere Transformatoren sich ergebenden Werte nicht überschreiten. Bei Transformatoren mit Wicklungen in Füllmasse darf diese letztere nicht ausfliessen.

4.7.2 *Nicht kurzschlußsichere Transformatoren*

Die Transformatoren werden im Gebrauchszustand in normaler Lage angeordnet. Beim Anschluss an die Primärnennspannung und dauernder, induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung bzw. der Nennstromstärke dürfen im Temperaturbeharrungszustand die durch Widerstandsmessung ermittelten Übertemperaturen der Wicklungen und die durch Messung mit Thermometer oder Thermoelement ermittelte Übertemperatur der andern Teile, die in der Tabelle II aus der Rubrik für nicht kurzschlußsichere Transformatoren sich ergebenden Werte nicht überschreiten. Bei Transformatoren mit Wicklungen in Füllmasse darf diese letztere nicht ausfliessen.

Die mittlere Temperaturzunahme der betreffenden Wicklung wird nach folgender Formel berechnet:

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \cdot \vartheta [°C]$$

Dabei gilt für

Wicklungen aus Kupfer $\vartheta = (235\ °C + t_1)$
Wicklungen aus Aluminium $\vartheta = (230\ °C + t_1)$

Es bedeuten:

t_1 Wicklungstemperatur bei Beginn der Prüfung [°C]
R_1 Wicklungswiderstand bei Beginn der Prüfung [Ω]
R_2 Wicklungswiderstand am Ende der Prüfung [Ω].

Die in den Prüfbestimmungen festgelegten Übertemperaturen setzen eine höchste Umgebungstemperatur von 35 °C voraus.

Übertemperaturen

Tabelle II

Teil	Übertemperatur °C	
	Kurzschlusssichere Kleintransformatoren	Nicht kurzschlusssichere Kleintransformatoren
Wicklung in Luft oder in Füllmasse mit Isolation: Baumwolle, Seide, Papier und ähnliche Stoffe imprägniert	90	65
Wicklung in Öl mit Isolation: Baumwolle, Seide, Papier und ähnliche Stoffe	100	70
Emaillierter Draht in Luft oder in Füllmasse	120	80
Emaillierter Draht in Öl	100	70
Wicklung in Luft mit Isolation: ein Bindemittel enthaltende Produkte aus Glimmer, Asbest und ähnlichen anorganischen Stoffen .	120	95
Wicklung in Öl mit Isolation: ein Bindemittel enthaltende Produkte aus Glimmer, Asbest und ähnlichen anorganischen Stoffen.	120	70
Eisenkern	110	80
Öl in der obersten Schicht	90	60

4.8 Wiederholte Spannungsprüfung

Die Prüfung wird in analoger Weise wie in Ziff. 4.4 ausgeführt und im warmen Zustand anschliessend an die Erwärmungsprüfung Ziff. 4.7 vorgenommen.

4.9 Prüfung der Berührbarkeit unter Spannung stehender Teile

Zur Feststellung, ob in der Gebrauchslage bei angeschlossenen Zuleitungen keine unter Spannung von mehr als 50 V

stehenden Teile der Kleintransformatoren berührbar sind, bedient man sich eines Tastfingers gemäss Fig. 5.

Für die Prüfung der Spielzeugtransformatoren wird an Stelle des Tastfingers ein blanker, gerader Draht von 1 mm Durchmesser und 100 mm Länge verwendet.

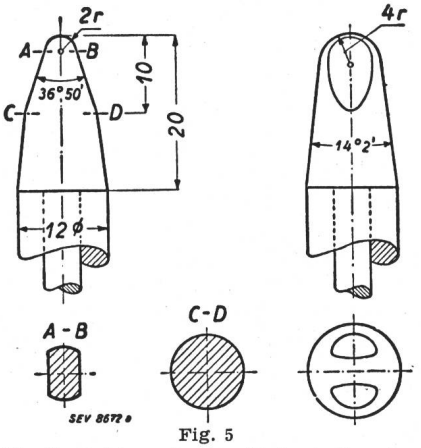


Fig. 5

Tastfinger für die Prüfung der Berührbarkeit unter Spannung stehender Teile

Masse in mm

Zweiter Teil

Kleintransformatoren bis zu einer Nennleistung von 3000 VA und Sekundärspannungen von mehr als 1000 V bis 100 000 V

Für die Hochspannungs-Kleintransformatoren gelten unverändert die Bestimmungen für Niederspannungs-Kleintransformatoren mit Ausnahme der nachfolgenden Ziffern, die folgendermassen zu ändern bzw. zu ergänzen sind.

zu Ziff. 2.1 Geltungsbereich

Diese Vorschriften beziehen sich auf zum Anschluss an Niederspannungsanlagen bestimmte Kleintransformatoren bis zu einer Nennleistung von höchstens 3000 VA und einer Sekundärspannung im Leerlauf von mehr als 1000 V, jedoch nicht mehr als 100 000 V.

Transformatoren mit zusammenhängender Primär- und Sekundärwicklung (Spartransformatoren) sind nicht zulässig.

Hochspannungs-Kleintransformatoren

Tabelle Ia

Bauart	Klassenbezeichnung	Verwendungsart	Stromsystem	Max. Primär-Nennspannung V[1])	Max. Sekundär-Nenn- bzw. Leerlaufspanng. V	Max. Nennleistung VA
kurzschlusssicher bzw. nicht kurzschlusssicher	Ha bzw. Hb	ortsfest	einphasig oder mehrphasig	1000	100000	3000
		ortsveränderlich	einphasig	250		

[1]) Für die Spannung 250 V darf ausnahmsweise eine Toleranz von + 20 % angewendet werden.

zu Ziff. 2.2 Einteilung

An Stelle von Tabelle I gilt folgende Tabelle Ia.

zu Ziff. 2.3 Bezeichnungen

Bei allen Transformatoren ist auch die Sekundär-Leerlaufspannung anzugeben, und zwar normalerweise der Effektivwert. Ist jedoch bei einem Transformator gemäss seinem Verwendungszweck der Scheitelwert der Spannung massgebend (z. B. bei Zündtransformatoren), so soll an Stelle des Effektivwertes der Scheitelwert angegeben werden. Derselbe ist dann als solcher mit V_{ampl} (Amplitudenwert) zu bezeichnen (z. B. 10 000 V_{ampl}).

Alle Transformatoren müssen ein Warnungsschild mit der Aufschrift «Vorsicht Hochspannung» in deutscher oder «Attention haute tension» in französischer, oder «Attenzione alta tensione» in italienischer Sprache tragen.

zu Ziff. 2.10 Kriechstrecken und Luftabstände

Die angegebenen Kriechstrecken und Luftabstände gelten nur für den Primärstromkreis. Für unter Spannung stehende Teile des Sekundärstromkreises bzw. zwischen diesen und solchen des Primärstromkreises werden die Kriechstrecken und Luftabstände als hinreichend betrachtet, wenn die unter den Ziff. 4.4 und 4.6 dieses 2. Teiles erwähnten Spannungs- und Windungsprüfungen ausgehalten werden. Immerhin dürfen die für den Sekundärstromkreis erwähnten Kriechstrecken und Abstände bei den gewöhnlichen Transformatoren nicht kleiner als 10 mm, bei den feuchtigkeits- und spritzwassersicheren Transformatoren nicht kleiner als 16 mm sein.

zu Ziff. 2.11 Einführungsöffnungen und Raum in den Kleintransformatoren

Die Einführungsöffnungen für die Primär- und Sekundäranschlussleitungen müssen voneinander räumlich getrennt sein.

zu Ziff. 2.12...2.14 Stecker und Steckdosen, Sicherungen, Schalter

Steckkontakte, Sicherungen und Schalter dürfen nur in den Primärstromkreis bzw. in die Primärwicklung eingebaut werden.

zu Ziff. 4.4 Spannungsprüfung

Für die Prüfung des Sekundärstromkreises gegen Eisenkern und Gehäuse bzw. gegen den Primärstromkreis wird die Prüfspannung nicht nach der Formel 4 × Nennspannung + 1000 V, sondern wie folgt berechnet:

bei Transformatoren bis 10 kV Leerlaufnennspannung:

2 × Leerlaufnennspannung plus 1000 V (mindestens aber 5000 V),

bei Transformatoren über 10 kV Leerlaufnennspannung:

1,5 × Leerlaufnennspannung plus 1000 V (mindestens aber 21 000 V).

Ist für die Sekundärleerlaufnennspannung der Effektivwert angegeben, so wird in die Formel zur Berechnung der Prüfspannung der Effektivwert, ist dagegen der Scheitelwert angegeben, so wird ein fiktiver Wert gleich Scheitelwert dividiert durch $\sqrt{2}$ eingesetzt.

zu Ziff. 4.5 Isolationswiderstandsmessung

Es wird nur der Isolationswiderstand des Primärstromkreises gemessen.

zu Ziff. 4.6 Windungsprüfung

Nach der Isolationswiderstandsmessung wird der Transformator im Leerlauf während 1 min mit der doppelten Primärnennspannung bei doppelter Nennfrequenz betrieben.

Bei Transformatoren für Spannungen über 10 kV Effektivwert oder 14,1 kV Scheitelwert erfolgt die Prüfung nicht bei der doppelten, sondern nur bei der 1,5fachen Primärnennspannung.

zu Ziff. 4.8 Wiederholte Spannungsprüfung

Es sind die in Ziff. 4.4 dieses 2. Teiles erwähnten Änderungen zu berücksichtigen.

Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation

Entwurf

Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation

Grundlagen

Die vorliegenden Vorschriften stützen sich auf die Verordnung des Bundesrates über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933 (Starkstromverordnung) samt den seither zu dieser Verordnung erschienenen Änderungen und Ergänzungen, sowie auf das Sicherheitszeichen-Reglement des SEV (Publ. Nr. 0204) und die Hausinstallationsvorschriften des SEV (Publ. Nr. 152).

Sie gehören zu den in Art. 121 der Starkstromverordnung genannten sicherheitstechnischen Vorschriften.

Bewilligung

Das in den Geltungsbereich dieser Vorschriften fallende Material darf nur dann mit dem Sicherheitszeichen versehen und in Verkehr gebracht werden, wenn hiefür auf Grund einer durch die Materialprüfanstalt des SEV nach diesen Vorschriften durchgeführten Prüfung vom Eidg. Starkstrominspektorat eine Bewilligung erteilt worden ist.

—

Erster Teil

Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation auf Polyvinylchlorid-Basis

1 Begriffserklärungen

Leiter sind metallische Körper, die der Übertragung von elektrischem Strom dienen und blank oder isoliert sein können.

Seele ist der stromleitende Teil eines isolierten Leiters.

Drähte sind massive Leiter.

Seile sind konzentrisch verdrillte Drähte oder Litzen.

Flexible Litzen sind verdrillte Drähte, deren Durchmesser 0,1...0,25 mm beträgt.

Hochflexible Litzen sind verdrillte Drähte, deren Durchmesser unter 0,1 mm beträgt.

Steife und *flexible Leiter* unterscheiden sich voneinander durch die verschiedene Drahtzahl ihrer Seele bei gleichem Gesamtquerschnitt.

Ader ist die Bezeichnung für die in den Tabellen II und VII aufgeführten isolierten Drähte oder Seile mit dem dort angegebenen Aufbau.

Einleiter sind isolierte Drähte, Seile oder Litzen; sie bestehen aus einer Ader, welche einen zusätzlichen Schutz aufweisen kann.

Mehrleiter bestehen aus mehreren Adern, die durch eine gemeinsame Hülle oder durch Verseilen oder durch ähnliche Massnahmen zusammengehalten werden.

Thermoplaste sind organische Werkstoffe, welche durch Einwirkung äusserer Kräfte bei normaler oder erhöhter Temperatur wiederholt plastisch verformbar sind.

Füllmaterial (Beilauf) ist Faserstoff oder anderes Material, das zur Erreichung eines runden Querschnittes zum Ausfüllen der bei der Verseilung mehrerer Adern entstehenden Zwischenräume dient.

Bespinnung ist die schraubenförmige Umwicklung von Leitern mit Faserstoff oder einem andern hiefür geeigneten Material.

Umflechtung ist die netzförmige Umhüllung von Leitern mit Faserstoff oder einem andern hiefür geeigneten Material.

Firmenkennfaden ist ein gefärbter Faden, der zur Feststellung des Fabrikanten der Leiter dient.

Sicherheitskennfaden ist ein Faden, der folgenden Aufdruck trägt:

··· — — — ··· — — —

2 Allgemeine Bestimmungen

2.1 Geltungsbereich

Diese Vorschriften gelten für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation auf Polyvinylchlorid-Basis bis zu einer Nennspannung von 1000 V und soweit diese für die Verwendung in Hausinstallationen vorgesehen sind. (Sonderausführungen siehe Ziff. **3.10**).

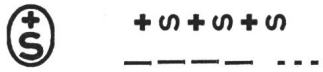
2.2 Einteilung der Leiter

Die Leiter werden nach ihrem allgemeinen Aufbau in verschiedene Klassen (z. B. Bleikabel, Rundschnüre), innerhalb dieser Klassen in verschiedene Typen (z. B. TPb; TPba; TrB; TrS) und innerhalb dieser Typen in verschiedene Arten (z. B. Einleiter, Zweileiter; Leiter mit verschiedenem Aufbau der Seele; Draht, Seil) eingeteilt.

2.3 Kennzeichnung der Leiter

Leiter müssen folgende Aufschriften und Kennzeichen tragen:

a) Sicherheitszeichen in einer der folgenden Formen:



b) Firmenbezeichnung

c) Fabrikationsjahr (auch verschlüsselt zulässig)

d) Leitertyp (Kurzzeichen gemäss Tabelle VIII), bei allen verstärkt isolierten, korrosionsfesten (ausgenommen Typ Tdc), kältebeständigen, wärmebeständigen und allfällig weiteren Leitern mit Sondereigenschaften.

Dort wo die Kennzeichnung des Leitertyps verlangt ist, muss sie, wo es technisch möglich ist, aussen am Leiter durch Aufdruck oder Prägung erfolgen. Die übrige Kennzeichnung kann wahlweise durch Kennfäden, oder durch Aufdruck oder Prägung oder durch Kombination dieser Kennzeichnungsarten erfolgen. Der Firmenkennfaden ist im Einvernehmen mit dem Starkstrominspektorat festzulegen.

Die Kennzeichnung muss derart dauerhaft sein, dass sie nach Durchführung der Prüfungen noch lesbar ist.

Kennfäden müssen derart im Leiter angeordnet sein, dass sie gegen Beschädigungen geschützt sind.

Bei Kennzeichnung durch Aufdruck oder Prägung muss sich das Sicherheitszeichen und dort, wo verlangt, auch das Kurzzeichen des Leitertyps in einem Abstand von max. 30 cm, die Firmenbezeichnung und das Fabrikationsjahr in einem Abstand von max. 1 m wiederholen. Mehradrige Sonderleiter mit Schutzschlauch müssen auf diesem in Abständen von max. 30 cm nur den Leitertyp tragen; in diesem Falle müssen die Adern dieser Leiter die ergänzenden Bezeichnungen aufweisen.

2.4 Farbenbezeichnung der Adern

Für die Färbung von Thermoplastmassen sind beständige Farbstoffe zu verwenden (Prüfung siehe Ziff. **5.15**).

Die Kennzeichnung der Null- und Erdleiter gemäss Ziff. **2.8** darf nicht für andere Leiter verwendet werden, und hat so zu erfolgen, dass der Leiter als solcher in allen Lagen deutlich erkennbar ist.

Querschnitt und Drahtzahl der Seele von Kupfer- und Aluminiumleitern Tabelle I

Querschnitt Nennwert [mm²]	für Kupfer oder Aluminium					nur für Kupfer			
		Seil, steif		Seil, halbsteif		Seil, flexibel		Seil, sehr flexibel	
	Drahtdurchmesser [mm]	Drahtzahl[1])	Richtwerte der Durchmesser der Einzeldrähte [mm]	Drahtzahl[1])	Richtwerte der Durchmesser der Einzeldrähte [mm]	Drahtzahl[1])	Richtwerte der Durchmesser der Einzeldrähte [mm]	Drahtzahl[1])	Richtwerte der Durchmesser der Einzeldrähte [mm]
0,5	0,8					28	0,15	259	0,05
0,75	1,0					42	0,15	385	0,05
1	1,13					32	0,20	511	0,05
1	—					57	0,15	—	—
1,5	1,4					48	0,20	392	0,07
2,5	1,8			12	0,52	50	0,25	648	0,07
4	2,25			19	0,52	56	0,30	1045	0,07
6	2,8			18	0,65	84	0,30	1566	0,07
10	3,6	7	1,35	19	0,80	80	0,40	2646	0,07
16	4,5	7	1,70	37	0,75	126	0,40	4200	0,07
25		7	2,14	49	0,80	126	0,50	3185	0,10
35		19	1,53	70	0,80	182	0,50	4522	0,10
50		19	1,83	98	0,80	259	0,50	6384	0,10
70		19	2,17	112	0,90	361	0,50	3990	0,15
95		19	2,52	148	0,90	486	0,50	5453	0,15
120		37	2,03	189	0,90	608	0,50	6783	0,15
150		37	2,27	190	1,00	768	0,50	8505	0,15
185		37	2,52	235	1,00	936	0,50	10619	0,15
240		61	2,24	252	1,10	846	0,60	7749	0,20

[1]) Die Einzeldrähte müssen den gleichen Durchmesser aufweisen.

2.5 Beschaffenheit der Seele

Der Querschnitt und die Drahtzahl von Kupfer- und Aluminiumleitern müssen den in Tabelle I angegebenen Werten entsprechen.

2.5.1 *Kupferleiter*

a) Für die Seele muss Kupfer mit einer Bruchfestigkeit von 20...27 kg/mm², bezogen auf den geometrischen Querschnitt der Seele, verwendet werden.

b) Der wirksame Querschnitt der Seele darf höchstens um 5 % kleiner als der Nennquerschnitt sein. Als wirksam wird derjenige Querschnitt bezeichnet, welcher berechnet wird aus dem gemessenen Widerstand und der Länge unter Zugrundelegung einer Leitfähigkeit

$$\gamma \left[\frac{\mathrm{m}}{\Omega \cdot \mathrm{mm}^2}\right] \text{ bei } 20\ ^\circ\mathrm{C} \text{ von:}$$

57 für unverzinnte Kupferdrähte,

54 für verzinnte Kupferdrähte bis 0,09 mm Durchmesser,

55,5 für verzinnte Kupferdrähte von 0,1...0,29 mm Durchmesser,

56,5 für verzinnte Kupferdrähte von 0,3 mm Durchmesser und mehr.

c) Der geometrische Querschnitt der Seele darf höchstens ± 10 % vom Nennquerschnitt abweichen.

2.5.2 *Aluminiumleiter*

Aluminiumleiter sind nur für Leiter zulässig, die fest verlegt werden und nur in Form von Drähten und steifen Seilen. Mindestquerschnitt 2,5 mm².

a) Für die Seele muss halbhartes Aluminium von 9...15 kg/mm² Bruchfestigkeit, bezogen auf den geometrischen Querschnitt, verwendet werden.

b) Der wirksame Querschnitt der Seele darf höchstens um 5 % kleiner sein als der Nennquerschnitt. Als wirksam wird derjenige Querschnitt bezeichnet, welcher berechnet wird aus dem gemessenen Widerstand und der Länge unter Zugrundelegung einer Leitfähigkeit von

$$\gamma = 35{,}5 \left[\frac{\mathrm{m}}{\Omega \cdot \mathrm{mm}^2}\right] \text{ bei } 20\ ^\circ\mathrm{C}$$

und eines spezifischen Widerstandes von

$$\varrho = 0{,}0282 \left[\frac{\Omega \cdot \mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}}\right] \text{ bei } 20\ ^\circ\mathrm{C}.$$

c) Der geometrische Querschnitt der Seele darf höchstens ± 10 % vom Nennquerschnitt abweichen.

2.6 Aderisolation und Schutzmäntel

a) Der zur Isolation der Seele dienende Thermoplastschlauch und der eventuell alle Adern gemeinsam umgebende Schutzmantel müssen wasserdicht sein.

Isolierschlauchwandstärken der normalen Adern
(Bezeichnung, Aufbau und Anwendungsgebiet siehe Tabelle VII) Tabelle II

Nennquerschnitt [mm²]	Wandstärken [mm]					
	Ader A[2])		Ader B[3])		Ader C[2])	
	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])
0,5 und 0,75	0,45	0,60	—	—	0,25	0,40
1 (Litze)	0,45	0,60	—	—	—	—
1 (Draht)	0,65	0,80	0,80	0,95	—	—
1,5	0,65	0,80	0,80	0,95	—	—
2,5	0,65	0,80	1,00	1,15	—	—
4	0,85	1,00	1,00	1,15	—	—
6	0,85	1,00	1,00	1,15	—	—
10	0,85	1,00	1,20	1,35	—	—
16	1,05	1,20	1,20	1,35	—	—
25	1,05	1,20	1,40	1,60	—	—
35	1,25	1,40	1,40	1,60	—	—
50	1,25	1,40	1,60	1,80	—	—
70	1,40	1,60	1,60	1,80	—	—
95	1,40	1,60	1,80	2,00	—	—
120	1,60	1,80	1,80	2,00	—	—
150	1,60	1,80	2,00	2,20	—	—
185	1,80	2,00	2,20	2,40	—	—
240	2,00	2,20	2,40	2,65	—	—

[1]) Richtwert der mittleren Aderwandstärke. Dieser Wert ist nicht verbindlich, wird aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgelegt.
Der Richtwert errechnet sich nach der Formel:
Richtwert = Minimalwert + 0,1 mm + 5 % vom Minimalwert.

[2]) Für Leiter für eine Prüfspannung von 2000 V.

[3]) Für Leiter für eine Prüfspannung von 4000 V.

b) Die Wandstärken der Aderisolation und der Schutzmäntel müssen den in den Tabellen II, III, IV, V und VI festgelegten Werten entsprechen.

c) Die Aderisolation muss sich einwandfrei von der Leiterseele entfernen lassen.

Schutzschlauchwandstärken für korrosionsfeste Thermoplastmantelkabel Typ Tdc

Tabelle III

A. für normale Ausführungen

Nennquerschnitt [mm²]	Wandstärke [mm]											
	1adrig		2adrig		3adrig		4adrig		5adrig		6- und 7adrig	
	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])
1	0,65	0,8	0,65	0,8	0,65	0,8	0,80	1,0	1,00	1,2	1,00	1,2
1,5	0,65	0,8	0,65	0,8	0,80	1,0	1,00	1,2	1,00	1,2	1,00	1,2
2,5	0,65	0,8	0,80	1,0	1,00	1,2	1,00	1,2	1,15	1,4	1,15	1,4
4	0,65	0,8	1,00	1,2	1,15	1,4	1,15	1,4	1,15	1,4	1,45	1,7
6	0,65	0,8	1,15	1,4	1,15	1,4	1,15	1,4	1,45	1,7	1,45	1,7
10	0,65	0,8	1,15	1,4	1,45	1,7	1,45	1,7	1,45	1,7	1,70	2,4
16	1,00	1,2	1,45	1,7	1,70	2,0	1,70	2,0	2,05	2,4	2,05	2,4

B. für alle übrigen Ausführungen

Nenndurchmesser über die verseilten Leiter [mm]	Wandstärke [mm]	
	Minimalwert	Richtwert[1])
0... 6	0,65	0,8
> 6... 7	0,80	1,0
> 7... 9	1,00	1,2
> 9...12	1,15	1,4
> 12...16	1,45	1,7
> 16...20	1,70	2,0
> 20...25	2,05	2,4

[1]) Diese Richtwerte sind nicht verbindlich, werden aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgelegt.

Schutzschlauchwandstärken

für korrosionsfeste Thermoplastmantelkabel, Typ TPbTc, TvPbTc

Tabelle IV

Nenndurchmesser über nacktem Bleimantel [mm]	Wandstärke [mm]	
	Minimalwert	Richtwert[1])
0...40	1,35	1,6

[1]) Diese Richtwerte sind nicht verbindlich, werden aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgestellt.

Schutzschlauchwandstärken

für Doppelschlauchschnüre, Typ Td, Tdlr, Tlf, Tdv, Tdva

Tabelle V

Nennquerschnitt [mm²]	Schutzschlauchwandstärken [mm]							
	Td		Tdlr		Tlf		Tdv; Tdva	
	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])
0,5	—	—	—	—	0,25	0,25	—	—
0,75	0,60	0,75	0,40	0,55	0,35	0,35	—	—
1	0,60	0,75	—	—	—	—	1,20	1,40
1,5	0,80	0,95	—	—	—	—	1,40	1,60
2,5	1,00	1,15	—	—	—	—	1,80	2,00
4	—	—	—	—	—	—	1,80	2,00
6	—	—	—	—	—	—	1,80	2,00
10	—	—	—	—	—	—	2,00	2,20
16	—	—	—	—	—	—	2,20	2,40

[1]) Richtwert der mittleren Schutzschlauchwandstärke. Dieser Wert ist nicht verbindlich, wird aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgestellt.
Der Richtwert errechnet sich nach der Formel:
Richtwert = Minimalwert + 0,1 mm + 5 % vom Minimalwert.

2.7 Imprägnierung

Imprägnierungen von Umflechtungen und Bespinnungen müssen diese konservieren, in Wasser unlöslich und nicht leicht entflammbar sein.

2.8 Null- und Erdleiter

Enthalten Mehrleiter einen Null- oder Erdleiter, so muss dieser aus dem gleichen Werkstoff bestehen wie die Polleiter.

Bei Kupferleitern muss der Null- oder Erdleiter bei Querschnitten bis zu 16 mm² den gleichen Querschnitt wie die Polleiter aufweisen. Über 16 mm² muss der Nulleiter mindestens den halben, jedoch nicht weniger als 16 mm² und der Erdleiter mindestens 16 mm² Querschnitt besitzen.

Bei Aluminiumleitern muss der Null- oder Erdleiter bei Querschnitten bis zu 25 mm² den gleichen Querschnitt wie die Polleiter aufweisen. Über 25 mm² muss der Nulleiter mindestens den halben, jedoch nicht weniger als 25 mm² und der Erdleiter mindestens 25 mm² Querschnitt besitzen.

Null- und Erdleiter müssen gleichen Aufbau und gleiche Isolation wie die übrigen Polleiter aufweisen und müssen auf der ganzen Länge gelb (schwefelgelb) gekennzeichnet sein, ausgenommen in beweglichen zweiadrigen Leitern. Kommen hingegen in beweglichen Anschlussleitungen zu mehrphasigen Energieverbrauchern mit zwei oder drei Polleitern sowohl ein stromführender als auch ein der Erdung dienender Nulleiter vor, so muss der Stromnulleiter gelb, der Erdungsnulleiter gelb und rot gekennzeichnet sein.

3 Besondere Bestimmungen

Der Aufbau der verschiedenen Leiterklassen ist in den Ziff. **3.1...3.10** beschrieben. Die Ausführung der Adern (Typ A, B und C) ist in den Tabellen II und VII festgelegt (vorgeschriebene Nennquerschnitte siehe Tabelle I; Zusammenstellung der Kurzzeichen der Leiter siehe Tabelle VIII).

3.1 Installationsleiter

Steife, halbsteife und flexible Einleiter;
Querschnitte 1...240 mm²; Prüfspannung 2000 V

3.1.1 *Normaler Installationsleiter T*

Adern A; Leiterseele Kupfer oder Aluminium

Bleimantelwandstärken für Thermoplastbleimantelkabel — Tabelle VI

A. für normale Ausführungen

Nennquerschnitt [mm²]	Typ TPb Wandstärken [mm]											
	1adrig		2adrig		3adrig		4adrig		5adrig		6- bis 7adrig	
	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])	Minimalwert	Richtwert[1])
1	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
1,5	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
2,5	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
4	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
6	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0
10	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
16	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1
Typ TvPb												
1	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
1,5	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
2,5	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
4	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0
6	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
10	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1
16	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2

B. für alle übrigen Ausführungen

Nenndurchmesser unter Bleimantel [mm]	Wandstärke [mm]	
	Minimalwert	Richtwert[1])
0...14	0,8	0,9
> 14...18	0,9	1,0
> 18...23	1,0	1,1
> 23...26	1,1	1,2
> 26...29	1,2	1,3
> 29...32	1,3	1,4

[1]) Diese Richtwerte sind nicht verbindlich, werden aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgestellt.

Bezeichnung, Aufbau und Anwendungsgebiet der normalen einschichtigen Adern

(Isolierschlauchwandstärken siehe Tabelle II)

Tabelle VII

Aderbezeichnung	Art der Seele	Bespinnung	Anwendungsgebiet für
A	Draht	0	T, Tc, Tdc, TPb, TPbi, TPbJi, TPba, TPbTc, TF, TFi, TFB, TFS, TAi, TAT, TtB, TtS, TrB, TrS, TrBB, TrBS, Td, Tdv, Tdva
	Seil steif	*	
	Seil halbsteif	*	
	Seil flexibel	*	
	Litze flexibel	*	
B	Draht	0	Tv, Tvc[1]), TvPb
	Seil steif	*	
	Seil halbsteif	*	
	Seil flexibel	*	
C	Litze flexibel	*	Tdlr, Tlf[2])
	Litze hochflexibel	*	

0 Nicht vorhanden.
* Nicht gefordert.
[1]) Auch 2schichtig zulässig, wobei nur die äussere Schicht korrosionsfest ist (siehe Ziff. 3.2.2).
[2]) Siehe Zif.. 3.9.3.

3.1.2 *Korrosionsfester Installationsleiter Tc*
Adern A; Leiterseele nur aus Kupfer

Die normale Thermoplast-Mischung ist durch eine korrosionsfeste Mischung ersetzt (Prüfung des Korrosionsschutzes siehe Ziff. **5.11**).

3.2 Installationsleiter verstärkt
Steife, halbsteife und flexible Einleiter;
Querschnitte 1...240 mm²; Prüfspannung 4000 V

3.2.1 *Normaler elektrisch verstärkter Installationsleiter Tv*
Adern B; Leiterseele Kupfer oder Aluminium

Die normale Thermoplastmischung ist durch eine verstärkt isolierende Mischung ersetzt.

3.2.2 *Korrosionsfester elektrisch verstärkter Installationsleiter Tvc*
Adern B; Leiterseele nur aus Kupfer

Der verstärkt isolierende Thermoplastschlauch ist, wenn selber nicht korrosionsfest, durch einen gleichgefärbten, korrosionsfesten Schlauch zu schützen. Für diesen Schlauch finden die Prüfbestimmungen für Schutzschläuche Anwendung. Bei dieser Ausführung muss der korrosionsfeste Schlauch mindestens die Hälfte der festgelegten Minimalwandstärke aufweisen.

3.3 Korrosionsfeste Thermoplastmantelkabel Tdc
Steife Ein- und Mehrleiter; Querschnitte 1...16 mm²; Adern A; Leiterseele nur aus Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Die Adern werden gemeinsam mit einem thermoplastischen, korrosionsfesten Schutzschlauch umspritzt. Der Schutzschlauch bleibt nackt. Wandstärke des Schutzschlauches siehe Tabelle III.

3.4 Thermoplast-Bleimantelkabel
Steife Ein- und Mehrleiter; Querschnitte 1...16 mm²; Prüfspannung 2000 V

3.4.1 *Mit nacktem Bleimantel TPb*
Leiterseele Kupfer oder Aluminium; Adern A.

Bei Einleitern ist die Ader mit einem wasserdichten, nahtlosen Bleimantel umgeben, dessen Wandstärke mindestens die in Tabelle VI angegebenen Werte aufweisen muss. Bei Mehrleitern sind die Adern mit Füllmaterial verseilt, gemeinsam mit imprägniertem Papier- oder Textilband umwickelt und hierauf wie bei den Einleitern mit einem Bleimantel (Min-

Kurzzeichen für T-Leiter

Tabelle VIII

Ziffer:		
	A. Feste Leiter	
3.1	Installationsleiter	
	a) normale Installationsleiter . . .	T
	b) korrosionsfeste Installationsleiter	Tc
3.2	Verstärkte Installationsleiter	
	a) normale elektrisch verstärkte Installationsleiter	Tv
	b) korrosionsfeste, elektrisch verstärkte Installationsleiter	Tvc
3.3	Korrosionsfeste Thermoplastmantelkabel	Tdc
3.4	Thermoplast-Bleimantelkabel	
	a) mit nacktem Bleimantel	TPb
	b) mit imprägnierter Umflechtung .	TPbi
	c) mit imprägnierter Jutebespinnung	TPbJi
	d) mit Armierung	TPba
	e) mit korrosionsfestem Thermoplastmantel	TPbTc
	f) mit elektrisch verstärkter Isolation	TvPb
3.5	Fassungsadern	
	a) steife und flexible Leiter ohne Umflechtung	TF
	b) steife Leiter mit imprägnierter Umflechtung	TFi
	c) flexible Leiter mit Baumwollgarn-Umflechtung	TFB
	d) flexible Leiter mit Kunstseide-Umflechtung	TFS
	B. Bewegliche Leiter	
Ziffer:		
3.6	Aufzugsschnüre	
	a) mit gemeinsamer imprägnierter Umflechtung	TAi
	b) mit Thermoplast-Schutzschlauch	TAT
3.7	Verseilte Schnüre	
	a) mit Baumwollgarn-Umflechtung .	TtB
	b) mit Kunstseide-Umflechtung . .	TtS
3.8	Rundschnüre	
	a) mit einer Baumwollgarn-Umflechtung	TrB
	b) mit zwei Baumwollgarn-Umflechtungen	TrBB
	c) mit einer Kunstseide-Umflechtung	TrS
	d) mit einer Baumwollgarn-Umflechtung und einer Kunstseide-Umflechtung	TrBS
3.9	Doppelschlauchschnüre	
	a) normale Ausführung nackt . . .	Td
	b) leichte Ausführung rund nackt .	Tdlr
	c) leichte Ausführung flach nackt .	Tlf
	d) mechanisch verstärkte Ausführung nackt	Tdv
	e) armierte Ausführung (Panzerapparateschnur)	Tdva

Es bedeuten:

A	Aufzugschnüre	d	doppelt
B	Baumwollgarn	f	flach
F	Fassungsadern	i	imprägniert
G	Gummi	k	kältebeständig
J	Jute	l	leicht
P	Papier	r	rund
Pb	Blei	t	verdrillt (torquiert)
S	Seide oder Kunstseide	u	umflochten
T	Thermoplast	v	verstärkt (elektrisch oder mechanisch)
a	armiert		
c	korrosionsfest	w	wärmebeständig

destwandstärke siehe Tabelle VI) umpresst. Das Füllmaterial muss aus Jute, imprägniertem Papier, oder ähnlichem Material bestehen.

3.4.2 *Mit imprägnierter Umflechtung TPbi*
Leiterseele Kupfer oder Aluminium

Thermoplastbleimantelkabel mit imprägnierter Umflechtung weisen bis und mit dem Bleimantel den gleichen Aufbau auf wie die TPb. Über dem Bleimantel liegt eine imprägnierte Umflechtung aus Baumwolle oder gleichwertigem Material

3.4.3 *Mit imprägnierter Jutebespinnung TPbJi*
Leiterseele Kupfer oder Aluminium

Thermoplastbleimantelkabel mit imprägnierter Jutebespinnung weisen bis und mit dem Bleimantel den gleichen Aufbau auf wie die TPb. Über dem Bleimantel liegen eine Umhüllung aus imprägniertem Papier und darüber eine imprägnierte geschlossene Jutebespinnung.

3.4.3 *Mit Armierung TPba*
Leiterseele Kupfer oder Aluminium

Thermoplastbleimantelkabel mit Armierung weisen bis und mit dem Bleimantel den gleichen Aufbau auf wie die TPb. Über dem Bleimantel liegen eine Umhüllung aus imprägniertem Papier, eine imprägnierte geschlossene Jutebespinnung, die Eisenbandbewehrung und eine weitere imprägnierte geschlossene Jutebespinnung. An Stelle der Eisenbandbewehrung kann auch eine Bewehrung aus einer geschlossenen Lage Draht angebracht werden.

3.4.4 *Mit korrosionsfestem Themoplastmantel TPbTc*

Thermoplastbleimantelkabel mit Thermoplast-Korrosionsschutz weisen bis und mit dem Bleimantel den gleichen Aufbau auf wie die TPb. Über dem Bleimantelkabel liegt ein korrosionsfester Thermoplastschlauch. Wandstärke siehe Tabelle IV (Prüfung des Korrosionsschutzes siehe Ziff. **5.12**).

3.4.5 *Mit elektrisch verstärkter Isolation TvPb*
Prüfspannung 4000 V

Thermoplastbleimantelkabel mit verstärkter Isolation bestehen aus den Adern B (Leiterseele nur aus Kupfer). Weiterer Aufbau analog den Typen TPb; TPbi; TPbi; TPbJi; TPba; TPbTc.

3.5 Fassungsadern TF, TFi, TFB, TFS
Steife und flexible Ein- und Zweileiter;
Querschnitte 0,75...1,5 mm² Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Fassungsadern sind Adern A ohne Umflechtung (TF oder mit Umflechtung. Bei den Zweileitern sind die beiden nebeneinanderliegenden Adern gemeinsam umflochten. Bei den steifen Leitern ist die Umflechtung imprägniert (TFi); bei den flexiblen Leitern kann die Umflechtung entweder aus Baumwolle (TFB) oder aus Kunstseide (TFS) bestehen.

3.6 Aufzugschnüre TAi, TAT
Flexible Zwei- und Mehrleiter; Querschnitt 0,75 mm² Kupfer;
Prüfspannung 2000 V

Aufzugschnüre mit oder ohne Tragseil bestehen aus Adern A, die mit einer paraffinierten, verschiedenfarbigen Umflechtung aus Baumwolle oder gleichwertigem Material umgeben, miteinander verseilt und gemeinsam mit einem gummierten Baumwollband und einer imprägnierten Umflechtung (TAi) oder mit einem Thermoplastschlauch versehen sind (TAT). Minimale Wandstärke 1,2 mm.

3.7 Verseilte Schnüre

3.7.1 *Mit Baumwollumflechtung TtB*
Flexible Zwei- bis Vierleiter; Querschnitte 0,75...4 mm² Kupfer;
Prüfspannung 2000 V

Verseilte Schnüre bestehen aus Adern A. Die Adern sind mit einer Umflechtung aus Baumwolle versehen und alsdann miteinander verseilt.

3.7.2 *Mit Kunstseideumflechtung TtS*
Flexible Zwei- und Dreileiter; Querschnitt 0,75 mm² Kupfer;
Prüfspannung 2000 V

Verseilte Schnüre bestehen aus Adern A, die mit einer Umflechtung aus Kunstseide versehen und alsdann miteinander verseilt sind.

3.8 Rundschnüre TrB, TrS, TrBB, TrBS
Flexible Zwei- bis Vierleiter;
Querschnitte 0,75...2,5 mm² Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Rundschnüre bestehen aus Adern A, die mit Füllmaterial verseilt und gemeinsam mit einer nicht imprägnierten Umflechtung aus Baumwolle (TrB) oder Kunstseide (TrS) oder zwei nicht imprägnierten Umflechtungen umgeben sind. Die zweite Umflechtung besteht entweder aus Baumwolle (TrBB) oder Kunstseide (TrBS).

3.9 Doppelschlauchschnüre

3.9.1 *Normale Ausführung Td*
Flexible Zwei- bis Fünfleiter;
Querschnitte 0,75...2,5 mm² Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Doppelschlauchschnüre bestehen aus Adern A, die verseilt und gemeinsam mit Thermoplast derart umpresst sind, dass dieser einen undurchlässigen, mechanisch widerstandsfähigen Schlauch bildet. Wandstärke siehe Tabelle V. Die Doppelschlauchschnur muss einen runden Querschnitt aufweisen. Die einzelnen Adern dürfen nicht am Schutzschlauch haften.

3.9.2 *Leichte Ausführung rund Tdlr*
Flexible Zwei- und Dreileiter;
Querschnitt 0,72 mm² Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Leichte Doppelschlauchschnüre bestehen aus Adern C, die verseilt und gemeinsam mit Thermoplast derart umpresst sind, dass dieser einen undurchlässigen mechanisch widerstandsfähigen Schlauch von mindestens 0,4 mm minimaler Wandstärke bildet (Tabelle V). Die leichte Doppelschlauchschnur muss einen runden Querschnitt aufweisen. Die einzelnen Adern dürfen nicht am Schutzschlauch haften.

3.9.3 *Leichte Ausführung flach Tlf*
Flexibler Zwei- und Dreileiter;
Querschnitt 0,5 und 0,75 mm² Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Aderisolation und Schutzmantel in der Regel einteilig, so dass diese einen einschichtigen, undurchlässigen, mechanisch widerstandsfähigen Schlauch bilden. Die totale Wandstärke errechnet sich als Summe aus der Wandstärke der Ader C gemäss Tabelle II und der Wandstärke des Schutzschlauches gemäss Tabelle V. Die einzelnen Adern müssen sich gut trennen lassen, ohne dass die Isolation verletzt wird.

Bei Dreileitern muss der Erdleiter zwischen den Polleitern liegen. Die Seele muss gelb und rot umsponnen sein.

3.9.4 *Verstärkte Ausführung (verstärkte Apparateschnüre) Tdv*
Flexible Zwei- bis Fünfleiter;
Querschnitte 1...16 mm² Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Verstärkte Apparateschnüre mit nacktem Thermoplastmantel bestehen aus Adern A. Die Adern sind mit Füllmaterial verseilt, gemeinsam mit einer nicht imprägnierten Umflechtung umgeben und mit Thermoplast derart umpresst, dass dieser einen undurchlässigen, mechanisch widerstandsfähigen, einschichtigen Schlauch bildet. Wandstärke siehe Tabelle V. Die verstärkte Apparateschnur muss einen runden Querschnitt aufweisen.

3.9.5 *Armierte Ausführung (Panzerapparateschnüre) Tdva*
Flexible Ein- bis Vierleiter;
Querschnitte 1...16 mm² Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Panzerapparateschnüre bestehen aus Adern A. Die Adern sind mit Füllmaterial verseilt, gemeinsam mit einer nicht imprägnierten Umflechtung umgeben und mit Thermoplast derart umpresst, dass dieser einen undurchlässigen mechanisch widerstandsfähigen Schlauch bildet. Wandstärke siehe Tabelle V. Über dem Schutzschlauch folgt eine flexible, festanliegende und rostsichere Metalldrahtumflechtung, welche den Leiter vollständig deckt und derart beschaffen sein muss, dass sie geerdet werden kann. Drahtspiralen als Bewehrung sind unzulässig.

3.10 Von den Ziff. 3.1...3.9 abweichende Leiter

Leiter, die entweder einen grösseren Querschnitt, als in diesen Vorschriften festgelegt ist, oder einen anderen Aufbau als aus den Ziff. **3.1...3.9** hervorgeht, aufweisen, haben den besonderen Anforderungen der Installationstechnik zu genügen. Diese Leiter müssen den Bestimmungen der Hausinstallationsvorschriften entsprechen, einen der in diesen Vorschriften erwähnten Querschnitte aufweisen und alle von den übrigen Leiterklassen sinngemäss übertragenen Prüfungen aushalten. Ausserdem können von den Technischen Prüfanstalten des SEV den besonderen Anwendungszwecken und dem Werkstoff angepasste Prüfungen vorgenommen werden.

Auf Grund der Annahmeprüfung legt das Starkstrominspektorat das für solche Leiter zulässige Anwendungsgebiet fest.

4 Umfang der Prüfungen

4.1 Allgemeines

Zur Beurteilung, ob die Leiter den Anforderungen genügen, werden sie einer Annahmeprüfung und normalerweise alle 2 Jahre einer Nachprüfung unterzogen. Annahmeprüfung und Nachprüfung sind Typenprüfungen.

4.2 Prüfmuster

Für die in Ziff. **4.5** genannten Prüfungen werden folgende Muster benötigt:

Annahmeprüfung:	1. Probestück A: Leiterstück von 8 m Länge; 2. Probestück B: Leiterring von ca. 100 m Länge;
Nachprüfung:	3. Probestück C: Leiterstück von 7 m Länge; 4. Probestück D: Leiterring von ca. 100 oder 50 m Länge.

Die Verwendung der Probestücke A bzw. C ist aus Fig. 1 ersichtlich. Bei den Leiterarten, bei welchen ein Ring zur Prüfung vorliegt, werden die entsprechenden Probestücke für die für A und C vorgesehenen Prüfungen diesem Ring entnommen, wobei die Kontrolle der Wandstärke am Anfang und am Ende des Ringes erfolgt.

Die Probestücke A und B werden durch die Technischen Prüfanstalten des SEV (TP) vom Fabrikanten, die Muster C und D in der Regel von Wiederverkäufern und Elektrizitätswerken bezogen, wobei die Muster höchstens ein Jahr alten, sachgemäss aufbewahrten Ringen in Originalpackung entnommen werden.

4.3 Annahmeprüfung

Die Annahmeprüfung besteht aus drei Teilen:

4.3.1 *Besichtigung der Prüfeinrichtung der Fabrik*

Die Prüfeinrichtung der Fabrik muss derart beschaffen sein, dass Prüfungen nach diesen Vorschriften ausgeführt werden können. Besitzt die Fabrik diese Prüfeinrichtungen nicht, so muss sie sich darüber ausweisen, dass und wo die laufenden Fabrikationsprüfungen nach diesen Vorschriften vorgenommen werden. Die TP sind berechtigt, auch solche Prüfeinrichtungen zu besichtigen;

4.3.2 *Den in Ziff. 4.5 angeführten Prüfungen an Probestücken A (siehe Fig. 1)*

Bei der Einreichung der Muster für die Annahmeprüfung ist der Typ der Isoliermaterialien anzugeben. Wenn es die TP als nötig erachten, so können sie dem Isolierstoff entsprechende Sonderprüfungen durchführen und für diese Mindestanforderungen festlegen.

Die Prüfungen werden im allgemeinen an Abschnitten von mindestens zwei Typen bzw. Arten jeder Leiterklasse, für welche die Bewilligung, Material in Verkehr zu bringen, nachgesucht wird, vorgenommen. Unter den für die Prüfung gewählten Typen bzw. Arten sollen vertreten sein:

1. die Art als Einleiter (Ziff. **3.1...3.5**) und als Mehrleiter (Ziff. **3.3...3.9**).

2. die Art als Draht (Ziff. **3.1...3.5**) und als Seil (Ziff. **3.1...3.4**) und (Ziff. **3.5...3.9**).

3. die Art mit der kleinsten Wandstärke der die Seele umgebenden Isolation und eine weitere Art mit einer andern Wandstärke.

Die TP bewahren von dem Probestück A jeder Leiterart, welche die Annahmeprüfung bestanden hat, ein 1 m langes Stück so lange auf, als die Bewilligung, Material in Verkehr zu bringen, für die betreffende Leiterklasse gilt.

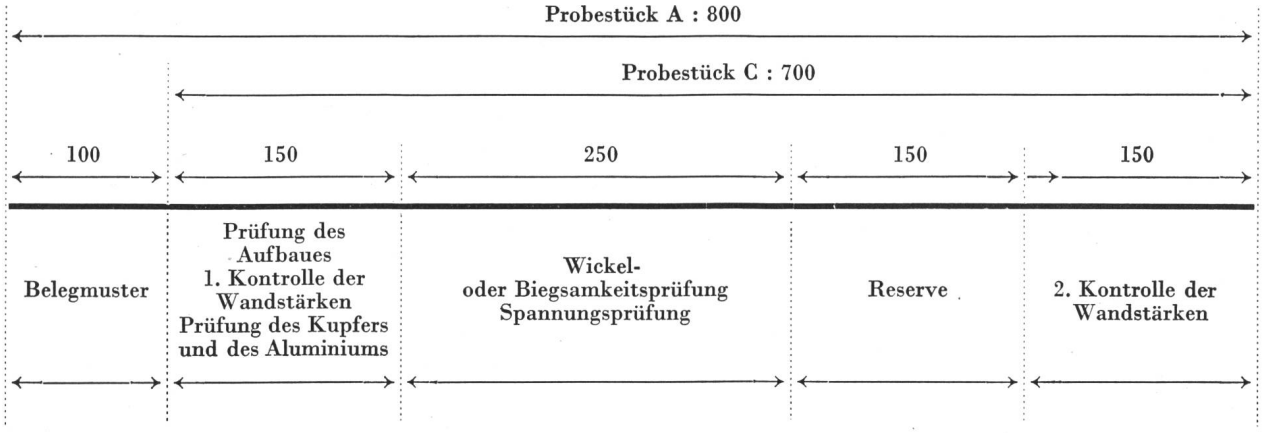


Fig. 1
Aufteilung der Probestücke A und C für die Prüfungen
Masse in cm
An den Probestücken B und D wird für die Kontrolle der Wandstärken je ein Abschnitt von 1,5 m Länge dem Anfang und dem Ende des Ringes entnommen.

4.3.3 *Den in Ziff. 4.5 angeführten Prüfungen an Probestücken B (vgl. Ziff. 4.2)*

Die Anzahl Leiterringe (Probestück B), an welchen die Prüfungen vorzunehmen sind, ist aus Tabelle IX zu ersehen. Die TP bestimmen diejenigen Leiter, von welchen ein ganzer Ring einzusenden ist.

Bei Fassungsadern, Aufzugschnüren und Rundschnüren, sowie bei verseilten Schnüren bei Querschnitten bis und mit 2,5 mm², die allgemein nur in kurzen Stücken verwendet werden, wird die Spannungsprüfung am ganzen Ring nicht ausgeführt.

Zahl der zu prüfenden Leiterringe

Tabelle IX

Beträgt die Zahl der von den TP geforderten Prüfmuster gemäss Abschnitt b1)...b3)	1...5	6...10	11 und mehr
so ist die Zahl der von den TP zu prüfenden Leiterringe	1	2	3

4.4 Periodische Nachprüfungen

Die periodischen Nachprüfungen bestehen aus drei Teilen:

4.4.1 *Den in Ziff. 4.5 angeführten Prüfungen an Probestücken C (siehe Fig. 1)*

Diesen Prüfungen werden Probestücke C von einem Drittel (aufgerundet auf die nächste ganze Zahl) der Anzahl Leiterklassen, für die die Bewilligung, Material in Verkehr zu bringen, erteilt ist, unterzogen. Von diesen wird je eine Art mit der kleinsten Wandstärke der die Seele umgebenden Isolation und eine weitere Art mit einer andern Wandstärke geprüft.

4.4.2 *Den in Ziff. 4.5 angeführten Prüfungen an einem Probestück D (vgl. Ziff. 4.2)*

Die TP bestimmen diejenige Leiterart, welche sie den Prüfungen unterwerfen wollen.

4.4.3 *Der Kontrolle der Prüfkontrolle der laufenden Fabrikation sowie der Prüfeinrichtungen*

Diese Kontrolle wird durchgeführt, wenn die TP im Hinblick auf die Gewährleistung einer gleichmässigen Fabrikation dies als nötig erachten.

4.5 Durchführung und Beurteilung der Prüfungen

Die vollständige Untersuchung eines Leiters wird nach Tabelle X vorgenommen. Ein Leiter entspricht den Vorschriften nur dann, wenn er sämtliche Prüfbestimmungen erfüllt.

Es werden in jedem Falle sämtliche Prüfungen durchgeführt, auch wenn es sich schon anfänglich zeigen sollte, dass der Leiter den Vorschriften nicht entspricht.

An den Leitern auszuführende Prüfungen

Tabelle X

vgl. Ziff.	Art der Prüfungen	Probestück Annahmeprüfung	Probestück Nachprüfung
5.1	Prüfung des Kupfers und des Aluminiums	A	C
5.2	Prüfung des Aufbaues des Leiters	A	C
5.3	Wickelprüfung.	A	C
5.4	Prüfung der Biegsamkeit	A	C
5.5	Spannungsprüfung	A u. B	C u. D
5.6	Messung des spez. Widerstandes .	B	D
5.7	Messung des Berührungsstromes .	B	D
5.8	Prüfung der Wasserbeständigkeit.	B	D
5.9	Prüfung der mechanischen Festigkeit des Ader- bzw. Schutzschlauches vor und nach einer beschleunigten Alterung . . .	B	D
5.10	Prüfung der elektrischen Durchschlagfestigkeit der Ader vor und nach einer beschleunigten Alterung	B	D
5.11	Prüfung des Korrosionsschutzes an korrosionsfesten Leitern. . . .	A od. B	C od. D
5.12	Prüfung der Wärmebeständigkeit.	B	D
5.13	Prüfung der Kältebeständigkeit .	B	D
5.14	Prüfung des Einflusses auf umgebende Metalle	A	C
5.15	Prüfung der Lichtechtheit der Färbung von Thermoplastmassen .	B	D
5.16	Prüfung der Brennbarkeit der Thermoplastschläuche	B	D

Wenn ein Leiter eine dieser Teilprüfungen nicht bestanden hat, so wird diese und die vorangehenden Prüfungen, welche diese Teilprüfungen beeinflussen können, an einem weiteren Muster wiederholt.

5 Beschreibung der Prüfungen

5.1 Prüfung des Kupfers und des Aluminiums

Dieser Prüfung werden alle Probestücke A bzw. C unterworfen. Die Messungen werden bei 20 °C ausgeführt.

Bemerkung:

Der bei t_1 °C gemessene Widerstand R_1 kann auf den Widerstand R_2 bei t_2 °C nach der Formel

$$R_2 = R_1 \; [1 + \alpha_1 \; (t_2 - t_1)]$$

umgerechnet werden, wo α_1 den Temperaturkoeffizienten bei der Ausgangstemperatur t_1 bedeutet. α_1 stellt die Widerstandszunahme pro 1 °C und 1 Ω bei einer Temperatur t_1 dar und wird aus folgender Formel bestimmt:

für Kupfer

$$\alpha_1 = \frac{1}{234{,}45 + t_1 \text{ °C}}$$

für Aluminium

$$\alpha_1 = \frac{1}{230 + t_1 \text{ °C}}$$

Für α_1 ergeben sich für die Temperatur t_1 folgende Werte:

t_1 Messtemperatur	α_1 für Kupfer	α_1 für Aluminium
10	0,00409	0,00417
15	0,00401	0,00408
20	0,00393	0,00400
25	0,00385	0,00392
30	0,00378	0,00385

5.1.1 *Bestimmung des wirksamen Querschnittes*

Der wirksame Querschnitt (A_w mm²) wird aus dem Widerstand (R in Ohm) und der Länge l in m) eines 1 m langen Leiterstückes unter Zugrundelegung der in Ziff. **2.3.1** b) für Kupferleiter bzw. Ziff. **2.3.2** b) für Aluminiumleiter für die Leitfähigkeit $\left[\gamma \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}\right]$ bei 20 °C angegebenen Werte nach folgender Formel bestimmt:

$$A_w = \frac{l}{R\,\gamma}$$

Die Widerstandsmessung und die Längenmessung sind je auf 0,1 % genau auszuführen. Bei Seilen ist die Länge des Leiters ohne Zuschlag für den Drall in Rechnung zu setzen.

Bemerkung:

Die Bestimmung des Widerstandes kann mit der Thomsonschen Doppelbrücke oder dem Kompensator erfolgen.

5.1.2 *Bestimmung des geometrischen Querschnittes*

Der geometrische Querschnitt wird an einem ca. 70 cm langen Abschnitt des der Widerstandsmessung unterworfenen Leiterstückes aus der Länge und der Masse, unter Zugrundelegung eines spezifischen Gewichtes von 8,89 für Kupfer bzw. 2,70 für Aluminium ermittelt.

5.1.3 *Bestimmung der Bruchfestigkeit*

Die Bruchfestigkeit wird an demselben Abschnitt, an welchem der geometrische Querschnitt ermittelt wurde, bestimmt. Die freie Zerreisslänge ist 20 cm. Massgebend sind nur Brüche, die in der freien Zerreisslänge auftreten. Bei Seilen ist die Bruchfestigkeit (Mittelwert aus drei Messungen) der Einzeldrähte massgebend. Für die Zerreissprobe ist die Isolation zu entfernen.

5.2 Prüfung des Aufbaues des Leiters

Die Prüfung des Aufbaues der Leiter wird nach den Ziff. **2.2...3.9** vorgenommen.

Zur Bestimmung der Wandstärke des die Seele umgebenden Schlauches wird an je einem dem Anfang und dem Ende des Probestückes entnommenen ca. 140 cm langen Leiterstück an je drei Stellen, die ca. 60 cm auseinanderliegen, die Isolation auf ca. 5 cm Länge gänzlich entfernt und auf einer Seite der blanken Stellen die über dem Schlauch liegenden Umhüllungen auf ca. 5 cm Länge entfernt, wobei der verbleibende Schlauch nicht verletzt werden darf. An diesen zwei mal drei derart vorbereiteten Querschnitten wird die Dicke des Schlauches an je 6 gleichmässig über den Umfang verteilten Stellen auf Hundertstelmillimeter genau gemessen (z. B. Wert 0,114 gilt als 0,11; Wert 0,115 als 0,12). Der aus den 36 Messungen sich ergebende Minimalwert für die Wandstärke des Aderschlauches darf die in Tabelle II angegebenen Minimalwerte nicht unterschreiten. Der Mittelwert der dabei erhaltenen Messwerte wird als Richtwert der Aderwandstärke betrachtet. Dieser Wert wird bei der Berechnung des spez. Widerstandes der Aderisolation in Rechnung gesetzt.

Die Bestimmung der Wandstärke des alle Adern gemeinsam umgebenden Schutzschlauches oder Bleimantels erfolgt an je einem dem Anfang und dem Ende des Probestückes entnommenen ca. 140 cm langen Mantelstück. Die Messung erfolgt über den Adern an je 3 Stellen im Abstand von 60 cm. Zur Messung wird an den genannten Stellen ein ca. 2 cm langes Mantelstück herausgeschnitten. Der bei diesen Messwerten vorkommende Minimalwert darf die in den Tabellen III bis VI angegebenen Werte nicht unterschreiten. Der Mittelwert der dabei erhaltenen Messwerte wird als Richtwert betrachtet. Bei der Berechnung des spez. Widerstandes des Thermoplast-Schutzschlauches wird dieser Richtwert in Rechnung gesetzt.

Bei den Aufzugschnüren erfolgt die Messung der Wandstärke in gleicher Weise, nur dass an jedem Schlauchstück an 6 gleichmässig über den Umfang verteilten Stellen gemessen wird. Keiner der so gemessenen Werte darf kleiner sein als 1,2 mm.

Zur Messung der Thermoplastwandstärken wird ein Messinstrument verwendet, dessen Tastorgan keine grössere Kraft als 10 g ausübt. In Grenzfällen wird eine Kontrollmessung mit einem Messmikroskop ausgeführt.

5.3 Wickelprüfung

Die Isolationsschichten, Umflechtungen und Bespinnungen bzw. metallische Umhüllungen z. B. Blech- bzw. Bleimantel, flexible Metalldrahtumflechtung der Leiter müssen die bei der Montage vorkommenden mechanischen Beanspruchungen aushalten. Alle festen Leiter sowie die Panzerapparateschnüre werden deshalb der nachfolgenden Wickelprüfung unterzogen.

Ein 250 cm langes, den Probestücken A bzw. C entnommenes Leiterstück wird während mindestens 24 h bei ca. 20 °C gelagert und anschliessend bei dieser Temperatur Windung an Windung auf einen Dorn, dessen Durchmesser aus Tabelle XI ersichtlich ist, aufgewickelt. Dabei dürfen die Fäden der Umflechtung oder Bespinnung bzw. der Metallmantel, bei den Panzerapparateschnüren die flexible Metalldrahtumflechtung, nicht reissen.

Bei Thermoplastbleimantelkabeln mit Armierung wird vor der Wickelprüfung die Armierung entfernt.

Dorndurchmesser

Tabelle XI

Leitertyp	T, Tc Tv, Tvc	Tdc, TPb, TPbi TPbJi, TPba TPbTc, TvPb	TF, TFi TFB, TFS	Tdva
Dorndurchmesser	3, 6, 10	6	2	5

Der Dorndurchmesser wird durch Multiplikation des äusseren Leiterdurchmessers mit der angegebenen Zahl gefunden. Wo drei Werte nebeneinander angegeben sind, gelten sie für die Querschnitte bis 16 mm², bzw. von 25 bis 70 mm², bzw. von 95 mm² und mehr.

5.4 Prüfung der Biegsamkeit

Der Prüfung der Biegsamkeit werden alle beweglichen Leiter, mit Ausnahme der Panzerapparateschnüre, unterworfen. Die Prüfung wird bei 20 ± 1 °C ausgeführt.

Ein ca. 2,5 m langes, den Probestücken A bzw. C entnommenes Leiterstück wird in der in Fig. 2 dargestellten Weise über die Rollen A und B gelegt, mit dem einen Ende im Halter der Zugvorrichtung befestigt und am anderen Ende mit dem aus Tabelle XII hervorgehenden Gewicht belastet.

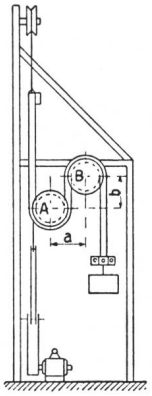


Fig. 2

Apparat für die Prüfung der Biegsamkeit

Ferner werden die Adern an ihren beiden Enden in den Anschlussklemmen auf den beidseitig des Leiterstückes angebrachten Klemmenplatten der Kabelhalter befestigt. Der Leiter wird nun mittels der Zugvorrichtung über eine Länge von 1 m mit einer mittleren, nahezu konstanten Geschwindigkeit

Daten für die Prüfung der Biegsamkeit

Tabelle XII

Leiter-Durchmesser [mm]	Durchmesser der Rollen A und B [mm]	a und b [mm]	Belastungsgewicht [kg]
≦ 10	80	90	Leiterdurchmesser [mm] × 0,15
> 10...15	120	135	Leiterdurchmesser [mm] × 0,2
> 15...25	240	270	Leiterdurchmesser [mm] × 0,3
> 25	360	540	

Die Werte für das Belastungsgewicht sind auf ganze 100 g aufzurunden (z. B. 3,02 oder 3,08 auf 3,1 kg).

von 0,33 m/s 20 000mal über die beiden Rollen hin- und herbewegt. Bei Leitern bis und mit 1,5 mm² Nennquerschnitt werden dabei die einzelnen Adern während den Hin- und Herbewegungen mit den in der nachstehenden Zusammenstellung genannten Stromstärken (Wechselstrom 50 Hz, ca. 5 V) belastet.

Nennquerschnitt:	0,5,	0,75,	1,	1,5	mm²
Stromstärke:	2,5,	6,	6,	10	A.

Die Leiter mit grösseren Querschnitten werden 20 000mal strom- und spannungslos hin- und herbewegt.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn:

1. in keiner Ader eine Stromunterbrechung eintritt;
2. der Leiter die in Ziff. **5.5** vorgesehene Spannungsprüfung aushält;
3. die Durchschlagspannung aller Adern des geprüften Leiters den in Ziff. **5.10** für die betreffende Leiterart im Anlieferungszustand angegebenen Wert nicht unterschreitet;
4. pro Ader mindestens 75 % der Einzeldrähte keinen Bruch aufweisen.

Die Bestimmung der Durchschlagspannung erfolgt in der in Ziff. **5.10** für die Leiter im Anlieferungszustand beschriebenen Weise; es werden jedoch die ganzen 2,5 m langen Aderabschnitte der Durchschlagprüfung unterworfen.

Die Feststellung der Anzahl noch intakter Einzeldrähte erfolgt im Anschluss an die Prüfung nach Ziff. **5.10**, nach Entfernen der Isolation der einzelnen Adern.

5.5 Spannungsprüfung

Die Spannungsprüfung wird an Probestücken B bzw. D (Fassungsadern, Aufzugschnüre und Rundschnüre sowie verseilte Schnüre bei Querschnitten bis und mit 2,5 mm² ausgenommen, vgl. Ziff. **4.2** und **4.3**) sowie mit Abschnitten der Stücke A bzw. C durchgeführt, nachdem diese der Wickelprüfung bzw. der Prüfung der Biegsamkeit unterworfen wurden.

Die der Wickelprüfung bzw. der Prüfung der Biegsamkeit unterzogenen Leiter, die ersten in aufgewickeltem Zustand, werden während 24 h in Wasser von ca. 20 °C gelagert. Anschliessend an die Lagerung erfolgt die Spannungsprüfung im Wasser bei möglichst sinusförmigem Wechselstrom. Jede einzelne Ader wird gegen alle andern Adern und Wasser bzw. Erde während 20 Minuten geprüft. Bei den Leitertypen TAi und TAT werden alle Adern parallel geschaltet und gegen Wasser während 20 Minuten geprüft.

Die Spannungsprüfung mit den Probestücken B bzw. D wird, jedoch ohne vorangegangene Wickelprüfung bzw. Prüfung der Biegsamkeit und evtl. Prüfung des Korrosionsschutzes vorgenommen.

Der Spannungsanstieg muss ca. 250 V/s betragen. Die Effektivwerte der Prüfspannungen betragen für verstärkte Thermoplastleiter (Tv, Tvc, TvPb) 4000 V, für alle andern Leiterklassen 2000 V.

5.6 Messung des spez. Widerstandes der Isolation

Die Messung erfolgt an den Mustern B bzw. D

1. an allen Leitern für feste Verlegung
2. an den leichten Flachschnüren Typ Tlf
3. an den Schutzschläuchen der beweglichen Leiter.

Es dürfen die in Tabelle XIII festgelegten Werte nicht unterschritten werden.

Ein Prüfstück von 2,5 m Länge wird in Windungen von ca. 12...15 cm Durchmesser aufgewunden. Die so vorbereitete Probe wird in einem Wasserbad (Leitungswasser) frei aufgehängt. Die Länge der aus dem Wasser herausragenden Leiterenden beträgt je 25 cm, so dass eine Leiterlänge von genau 2 m benetzt wird. Nach 24stündiger Wasserlagerung erfolgt die Messung des Isolationswiderstandes bei 1000 V Gleichspannung zwischen Leiterseele und Wasserbad.

An Schutzschläuchen erfolgt die Messung zwischen einem durch den mit Wasser gefüllten Schlauch gezogenen blanken Cu-Draht und dem Wasserbad.

Die Wassertemperatur wird innerhalb ca. 6 h von 20 °C auf 50 °C gesteigert. Vor der Messung wird die Temperatur mit Hilfe eines Kontaktthermometers bei intensivstem Rühren während ca. 1/2 h auf 0,1 °C konstant gehalten. Aus den Abmessungen der Leiterisolation und den bei den Temperaturen von 20 °C und 50 °C gemessenen Isolationswiderständen wird der spezifische Widerstand der Masse in MΩ · cm nach folgender Formel errechnet:

$$\varrho = \frac{R\, 2\, \pi\, l}{\ln\left(\frac{r_a}{r_i}\right)}$$

wo:

ϱ spez. Widerstand in MΩ · cm,
R gemessener Isolationswiderstand in MΩ,
l Messlänge in cm,
r_a Aussenradius des Isoliermantels in cm,
r_i Innenradius des Isoliermantels in cm.

Zulässige Minimalwerte

Tabelle XIII

Leiterart	Spez. Widerstand [MΩ · cm] bei 20 °C	bei 50 °C
Thermoplast verstärkt	$1 \cdot 10^7$ [1])	$5 \cdot 10^4$ [1])
Übrige T-Leiter für feste Verlegung sowie leichte Flachschnur Tlf[2])	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$
Schutzschläuche	$1 \cdot 10^3$ [1])	$1 \cdot 10^2$ [1])

[1]) Einer dieser beiden Werte darf um maximal 25 % unterschritten werden.
[2]) Mit Ausnahme der leichten Flachschnur Typ Tlf ist die Messung des spez. Widerstandes der Aderisolation für bewegliche Leiter nicht vorgeschrieben.

5.7 Messung des Berührungsstromes

Die Berührungsstrommessung erfolgt an den Mustern B bzw. D der beweglichen Leiter einschliesslich Fassungsadern TFB und TFS.

An den Aufzugschnüren TAi und TAT erfolgt eine Berührungsstrommessung nur gegen ein allfällig vorhandenes Tragseil.

Die Berührungsstrommessung erfolgt im Anschluss an die Biegsamkeitsprüfung nach Ziff. **5.4** und die Spannungsprüfung nach Ziff. **5.5** in gleicher Prüfanordnung wie für die Messung des spez. Widerstandes mit einem Milliampèremeter mit Thermoumformer bei 300 V Wechselstrom von 50 Hz zwischen Leiterseele und Wasserbad, bei einer Temperatur von 50 °C. An mehradrigen Leitern werden sämtliche Adern parallel geschaltet.

Erläuterung: Prüfspannung = Spannung zwischen Polleiter und Erde = $500/\sqrt{3}$ = (aufgerundet) 300 V.

Zulässiger Grenzwert des Stromes (zwischen sämtlichen parallel geschalteten Adern und dem Wasserbad): 0,5 mA bei 1 m Prüflänge bei einer Leitertemperatur von 50 °C.

5.8 Prüfung der Wasserbeständigkeit

Der Prüfung werden die Leitertypen T, Tc, Tv, Tvc, Tdc unterworfen. Ein Prüfstück von 2,5 m Länge wird in Windungen von mindestens 12 cm Durchmesser aufgewunden. Die so vorbereitete Probe wird in einem Wasserbad (Leitungswasser) frei aufgehängt. Die Länge der aus dem Wasser herausragenden Leiterenden beträgt je 25 cm, so dass eine Leiterlänge von genau 2 m benetzt wird. Nach ein- und mehrtägiger Wasserlagerung bei 20 °C erfolgt die Messung des Isolationswiderstandes bei 1000 V Gleichspannung zwischen Leiterseele und Wasserbad. Aus dem bei 20 °C nach 4wöchiger Wasser-

lagerung gemessenen Isolationswiderstand wird der spez. Widerstand der Masse in MΩ · cm berechnet.

Nach 4wöchiger Wasserlagerung (28 Tage) müssen die in Ziff. **5.6** für die verschiedenen Leiterarten geforderten spezifischen Widerstände bei 20 °C noch eingehalten werden.

Das Leiterstück muss eine Spannungsprüfung nach Ziff. **5.5** bei 20 °C aushalten.

5.9 Prüfung der mechanischen Festigkeit des Ader- bzw. Schutzschlauches vor und nach einer beschleunigten Alterung

5.9.1 *Mechanische Prüfung*

Für die Prüfung der mechanischen Festigkeit werden dem zu prüfenden Leiterring (Probestück B bzw. D) an drei Stellen, die mindestens 1 m auseinander liegen, je 4 bzw. 2 Stücke von etwa 20 cm Länge entnommen, je nachdem es sich um Leiter von 0,75...25 mm² bzw. mehr als 25 mm² Querschnitt handelt. Diese Probeabschnitte werden laufend mit:

1a, 2a, 3a, 4a,			1a, 2a
1b, 2b, 3b, 4b,	bzw. mit:		1b, 2b
1c, 2c, 3c, 4c,			1c, 2c

bezeichnet.

An den Probeabschnitten mit ungeraden Zahlen wird die Prüfung der mechanischen Festigkeit im ursprünglichen Zustand, an den Probeabschnitten mit geraden Zahlen eine beschleunigte Alterung mit anschliessender Prüfung der mechanischen Festigkeit durchgeführt.

Die Vorbereitung der Zerreissproben geschieht in folgender Weise:

1. Schutzschlauch. Beidseitig glatte Schläuche werden axial und solche von Tdc-Leitern in Richtung der Adern aufgeschnitten. Nachdem die ausgebreiteten Schlauchabschnitte in einer geeigneten Schleifvorrichtung ohne nachteilige Erwärmung planparallel geschliffen wurden, wird mit einem Stanzmesser aus jedem Abschnitt ein Probestäbchen nach Fig. 3 herausgestanzt.

2. Aderschlauch. Sämtliche Abschnitte werden zunächst sorgfältig von ihren Umhüllungen befreit.

a) Bei Leitern mit einem Querschnitt bis und mit 25 mm² wird der ganze Aderschlauch geprüft. Die mittlere Wanddicke und der Querschnitt des Schlauches werden nach folgender Formel berechnet:

$$A = \pi\ (d + s)s$$

Es bedeuten:

A Querschnitt des Schlauches in cm²,
d Durchmesser der Seele in cm,
s mittlere Wanddicke in cm.

Die Wanddickenmessung erfolgt nach Ziff. **5.2**, wobei je einer der beiden Endquerschnitte der Abschnitte 1a, 1b und 1c als einer der in dieser Ziffer erwähnten Messquerschnitte aufzufassen ist. Bei Seilen wird der Querschnitt der Aderhülle in gleicher Weise bestimmt, wobei für d der Durchmesser des der Seele (inkl. Baumwollbespinnung) umschriebenen Kreises eingesetzt wird.

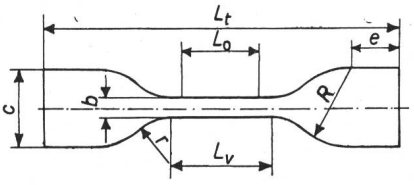


Fig. 3
Abmessungen der Probestäbchen für die Zerreissprüfung

Prüfstab	L_t	L_v	L_0	c	b	R	r	e
1	50	17±1	10	8,5±0,5	3±0,05	8 ±0,5	7,2±0,5	8
2	75	25±1	20	12,5±0,5	4±0,05	12,5±0,5	8 ±0,5	12,5
3	115	33±1	25	25 ±1	6+0,4 0	25 ±1	14 ±0,5	15

Aus den Probeabschnitten, die der Zerreissprobe unterworfen werden, wird die Seele, nach vorangegangener Dehnung, sorgfältig von Hand herausgezogen.

b) Bei Leitern mit einem Querschnitt über 25 mm² wird aus jedem Schlauchstück ein Probestäbchen nach Fig. 3 in der Richtung der Zwickel herausgestanzt, nachdem die Zwickel mittels einer Schleifvorrichtung vorher abgeschliffen worden sind.

Die nach *1.* und *2.* vorbereiteten Proben werden in einer Zerreissmaschine bis zum Bruch gedehnt.

Die Dehnungsgeschwindigkeit muss ca. 0,5 cm/s betragen. Die Dehnung wird an einer Länge von 20 mm ermittelt.

Die Zerreissprüfungen müssen bei einer Temperatur von 20 ± 1 °C ausgeführt werden, nachdem die Prüflinge während mindestens 1 h bei 20 ± 1 °C aufbewahrt wurden. Wenn die Prüfung bei einer andern als der vorgeschriebenen Temperatur stattgefunden hat, so ist in Zweifelsfällen die Prüfung bei 20 °C zu wiederholen.

Als Ergebnis der Prüfung wird der Mittelwert aus den 6 bzw. 3 Zerreissversuchen betrachtet.

Zulässige Minimalwerte für Ader- und Schutzschläuche von Leitern:

Zerreissfestigkeit bei Anlieferung	120 kg/cm²
Bruchdehnung bei Anlieferung	175 %

5.9.2 *Beschleunigte Alterung*

Die Proben, bei Adern mit Seele, bei Schutzschläuchen die fertigen Zerreissproben, werden in einem Wärmeschrank mit Lufterneuerung und Luftumwälzung während 10 · 24 h auf einer konstanten Temperatur von 70 ± 2 °C gehalten. Nach beendigter Alterung werden die Probeabschnitte während mindestens 16 h bei Raumtemperatur sich selbst überlassen.

Im Anschluss daran werden die Proben der mechanischen Zerreissprüfung nach Ziff. **5.9.1** unterzogen.

Nach der beschleunigten Alterung darf die Zerreissfestigkeit gegenüber dem Anlieferungswert keine Abnahme aufweisen. Eine allfällige Zunahme der Zerreissfestigkeit darf jedoch 25 % nicht übersteigen.

Die Verminderung der Bruchdehnung darf höchstens 25 % betragen.

Die Oberfläche der Leiterseele darf nach der Alterung keine sichtbaren Korrosionserscheinungen aufweisen.

5.10 Prüfung der elektrischen Durchschlagfestigkeit der Ader vor und nach einer beschleunigten Alterung

Für die elektrische Durchschlagprüfung werden dem Probestück B bzw. D zweimal fünf je 1 m lange Abschnitte entnommen und die Adern freigelegt, wobei eine eventuelle Bandumwicklung wenn möglich zu entfernen ist. Man erhält auf diese Weise 2 × 5 *n* Proben, wo *n* die Anzahl Adern des Probestückes bedeutet.

5 *n* so vorbereitete Proben werden während 24 h in Wasser von ca. 20 °C gelegt. Hierauf wird die mittlere Durchschlagspannung zwischen Seele und Wasserbad bestimmt. Der Spannungsanstieg beträgt dabei ca. 250 V/s bis zum Durchschlag.

Die weiteren 5 *n* Proben werden vorerst während 10 · 24 h bei einer Temperatur von 70 ± 2 °C der beschleunigten Alterung unterzogen, darnach während 24 h in Wasser von ca. 20 °C gelagert. Anschliessend an die Wasserlagerung wird auf die erwähnte Weise die mittlere Durchschlagspannung bestimmt.

Die mittlere Durchschlagspannung muss im Anlieferungszustand bei den verstärkten Leitern Tv, Tvc, TvPb mindestens 15 kV und bei den übrigen Leitern mindestens 8 kV betragen. Nach der beschleunigten Alterung darf die mittlere Durchschlagspannung um höchstens 25 % kleiner sein als die mittlere Durchschlagspannung im Anlieferungszustand.

5.11 Prüfung des Korrosionsschutzes an korrosionsfesten Leitern

Diese Prüfung wird an Abschnitten der Probestücke B und D durchgeführt. Nach Ziff. **5.9** der Aussenseite des Schutzschlauches entnommene Probestäbchen werden während 4 Wochen den Einwirkungen von Säuren, Basen und Chlor ausgesetzt und anschliessend auf Zerreissfestigkeit und

Bruchdehnung geprüft. Die Lagerung erfolgt in einem Exsikkator von ca. 3 l Inhalt. Die chlorhaltige Atmosphäre wird folgendermassen hergestellt: Auf ca. 5 g festes Kaliumpermanganat werden wöchentlich 2 cm³ konz. Salzsäure gegeben.

1. Je fünf Proben werden in folgenden Lösungen ganz eingetaucht gehalten:

a) Salzsäure 1 *n*
b) Essigsäure 1 *n*
c) Ammoniaklösung 1 *n*
d) Sodalösung 1 *n*

2. Die gleiche Anzahl Proben wird in Exsikkatoren von ca. 3 l Inhalt gelagert, über mindestens 250 cm³:

e) konzentrierter Salzsäure spez. Gewicht 1,19
f) Salpetersäure spez. Gewicht 1,285
g) konzentrierter Ammoniaklösung spez. Gewicht 0,92
h) in chlorhaltiger Atmosphäre.

Die Bruchfestigkeit und Bruchdehnung dürfen nach 4wöchiger Behandlung um nicht mehr als 25 % abnehmen.

Für diese korrosionsfesten Leiter ist nur Kupfer zulässig.

5.12 Prüfung der Wärmebeständigkeit (Wärmedruckprüfung)

Der Wärmedruckprüfung werden die Adern und Schutzschläuche sämtlicher Thermoplastleiter unterworfen.

5.12.1 *Aderisolation*

Die Adern des zu prüfenden Leiters sind von etwa vorhandenen Umhüllungen bis auf die Kunststoff-Isolation zu befreien. Danach sind von jeder so vorbereiteten Ader 2 Probestücke über einen waagrecht liegenden polierten Metalldorn zu hängen. Die Leitungsenden sind senkrecht nach unten mit je einem Gewicht nach Tabelle XIV zu belasten.

Daten für die Prüfung der Wärmebeständigkeit

Tabelle XIV

Nennquerschnitt [mm²]	Dorn-Durchmesser [mm]	Gewicht [kg]
bis 1,5	30	0,5
2,5	30	0,6
4	40	1
6	40	1,2
10	50	1,8
16	50	2

Nach 48stündiger Erwärmung auf 70 ± 2 °C darf sich die Wanddicke der Aderisolation um nicht mehr als 50 % weggedrückt haben. An Probestück Nr. 1 ist die Wanddicke 5 min nach dieser Erwärmung mit dem Messmikroskop zu messen. Probestück Nr. 2 muss unmittelbar nach einstündigem Liegen unter Wasser von 70 °C während ½ h bei dieser Temperatur die in Ziff. **5.5** vorgesehene Spannungsprüfung aushalten.

5.12.2 *Schutzschläuche (Mäntel)*

Ein 10 cm langes Probestück ist von etwa vorhandenen Umhüllungen bis auf den Kunststoffmantel zu befreien. Über den Kunststoffmantel ist auf den halben Umfang des Probestückes glatt anliegend ein weicher Aluminiumdraht von 1,4 mm Durchmesser zu hängen. Beide Enden sind mit je einem Gewicht, welches in Gramm gerechnet 25 mal so gross ist wie der Durchmesser *d* des Probestückes in mm, senkrecht nach unten zu belasten (z. B. beträgt für $d = 10$ mm das Gewicht an beiden Enden je $25 \cdot 10 = 250$ g). Nach 48stündiger Lagerung bei 70 °C darf sich die Wanddicke an dieser Stelle um nicht mehr als 50 % weggedrückt haben. Die Messung erfolgt ca. 5 min nach dem Entfernen des Drahtes mit dem Messmikroskop.

5.13 Prüfung der Kältebeständigkeit

Die Prüfung wird an ganzen Leiterabschnitten durchgeführt, d. h. bei mehradrigen Leitern wird das ganze Kabel mit Schutzschlauch und eventuell weiteren Umhüllungen geprüft.

5.13.1 *Schlagprüfung*

Drei Probestücke des ganzen Leiters, die in einem Wärmeschrank einer Temperatur von 70 ± 2 °C während 10 · 24 h ausgesetzt waren, werden 2 h lang einer Lufttemperatur von — 5 °C ausgesetzt. Handelt es sich um Aufzugschnüre TAi und TAT, sowie Doppelschlauchschnüre Td, Tdv und Tda, so werden diese Leiter einer Temperatur von — 10 °C ausgesetzt. Unmittelbar nach dem Herausnehmen aus dem Kälteschrank darf die Isolierhülle nicht brechen oder platzen, wenn ein Fallhammer von 200 g Gewicht aus einer Fallhöhe von 30 cm auf das auf einer Stahlplatte liegende Prüfstück fällt. Das Fallgewicht muss eine zylindrische Form mit einem Durchmesser von 15 mm besitzen. Die Schlagfläche (Grundfläche) ist mit r = 300 mm abzurunden. Die Typen T, Tc, Tv und Tvc werden der Schlagprüfung nicht unterzogen.

5.13.2 *Wickelprüfung*

Drei Probestücke des ganzen Leiters, die in einem Wärmeschrank einer Temperatur von 70 ± 2 °C während 10 · 24 h ausgesetzt waren, werden 2 h lang einer Lufttemperatur von — 5 °C ausgesetzt. Handelt es sich um Aufzugschnüre TAi und TAT, sowie Doppelschlauchschnüre Td, Tdv und Tda, so werden diese Leiter einer Temperatur von — 15 °C ausgesetzt. Unmittelbar nach dem Herausnehmen aus dem Kälteschrank darf die Isolierhülle bei Umwickeln auf einen Metalldorn von gleicher Temperatur und einem Durchmesser nach Tabelle XI, für feste Leiter, bzw. Tabelle XII, für bewegliche Leiter, nicht brechen oder platzen, wobei der Leiter mit mindestens 3 Windungen in etwa 3 s aufzuwickeln ist. Doppeladerlitzen flach 2 · 0,75 mm² und 2 · 0,5 mm² werden einer verschärften Wickelprüfung unterzogen. Diese Leiter werden um einen Dorn vom 5fachen Leiterdurchmesser gewickelt.

5.14 Prüfung des Einflusses auf umgebende Metalle

Ein Schlauchabschnitt wird während 24 h bei 110 °C mit einem blanken Silberblech in direkten Kontakt gebracht. Es darf keine deutliche Schwarzfärbung durch Bildung von Silbersulfid eintreten.

5.15 Prüfung der Lichtechtheit der Färbung von Thermoplastmassen

Leiterabschnitte von ca. 10 cm Länge werden in senkrechter Lage während 10 h der Ultraviolett-Strahlung einer Quarzlampe mit einem Brenner mit geradem Quarzrohr ausgesetzt. Abstand der Proben vom Brenner 0,5 m.
Dimensionen und Daten des Brenners:

Länge des freien Quarzrohres	37 mm
Aussendurchmesser des Quarzrohres	16,5 mm
Aufgenommene Leistung	ca. 150 W

Nach 10stündiger Belichtungszeit darf gegenüber dem Anlieferungszustand an gelb oder gelb und rot gefärbten Leitern keine deutliche Farbveränderung feststellbar sein. An allen übrigen Leitern darf keine irreführende gelbe Färbung entstehen.

5.16 Prüfung der Brennbarkeit der Thermoplastschläuche

Die Prüfung wird an Leitern mit Thermoplastschutzschläuchen, sowie bei mehradrigen Leitern auch an deren nackten Adern durchgeführt. Ein 10 cm langes Leiterstück wird während 30 s horizontal in die Flammenspitze einer Hefner-Amylacetat-Lampe gehalten. Nach Entfernen des Leiters aus der Flamme und Aufrichten in die senkrechte Lage, darf die Thermoplastisolation auf beiden Seiten der angebrannten Stelle nicht weiterbrennen.

Zweiter Teil

Zweischichtige, verstärkte Thermoplastleiter auf Polyäthylen-Polyvinylchlorid-Basis

Für diese Leiter gelten die Bestimmungen für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation auf Polyvinylchlorid-Basis sinngemäss, mit Ausnahme der folgenden Ziffern:

zu Ziff. 2.3 Kennzeichnung der Leiter

Dem Kurzzeichen des Leitertyps wird die Bezeichnung «zweischichtig» oder die Ziffer «2» beigefügt.

Der Polyäthylenschlauch darf nicht gefärbt sein, so dass er als solcher erkennbar bleibt (Aussehen farblos bis weiss).

Der Schutzschlauch muss eine von der Farbe des Polyäthylenschlauches abweichende, deutlich unterscheidbare Färbung aufweisen.

zu Ziff. 2.6 Aderisolation

b) Beide Thermoplastschläuche müssen die Leiterseele konzentrisch umgeben und die in Tabelle IIa dieser Vorschriften festgelegten Wandstärken aufweisen.

Isolierschlauchwandstärken der zweischichtigen Adern

Tabelle IIa

Nennquerschnitt mm²	min. Wandstärken [mm]		Richtwert[1]) der Gesamtwandstärke mm
	Polyäthylen-Schlauch	Polyvinylchlorid-Schlauch	
1	0,40	0,40	0,95
1,5	0,40	0,40	0,95
2,5	0,50	0,50	1,15
4	0,50	0,50	1,15
6	0,50	0,50	1,15
10	0,60	0,60	1,35
16	0,60	0,60	1,35
25	0,70	0,70	1,60
35	0,70	0,70	1,60
50	0,80	0,80	1,80
70	0,80	0,80	1,80
95	0,90	0,90	2,00
120	0,90	0,90	2,00
150	1,00	1,00	2,20
185	1,10	1,10	2,40
240	1,20	1,20	2,65

[1]) Dieser Wert ist nicht verbindlich, wird aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgestellt.

d) Der Polyäthylenschlauch liegt direkt auf der Kupferseele. Der darüberliegende Schlauch hat den Anforderungen an Schutzschläuche zu genügen.

zu Ziff. 5.6 Messung des spez. Widerstandes der Isolation

Die Messungen erfolgen an beiden Isolierschläuchen getrennt. Zulässige Minimalwerte des spez. Widerstandes:

	bei 20 °C MΩ · cm	bei 50 °C MΩ · cm
Polyäthylenschlauch	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{10}$
Polyvinylchloridschlauch	$1 \cdot 10^{3}$ [1])	$1 \cdot 10^{2}$ [1])

zu Ziff. 5.9 Prüfung der mechanischen Festigkeit des Ader- bzw. Schutzschlauches vor und nach einer beschleunigten Alterung

Der Zerreiss-Prüfung wird nur der äussere Schutzschlauch unterworfen. Die Alterungsprüfung erfolgt aber mit Cu-Seele und Polyäthylenschlauch.

An Stelle der mechanischen Prüfungen nach Ziff. **5.9.1** erfolgen die folgenden Untersuchungen zur Charakterisierung des Polyäthylens.

1. Bestimmung des Schmelzpunktes

Leere Schlauchabschnitte von 15 cm Länge werden über einen waagrecht liegenden Metalldorn von 30 mm Durchmesser gelegt und während ca. 30 min. in einem Wärmeschrank einer konstanten Temperatur von 110, 115 oder 120 °C ausgesetzt.

Als Schmelzpunkt des Polyäthylens gilt diejenige Temperatur, bei welcher das Material abtropft. Der Schmelzpunkt muss über 110 °C liegen.

2. Bestimmung des Aschegehaltes

Der Aschegehalt muss kleiner sein als 0,2 %.

3. Bestimmung der Lösungsmittelbeständigkeit

Das Polyäthylen muss in organischen Lösungsmitteln unlöslich und nicht quellbar sein. Ferner muss das Material halogenfrei sein.

zu Ziff. 5.12 Prüfung der Wärmebeständigkeit

Die Prüfung der Wärmebeständigkeit wird durch eine Wärmedruckprüfung nach **5.12.1** an der zweischichtigen Ader durchgeführt. Der Schutzschlauch wird nicht entfernt. Die zulässige Abnahme der Wanddicke von 50 % bezieht sich nur auf die Wanddicke des Schutzschlauches.

[1]) Einer dieser beiden Werte darf im Maximum um 25 % unterschritten werden.

Dieses Heft enthält die Zeitschriftenrundschau des SEV (43...45)

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, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telephon (051) 27 51 91, Telegrammadresse Electrunion, Zurich, Postcheck-Konto VIII 4355. — 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: A.-G. 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. 50.— pro Jahr, Fr. 30.— pro Halbjahr, im Ausland Fr. 60.— pro Jahr, Fr. 36.— pro Halbjahr. Abonnementsbestellungen sind an die Administration zu richten. Einzelnummern Fr. 4.—.

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