

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
<b>Band:</b>	49 (1958)
<b>Heft:</b>	18
<b>Rubrik:</b>	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:** 05.02.2026

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

- 9 S. [Referat: E und M Bd. 55(1937), Nr. 48, S. 591; Elektro-techn. Z. Bd. 59(1938), Nr. 11, S. 292.]
- [10] Cron, H. von: Essais des isolateurs recouverts superficiellement de couches étrangères reproductibles. Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE), Paris 1956, Bd. 2, Rapp. 203, 36 S. [Referat: ETZ Bd. 78(1957), Nr. 1, S. 29.]
- [11] Irresberger, G.: Stromunfälle von Fremdpersonen an Starkstrom-Freileitungen. Berufsgenossenschaft Bd. -(1956), Nr. 7, S. 277...281.
- [12] Irresberger, G.: Stromgefahren in der Landwirtschaft. Berufsgenossenschaft Bd. -(1958), Nr. 2, S. 51...55.
- [13] Pol, P. de: La fertirrigazione nei riguardi degli elettrodotti. Risultati di alcune prove, Energia elettr. Bd. 32(1955), Nr. 7, S. 574...580.

**Adresse des Autors:**

G. Irresberger, Ingenieur, Direktionsassistent der OKA, Anton-Bruckner-Strasse 5, Gmunden (Oberösterreich).

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Symposium on Insulating Oils

082.621.315.615

Am 5. März 1958 veranstaltete das «Institute of Petroleum» zusammen mit der «Institution of Electrical Engineers» in London ein zweites Symposium über Isolieröle. Es wurden die neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Isolierölchemie in neun Arbeiten, über die im folgenden kurz referiert sei, schriftlich vorgelegt und an der Sitzung diskutiert.

F. Morton und R. T. T. Bell (Dept. of Chemical Engineering, College of Science and Technology, Manchester) unterbreiten eine grundlegende Literaturübersicht, welche die Entwicklung der heutigen Vorstellungen über die Oxydation von flüssigen Kohlenwasserstoffen bei Temperaturen bis zu 150 °C umfasst. Allgemein wird angenommen, dass die sog. Alterung in einer Oxydation durch den Luftsauerstoff besteht, wobei intermedial Peroxyde gebildet werden. Ganz allgemein werden drei aufeinanderfolgende Systeme von Reaktionen unterschieden, die für die einzelnen Stufen der oxydativen Alterung charakteristisch sind:

1. Die Einleitung der Reaktion, die sog. Induktionsperiode, während welcher einzelne Kohlenwasserstoffmoleküle unter Bildung von aktiven Molekülresten angegriffen werden.

2. Die Ausbreitung oder Fortsetzung der Reaktion, während welcher die aktivierten Reste mit weiteren nicht aktiven Bestandteilen reagieren. Es herrschen mannigfaltige Reaktionsfolgen vor, welche sehr oft den Charakter von autokatalytischen Kettenreaktionen aufweisen und durch das Vorhandensein von instabilen Zwischenprodukten gekennzeichnet sind.

3. Abbruch der Reaktion, wobei die endgültigen stabilen Endprodukte gebildet werden.

Wird schematisch ein Kohlenwasserstoffmolekül mit RH bezeichnet, wobei H eines der im Molekül vorhandenen Wasserstoffatome, R den übrigen Molekülrest bedeutet, so kann die Induktionsperiode durch  $RH \rightarrow R^* + H$  dargestellt werden, wobei mit  $R^*$  der aktivierte Molekülrest und mit H das abgespaltene Wasserstoffatom bezeichnet sei.  $R^*$  reagiert nun in der zweiten Periode mit Luftsauerstoff  $R^* + O_2 \rightarrow ROO^-$  unter Bildung von reaktionsfähigen Peroxyden  $R-O-O-$ , die ihrerseits wieder befähigt sind, mit weiteren nicht aktivierte Molekülen in Reaktion zu treten:  $ROO^- + RH \rightarrow ROOH + R^*$ , wobei neue aktivierte Moleküle entstehen, die ihrerseits wieder Sauerstoff anlagern können. Während der Beendigung der Reaktion, dem sog. Kettenabbruch, können die aktivierten Reste miteinander unter Bildung von stabilen Anlagerungsprodukten reagieren:



Da ein Kohlenwasserstoffmolekül viele Wasserstoffatome aufweist, welche gleichzeitig oder stufenweise in Reaktion treten können, und zudem die aktivierte Moleküle befähigt sind, mit sich selbst oder mit anderen Molekülen Verbindungen einzugehen, resultiert eine grosse Mannigfaltigkeit von Zwischen- und Endprodukten, welche letztem Endes als unlöslicher Schlamm oder als Säuren in Erscheinung treten. Für eine Reihe von reinen Kohlenwasserstoffen sind die Oxydationsprodukte untersucht worden, welche unter bestimmten, genau definierten Bedingungen entstehen, ebenso die Wechselwirkung verschiedener Kohlenwasserstoffe aufeinander. Auch kann durch Messung des Sauerstoffverbrauchs in Abhängigkeit der Zeit der kinetische Verlauf der gesamten Reaktion verfolgt werden. Dabei ergeben sich Kurven, die für einzelne Fälle charakteristisch sind, jedoch alle Varianten zwischen einer stark beschleunigten, einer beinahe linearen und einer verzögerten Geschwindigkeit, sowie gemischte Typen aufweisen können.

Über den ersten Schritt, der Einleitung der Oxydation während der Induktionsperiode bestehen verschiedene Anschauungen: Einerseits wird angenommen, dass durch die Energieaufnahme besonders energiereiche Moleküle, sog. angeregte Moleküle, wie sie von photochemischen Reaktionen her bekannt sind, gebildet werden, andererseits besteht die Auffassung, dass sich freie Radikale bilden, welche dank ihrer Reaktionsfähigkeit weiter reagieren. Für den Weiterverlauf der Alterungsreaktionen sind am meisten die Peroxydverbindungen massgebend, deren Zerfall, welcher stark temperaturabhängig ist, die Reaktionsfolge steuert.

Es ist allgemein bekannt, dass gewisse Metalle beschleunigend auf die Oxydation einwirken. Als öllösliche Salze, z.B. Naphthenat, zugesetzt, wirken Metalle, z.B. Kupfer, Eisen, Kobalt, Mangan, welche in 2 Wertigkeitsstufen auftreten können, als Red/Ox-Katalysatoren beschleunigend. Vom praktischen Standpunkt aus muss natürlich dem Kupfer, welches in elektrischen Apparaten immer vorkommt, besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Sein Verhalten ist daher auch am besten untersucht. Kinetische Studien zeigten, dass die Reaktionsgeschwindigkeit hauptsächlich vom Typus des Kohlenwasserstoffes, von der Temperatur und von der Metallkonzentration abhängt, jedoch vom Sauerstoffpartialdruck nur wenig beeinflusst wird. Es wird angenommen, dass das Kupfer nicht die Bildung der Peroxyde während der Induktionsperiode beeinflusst, sondern vielmehr ihren Zerfall und die Weiterreaktion unter Bildung von Reaktionsketten mit freien Radikalen steuert.

Nicht nur gelöstes, sondern auch metallisches Kupfer wirkt katalytisch. Die Frage, ob bei metallischem Kupfer eine heterogene Katalyse vorliegt, d.h. ob die Reaktion in der Oberfläche des Metalls, also in der Phasengrenze Öl/Kristallgitter stattfindet, wurde in den letzten Jahren ausgiebig studiert. Allgemein besteht heute die Meinung, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass durch die während der Induktionsperiode gebildeten Säuren und organischen Verbindungen, welche befähigt sind Kupfer komplex zu binden, Spuren von Kupfer gelöst werden. Diese wirken dann im gelösten Zustand katalytisch, so dass eine homogene Katalyse im flüssigen System vorliegt. Die für die Katalyse erforderlichen Kupfermengen sind sehr gering und liegen in der Größenordnung von einigen mg pro kg Öl.

Da schon im Öl selbst eine grosse Mannigfaltigkeit von Kohlenwasserstoffen, aliphatischer, cyclischer und gemischter Natur vorliegen können, welche die verschiedenartigsten Reaktionsmöglichkeiten bieten, lassen sich auch über die stabilen Endprodukte keine Angaben machen. Öle mit geringem Raffinierungsgrad weisen im allgemeinen eine starke Schlammbildung auf und bilden wenig Säure, während bei steigendem Raffinierungsgrad die Säurebildung zunimmt, die Schlammbildung aber abnimmt.

Das Problem der Oxydationshemmern steht heute im Vordergrund der Forschung und wird besonders für Schmieröle, aber auch für Transformatorenöle von verschiedenen Seiten sehr intensiv bearbeitet, wodurch die Erkenntnisse über den Oxydationsmechanismus eine wesentliche Bereicherung erfahren haben. Grundsätzlich handelt es sich dabei um Verbindungen, welche befähigt sind die während der Induktionsperiode entstehenden aktiven Moleküle zu deaktivieren und damit einen Kettenabbruch zu bewirken.

P. W. L. Gossling (C. C. Wakefield & Co. Ltd) berichtet zusammenfassend über die Arbeiten der CEI<sup>1)</sup> und der British Electrical and Allied Industries and Research Association (ERA), welche sich mit der künstlichen Alterung von

<sup>1)</sup> Commission Electrotechnique Internationale.

Transformatorenölen befassen. Da in jedem Land nationale Vorschriften für die künstliche Alterung bestehen und demzufolge die Ölproduzenten gezwungen sind, für jedes Land eine eigene Raffinationstechnik anzuwenden, ist der Wunsch nach einer international anerkannten Alterungsprüfung berechtigt. Im Rahmen des CE<sup>2)</sup> 10 (Isolieröl) der CEI schlossen sich die Vertreter von Belgien, Frankreich, Schweden, Holland, Italien, Schweiz und USA zu einer Arbeitsgruppe zusammen, mit dem Zweck, die Grundlage für eine internationale Alterungsprüfung zu schaffen. Als Versuchsöle wurden die Öle, welche den entsprechenden nationalen Alterungsvorschriften genügten, gegenseitig ausgetauscht, und es wurden ferner eine Reihe von 6 Ölen mit verschiedenem Raffinationsgrad, welche durch die Versuchslabore von Shell in Thornton besonders hergestellt wurden, an die teilnehmenden Laboratorien verteilt. Im Verlaufe eines umfangreichen experimentellen Programms einigte man sich auf folgenden Vorschlag für die Versuchsbedingungen: Alterung von 25 g Öl bei 100 °C in einem lose verschlossenen Glaszyylinder unter Durchleiten von Sauerstoff mit einer Geschwindigkeit von 1 Liter/Stunde während 164 h. Fällung des Schlammes mit 300 cm<sup>3</sup> n-Heptan und Filtration nach 24stündigem Stehen. Bestimmung der Neutralisationszahl im Filtrat. Als Katalysator wird einerseits Kupferdraht (30,5 cm, 1 mm Durchmesser), andererseits Kupfernaphthenat (5 mg Cu/1000 g Öl) empfohlen. Da die Prüfdauer von einer Woche von verschiedenen Seiten, namentlich von seiten der Hersteller als zu lang empfunden wird, besteht zurzeit der Vorschlag, die Prüfdauer durch Erhöhen der Prüftemperatur auf 110 °C auf etwa 4 Tage abzukürzen. Über die Verwendung von metallischem Kupfer oder von Kupfer, welches als Naphthenat gelöst ist, bestehen zurzeit noch getrennte Auffassungen, so dass bis zum Vorliegen von Erfahrungen auf breiter Basis die Wahl zwischen beiden Formen des Katalysators offen gelassen wurde. Gleichzeitig wurden auch Versuche mit der Alterung in der Sauerstoffbombe unternommen. Diese Methode bietet für besondere Fälle gewisse Vorteile, sie wurde aber nicht weiter verfolgt, da die Beurteilung von Ölen nach der vorgeschlagenen CEI-Methode den natürlichen Vorgängen im Transformatormärkte näher liegt und eine befriedigende Genauigkeit und Reproduzierbarkeit aufweist.

J. C. Robb und M. Shahin (Dept. of Chemistry, The University of Birmingham) zeigen am Beispiel der Oxydation von Cyclohexan wie durch sorgfältige reaktionskinetische Untersuchung die Einzelheiten des Oxydationsmechanismus einer einheitlichen Substanz genau erfasst werden können. Während bei den meisten solchen Untersuchungen die Sauerstoffaufnahme als Indikator für den Reaktionsverlauf verwendet wird, wobei Diffusionserscheinungen und Reaktionen in der Gasphase das Bild sekundär beeinflussen können, messen die Autoren die Wärmetönung der adiabatisch geführten Reaktion. Es wurde die durch Licht von 3000...4000 AE eingeleitete Oxydation von Cyclohexan untersucht, welches mit Sauerstoff gesättigt war und als Photosensibilisator 0,785 · 10<sup>-2</sup> Mol/Liter 1-Azo-bis-1-cyclohexancarbonitril enthielt. Der Temperaturanstieg wurde mittels eines im Reaktionsgefäß eingebauten Thermoelementes mit Gleichstromverstärker registriert. Die Temperaturkonstanz des Apparates während der Messzeit von einer Minute war von der Größenordnung 5 · 10<sup>-4</sup> °C. In Kombination mit Inhibitoren z. B. di-tert-Butyl-p-kresol lassen sich aus dem Temperaturverlauf die Reaktionsgeschwindigkeiten der Teilreaktionen, nämlich der kettenbildenden induzierenden Reaktion (9,2 · 10<sup>6</sup> mol/l/s) wie auch der fortlaufenden Kettenreaktion (1,01 · 10<sup>7</sup> mol/l/s), ferner die Lebensdauer der Radikalketten (2,5 s) die Kettenlänge (90) und die einzelnen Aktivierungsenergien berechnen.

C. E. H. Bawn und D. P. Moran (Department of Inorganic and Physical Chemistry, University of Liverpool) beschäftigen sich mit der katalytischen Wirkung von Metallspuren auf die Autoxydationsreaktionen. Auch diese Autoren schliessen sich dem allgemeinen Schema an, wonach in der Induktionsperiode freie Radikale gebildet werden: RH → R', welche dann mit Sauerstoff unter Peroxydbildung reagieren: R' + O<sub>2</sub> → RO<sub>2</sub>, wobei sich eine Kettenreaktion aufbaut. RO<sub>2</sub> + RH → ROOH + R'. Der Kettenabbruch erfolgt durch Vereinigung von freien Radikalen unter sich oder mit aktiven Peroxyden ROO' zu inaktiven Endprodukten. Bei geradkettigen Kohlenwasserstoffen lässt sich kein besonders aktives Kohlenstoffatom

feststellen, während bei verzweigten Ketten das tertäre Kohlenstoffatom und bei Doppelbindungen diese zuerst in Reaktion treten. Versuche mit Modellspezies lassen den Schluss zu, dass der organische Rest, an welchen das katalysierende Metall, z. B. Kupfer, gebunden ist, nicht sehr bestimmt auf die Reaktion ist, dass aber die katalytische Wirkung hauptsächlich auf den Valenzwechsel, z. B. Cu<sup>++</sup> → Cu<sup>+++</sup>, also auf einen Elektronenübergang zurückzuführen ist. Untersuchungen mit verschiedenen Metallkonzentrationen, z. B. 10<sup>-4</sup> m oder 10<sup>-2</sup> m zeigten, dass der Typus der Reaktionskurve von der Metallkonzentration abhängt. Andererseits wird festgestellt, dass die Reaktionsgeschwindigkeit durch den Sauerstoffdruck zwischen 150 und 750 mm Hg nicht merklich beeinflusst wird. Durch Peroxydbestimmungen im Vergleich mit der absorbierten Sauerstoffmenge wird die Geschwindigkeit des katalytischen Zerfalls der Peroxyde untersucht. Die Autoren gelangen zur Annahme, dass Kupfer nicht in Form freier Ionen, sondern als Komplexe in der Lösung vorliegt, wobei auch angenommen werden muss, dass Assoziationen bis zur Grösse von Kolloiden auftreten.

C. N. Thompson (Shell Research Ltd) gelangt auf Grund grösserer Serien von Alterungen mit verschiedenen Ölen, die im Zusammenhang mit den Arbeiten der CEI ausgeführt wurden, ebenfalls zur Auffassung, dass bei der Ölalterung eine homogene Katalyse vorliegt. Kupferbestimmungen im Schlamm und Bestimmungen des im Öl gelösten Kupfers zeigen, dass nur der im Öl gelöste Anteil des Kupfers für die Katalyse verantwortlich gemacht werden kann, während das mit dem Schlamm ausgefallene Kupfer nicht mehr aktiv ist. Man vermisst in diesem Zusammenhang allerdings eine etwas genauere Umschreibung des Begriffes «lösliches Kupfer». Da es sich um teilweise kolloide Systeme handelt, müsste der Teilchengröße, den Ausflockungsscheinungen, dem Zeitfaktor bei der Einstellung des Lösungsgleichgewichtes und dem Temperatureinfluss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Auf Grund seiner Untersuchungen gelangt der Autor zu einer Korrelation, nach welcher folgende Ausführungsvarianten der CEI-Alterung als gleichwertig betrachtet werden können:

164 h, 100 °C, metallischer Kupferkatalyst mit 9,73 cm<sup>2</sup> Oberfläche

164 h, 100 °C, 5 ppm<sup>3)</sup> Kupfer als Kupfernaphthenat

48 h, 110 °C, 5 ppm Kupfer als Kupfernaphthenat + 5 ppm Eisen als Naphthenat

Es wird eine Kupferbestimmung im Schlamm und Öl beschrieben, bei der nach Extraktion mit methylalkoholischer Salzsäure, nasser Veraschung mit Salpetersäure und Schwefelsäure das Kupfer mit 2...2' Dichinonol gebunden, mit Chloroform extrahiert und kolorimetriert wird.

J. C. Wood-Mallock, H. Steiner und L. G. Wood (Manchester Oil Refinery Ltd) gehen näher auf den Mechanismus der Oxydationsreaktionen ein. Entsprechend einem Vorschlag von Stocker und Thomson werden folgende Typen von oxydationshemmenden Mitteln, die im allgemeinen Sprachgebrauch als Inhibitoren bezeichnet werden unterschieden:

1. *Katalytpassivatoren* sind Substanzen, welche mit der metallischen Oberfläche des katalysierenden Kupfers chemische Verbindungen eingehen oder durch Oberflächenabsorption Schutzfilme erzeugen, die eine Auflösung des Kupfers verhindern.

2. *Katalytdesaktivatoren* sind Substanzen, welche mit dem in Lösung befindlichen Kupfer Verbindungen eingehen, meist innere Komplexe, die katalytisch nicht mehr aktiv sind. Die Desaktivierung kann durch Ausfällen des Komplexes oder durch Fixierung der Valenzelektronen erfolgen.

3. *Oxydationsinhibitoren* sind Verbindungen, meist vom Phenol- oder Amin-Typ, welche den Fortlauf der Kettenreaktion unterbinden, indem sie mit den aktiven Radikalen inaktive Verbindungen eingehen und damit Kettenabbruch bewirken.

Kupferbestimmungen in etwa 50 Ölmustern aus Transformatoren ergaben Kupfergehalte zwischen 0,1 und 6 ppm, jedoch konnte keine Korrelation mit der Säurezahl festgestellt werden. Versuche mit besonders sorgfältig von sauren Bestandteilen befreiten Ölen bestärken die Annahme, dass das Kupfer durch saure Bestandteile in Lösung gelangt. Aus Versuchen mit Kombinationen der Additive kann geschlossen

<sup>2)</sup> Comité d'Etudes.

<sup>3)</sup> ppm = parts per million = 1 : 10<sup>6</sup>.

werden, dass bei Katalytpassivatoren eine Adsorptionsschicht auf der Oberfläche gebildet wird, die ihrerseits wieder durch Oxydationsinhibitoren vor Oxydation geschützt werden kann, was erklärt, dass Kombinationen von Desaktivatoren und Passivatoren besonders wirksam sind. Die Untersuchung der Wirksamkeit von Additiven erfolgte mit der Sauerstoffabsorptionsmethode und ergab, dass für bestimmte Öle Kombinationen von organischen Aminosäuren mit Phenyl- $\beta$ -naphthylamin oder di-tertiär-Butyl-p-kresol besonders wirksam sind.

J. H. T. Brook (Shell Research Ltd) untersucht das Verhalten von Transformatoren und Schmierölen verschiedener Herkunft bei der Inhibition mit di-tertiär-butyl-p-kresol und Oxydation im geschlossenen System mit di-tertiär-butylperoxyd. Aus dem Verhältnis Butanol : Aceton nach der Reaktion, welches ein Mass für die reaktionsfähigen Wasserstoffatome im Öl molekül darstellt, lässt sich innerhalb eines bestimmten Bereiches eine gute Korrelation mit der Länge der Induktionsperiode feststellen. Daraus wird der Schluss gezogen, dass die inhibierten Öle ein einfaches chemisches Reaktionssystem darstellen, in welchem die katalytisch erzeugten freien Radikale durch Reaktion mit dem Inhibitor gebunden werden, solange noch unverbrauchter Inhibitor vorhanden ist. Ferner kann der Schluss gezogen werden, dass die Bestimmung der reaktionsfähigen Wasserstoffatome durch das Verhältnis Butanol: Aceton und die Messung der Induktionsperiode geeignete Mittel darstellen, um unerwünschte instabile Komponenten im Öl festzustellen.

L. Massey und A. C. M. Wilson (Research Dept. Metropolitan-Vickers Electrical Co. Ltd) benutzen die Sauerstoffabsorption zur Untersuchung des charakteristischen Verhaltens von Ölen bei der Oxydation. Die Versuche werden im geschlossenen System bei Atmosphärendruck ausgeführt, wobei 5 g Öl bei Temperaturen zwischen 120 und 150 °C in einer Atmosphäre von reinem Sauerstoff unter Zusatz von löslichem oder festem Kupfer während etwa 24 h gealtert werden. Der verbrauchte Sauerstoff wird durch elektrolytisch erzeugten nachgeliefert und registriert. Als Mass für die Beurteilung eines Öles wird die «natürliche Lebensdauer» (useful lifetime) eingeführt, als diejenige Zeit, welche verstreicht, bis 300 cm<sup>3</sup> Sauerstoff/100 g Öl verbraucht werden. Zwischen Neutralisationszahl und nützlicher Lebensdauer wird eine gute lineare Korrelation festgestellt. Besonders bei inhibierten Ölen ermöglicht die Sauerstoffabsorptionsmethode eine einwandfreie und nützliche Bestimmung der Induktionsperiode wie an Hand von vielen Absorptionskurven mit den Inhibitoren: Phenyl- $\beta$ -naphthylamin, 2,6-Dimethyl-tertiär-butylphenol (Topanol A, ICI) und 2,6-di-tertiär-butyl-p-kresol (Topanol O, ICI) demonstriert wird. Ausserdem werden die Kurven verschiedener handelsmässiger Öle, inhibiert und nichtinhibiert, mit verschiedenen Mengen Kupfer und Kupfernaphthenat diskutiert.

G. E. Bennett (Dussek Bros & Co. Ltd) unterzieht die elektrischen Prüfungen von Transformatorenöl und ihre experimentelle Durchführung einer kritischen Betrachtung.

Die Durchschlagsspannung, bestimmt nach den konventionellen Methoden, ist nicht die eigentliche Durchschlagsspannung des Kohlenwasserstoffes, sondern wird massgeblich beeinflusst durch die immer vorhandenen Verunreinigungen, gelösten Gase, kolloiden Bestandteile, Fasern usw. Sie ist daher, besonders für gebrauchte Öle ein unbefriedigendes Kriterium und gestattet kein Urteil über die weitere Verwendbarkeit. Eine zuverlässige Bestimmung von Verunreinigungen und Feuchtigkeit erfordert sorgfältige Laboratoriumsarbeit und kann im Betrieb nicht ausgeführt werden. Die für die Ausführung wichtigen Einzelheiten, wie Elektrodenform, Abstand, Spannungsquelle usw. werden diskutiert. M. Zürcher

## Die Lokomotive E 80 der Deutschen Bundesbahn mit Siliziumgleichrichter

621.335.2

[Nach W. Rambold: Die Lokomotive E 80 der Deutschen Bundesbahn mit Siliziumgleichrichter. Elektr. Bahnen, Bd. 29 (1958), Nr. 1, S. 9...11]

Die Deutsche Bundesbahn hatte anfangs der Dreissigerjahre eine mit vier Gleichstrom-Fahrmotoren ausgerüstete elektrische Zweikraft-Rangierlokomotive in Betrieb genommen.

Bei Betrieb unter dem Fahrdräht wurde der der Fahrleitung entnommene Wechselstrom  $16^{2/3}$  Hz, 15 kV, auf der Lokomotive transformiert, in zwei pumpenlosen luftgekühlten Quecksilberdampf-Gleichrichtern gleichgerichtet und über regelbare Anfahrwiderstände den Fahrmotoren zugeführt. Auf Streckenabschnitten ohne Fahrleitung wird der Fahrstrom von einer mitgeförderten Akkumulatorenbatterie geliefert. Diese wird während des Fahrleitungsbetriebes entweder im Parallelbetrieb mit den Fahrmotoren oder im Stillstand unabhängig davon, über die erwähnten Gleichrichter wieder aufgeladen.

Diese Lokomotive bot nun eine willkommene Gelegenheit, um einen Siliziumgleichrichter hinsichtlich seiner Anwendbarkeit auf einem Eisenbahnfahrzeug zu erproben. Abzuklären waren insbesondere die Erschütterungsfestigkeit und die elektrische Festigkeit gegenüber Überspannungen. Diese für einen Bahnbetrieb überaus wichtigen Eigenschaften können bei Versuchen auf einem ortsfesten Prüfstand erfahrungsgemäß nur sehr unvollkommen überprüft werden.

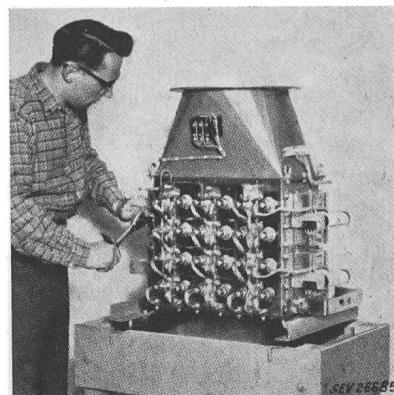


Fig. 1

Siliziumgleichrichter 800 kW für Lokomotive E 8001 der DB

Fig. 1 zeigt den ausserordentlich geringen Platz- und Gewichtsaufwand des für eine Dauerleistung von 800 kW bemessenen Gleichrichters. Er besteht aus 48 Einzelementen, welche der an den Fahrmotorklemmen erforderlichen Spannungen und Strömen entsprechend in Serie und parallel geschaltet sind. Sie sind gruppenweise aussen auf einen Kühlenschacht aufgeschraubt und werden durch einen, von einem elektrisch angetriebenen Ventilator erzeugten Luftstrom gekühlt.

Die mit einem solchen Gleichrichter ausgerüstete Lokomotive ist seit Mai 1957 im schweren und mit Bezug auf die Häufigkeit und Stärke der dynamischen Beanspruchungen bekanntlich sehr rauhen Rangierdienst eingesetzt. Trotz erheblicher mechanischer und elektrischer Beanspruchung sind am Gleichrichter keinerlei Störungen aufgetreten.

### Bemerkungen des Referenten

Der Gedanke, den der Fahrleitung entnommenen Strom auf einem Eisenbahntriebfahrzeug gleichzurichten, hat mit der zunehmenden Bahnelektrifizierung mit Wechselstrom von 50 Hz grössere Bedeutung erhalten. Das Gleichrichter-Triebfahrzeug ermöglicht es, die allgemein anerkannten Vorteile des Wechselstromes (hohe Fahrleitungsspannung, geringer Aufwand für ortsfeste Anlagen, einfache und verlustlose Regelung von Zugkraft und Geschwindigkeit) mit den im Bahnbetrieb besonders geschätzten Eigenschaften des robusten und im Unterhalt anspruchslosen Gleichstrom-Fahrmotors zu vereinen. Nachteilig ist dabei nur, dass die Gleichrichter, und insbesondere ihr Zubehör für die Zündung, Erregung, Vorheizung und Kühlung und die notwendigen Schutzeinrichtungen gegen Rückzündungen, Überlastungen und Übertemperatur zusätzliche Elemente darstellen, die in bezug auf ihren Aufwand an Raum, Gewicht und Anschaffungspreis zwar durchaus tragbar sind, aber an die Wartung und den Unterhalt dennoch vermehrte Anforderungen stellen und die Störungsanfälligkeit vergrössern. Es ist zu erwarten, dass manches Zubehör, das bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern unerlässlich ist, mit der Einführung von Silizium-Gleichrichtern entbehrlich wird. Darin liegt, auf lange Sicht beurteilt, die Chance dieser Gleichrichterart und der damit ausgerüsteten Eisenbahntriebfahrzeuge.

E. Meyer

# Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

# **Transistoren stabilisieren Raketenabschuss-Schiffe**

621.375.4 : 621-526 : 623.82

[Nach R. Scheib: Transistors Stabilize Missile Ships. Electronics Bd. 30(1957), Nr. 6, S. 138...143]

Die amerikanische Marine verwendet einige Spezialschiffe zum Abschuss von Raketen. Das Abschiessen von Raketen verlangt grosse Genauigkeit. Bei stark bewegter See ist es nicht einfach, die geforderte Genauigkeit zu erreichen. Deshalb hat man solche Schiffe mit Stabilisierungseinrichtungen ausgestattet, die das Rollen des Schiffes auch bei stark bewegter See auf ein Minimum reduzieren. Schiffsbewegungen von  $\pm 20^\circ$  werden auf  $\pm 2^\circ$  vermindert. Zu diesem Zwecke sind in dem Schiffsrumpf auf beiden Seiten Stabilisierungsflossen eingebaut. Diese können so bewegt werden, dass sie dem Schwanken des Schiffes entgegenwirken.

gang des Verstärkers kommen ein Schwankungs-Winkel signal, ein Schwankungs-Geschwindigkeitssignal, ein Schwankungs-Beschleunigungssignal, ein Servo-Positionssignal und ein Servo-Geschwindigkeitssignal. Jedes einzelne dieser Signale ist vor der ersten Verstärkerstufe regelbar. Die Signalspannungen haben eine Frequenz von 400 Hz. Der Ausgang des magnetischen Verstärkers steuert die Feldspannung des Servomotors, der den Pumpvorgang regelt.

Das Schwanken eines grossen Ozeanschiffes hat eine Frequenz von ungefähr 0,02...0,2 Hz. Die Stabilisierungsflossen für ein 20 000-t-Schiff sind ca. 4 m lang und 2 m breit und ungefähr 6 m unter der Wasserlinie des Schiffes angeordnet. Sie vermögen Kräfte von 70 t auszuüben und lassen sich durch den hydraulischen Antrieb verhältnismässig rasch, bis zu  $30^{\circ}/s$ , bewegen. Die Pumpe für den hydraulischen Antrieb der Stabilisierungsflossen hat eine Spitzenleistung von 100 PS.

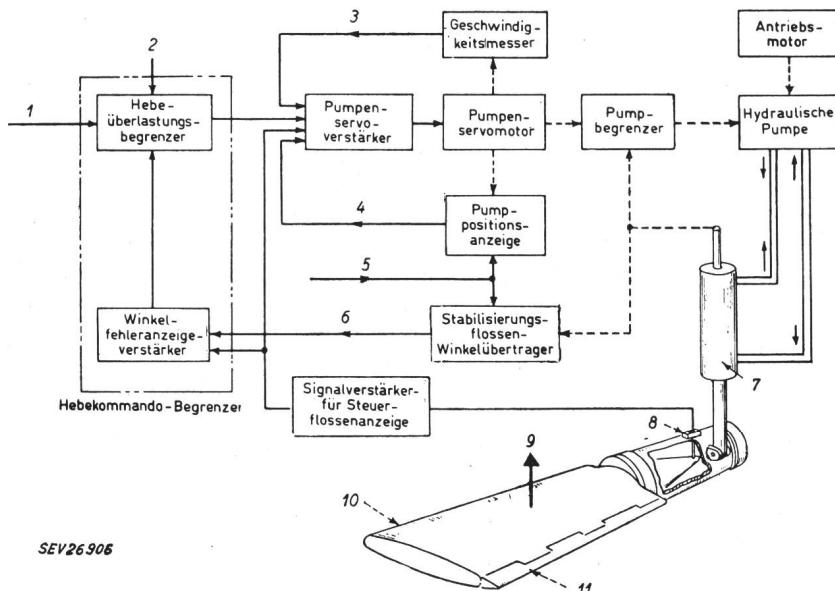


Fig. 1

## **Blockschema der elektronisch-hydraulischen Stabilisierungseinrichtungen für ein Ozeanschiff**

- 1 Hebekommando für die Steuerflosse;
- 2 Schiffsgeschwindigkeit; 3 Pumpgeschwindigkeits-Rückwirkung; 4 Pump-positions-Rückwirkung; 5 400-Hz-Spannung, abhängig von der Schiffsgeschwindigkeit; 6 Stabilisierungsflossen-Winkel-signal; 7 hydraulischer Hebezylinder;
- 8 Hebeanzeiger; 9 Heben; 10 Stabilisie-rungsflosse; 11 Klappe

Die Bewegungen der Stabilisierungsflossen erfolgen mit einem hydraulischen Antrieb. Dieser Antrieb wird elektronisch automatisch gesteuert. Fig. 1 zeigt das Blockschema der Steuerungseinrichtung. Das Herz der Steuerungsanlage ist der Pumpen-Servovertärker, dessen Schema aus Fig. 2 zu entnehmen ist. Der Verstärker ist eine Kombination eines Transistorverstärkers und eines magnetischen Verstärkers. Auf den Ein-

Für die Steuerung dieser Leistung werden bloss 2 W benötigt. Die Steuerung der Flossen wird begrenzt, da sonst Übersteuerung auftreten und die Sicherheit des Schiffes leiden könnte. Auch diese Begrenzung erfolgt auf elektronischem Wege.

Das gute Funktionieren der Stabilisierungseinrichtung ist aus Fig. 3 deutlich zu erkennen. Diese Figur zeigt das Rollen des Schiffes, den Wellenschlag, das Stabilisierungsmoment, das

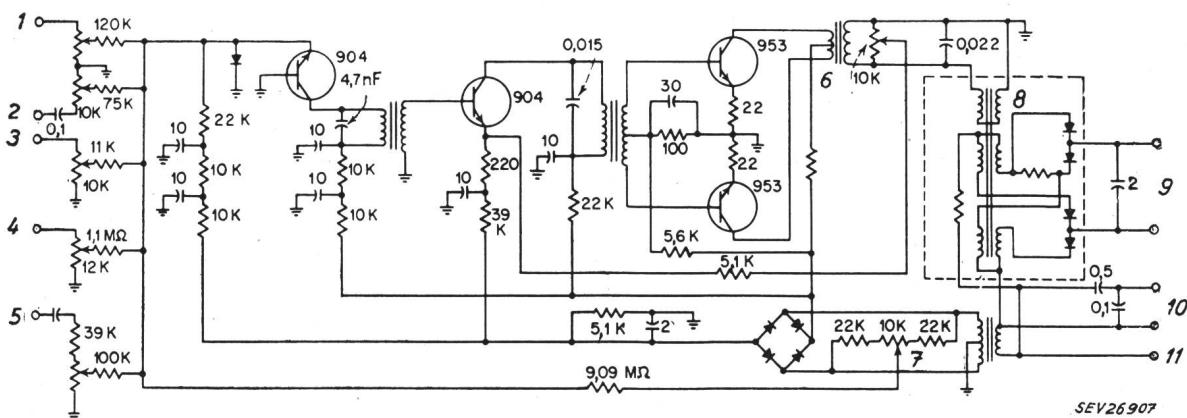
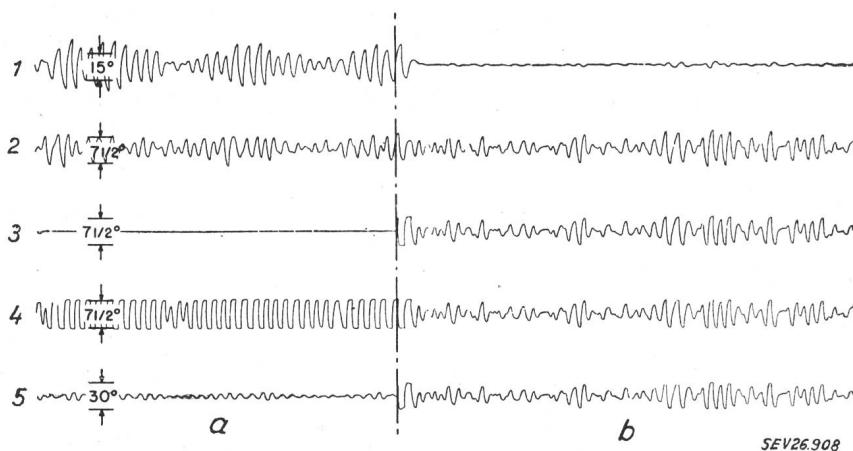


Fig. 2

Schaltschema des Servoverstärkers für die Steuerung des hydraulischen Antriebs der Stabilisierungsflossen  
 Die ersten Stufen des Verstärkers arbeiten mit Transistoren, während die letzte Stufe ein magnetischer Verstärker ist.  
 Widerstände in  $\Omega$  bzw. in  $k\Omega$ . Kapazitäten in  $\mu F$  (wo nichts anderes vermerkt ist)

1 Schwankungs-Winkelsignal; 2 Schwankungs-Geschwindigkeitssignal; 3 Schwankungs-Beschleunigungssignal; 4 Servo-Positionssignal; 5 Servo-Geschwindigkeitssignal; 6 Verstärkung; 7 Abgleich; 8 magnetischer Verstärker; 9 zur Steuerfeldwicklung des Servomotors; 10 115 Volt zur festen Feldwicklung des Servomotors; 11 115 V. 400 Hz. Einphasenerregung



SEV26.908

Fig. 3

**Kurven der unstabilisierten und stabilisierten Schiffsbewegungen**

Auf der linken Seite (a) des Bildes ist die Stabilisierungseinrichtung ausgeschaltet, auf der rechten Seite (b) ist sie im Betrieb. Die stabilisierende Wirkung ist deutlich zu erkennen

1 Schwankungen des Schiffes; 2 Wellenschlag; 3 Stabilisierungsmoment in Abhängigkeit vom Wellenschlag; 4 Stabilisierungskommando in Abhängigkeit vom Wellenschlag; 5 Winkel der Stabilisierungsflosse

Steuermoment und den Winkel der Stabilisierungsflosse. Die Kurven auf der linken Seite gelten für die Fahrt des Schiffes ohne Stabilisierung, bei den Kurven auf der rechten Seite ist die Stabilisierung eingeschaltet. Wie man sieht, gehen die Schwankungen des Schiffes durch die Stabilisierung auf einen Bruchteil des unstabilisierten Zustandes zurück. Nur bei ganz schwerem Seegang werden die Schwankungen des Schiffes auf dem Kurvenzug der obersten Linie rechts schwach erkennbar. Der Wellenschlag, das Stabilisierungsmoment, das Steuermoment und der Winkel der Stabilisierungsflosse stehen miteinander in engem Zusammenhang.

H. Gibas

**Linearisierung des Frequenzganges durch Gegenkopplung**

621.375.133

[Nach M. Teyssières: Considérations théoriques sur l'amplification à gain constant. Rev. gén. Electr. Bd. 66(1957), Nr. 11, S. 577...580]

**1. Eigenschaften gegengekoppelter Verstärker**

Die Spannungsverstärkung eines gegengekoppelten Verstärkers erfüllt die Beziehung:

$$\frac{v}{u} = \frac{\mu}{1 + \mu\beta} = K \quad (1)$$

worin  $\mu(j\omega) = A \cdot e^{j\varphi}$  die komplexe Verstärkung des offenen Kreises und  $\beta(j\omega) = B \cdot e^{j\psi}$  die komplexe Übertragungsfunktion der Rückführung bedeuten.

Die Verstärkung  $K$  des geschlossenen Kreises wird konstant und unabhängig von der Frequenz, falls der folgende Zusammenhang besteht:

$$\beta = \frac{1}{K} - \frac{1}{\mu} \quad (2)$$

Die Aufgabe besteht nun darin, aus einer gegebenen Funktion  $\mu(j\omega)$  und einer gewünschten Verstärkung  $K$  die Funktion  $\beta(j\omega)$  nach Gl. (2) graphisch oder analytisch zu ermitteln und denjenigen Vierpol zu realisieren, der sie erfüllt.

Aus dieser Betrachtung geht hervor, dass es wenigstens theoretisch möglich ist, einen rückgekoppelten Verstärker zu entwerfen, der eine von der Frequenz unabhängige Verstärkung aufweist. Die Schwierigkeit besteht insbesondere darin, die so ermittelte Funktion  $\beta(j\omega)$  durch einen passenden Vierpol nachzubilden.

Durch Produktbildung  $\mu \cdot \beta$  erhält man das Nyquistdiagramm, aus dem die Stabilität des geschlossenen Kreises hervorgeht.

**2. Kompensation des hochfrequenten Abfalls der Verstärkung einer einstufigen Verstärkerstufe**

Eine RC-Verstärkerstufe habe den Innenwiderstand  $R_i$ , Verstärkungsfaktor  $N$  und sei durch die Impedanz  $Z$  belastet. Die Last  $Z$  sei durch die Ausgangskapazität  $C$  überbrückt, welche den hochfrequenten Abfall der Verstärkung nach der Formel:

$$\mu(j\omega) = \frac{-NZ}{R_i + Z + j\omega CR_i Z} \quad (3)$$

verursacht. Im mittleren Frequenzbereich wird die Verstärkung gegeben durch:

$$K = -\frac{NZ}{R_i + Z} \quad (4)$$

Welches Gegenkopplungsnetzwerk  $\beta(j\omega)$  ist nun in der Lage, die Verstärkung unabhängig von der Frequenz konstant zu halten?

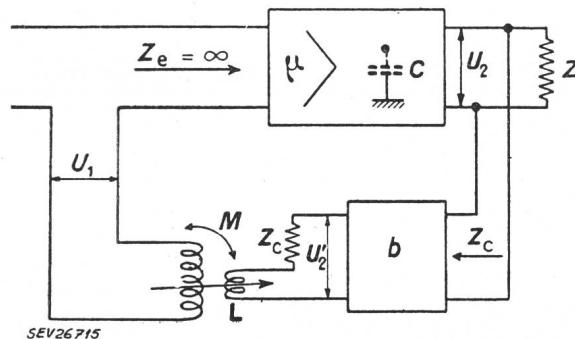


Fig. 1  
Einstufiger Verstärker mit Rückkopplung  
Zur Linearisierung des Verstärkungsfaktors bei hohen Frequenzen

Durch Einsetzen von Gl. (3) und Gl. (4) in Gl. (2) erhält man die Übertragungsfunktion  $\beta = j\omega C \frac{R_i}{N}$ ; was nichts anderes besagt, als dass die Rückführung durch eine leerlaufende Gegeninduktivität gegeben ist (Fig. 1).

Die Ausgangsspannung  $U_2$  wird über eine geeignete, phasenreine Dämpfung  $e^{-b}$  am Verstärkerausgang abgegriffen. Sofern die reelle und konstante Impedanz  $Z_c$  der Dämpfung viel grösser ist als  $Z$  und  $\omega L$ , beträgt die Spannung am Ausgang des Transformators:

$$U_1 = -j\omega C \frac{R_i}{N} U_2 = -j\omega M \frac{e^{-b}}{Z_c} U_2$$

woraus sich die Grösse der Gegeninduktivität bestimmen lässt:

$$M = C \frac{R_i}{N} Z_c e^{+b}$$

mit der Nebenbedingung  $Z_e = \infty$ , das heisst, dass die Eingangsimpedanz der Verstärkerstufe den Transistor nicht belasten darf.

Beim 1stufigen Verstärker hat die Rückführung die Form  $\beta = j\omega T$ . Eine Rückführung proportional  $\omega^2$  liesse sich sinnemäss durch die Kettenschaltung zweier Gegeninduktivitäten passender Grösse verwirklichen.

Wie aus dem oben Behandelten hervorgeht, wird durch die passende Wahl eines Rückführungswerkes im Gebiete fal-

lender Verstärkung bei den hohen Frequenzen eine frequenzproportionale Mitkopplung vom Ausgang auf den Eingang der Verstärkerstufe eingeführt, welche die Verstärkung des geschlossenen Kreises auf ihren Wert bei mittleren Frequenzen auskompenziert. Die Grenzen, in denen das Verfahren anwendbar bleibt, sind im wesentlichen durch den kapazitätsarmen Aufbau der Schaltung gegeben, sowie durch die Einhaltung der oben gemachten Voraussetzungen. Dadurch, dass keine Einbusse an Verstärkung im Gebiete mittlerer Frequenzen eintritt, entsteht auch keine linearisierende Wirkung der Verstärkereigenschaften in Bezug auf Verzerrungen, Alterung der Röhre und Schwankungen der Speisespannung. C. Dubois

## Wirtschaftliche Mitteilungen

### Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft (Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus «Monatsbericht Schweizerische Nationalbank.»)

Nr.		Juni	
		1957	1958
1.	Import . . . . . (Januar-Juni) . . . . .	687,9 (4353,3)	612,3 (3689,9)
	Export . . . . . (Januar-Juni) . . . . .	538,6 (3260,6)	526,6 (3170,1)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden . . . . .	971	2 339
3.	Lebenskostenindex*) Aug. 1939 . . . . . Grosshandelsindex*) = 100 . . . . .	178,1 226,3	182,4 216,5
	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./m <sup>3</sup> . . . . .	29 (121)	29 (121)
	Gaskoks Fr./100 kg . . . . .	20,99 (273)	19,69 (256)
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 42 Städten . . . . . (Januar-Juni) . . . . .	1680 (7 253)	2 052 (7 572)
5.	Offizieller Diskontsatz . . . . %	2,50	2,50
6.	Nationalbank (Ultimo) Notenumlauf . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.	5 634	5 569
	Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.	2 024	3 025
	Goldbestand und Golddevisen 10 <sup>6</sup> Fr.	7 593	8 605
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold %	90,32	93,47
7.	Börsenindex (am 25. d. Mts.) Obligationen . . . . .	91	99
	Aktien . . . . .	419	399
	Industrieaktien . . . . .	604	538
8.	Zahl der Konkurse . . . . . (Januar-Juni) . . . . .	33 (176)	37 (241)
	Zahl der Nachlassverträge . . . . . (Januar-Juni) . . . . .	14 (81)	9 (79)
9.	Fremdenverkehr Bettenbesetzung in % nach den vorhandenen Betten . . .	Mai 1957 27,1	1958 26,5
10.	Betriebseinnahmen der SBB allein Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr . . . . . (Januar-Mai) . . . . .	Mai 1957 fr. (339,2)	1958 73,2 (318,3)
	Betriebsertrag . . . . . (Januar-Mai) . . . . .		79,6 (370,3)
			77,4 (349,7)

\*) 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

### In memoriam

Hermann Seiler †. Am 18. Juli 1958 ist in Bern Fürsprecher Hermann Seiler, alt Direktionspräsident der Bernischen Kraftwerke A.G. (BKW), nach kurzer, schwerer Krankheit im Alter von 71 Jahren verschieden.

Der Verstorbene trat nach mehrjähriger praktischer Betätigung als Anwalt, Gerichtsschreiber und Gerichtspräsident von Erlach im Jahre 1918 als Rechtsbeamter in den Dienst der BKW ein. Einige Jahre später stieg er zum Vorsteher der Rechtsabteilung auf, in welcher Eigenschaft er die Rechtsangelegenheiten, das Steuerwesen, die Liegenschaftenverwaltung und die Versicherungsfragen betreute. Mit Amtsantritt auf 1. Januar 1940 wurde H. Seiler vom Verwaltungsrat der BKW zum Subdirektor gewählt, unter gleichzeitiger Übernahme der Leitung der Pensions- und der Krankenkasse. Anfangs 1951 erfolgte die Beförderung zum Direktor und ein Jahr später jene zum Direktionspräsidenten, von welchem verantwortungsvollen Posten er Ende Dezember 1955 zurücktrat.



Hermann Seiler  
1887—1958

Nach seinem Austritt aus der Direktion behielt der Verstorbene die Leitung der Pensions- und der Krankenkasse sowie des Personalfonds. Diese Aufgaben, welche ihm immer besonders nahe gestanden waren, übte er bis zu seinem Hinschied aus. Mitte dieses Jahres hätte H. Seiler alle seine Funktionen niederlegen wollen, und man wusste, wie sehr er sich auf einen Lebensabend in wohlverdienter Ruhe freute. So ist es überaus schmerzlich, dass ihm dieser Wunsch nicht in Erfüllung gegangen ist, und dass dieses so harmonisch verlaufene Leben einen so jähnen Abbruch erfahren hat.

Während nahezu 40 Jahren stand Hermann Seiler im Dienste der Bernischen Kraftwerke und der ihr nahestehenden Gesellschaften. Durch seine erfolgreiche Tätigkeit, sein umfassendes juristisches und fachliches Wissen, seinen grossen Weitblick und durch seine beispielhafte treue Pflichterfüllung hat sich der Verstorbene bleibende Verdienste erworben und viel zur Entwicklung der Bernischen Kraftwerke beigetragen. Seine grosse Erfahrung und Umsicht, seine gründliche Kenntnis der Menschen und Dinge und sein zuverlässiges gesundes Urteil haben ihm nicht nur bei den Mitarbeitern und Verwaltungsorganen, sondern allseitig Achtung und Verehrung gebracht.

H. Seiler war in den Kreisen der Elektrizitätswirtschaft eine hochgeschätzte Persönlichkeit und hat dem Verband Schweiz. Elektrizitätswerke (VSE) durch seine Mitarbeit in mehreren Kommissionen äusserst wertvolle Dienste geleistet, so als langjähriger Präsident der Kommission für Rechtsfragen (November 1950 bis Mai 1955) und als Mitglied der Kommissionen für Personalfragen (Dezember 1942 bis März 1952) und für Versicherungsfragen (September 1942 bis zu seinem Tod). Besonders in Rechts- und Steuerfragen ist H. Seiler dem VSE während langer Jahre mit seiner reichen Erfahrung immer wieder zur Seite gestanden; er hat diesen Verband auch mehrmals in entscheidenden Verhandlungen vertreten. Daneben wirkte der Verstorbene als Vertreter der Arbeitgeber im

Vorstand der AHV-Ausgleichskasse schweizerischer Elektrizitätswerke und zwar seit der Gründung dieser Institution im Jahre 1948 bis zu seinem Ableben.

Der Hinschied von H. Seiler bedeutet für seine Familie, seinen Freundeskreis und auch für die Energiewirtschaft unseres Landes einen schmerzlichen Verlust. Sein segensreiches Wirken wird unvergessen bleiben.

Me.

### Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

**Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich.** J. Salzmann wurde als Nachfolger von M. Steiner zum Geschäftsleiter des Büros Zürich und zum Prokuristen ernannt.

**Dr. B. Gloor,** Mitglied des SEV seit 1946, wurde zum Abteilungsleiter und Chef des neu geschaffenen Transformatoren-Versuchslabors befördert, Chr. Fankhauser zum Abteilungsleiter und Chef der Lokomotivmontage, W. Kirchsieper zum Abteilungsleiter und Fabrikationschef.

**100 Jahre Aktiengesellschaft Oederlin & Cie.** Mitte September 1958 feiert die Aktiengesellschaft Oederlin & Cie., Armaturenfabrik und Metallgiesserei in Baden, das Jubiläum ihres 100jährigen Bestehens. Den Grundstein der Firma legten am 4. Oktober 1958 die beiden Brüder Karl Joseph und Friedrich Traugott Oederlin. Aus bescheidenen Anfängen wuchs das Unternehmen heran und entwickelte ein Fabrikationsprogramm, welches Armaturen für industrielle und sanitäre Installationen, wie Ventile, Hahnen, Schieber, Löt-fittinge und elektrische Klemmen, umfasst.

### Kleine Mitteilungen

**Tagung der VDI/VDE-Fachgruppe «Regelungstechnik».** Die VDI/VDE-Fachgruppe «Regelungstechnik» ver-

anstaltet vom 15. bis 17. Oktober 1958 im Auditorium Maximum der Technischen Hochschule in Aachen eine Tagung, die dem Thema «Steuerungen und Regelungen in der Technik elektrischer Antriebe» gewidmet ist. Nach einem Einführungsvortrag über die Elemente gesteuerter und geregelter Antriebe werden die Haupt- und Hilfsantriebe bei Walzwerken und Förderanlagen mit Drehzahlprogramm, die Hauptantriebe und ihre Regelung bei durchlaufenden Walzenstrassen, die Regelungsprobleme bei Papiermaschinen, Kunststoffkalander und ihren Wicklern, die Maschinenkennlinien bei Sonderantrieben und schliesslich Regelungssysteme mit analogen und digitalen Rechnern behandelt. An die 2tägige Vortragsreihe schliessen sich Betriebsbesichtigungen an. Anfragen über Teilnahmebedingungen und Anmeldung sind zu richten an die VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik, Prinz-Georg-Straße 77/79, Düsseldorf.

**Kurse zur Vorbereitung auf die Aufnahmeprüfung an den Techniken Luzern.** Im Auftrag des Erziehungsdepartementes des Kantons Luzern werden im Winterhalbjahr 1958/59 in Luzern (Kantonsschule) Kurse zur Vorbereitung auf die Aufnahmeprüfung an den Techniken Luzern durchgeführt.

Es finden folgende Kurse, die grundsätzlich nur Berufsleuten mit bestandener Lehrabschlussprüfung offenstehen, statt:

1. *Zwei Repetitionskurse* für Interessenten mit guter Vorbildung, mit dem Ziele, den Lehrstoff in Algebra, Rechnen, Geometrie und deutscher Sprache im Hinblick auf die Aufnahmeprüfung zu wiederholen und die für das Technische Zeichnen benötigten grundlegenden Kenntnisse kurz zu repetieren.

2. *Ein Vorkurs* für Interessenten mit weniger umfassender Vorbildung, mit dem Ziel, den Lehrstoff in Algebra, Rechnen, Geometrie und Deutsch so zu vervollständigen, dass im folgenden Jahr der Eintritt in den Repetitionskurs möglich ist.

Nähtere Auskunft erteilt die Kursleitung, Sempacherstrasse 10, Luzern (Lehrlingsamt).

## Literatur — Bibliographie

533.5

**Physique et technique des tubes électroniques.** T. 1: Éléments de technique du vide. Par R. Champeix. Paris, Dunod, 1958; 8°, XIV, 214 p., fig., tab. — Prix rel. Fr. 37.60.

Das Werk «Physique et technique des tubes électroniques» ist aus Vorlesungen hervorgegangen, welche der Verfasser an der Ecole Nationale de Radiotechnique und an der Ecole Française de Radioélectricité gehalten hat. Es soll in erster Linie dem in der Elektronenröhren-Industrie tätigen Personal die für seine Arbeit nötigen Kenntnisse vermitteln. Im ersten Teil sind in kurzen präzisen Formulierungen die wichtigsten theoretischen und experimentellen Tatsachen aus der Physik und der Technik des Vakuums zusammengestellt. Trotz des beschränkten Umfangs geht die Darstellung auf viele Einzelheiten und auch auf die neuesten Entwicklungen ein. Sie umfasst folgende Kapitel: Rappel de certaines notions de physique. Lois de l'état gazeux. Passage du courant électrique dans les gaz. Les phénomènes physiques et chimiques aux basses pressions. Réalisation et maintient des basses pressions; pompes et getters. Mesure des basses pressions. Les installations de technique du vide. Les techniques physico-chimiques utilisées en électronique.

Eine abschliessende Beurteilung des Werkes wird erst nach dem Erscheinen des zweiten Bandes möglich sein, der die Berechnung und die Technologie der Elektronenröhren behandeln soll. Es ist zu hoffen, dass durch Beifügung eines Literaturverzeichnisses und von genauen Quellenangaben zu den Tabellen und Kurventafeln der Zugang zu weiterem Studium erleichtert und damit der Wert des Buches erhöht wird. Die sparsamen Zitate im Teil I erfüllen dies in nur geringem Masse.

A. A. Rusterholz

Braun, 1957; 8°, VIII, 111 S., 48 Fig., Tab. — Wissenschaftliche Bücherei, Bücher der Hochspannungstechnik — Preis: geb. DM 22.—

Die Gewinnung hoher Gleichspannungen auf elektrostatischem Wege wurde, obwohl schon seit zweihundert Jahren bekannt, erst in neuester Zeit von der Industrie beachtet. Es ist daher zu begrüssen, dass in die von Prof. H. Müller herausgegebene Reihe «Bücher der Hochspannungstechnik» nun auch ein Werk über diese statische Hochspannungserzeugung aufgenommen wurde.

Der Autor, Professor an der Universität Grenoble, der selbst zum Aufschwung der elektrostatischen Gleichspannungsgeneratoren beitrug, macht den Leser nach einem geschichtlichen Rückblick mit den Ursachen bekannt, die einer wirtschaftlichen Gleichstromerzeugung auf elektrostatischem Wege so lange Zeit entgegenstanden. Diese sind in erster Linie in den ungenügenden entladungs- und isolationstechnischen Kenntnissen zu suchen. Einzelne Abschnitte des Buches werden daher den physikalischen Grundlagen, der Zusammensetzung eines geeigneten erscheinenden Pressgases und weiteren einschlägigen Problemen gewidmet. Es folgen die erzielbaren Kennlinien ungeregelter und selbstregelnder Maschinen und die elektronische Regelung grosser elektrostatischer Generatoren. Neben den neuzeitlichen Band- und Druckgaskondensatormaschinen wird auch der vom Autor entwickelte Trommelgenerator beschrieben. Der letzte Abschnitt macht den Leser mit den bisherigen industriellen Anwendungen dieser Generatoren bekannt.

Das vorliegende Buch, das auch manche Angaben über ausgeführte Anlagen enthält, ist leicht verständlich und ohne grossen mathematischen Aufwand geschrieben. Es wird dazu beitragen, weitere Kreise mit der Möglichkeit der statischen Gleichspannungserzeugung bekanntzumachen und damit auch zu Neuentwicklungen auf diesem alten und doch neuen Gebiete anzuregen.

K. Antolic

621.319.3

Nr. 11 462

**Elektrostatische Hochspannungs-Generatoren und ihre industrielle Anwendung.** Von Noël J. Felici. Karlsruhe,

**Fortsetzung auf Seite 891**  
Es folgen «Die Seiten des VSE»

Fortsetzung von Seite 866

## Literatur (Fortsetzung)

681.142

Nr. 11 468  
**Logical design of digital computers.** By *Montgomery Phister*. New York, Wiley; London, Chapman & Hall, 1958; 8°, XVI, 408 p., fig., tab. — Price: cloth \$ 10.50.

Die Lehre vom Bau digitaler Rechenmaschinen gliedert sich in die folgenden zwei Teilgebiete: Elektronische Grundschaltungen und logischer Aufbau. Das Studium der Grundschaltungen befasst sich mit Anordnungen, die einige wenige Schaltelemente enthalten, und die mit den Gesetzen der Physik erfasst und studiert werden können. Demgegenüber ist die Lehre vom logischen Aufbau, wie diese im vorliegenden Buch zusammengefasst ist, viel schwieriger zu überblicken und darzustellen. Diese Lehre behandelt die Frage, wie die vorhandenen Grundelemente zu Rechenschaltungen und zu vollständigen Maschinensystemen zusammengeschaltet werden können. Über diese Problemkreise existieren zahlreiche Theorien und Verfahren, die sich zum Teil überschneiden oder sogar widersprechen; von einer Geschlossenheit des Gebietes kann heute noch keine Rede sein.

Das vorliegende Buch ist die Niederschrift einer Vorlesung und vermittelt einen guten Überblick über die einschlägigen Probleme. Es erfordert keine Vorkenntnisse und führt trotzdem weit in die Spezialfragen hinein. Nach einer Einführung in das Dualsystem und die Boolesche Algebra folgt eine ausführliche Behandlung der schwierigen Aufgabe der Vereinfachung gegebener Boolescher Funktionen, wobei besonders die erfolgreiche Methode von *Veitch* angegeben ist. Anschliessend finden sich Abschnitte über Register, Speicherwerke, Eingabe- und Ausgabeteile, automatische Fehlerprüfung und Steuerungsteile.

Entsprechend der Schwierigkeit der Materie ist das Buch nicht einfach zu lesen, kann aber infolge seiner Gründlichkeit als eine gute und ziemlich weitreichende Einführung bezeichnet werden. Zahlreiche Übungsaufgaben erleichtern die Verwendung zum Selbststudium und für den Unterricht.

A. Speiser

621.397.9 : 338.45

Nr. 11 478  
**Television in Science and Industry.** By *V. K. Zworykin, E. G. Ramberg, and L. E. Flory*. New York, Wiley; Lon-

don, Chapman & Hall, 1958, XII, 300 p., fig., tab. — Price: cloth \$ 10.—.

Für die meisten Leute bedeutet «Fernsehen» soviel wie «Unterhaltung zu Hause». Eine andere Anwendung dieser Technik aber gewinnt mehr und mehr an Bedeutung: das «industrielle Fernsehen». Hierbei wird die Bildabtastung und -aufnahme einerseits und die Wiedergabe auf dem Schirm der Braunschen Röhre anderseits im allgemeinen unter Weglassung des drahtlosen Senders, also mit direkter Drahtverbindung («closed circuit») zum Zwecke eingesetzt, ein Ereignis zu überwachen, ohne dass man sich am Ort des Geschehens aufzuhalten muss. So kann man unzugängliche oder gefährliche Objekte bzw. Vorgänge beobachten (z. B. Glühöfen, chemische und Kernreaktionen), mehrere ähnliche Dinge vergleichen oder überwachen (Kaminschlote, Maschinen, Geldschalter, Entrées), einen räumlich begrenzten Vorgang einem Auditorium sichtbar machen (chirurgische Operationen, Mikroskopie, astronomische Beobachtungen), Unterwasser-Beobachtungen durchführen usw., um nur einige Anwendungsmöglichkeiten anzuführen.

Nach einer kurzen historischen Einleitung geben die Verfasser, unter denen sich *Zworykin*, der Erfinder des Ikonoskops und des Elektronenvervielfachers befindet, zahlreiche Anwendungsgebiete für das «industrielle Fernsehen» an und weisen auf dessen Vorteile hin. Hierauf werden die Grundgeräte dieser Technik näher beschrieben: die Aufnahmekamera, der Monitor (Speisegerät), und der Empfänger.

Einige Kapitel befassen sich mit der Signalübertragung («closed circuits»), TV-Signalsendung auf UHF, mit Farb- und Stereobildübertragung, dem TV-Mikroskop usw. Ziemlich breiten Raum nehmen Beispiele aus Industrie, physikalischen und technischen Untersuchungen, Medizin und Biologie, Hörsaalanklagen, Anwendungen in Handel und für militärische Zwecke ein und gerade diese Seiten sind es, die in hervorragender Weise zeigen, was die TV-Technik abseits der «Unterhaltung zu Hause» zu leisten imstande ist. Der Kaufmann und Industrielle findet hier faszinierende Möglichkeiten.

Zum Verständnis des Buches muss der Leser Kenntnisse der Fernsehtechnik besitzen und auch in der englischen Sprache genügend bewandert sein; der Text setzt das Wissen vieler Fachausdrücke voraus. Das Buch stützt sich fast vollständig auf amerikanische und englische Geräte. G. Lohrmann

## Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

### I. Sicherheits- und Qualitätszeichen

#### Qualitätszeichen

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



— — — — — } für isolierte Leiter  
**ASEV**

**ASEV** für armierte Isolierrohre mit Längsfalz

Steckkontakte

Ab 15. Mai 1958.

**Tschudin & Heid A.-G., Basel.**

Fabrikmarke:

a) 2 P-Kupplungssteckdosen.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Isolierkörper aus schwarzem Isolierpreßstoff. Mit Schutzkragen.

Nr. 9062 F:	10 A, 250 V, Typ 1	} Normblatt SNV 24505
Nr. 9062 Fwf:	10 A, 250 V, Typ 1a	
Nr. 9062 Fsf:	10 A, 250 V, Typ 1b	

Nr. 9062 Frf:	10 A, 250 V, Typ 1c
---------------	---------------------

Nr. 3062: 10 A, 250 V, Typ 1d, Normblatt SNV 24504  
 Nr. 9102: 10 A, 380 V, Typ 3, Normblatt SNV 24527  
 Nr. 3102: 10 A, 50 V, Typ 6, Normblatt SNV 24516

b) 3 P + E-Kupplungssteckdosen.

Nr. 9104:	10 A, 380 V, Typ 5	} Normblatt SNV 24514
Nr. 9104 wf:	10 A, 380 V, Typ 5a	
Nr. 9104 sf:	10 A, 380 V, Typ 5b	

**Carl Maier & Cie., Schaffhausen.**

Fabrikmarke:

Reihenklemmen für 2,5, 16, 35, 70 bzw. 150 mm<sup>2</sup>, 500 V.

Ausführung: Einpolige Reihenklemmen für Befestigung auf Profilschienen. Isolierkörper aus keramischem Material (2,5 mm<sup>2</sup>) bzw. aus braunem oder schwarzem Isolierpreßstoff (16, 35, 70 und 150 mm<sup>2</sup>).

**Rauscher & Stoecklin A.-G., Sissach (BL).**

Fabrikmarke:

Industriesteckkontakte 40 A, 500 V.

Ausführung: Metallgekapselte Steckkontakte. Vom Normblatt SNV 24537 abgeleitete Spezialausführung mit 14,5 mm Kontaktabstand.

3 P + N + E      3 P + E (D)

**Wandsteckdose**

Typ JD-5, Nr. 7313 Typ JD-5D, Nr. 7313 D

**Einbau-Steckdose**

Typ JDEg-5, Nr. 7343 Typ JDEg-5D, Nr. 7343 D

**Kupplungssteckdose**

Typ JDK-5, Nr. 7323 Typ JDK-5D, Nr. 7323 D

**Stecker**

Typ JS-5, Nr. 7303 Typ JS-5D, Nr. 7303 D

**Anbau-Stecker**

Typ JSA-5, Nr. 7353 Typ JSA-5D, Nr. 7353 D

Ab 1. Juni 1958.

**Levy fils A.-G., Basel.**

2 P + E-Stecker für 15 A, 500 V.

Verwendung: in feuchten Räumen.

Ausführung: Steckerkörper aus schwarzem Isolierpreßstoff.

Nr. D 44400: Typ 7  
 Nr. D 44400 wf: Typ 7a  
 Nr. D 44400 sf: Typ 7b } Normblatt SNV 24518.

**Schalter**

Ab 1. Mai 1958.

**A. Widmer A.-G., Zürich.**Vertretung der Firma Starkstrom-Schaltgerätefabrik,  
E. Spindler & O. Deissler, Gummersbach (Deutschland).

Dreipolige Schaltschütze.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Sockel aus Isolierpreßstoff. Silberkontakte.

Für Einbau (ohne Gehäuse) oder Aufbau (mit Metallgehäuse).

ohne Gehäuse	mit Metallgehäuse			
DLS 10a E	DLS 10a m	10 A	500 V	
DLS 15 E	DLS 15 m	15 A	500 V	
DLS 18 E	DLS 18 m	16 A	500 V	
DLS 25 E	DLS 25 m	25 A	500 V	
DLS 40 E	DLS 40 m	40 A	500 V	

Ab 15. Mai 1958.

**Honeywell A.-G., Zürich.**Vertretung der Minneapolis Honeywell Regulator Company.  
Division: Micro Switch, Freeport, Illinois (USA).Fabrikmarke: MICRO SWITCH FREEPORT,  
ILLINOIS, USA.

Mikroschalter für 15 A, 380 V~.

Verwendung: zum Einbau in Maschinen, Apparate und dgl., für trockene Räume.

Ausführung: Sockel aus Isolierpreßstoff. Silberkontakte. Anschluss durch Schraubklemmen.

Nr. BZ-2R..-A2: einpol. Umschalter.

Nr. WZ-2R..-A2: einpol. Ausschalter mit Öffnungs kontakt.

Nr. YZ-2R..-A2: einpol. Ausschalter mit Schliesskontakt.

**Lampenfassungen**

Ab 15. Mai 1958.

**Rudolf Fünfschilling, Basel.**Vertretung der Firma Lindner GmbH, Bamberg  
(Deutschland).

Fabrikmarke: LJS.

Deckenleuchten E 14 und E 27 «SILUX».

Verwendung: in feuchten Räumen.

Ausführung: aus Porzellan, ohne Schalter. Kontakte aus Kupfer und Bronze, vernickelt.

	W	Glasgewinde mm	Einführungsöffnungen Pg 11	Schutzglas klar Nr.	Schutzglas opal Nr.
E 14	40	74,5	eine zwei	390/10 390E2/10	390/15 390E2/15
E 27	40/60	84,5	eine zwei	400/11 400E2/11	400/16 400E2/16
E 27	60/75	84,5	eine zwei	407/12 407E2/12	407/17 407E2/17

**Max Hauri, Bischofszell.**

Vertretung der Firma Brunnquell, Fabrik elektrotechn. Apparate, Ingolstadt/Donau (Deutschland).

Fabrikmarke:



Lampenfassungen E 27.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: aus Porzellan.

Nr. 7050: Combi fassung (kombinierbare Wand- und Deckenfassung).

**Kontakt A.-G., Zürich.**

Vertretung der Firma Bender &amp; Wirth, Kierspe-Bahnhof (Deutschland).

Fabrikmarke:



Lampenfassungen E 14.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Fassungsmantel und Fassungsboden aus Messing, Fassungseinsatz aus Porzellan.

Nr. 8400: mit glattem Mantel.

Nr. 8406: mit Außenmantelgewinde.

**Kondensatoren**

Ab 15. Mai 1958.

**Kondensatoren Freiburg A.-G., Freiburg.**

Fabrikmarke:

Störschutzfilter für 250 V, 50 Hz, 50 °C,  $f_0 = 1,7 \text{ MHz}$ .30252-A 0,1  $\mu\text{F} + 2 \times 0,0025 \mu\text{F}$  (b) 2  $\times 3500 \mu\text{H}, 0,5 \text{ A}$ 30252-B 0,1  $\mu\text{F} + 2 \times 0,0025 \mu\text{F}$  (b) 2  $\times 1000 \mu\text{H}, 1 \text{ A}$ 30525-A 0,1  $\mu\text{F} + 2 \times 0,0025 \mu\text{F}$  (b) 2  $\times 3500 \mu\text{H} + 2 \times 5 \mu\text{H}, 0,5 \text{ A}$ 30561-A 0,1  $\mu\text{F} + 2 \times 0,0025 \mu\text{F}$  (b) 2  $\times 3500 \mu\text{H}, 0,5 \text{ A}$ 

Ausführung in Aluminiumbecher mit Kunstharzverschluss und Lötfäden.

Ab 1. Juni 1958.

**Fabrimex A.-G., Zürich.**

Vertretung der Firma Robert Bosch GmbH, Breitscheidstrasse 4, Stuttgart (Deutschland).

Fabrikmarke:



Metallpapier-Kondensator (Bosch MP).

Typ KO 3 WB 32, 3,7  $\mu\text{F} \pm 6\%$ , 380 V~ DB, Stossdurchschlagsspannung min. 3,8 kV.0,1  $\mu\text{F} \pm 20\%$ , 450 V~ DB,  $f_0 = 1,6 \text{ MHz}$ , Stossdurchschlagspannung min. 5 kV.

— 25° bis + 70 °C.

Ausführung in zylindrischem Aluminiumbecher mit Deckel aus Isolierpreßstoff und Gewindestöpseln zur Befestigung. Lötfähnenanschlüsse.

Verwendung: für Einbau in Fluoreszenzröhren-Vorschaltgeräte in trockenen Räumen.

**Kleintransformatoren**

Ab 1. Juni 1958.

**A. Widmer A.-G., Talacker 35, Zürich.**  
 Vertretung der Firma Stotz-Kontakt GmbH, Heidelberg  
 (Deutschland).

Fabrikmarke: STOTZ.

Vorschaltgeräte für Gasentladungslampen.

Verwendung: ortsfest, in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Ausführung: Vorschaltgeräte für Warmkathoden-Fluoreszenzlampen. Verwendung mit Glimmstarter. Wicklung aus emailliertem Kupferdraht. Gehäuse aus Eisenblech. Klemmen auf der Grundplatte. Vorschaltgeräte für Einbau in Leuchten.

Typ: 42/2 KX

65/2 KX

Lampenleistung: 40 oder 2 × 20 oder 2 × 22 W

65 W

Spannung: 220 V, 50 Hz.

Ab 1. Juni 1958.

**H. Leuenberger, Oberglatt (ZH).**

Fabrikmarke:



Vorschaltgeräte für Fluoreszenzlampen.

Verwendung: ortsfest, in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Ausführung: starterlose Vorschaltgeräte für Warmkathoden-Fluoreszenzlampen. Induktives Gerät mit symmetrisch geschalteten Drosselspulen. Kapazitives Gerät mit Drosselspule und in Serie geschaltetem Kondensator. Heiztransformator mit zusammenhängenden Wicklungen. Störschutzkondensator vorhanden. Gehäuse aus Eisenblech. Klemmen an einer Stirnseite. Geräte für Einbau in Blecharmaturen.

Typ: Rzo Rzko

Lampenleistung: 40 W 40 W

Spannung: 220 V 220 V

**Isolierte Leiter**

Ab 15. April 1958.

**Ernst Knecht, Koblenz (AG).**

Firmenkennzeichen: Prägung KNECHT KOBLENZ.

SEV-Qualitätszeichen: Prägung ASEV.

Installationsleiter Typ Cu-T Draht, 1 bis 6 mm<sup>2</sup> Kupferquerschnitt mit Isolierschlauch auf PVC-Basis.

Ab 15. Mai 1958.

**Pirelli-Produkte A.-G., Zürich.**

Vertretung der Firma Pirelli S. p. A., Mailand (Italien).

Firmenkennzeichen: Kennfaden braun-grün einfädig bedruckt.

SEV-Qualitätszeichen: Qualitätskennfaden.

Korrosionsfeste Thermoplastmantelkabel Typ Cu-Tdc. Steife Ein- bis Fünffleiter, 1 bis 16 mm<sup>2</sup> Kupfer. Aderisolation und Schutzschlauch aus thermoplastischem Kunststoff auf Polyvinylchlorid-Basis.**III. Radioschutzzeichen**

Ab 15. März 1957.

**Electrolux A.-G., Zürich.**

Vertretung der Aktiebolaget Electrolux, Stockholm.

Fabrikmarke:



Staubsauger «VOLTA».

Mod. UA 121, 220 V, 400 W.

Ab 31. Mai 1958.

**Rudolf Schmidlin & Co. A.-G., Sissach (BL).**

Fabrikmarke: SIX MADUN.

Blocher «SIX MADUN».

Typ BL 5 s, 220 V, 420 W.

Ab 1. Juni 1958.

**Electro-Piccolo A.-G., Zürich.**

Vertretung der Firma Electro-As GmbH, Grindelallee 45, Hamburg (Deutschland).



Fabrikmarke:

K

Universal-Haushaltapparat «PICCOLO».

Typ ASP, 220 V, 350 W.

**IV. Prüfberichte****P. Nr. 3840.****Vorschaltgerät**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33810 vom 5. Juni 1958.

Auftraggeber: A. Widmer A.-G., Talacker 35, Zürich 1.

Aufschriften:

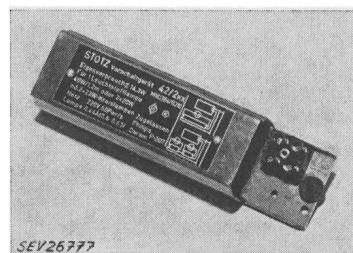
S T O T Z	Vorschaltgerät 42/2 KX
Für 1 Leuchtstofflampe 40 W	1,2 m
oder 2 × 20 W od. 2 × 22 W-Kreislampen	
220 V 50 Per/s	0,44 A (0,6...0,63)
Eigenverbrauch ≤ 14,3 W	
MV 0384/0210	
Philips P-207 Osram	

SE

K

**Beschreibung:**

Vorschaltgerät gemäss Abbildung, für eine 40-W- oder zwei 20-W- oder zwei 22-W-Fluoreszenzlampen. Wicklung aus emailliertem Kupferdraht. Gehäuse aus Eisenblech. Stirnseiten durch Blech abgeschlossen. Klemmen auf Isolierpreßstoff. Vorschaltgerät nur für Einbau in Blecharmaturen.



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

**Apparate in dieser Ausführung tragen das Qualitätszeichen des SEV; sie werden periodisch nachgeprüft.****P. Nr. 3841.****Vorschaltgerät**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33811 vom 5. Juni 1958.

Auftraggeber: A. Widmer A.-G., Talacker 35, Zürich 1.

**Aufschriften:**

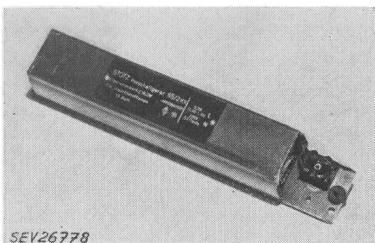
S T O T Z  
Vorschaltgerät 65/2 KX  
Für 1 Leuchtstofflampe 65 Watt  
220 V 50 Per/s 0,7 A (0,95...1,01)  
Eigenverbrauch ≤ 18,2 W  
MV 0384/0210



K

**Beschreibung:**

Vorschaltgerät gemäss Abbildung, für 65-W-Fluoreszenzlampen. Wicklung aus emailliertem Kupferdraht. Gehäuse aus Eisenblech. Stirnseiten durch Blech abgeschlossen. Klemmen auf Isolierpreßstoff. Vorschaltgerät nur für Einbau in Blecharmaturen.



SEV26770

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

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

**P. Nr. 3842.****Gegenstand:** Vorschaltgerät

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33629a  
vom 6. Juni 1958.

**Auftraggeber:** H. Leuenberger, Fabrik elektr.  
Apparate, Oberglatt (ZH).

**Aufschriften:**

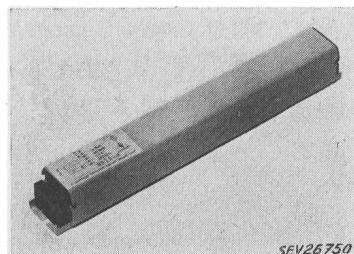
Typ R zo  
220 V 50 Hz 0,42 A 40 Watt  
997455



H. Leuenberger Fabrik elektr. Apparate Oberglatt/Zürich  
Pat. ang.

**Beschreibung:**

Starterloses, induktives Vorschaltgerät gemäss Abbildung, für 40-W-Fluoreszenzlampen. Symmetrisch geschaltete Drosselspulen und Heiztransformator mit zusammenhängenden Wicklungen. Störschutzkondensator vorhanden. Wicklungen aus emailliertem Kupferdraht. Gehäuse aus Eisenblech. Abschluss der Stirnseiten durch Formstücke aus Isolierpreßstoff, wovon eines zugleich als Klemmenträger dient. Vorschaltgerät für Einbau in Blecharmaturen.



SEV26750

Das Vorschaltgerät hat die Prüfung in Anlehnung an die «Kleintransformatoren-Vorschriften» (Publ. Nr. 149) und nach dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117) bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

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

**Vereinsnachrichten**

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

**Totenliste**

Am 9. Juli 1958 starb in Basel im Alter von 62 Jahren Leonhard Hünerwadel, Ingenieur, Mitglied des SEV seit 1928. Wir entbieten der Trauerfamilie unser herzliches Beileid.

Am 31. Juli 1958 starb in Deutschland, wo er sich auf einer Ferienreise befand, an den Folgen eines Verkehrsunfalls Philippe Chable, Notar, Direktionspräsident der Sté du Plan de l'Eau, Noiraigue (NE), Kollektivmitglied des SEV. Philippe Chable erreichte ein Alter von 73 Jahren. Wir entbieten der Trauerfamilie und dem Unternehmen, das er leitete, unser herzliches Beileid.

Am 12. August 1958 starb in Dornach (SO) im Alter von 66 Jahren Fritz Eckinger, Mitglied des SEV seit 1929, Direktor der Elektra Birseck, Münchenstein (BL). Wir entbieten der Trauerfamilie und dem Unternehmen, das er leitete, unser herzliches Beileid.

**Vorstand des SEV**

Der Vorstand des SEV hielt am 20. Juni 1958 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, H. Puppikofer, Zürich, seine 158. Sitzung ab. Als Haupttraktandum behandelte er die Geschäfte der diesjährigen Generalversammlung. Er genehmigte

die Rechnung 1957 und das Budget 1959 des Vereins und nahm Kenntnis von den von der Verwaltungskommission des SEV und VSE genehmigten Rechnungen 1957 der Gemeinsamen Verwaltungsstelle des SEV und VSE, der Technischen Prüfanstalten des SEV und der Vereinsliegenschaft. Sodann genehmigte er die vom Sekretariat unterbreitete Traktandenliste für die Generalversammlung und behandelte die dieser vorzulegenden Anträge.

Der Vorsitzende orientierte über den Stand der Vorarbeiten für die Gründung einer Schweizerischen Gesellschaft für Atomenergie und für eine Reorganisation der Schweiz. Elektrowärmekommission. Ferner orientierte er über eine kürzlich stattgefundene Aussprache zwischen Vertretern des SEV und VSE über die zukünftige Gestaltung der Beziehungen zwischen diesen beiden Verbänden. Im weiteren sprach der Vorstand sich über die Mitarbeit des SEV bei der vom Eidg. Post- und Eisenbahndepartement verlangten Revision verschiedener Abschnitte der Starkstromverordnung aus und ferner nahm er eine Orientierung über den vorgesehenen Ablauf der Jahresversammlung 1958 des SEV und VSE in St. Gallen entgegen.

W. Nägeli

**Fachkollegium 7 des CES****Aluminium**

Das FK 7 hielt am 29. Mai 1958 in Bern unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Dr. Th. Zürcher, seine 18. Sitzung ab.

Vorerst wurde ein von G. Dassetto ausgearbeiteter Vor-

schlag für die Revision der Regeln für Leitungsseile (Publ. Nr. 201 des SEV) durchberaten. Die Beschlüsse werden in einem neuen Dokument zusammengefasst und sollen dann in einer gemeinsamen Sitzung mit dem FK 11 (Freileitungen) behandelt werden.

Im weiteren wurden die Traktandenlisten der Sitzungen des CE 7 und des SC 7-1 in Stockholm durchberaten und Richtlinien für die schweizerische Delegation, die anschliessend an dieses Traktandum bestimmt wurde, aufgestellt.

E. Schiessl

### Fachkollegium 17A des CES

#### Hochspannungsschaltapparate

Das FK 17 A hielt in Zürich am 11. April 1958 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Dr. W. Wanger, seine 22. Sitzung ab.

Das FK wurde vom Redaktionskomitee über die Bereinigung der Eingaben zu den Regeln für Wechselstrom-Hochspannungs-Sicherungen (veröffentlicht im Bulletin SEV 1957, Nr. 25) orientiert. Die Eingaben waren rein redaktioneller Natur. Die Regeln werden nun dem Vorstand des SEV zur Inkraftsetzung übergeben.

Das FK nahm Stellung zu verschiedenen internationalen Dokumenten. Die Dokumente 17 A (Secrétaireat) 17, 18, 19 befassten Empfehlungen für das Schalten leerlaufender Leitungen, Festlegung des Verhältnisses von asymmetrischer zu symmetrischer Ausschalteistung von Hochspannungsschaltern und Regeln für Wechselstrom-Trenner. Das FK stimmte diesen Dokumenten mit gewissen Vorbehalten im allgemeinen zu. Die Dokumente 17 A (Bureau Central) 15, 16 und 17 bezogen sich auf Empfehlungen für die Wahl der Schalter nach den Betriebsverhältnissen, Methoden für die Bestimmung der wiederkehrenden transientes Spannung in Netzen, sowie Regeln über Installation und Unterhalt von Schaltern im Betrieb. Auch diesen Dokumenten wurde zugestimmt.

Im weiteren diskutierte das FK einen Änderungsvorschlag zu den Regeln des SEV für Wechselstrom-Hochspannungsschalter (Publ. 0186). Einige Bestimmungen der gegenwärtig gültigen Schalterregeln aus dem Jahre 1953 stehen mit der neuesten Auflage der Koordinationsregeln und der Regeln für genormte Werte im Widerspruch und sollen ihnen daher angepasst werden.

G. Marty

### Fachkollegium 42 des CES

#### Hochspannungsprüftechnik

Am 23. April 1958 fand in Bern unter dem Vorsitz des Präsidenten, Dr. H. Kappeler, die 3. Sitzung des FK 42 statt. Besprochen wurden die Dokumente 42 (Secrétaireat) 3, Projet de règles pour la technique des essais à haute tension, und 42 (Secrétaireat) 4, Projet de règles pour la technique de mesure des tensions au moyen de l'éclateur à sphères. Die Diskussion dieser Dokumente erfolgte im Hinblick auf die Sitzungen des CE 42, die vom 11. bis 16. Juli 1958 in Stockholm stattfanden. Das FK 42 beauftragte ein Redaktionskomitee, eine den Beschlüssen entsprechende Stellungnahme auszuarbeiten und diese noch rechtzeitig vor den Stockholmer Sitzungen international zu verteilen. Auf Wunsch der Mitglieder des Fachkollegiums übernahm Dr. H. Kappeler die Leitung der schweizerischen Delegation des FK 42 in Stockholm.

J. Broocard

### 21. Kontrolleurprüfung

Am 14. und 15. Juli 1958 fand in der Sekundarschule in Fribourg die 21. Prüfung von Kontrolleuren für elektrische Hausinstallationen statt. Von den insgesamt 12 Kandidaten aus der deutschen und französischen Schweiz, haben 11 Kandidaten die Prüfung bestanden:

Bucher Franz, Thun (BE)  
Diserens René, Lonay (VD)  
Fasel Marius, St. Ursen (FR)  
Frei Alexander, Biel (BE)  
Gachet Raymond, Biel (BE)  
Messerli Ernst, Olten (SO)  
Muhmenthaler Walter, Nidau (BE)

Python Georges, Romont (FR)  
Schmid Albert, Klausen/Horgenberg (ZH)  
Staudenmann Robert, Zürich  
Walker Eduard, Schattdorf (UR)

Eidg. Starkstrominspektorat:  
Kontrolleurprüfungskommission

### Veranstaltungen des SEV

#### Voranzeige

Die 22. Hochfrequenztagung des SEV wird am 9. Oktober 1958 in Baden durchgeführt. Das Tagungs-thema lautet «Elektronenröhren».

Im November 1958 findet in Zürich eine Diskus-sionsversammlung des SEV statt über das Thema «Hilfsbetriebe der Wasserkraftwerke und der Un-terstationen».

### Anmeldung zur Mitgliedschaft

Seit dem 1. April 1958 sind durch Beschluss des Vorstandes neu in den SEV aufgenommen worden:

#### a) als Einzelmitglied:

Aanonsen, Kjell, dipl. El.-Ing. ETH, Schaffhauserstrasse 75, Zürich 6.  
Droz, Jean-René, étud. ing. él. EPUL, 24, av. Tivoli, Lausanne.  
Enderli, Ernst, Elektrotechniker, Erlenstr. 29, Gerliswil (LU).  
Flores, José Salvador, étud. él. ing. EPUL, c/o Menegahis, 3, av. Dapples, Lausanne.  
Forster, Erich, stud. el. techn., Wier, Ebnat (SG).  
Fortoul, Eduardo, étud EPUL, 9, chemin de Longeraie, Lausanne.  
Frei, Hans, dipl. Elektrotechniker, 4275 Dorchester W. Apt 2, Montreal (Canada).  
Gertsch, Georges-Albert, dipl. Elektrotechniker, Grimsel-strasse 41, Zürich 9/48.  
Giger, Charles, Elektrotechniker, Eichelwiesenstrasse, Dietli-kon (ZH).  
Grobet, Henri, étud. EPUL, 15, chemin de Fonenailles, Lau-sanne.  
Junod, Henri, Ing., 20, av. Peschier, Genève.  
Käsermann, Paul, Elektroingenieur, Schwellistrasse 19, Zürich 11/52.  
Kévorkian, Kévork, cand. él. ing. EPUL, 3, av. Juste-Olivier, Lausanne.  
Knobel-Dubs, Fritz, El.-Ing., Fabrikant, Linthbrücke, Ennenda (GL).  
Koch, Kurt, dipl. Elektrotechniker, Wohlerstrasse 595, Vill-mergen (AG).  
Kurz, Bruno, cand. él. ing. ETH, Schaffhauserstrasse 113, Zürich 6/57.  
Lehmann, Albert, dipl. Elektroinstallateur, St.-Gallerstrasse 10, Gossau (SG).  
Leyvraz, Pierre, ing. él. dipl. EPUL, Luegislandstrasse 16, Zürich 11/51.  
Lovass-Nagy, Viktor, Dr., dipl. Ing., Somloiu-ut 56, Budapest XI.  
Lüthi, Jean-Rodolphe, Commercant, 3, rue de la Gare, Morges (VD).  
Mandach, François, von, Elektroingenieur ETH, Habstetten (BE).  
Massard, Paul, directeur, Electro-Matériel S. A., 8, rue Côtes de Montbenon, Lausanne.  
Morath, Hans, dipl. Elektrotechniker, Rousseaustrasse 89, Zürich 10/37.  
Möri, Hugo, Elektrotechniker, Bauleiter, Weinhalde 5, Kriens (LU).  
Pitteloud, Jean, étud., 4, rue de la Gare, Clarens (VD).  
Ruesch, Simon, dipl. Elektrotechniker, Samedan (GR).  
Schaub, René, inst. électricien, rue de Lausanne, Payerne (FR).  
Schlaepfer, Eduard, dipl. Maschineningenieur, Schlattstr. 1241, Herrliberg (ZH).  
Schulthess, Hanspeter von, dipl. Elektroingenieur ETH, Pfaff-hausen (ZH).  
Schwarzkopf, Gabriel, dipl. Elektroingenieur ETH, Eich-hölzli 12, Biel (BE).  
Strauss, Michel, étud. EPUL, 36, Primerose, Lausanne.  
Wetzel, René, dipl. Elektroingenieur ETH, Haldeliweg 8, Zürich 7/44.  
Würmli, Walter, Elektrotechniker, Belairstrasse 25, Schaff-hausen.

#### b) als Kollektivmitglieder SEV:

Elektrizitätswerk der Gemeinde Altnau, Altnau (TG).  
R. Heer & Co., Spielwarenvertrieb, Markircherstrasse 5, Basel.  
Webs-Gesellschaft, Weber & Co., Zwingerstrasse 26, Basel.  
Thorn Elektro A.-G., Marktgasse 50, Bern.

Monteforno S. A., Bodio (TI).  
 Verband Schweiz. Konsumvereine (VSK), Haushaltmaschinen,  
 Lagerhaus 6, Pratteln (BL).  
 Société Hydro-Electrique, Val d'Illiez (VS).  
 Bühnenbau Weesen, Gebr. M. & A. Eberhard, Weesen (SG).  
 Ulrich Matter A.-G., Elektrische Messinstrumente,  
 Wohlen (AG).  
 Elektro-Piccolo A.-G., Badenerstrasse 565, Zürich 9/48.  
 Flühmann, Werner, Galvanische Anstalt, Heinrichstrasse 216,  
 Zürich 5.  
 Frick & Co., Elektroanlagen, Forchstrasse 50, Zürich 8.

## Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit Gummiisolation Sicherheits-Vorschriften für Papierbleimantelkabel

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden den Entwurf der Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit Gummiisolation, sowie den Entwurf der Sicherheits-Vorschriften für Papierbleimantelkabel. Die Entwürfe wurden von dem hiefür gebildeten Ausschuss 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 isolierte Leiter, Publ. Nr. 147 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 22. September 1958 in doppelter Ausfertigung dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, einzusenden. Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit den Entwürfen einverstanden. Er würde dann diese dem Eidg. Post- und Eisenbahndepartement zur Genehmigung unterbreiten.

### Entwurf

#### Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit Gummiisolation

##### 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 durchgeföhrten Prüfung vom Eidg. Starkstrominspektorat eine Bewilligung erteilt worden ist.

#### 1 Begriffserklärungen

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

**Seile** ist der stromleitende Teil eines isolierten Leiters.

**Drähte** sind massive Leiter.

**Seile** sind konzentrisch verdrillte Drähte oder Litzen.

#### Neuer Sonderdruck:

##### Encyclopédie des Isolants Electriques

Die vom Fachkollegium 15 (Isoliermaterialien) des CES verfasste Enzyklopädie der elektrischen Isolierstoffe ist als Sonderdruck in französischer Sprache erschienen. Er kann zum Preise von Fr. 16.— für Mitglieder bzw. Fr. 22.— für Nichtmitglieder von der Gemeinsamen Verwaltungsstelle des SEV und VSE, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, bezogen werden.

## Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit Gummiisolation Sicherheits-Vorschriften für Papierbleimantelkabel

**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 VI 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.

**Gummi** im Sinne dieser Vorschriften ist Weichkautschuk, hergestellt aus vulkanisiertem Naturkautschuk mit Zusatzstoffen.

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

**Spinnung** 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 Gummiisolation bis zu einer Nennspannung von 1000 V und soweit diese für die Verwendung in Hausinstallationen vorgesehen sind. (Sonsterausführungen siehe Ziff. 3.10).

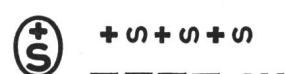
##### 2.2 Einteilung der Leiter

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

##### 2.3 Kennzeichnung der Kabel

Leiter müssen folgende Aufschriften und Kennzeichen tragen:

a) Sicherheitszeichen in einer der folgenden Formen:



b) Firmenbezeichnung

c) Fabrikationsjahr (auch verschlüsselt zulässig)

## Querschnitt und Drahtzahl der Seele von Kupfer- und Aluminiumleitern

Tabelle I

Querschnitt Nennwert [mm <sup>2</sup> ]	Draht- Durchmesser [mm]	Für Kupfer oder Aluminium				Nur für Kupfer			
		Seil steif		Seil halbsteif		Seil flexibel		Seil sehr flexibel	
		Drahtzahl <sup>1)</sup>	Richtwerte der Durchmesser der Einzeldrähte [mm]	Drahtzahl <sup>1)</sup>	Richtwerte der Durchmesser der Einzeldrähte [mm]	Drahtzahl <sup>1)</sup>	Richtwerte der Durchmesser der Einzeldrähte [mm]	Drahtzahl <sup>1)</sup>	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					56	0,30	1045	0,07
6	2,8					84	0,30	1566	0,07
10	3,6	7	1,35			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

<sup>1)</sup> Die Einzeldrähte müssen den gleichen Durchmesser aufweisen.

Die 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 in einem Abstand von max. 30 cm, die Firmenbezeichnung und das Fabrikationsjahr in einem Abstand von max. 1 m wiederholen.

## 2.4 Farbenbezeichnung der Adern

Für die Färbung von Gummimassen sind beständige Farbstoffe zu verwenden (Prüfung siehe Ziff. 5.12).

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.

## 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/mm<sup>2</sup>, bezogen auf den geometrischen Querschnitt der Seele, verwendet werden.

b) Die Seele gummiisolierter Leiter muss haltbar verzinkt sein, ausgenommen, wenn das Kupfer den Isolergummi bzw. der Isolergummi das Kupfer nicht angreift.

c) 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 Zugrundeliegung einer Leitfähigkeit

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

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.

d) Der geometrische Querschnitt der Seele darf höchstens  $\pm 10\%$  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 mm<sup>2</sup>.

## Isolierschlauchwandstärken der normalen Adern (Bezeichnung, Aufbau und Anwendungsgebiet siehe Tabelle VI)

Tabelle II

Nennquerschnitt [mm <sup>2</sup> ]	Wandstärken [mm]					
	Ader A <sup>2)</sup>		Ader B <sup>3)</sup>		Ader C <sup>2)</sup>	
	Minimale- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minimale- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minimale- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>
0,5 und 0,75	0,45	0,60	—	—	0,25	0,40
1 (Litze)	0,45	0,60	1,30	1,50	—	—
1 (Draht)	0,65	0,80	1,30	1,50	—	—
1,5	0,65	0,80	1,30	1,50	—	—
2,5	0,85	1,00	1,30	1,50	—	—
4	0,85	1,00	1,30	1,50	—	—
6	0,85	1,00	1,30	1,50	—	—
10	1,05	1,20	1,50	1,70	—	—
16	1,05	1,20	1,50	1,70	—	—
25	1,25	1,40	1,80	2,00	—	—
35	1,25	1,40	1,80	2,00	—	—
50	1,40	1,60	2,10	2,30	—	—
70	1,40	1,60	2,10	2,30	—	—
95	1,60	1,80	2,40	2,60	—	—
120	1,60	1,80	2,40	2,60	—	—
150	1,80	2,00	2,55	2,80	—	—
185	2,00	2,20	2,75	3,00	—	—
240	2,20	2,40	2,95	3,20	—	—

<sup>1)</sup> Richtwert der mittleren Aderwandstärke. Dieser Wert ist nicht verbindlich, er 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.

<sup>2)</sup> Für Leiter für eine Prüfspannung von 2000 V.

<sup>3)</sup> Für Leiter für eine Prüfspannung von 4000 V.

a) Für die Seele muss halbhartes Aluminium von 9...15 kg/mm<sup>2</sup> 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 Zugrundeliegung einer Leitfähigkeit von

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

und eines spezifischen Widerstandes von

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

c) Der geometrische Querschnitt der Seele darf höchstens  $\pm 10\%$  vom Nennquerschnitt abweichen.

#### Schutzschlauchwandstärken für korrosionsfeste Gummibleimantelkabel, Typ GPbTc, GvPbTc

Tabelle III

Nenndurchmesser über nacktem Bleimantel [mm]	Thermoplast-Wandstärke [mm]	
	Minimalwert	Richtwert <sup>1)</sup>
0...40	1,35	1,6

<sup>1)</sup> Dieser Richtwert ist nicht verbindlich, er wird aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgestellt.

#### Schutzschlauchwandstärken für Doppelschlauchschnüre, Typ Gd, Gdlr, Glf, Gdv, Gdva

Tabelle IV

Nenn- quer- schnitt [mm <sup>2</sup> ]	Schutzschlauchwandstärken [mm]							
	Gd		Gdlr		Gl		Gdv; Gdva <sup>3)</sup>	
	Minim- mal- wert <sup>2)</sup>	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minim- mal- wert <sup>2)</sup>	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minim- mal- wert	Richt- wert	Minim- mal- wert <sup>2)</sup>	Richt- wert <sup>1)</sup>
0,5	—	—	—	—	0,25	0,30	—	—
0,75	0,62	0,8	0,41	0,60	0,35	0,40	—	—
1	0,62	0,8	—	—	—	—	0,58 + 1,09	0,8 + 1,4
1,5	0,80	1,0	—	—	—	—	0,75 + 1,26	1,0 + 1,6
2,5	0,98	1,2	—	—	—	—	0,92 + 1,6	1,2 + 2,0
4	—	—	—	—	—	—	0,92 + 1,6	1,2 + 2,0
6	—	—	—	—	—	—	0,92 + 1,6	1,2 + 2,0
10	—	—	—	—	—	—	1,09 + 1,77	1,4 + 2,2
16	—	—	—	—	—	—	1,17 + 2,02	1,5 + 2,5

<sup>1)</sup> Richtwert der mittleren Schutzschlauchwandstärke. Dieser Wert ist nicht verbindlich, er wird aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgestellt.

<sup>2)</sup> Der zulässige Minimalwert errechnet sich aus dem Richtwert nach der Formel:

für Gd: Minimalwert = Richtwert - (0,1 mm + 10 % vom Richtwert)

für Gdlr, Gdv, Gdva: Minimalwert = Richtwert - (0,1 mm + 15 % vom Richtwert).

<sup>3)</sup> Bei den Gdv und Gdva kann der Gummischutzschlauch aus zwei konzentrischen Schläuchen mit den in der Tabelle angegebenen Wandstärken oder aus einem Schlauche, dessen Wandstärke gleich die Summe der beiden Werte beträgt, bestehen.

#### Bleimantelwandstärken für Gummibleimantelkabel

Tabelle V

##### A. Für normale Ausführungen

Nenn- quer- schnitt [mm <sup>2</sup> ]	Typ GPb Wandstärken [mm]											
	1adrig		2adrig		3adrig		4adrig		5adrig		6- und 7adrig	
	Minimal- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minimal- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minimal- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minimal- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minimal- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>	Minimal- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>
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	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1
16	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2

##### Typ GvPb

1	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
1,5	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0
2,5	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
4	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
6	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1
10	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1
16	0,8	0,9	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3

##### B. Für alle übrigen Ausführungen

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

<sup>1)</sup> Diese Richtwerte sind nicht verbindlich, sie 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 VI

Ader-bezeichnung	Seele	Baumwoll-bespinning	Gummischlauch <sup>1)</sup> Anzahl Schichten	Gummiertes Baumwollband	Imprägnierte Umflechtung	Anwendung
A	Draht	0	1 oder 2	0	0	GF
		0	2	*	*	GFi
	Seil steif	*	2	*	0	GPb
		*	2	*	*	*) Gi
	Seil halbsteif	*	2	*	0	GPb
		*	2	*	*	Gi
	Seil flexibel	*	1 oder 2	0	0	GF GFB GFS GZB GZS GtS GrB GrBB GrS GrBS Gd GtB <sup>3)</sup> Gdv <sup>3)</sup> Gdva <sup>3)</sup>
			2	*	0	GtB <sup>4)</sup> Gdv <sup>4)</sup> Gdva <sup>4)</sup>
				*	*	Gi
B	Draht	0	3	*	0	GvPb
	Seil steif	*	3	*	*	Gvi
	Seil halbsteif	*	3	*	0	GvPb
	Seil flexibel	*	3	*	*	Gvi
C	Litze flexibel Litze sehr flexibel	*	1	0	0	Gdlr Glf <sup>5)</sup>

<sup>0</sup> Nicht vorhanden.<sup>\*</sup> Vorhanden.<sup>1)</sup> Besteht der Gummischlauch aus mehreren Schichten, so müssen diese verschieden gefärbt sein.<sup>2)</sup> Siehe Ziff. 3.1.<sup>3)</sup> Querschnitte bis 2,5 mm<sup>2</sup>.<sup>4)</sup> Querschnitte über 2,5 mm<sup>2</sup>.<sup>5)</sup> Siehe Ziff. 3.9.3.

## 2.6 Aderisolation und Schutzmäntel

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

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

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

## 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 mm<sup>2</sup> den gleichen Querschnitt wie die Polleiter aufweisen. Über 16 mm<sup>2</sup> muss der Nulleiter mindestens den halben, jedoch nicht weniger als 16 mm<sup>2</sup> und der Erdleiter mindestens 16 mm<sup>2</sup> Querschnitt besitzen.

Bei Aluminiumleitern muss der Null- oder Erdleiter bei Querschnitten bis zu 25 mm<sup>2</sup> den gleichen Querschnitt wie die Polleiter aufweisen. Über 25 mm<sup>2</sup> muss der Nulleiter mindestens den halben, jedoch nicht weniger als 25 mm<sup>2</sup> und der Erdleiter mindestens 25 mm<sup>2</sup> 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 zur 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 Ziff. 3.1..3.10 beschrieben. Die Ausführung der Adern (Typ A, B und C) ist in den Tabellen II und VI festgelegt (vorgeschriebene Nennquerschnitte siehe Tabelle I; Zusammensetzung der Kurzzeichen der Leiter siehe Tabelle VII).

### 3.1 Installationsleiter Gi

Steife, halbsteife und flexible Einleiter; Querschnitte 1...240 mm<sup>2</sup>; Leiterseele Kupfer oder Aluminium; Prüfspannung 2000 V

Installationsleiter bestehen aus Adern A mit einer imprägnierten Umflechtung. Bis und mit einem Querschnitt von 4 mm<sup>2</sup> kann entweder das gummiierte, imprägnierte Band oder die imprägnierte Umflechtung über dem Gummischlauch weg gelassen werden.

### 3.2 Installationsleiter verstärkt Gvi

Steife, halbsteife und flexible Einleiter; Querschnitte 1...240 mm<sup>2</sup>; Leiterseele Kupfer oder Aluminium; Prüfspannung 4000 V

Elektrisch verstärkte Installationsleiter bestehen aus Adern B mit einer imprägnierten Umflechtung.

### 3.3 Gummi-Bleimantelkabel

Steife Ein- und Mehrleiter; Querschnitte 1..16 mm<sup>2</sup>; Prüfspannung 2000 V

#### 3.3.1 Mit nacktem Bleimantel GPb

Leiterseele Kupfer oder Aluminium; Adern A

Bei Einleitern ist die Ader mit einem wasserdichten, nahtlosen Bleimantel umgeben, dessen Wandstärke mindestens die in Tabelle V angegebenen Werte aufweisen muss. Bei Mehrleitern sind die Adern mit Füllmaterial verseilt, gemeinsam mit gummiertem Baumwollband umwickelt und hierauf wie bei den Einleitern mit einem Bleimantel (Mindestwandstärke siehe Tabelle V) umpresst.

*Kurzzeichen für G-Leiter*

Tabelle VII

<i>A. Feste Leiter</i>	
Ziff.	
<b>3.1</b>	Installationsleiter . . . . . Gi
<b>3.2</b>	Verstärkte Installationsleiter . . . . . Gvi
<b>3.3</b>	Gummi-Bleimantelkabel
a)	mit nacktem Bleimantel . . . . . GPb
b)	mit imprägnierter Umflechtung . . . . . GPbi
c)	mit imprägnierter Jutebespinnung . . . . . GPbJi
d)	mit Armierung . . . . . GPba
e)	mit korrosionsfestem Thermoplastmantel . . . . . GPbTc
f)	mit elektrisch verstärkter Isolation . . . . . GvPb
<b>3.4</b>	Fassungsadern
a)	steife und flexible Leiter ohne Umflechtung . . . . . GF
b)	steife Leiter mit imprägnierter Umflechtung . . . . . GFi
c)	flexible Leiter mit Baumwollgarn-Umflechtung . . . . . GFB
d)	flexible Leiter mit Kunstseide-Umflechtung . . . . . GFS
<i>B. Bewegliche Leiter</i>	
Ziff.	
<b>3.5</b>	Zentralzuglampenschnüre
a)	mit Baumwollgarn-Umflechtung . . . . . GZB
b)	mit Kunstseide-Umflechtung . . . . . GZS
<b>3.6</b>	Aufzugschnüre
a)	mit gemeinsamer imprägnierter Umflechtung . . . . . GAi
b)	mit Gummi-Schutzschlauch . . . . . GAG
<b>3.7</b>	Verseilte Schnüre
a)	mit Baumwollgarn-Umflechtung . . . . . GtB
b)	mit Kunstseide-Umflechtung . . . . . GtS
<b>3.8</b>	Rund schnüre
a)	mit einer Baumwollgarn-Umflechtung . . . . . GrB
b)	mit zwei Baumwollgarn-Umflechtungen . . . . . GrBB
c)	mit einer Kunstseide-Umflechtung . . . . . GrS
d)	mit einer Baumwollgarn-Umflechtung und einer Kunstseide-Umflechtung . . . . . GrBS
<b>3.9</b>	Doppelschlauchschnüre
a)	normale Ausführung nackt . . . . . Gd
b)	leichte Ausführung rund nackt . . . . . Gdlr
c)	leichte Ausführung flach nackt . . . . . Glf
d)	mechanisch verstärkte Ausführung nackt . . . . . Gdv
e)	armierte Ausführung (Panzerapparateschnur) . . . . . Gdva
Es bedeuten:	
A Aufzugschnüre	a armiert
B Baumwollgarn	c korrosionsfest
F Fassungsadern	d doppelt
G Gummi	f flach
J Jute	i imprägniert
P Papier	k kältebeständig
Pb Blei	l leicht
S Seide und Kunstseide	r rund
T Thermoplast	t verdrillt (torquiert)
	u umflochten
	v verstärkt (elektrisch oder mechanisch)
	w wärmebeständig

**3.3.2 Mit imprägnierter Umflechtung GPbi**  
Leiterseele Kupfer oder Aluminium

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

**3.3.3 Mit imprägnierter Jutebespinnung GPbJi**  
Leiterseele Kupfer oder Aluminium

Gummibleimantelkabel mit imprägnierter Jutebespinnung weisen bis und mit dem Bleimantel den gleichen Aufbau auf

wie die GPb. Über dem Bleimantel liegen eine Umhüllung aus imprägniertem Papier und darüber eine imprägnierte geschlossene Jutebespinnung.

**3.3.4 Mit Armierung GPba**  
Leiterseele Kupfer oder Aluminium

Gummibleimantelkabel mit Armierung weisen bis und mit dem Bleimantel den gleichen Aufbau auf wie die GPb. 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.

**3.3.5 Mit korrosionsfestem Thermoplastmantel GPbTc**

Gummibleimantelkabel mit Thermoplast-Korrosionsschutz weisen bis und mit dem Bleimantel den gleichen Aufbau auf wie die GPb. Über dem Bleimantel liegt ein korrosionsfester Thermoplastschlauch. Wandstärke siehe Tabelle III. Der Thermoplastschlauch muss den Materialanforderungen der Sicherheitsvorschriften für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation (Publ. Nr. ... des SEV) entsprechen.

**3.3.6 Mit elektrisch verstärkter Isolation GvPb**  
Prüfspannung 4000 V

Gummibleimantelkabel mit verstärkter Isolation bestehen aus den Adern B (Leiterseele nur aus Kupfer). Weiterer Aufbau analog den Typen GPb; GPbi; GPbJi; GPba; GPbTc.

**3.4 Fassungsadern GF, GFi, GFB, GFS**  
Steife und flexible Ein- und Zweileiter; Querschnitte 0,75...1,5 mm<sup>2</sup> Kupfer; Prüfspannung 2000 V

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

**3.5 Zentralzuglampenschnüre GZB, GZS**

Flexible Zweileiter; Querschnitt 0,75 mm<sup>2</sup> Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Zentralzuglampenschnüre bestehen aus Adern A, die mit einer Umflechtung umgeben, auf eine gewisse Länge mit Füllmaterial verseilt und auf diese Länge mit einer gemeinsamen Umflechtung versehen sind. Die Umflechtungen bestehen entweder aus Baumwolle (GZB) oder aus Kunstseide (GZS).

**3.6 Aufzugschnüre GAi, GAG**

Flexible Zwei- und Mehrleiter; Querschnitt 0,75 mm<sup>2</sup> 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 (GAi) oder mit einem Gummischlauch versehen sind (GAG). Die minimale Wandstärke beträgt 1,2 mm.

**3.7 Verseilte Schnüre****3.7.1 Mit Baumwollumflechtung GtB**  
Flexible Zwei- bis Vierleiter; Querschnitte 0,75...4 mm<sup>2</sup> Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Verseilte Schnüre bestehen aus Adern A. Beim Querschnitt von 4 mm<sup>2</sup> sind die Adern mit einem gummierten Baumwollband versehen. Die Adern sind mit einer Umflechtung aus Baumwolle versehen und alsdann miteinander verseilt.

**3.7.2 Mit Kunstseidenumflechtung GtS**

Flexible Zwei- und Dreileiter; Querschnitt 0,75 mm<sup>2</sup> 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 GrB, GrS, GrBB, GrBS

Flexible Zwei- bis Vierleiter;

Querschnitte 0,75...2,5 mm<sup>2</sup> Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Rundschnüre bestehen aus Adern A, die mit Füllmaterial verseilt und gemeinsam mit einer nicht imprägnierten Umflechtung aus Baumwolle (GrB) oder Kunstseide (GrS) oder zwei nicht imprägnierten Umflechtungen umgeben sind. Die zweite Umflechtung besteht entweder aus Baumwolle (GrBB) oder Kunstseide (GrBS).

### 3.9 Doppelschlauchschnüre

#### 3.9.1 Normale Ausführung Gd

Flexible Zwei- bis Fünfleiter;

Querschnitte 0,75...2,5 mm<sup>2</sup> Kupfer; Prüfspannung 2000 V

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

#### 3.9.2 Leichte Ausführung rund Gdlr

Flexible Zwei- und Dreileiter; Querschnitt 0,75 mm<sup>2</sup> Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Leichte Doppelschlauchschnüre bestehen aus Adern C, die verseilt und gemeinsam mit Gummi derart umpresso sind, dass dieser einen undurchlässigen, mechanisch widerstandsfähigen Schlauch bildet. Wandstärke siehe Tabelle IV. Die leichte Doppelschlauchschnur muss einen runden Querschnitt aufweisen. Die einzelnen Adern dürfen nicht am Schutzschlauch haften.

#### 3.9.3 Leichte Ausführung flach Glf (Doppeladerlitze)

Flexible Zwei- und Dreileiter;

Querschnitt 0,5 und 0,75 mm<sup>2</sup> 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 IV. 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 umspunnen sein.

#### 3.9.4 Verstärkte Ausführung

(verstärkte Apparateschnüre) Gdv

Flexible Zwei- bis Fünfleiter;

Querschnitte 1...16 mm<sup>2</sup> Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Verstärkte Apparateschnüre mit nacktem Gummimantel bestehen aus Adern A. Bei Querschnitten über 2,5 mm<sup>2</sup> sind die Adern mit einem gummierten Baumwollband versehen. Die Adern sind mit Füllmaterial verseilt, gemeinsam mit einer nicht imprägnierten Umflechtung umgeben und mit Gummi derart umpresso, dass dieser einen undurchlässigen, mechanisch widerstandsfähigen, ein- oder zweischichtigen Schlauch bildet. Wandstärke siehe Tabelle IV. Bei zweischichtiger Ausführung kann zwischen den beiden Schichten ein gummiertes Baumwollband angebracht werden. Die verstärkte Apparateschnur muss einen runden Querschnitt aufweisen.

#### 3.9.5 Armierte Ausführung

(Panzerapparateschnüre) Gdva

Flexible Ein- bis Vierleiter;

Querschnitte 1...16 mm<sup>2</sup> Kupfer; Prüfspannung 2000 V

Panzerapparateschnüre weisen den gleichen Aufbau auf wie die verstärkten Apparateschnüre Gdv. 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 Haus-

installationsvorschriften (Publ. Nr. 152 des SEV) 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 Eidg. Starkstrominspektorat das für solche Kabel 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 im 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 Prüfeinrichtungen 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.

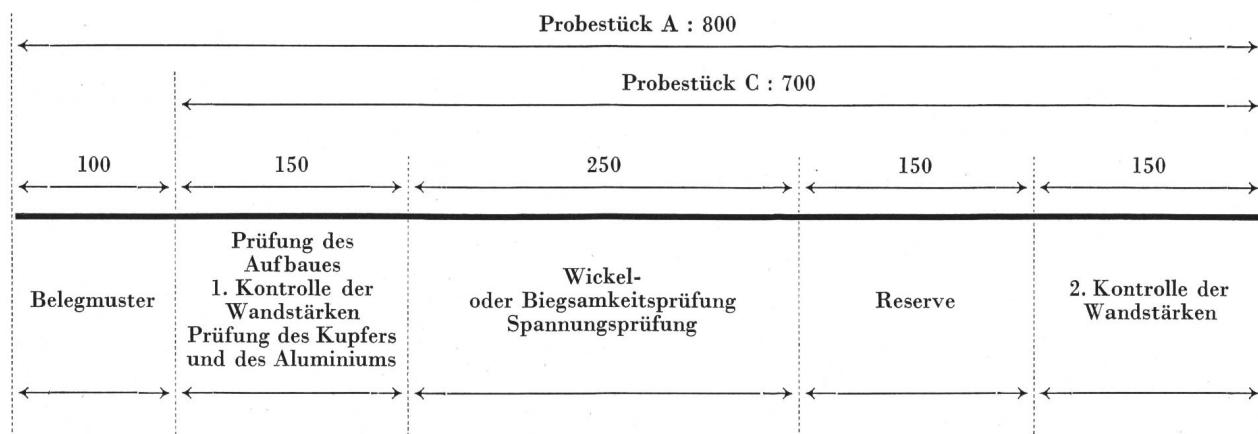
#### 4.3.2 Prüfungen an Probestücken A nach Ziff. 4.5 (siehe Fig. 1)

Bei der Einreichung der Muster für die Annahmeprüfung ist der Typ der Isoliermaterialien anzugeben. Wenn es die TP als nötig erachten, so können sie an 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:

- a) die Art als Einleiter (Ziff. 3.1...3.4) und als Mehrleiter (Ziff. 3.3...3.9);
- b) die Art als Draht (Ziff. 3.1...3.4) und als Seil (Ziff. 3.1...3.9);
- c) 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.



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 Prüfungen an Probekörpern B nach Ziff. 4.5 (vgl. Ziff. 4.2)

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

Bei Fassungsadern, Aufzugschnüren und Rundschnüren, sowie bei vereilten Schnüren bei Querschnitten bis und mit 2,5 mm<sup>2</sup>, die allgemein nur in kurzen Stücken verwendet werden, wird die Spannungsprüfung am ganzen Ring nicht ausgeführt.

Zahl der zu prüfenden Leiterringe  
Tabelle VIII

Beträgt die Zahl der von den TP geforderten Prüfmuster gemäß Ziff. 4.3.2 a)...c)	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 Prüfungen an Probekörpern C nach Ziff. 4.5 (siehe Fig. 1)

Diesen Prüfungen werden Probekörper 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 Prüfungen an einem Probekörper D nach Ziff. 4.5 (vgl. Ziff. 4.2)

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

##### 4.4.3 Kontrolle der Prüfprotokolle der laufenden Fabrikation sowie der Prüfeinrichtung

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 IX 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.

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

#### An den Leitern auszuführende Prüfungen

Tabelle IX

Probekörper			
		An- nahme- prüfung	Nach- prüfung
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 der Isolation . . . . .	B	D
5.7	Messung des Berührungsstromes . . . . .	B	D
5.8	Prüfung der Wasserbeständigkeit . . . . .	B	D
5.9	Prüfung der Verzinnung . . . . .	B	D
5.10	Prüfung der mechanischen Festigkeit des Ader- bzw. Schutzschlauches vor und nach einer beschleunigten Alterung . . . . .	B	D
5.11	Prüfung der elektrischen Durchschlagfestigkeit der Ader vor und nach einer beschleunigten Alterung . . . . .	B	D
5.12	Prüfung der Lichtechtheit der Färbung von Gummimassen . . . . .	B	D

#### 5 Beschreibung der Prüfungen

##### 5.1 Prüfung des Kupfers und des Aluminiums

Dieser Prüfung werden alle Probekörper 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  $\alpha_1$  den Temperaturkoeffizienten bei der Ausgangstemperatur  $t_1$  bedeutet.  $\alpha_1$  stellt die Widerstandsveränderung pro 1 °C und 1 Ω bei einer Temperatur  $t_1$  dar und wird aus folgender Formel bestimmt:

$$\text{für Kupfer} \quad \alpha_1 = \frac{1}{234,45 + t_1 \text{ °C}} \quad \text{für Aluminium} \quad \alpha_1 = \frac{1}{230 + t_1 \text{ °C}}$$

Für  $\alpha_1$  ergeben sich für die Temperatur  $t_1$  folgende Werte:

$t_1$ Messtemperatur	$\alpha_1$ für Kupfer	$\alpha_1$ 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 ( $A_w$  in  $\text{mm}^2$ ) wird aus dem Widerstand ( $R$  in  $\Omega$ ) und der Länge ( $l$  in m) eines 1 m langen Leiterstückes unter Zugrundelegung der in Ziff. 2.5.1 c) für Kupferleiter bzw. Ziff. 2.5.2 b) für Aluminiumleiter für die Leitfähigkeit

$$\gamma \left[ \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right]$$

bei  $20^\circ\text{C}$  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 der Leiter

Die Prüfung des Aufbaus 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 Ader-Schlauches 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...V angegebenen Werte nicht unterschreiten. Der Mittelwert der dabei erhaltenen Messwerte wird als Richtwert betrachtet. Bei der Berechnung des spez. Widerstandes des 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 Wandstärke des Thermoplastschlauches beim Typ GPbTc wird ein Messinstrument verwendet, dessen Tastorgan keine grössere Kraft als 10 g ausübt. In Grenzen

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.  $20^\circ\text{C}$  gelagert und anschliessend bei dieser Temperatur Windung an Windung auf einen Dorn, dessen Durchmesser aus Tabelle X ersichtlich ist, aufgewickelt. Dabei dürfen die Fäden der Umflechtung oder Bespinnung bzw. der Metallmantel, bei den Panzerapparateschnüren die flexible Metalldrahtumflechtung nicht reißen.

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

### Dorndurchmesser

Tabelle X

Leitertyp	Gi, Gvi	GPb, GPbi, GPbJi GPba, GPbTe, GvPb	GF, GFi GFB, GFS	Gdva
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  $16 \text{ mm}^2$ , bzw. von  $25$  bis  $70 \text{ mm}^2$ , bzw. von  $95 \text{ mm}^2$  und mehr.

### 5.4 Prüfung der Biegsamkeit

Der Prüfung der Biegsamkeit werden alle beweglichen Leiter, mit Ausnahme der Panzerapparateschnüre, unterworfen. Die Prüfung wird bei  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  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

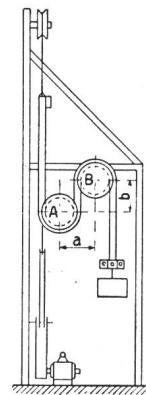


Fig. 2  
Apparat für die Prüfung der Biegsamkeit

Halter der Zugvorrichtung befestigt und am anderen Ende mit dem aus Tabelle XI hervorgehenden Gewicht belastet. 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 von  $0,33 \text{ m/s}$  20 000mal über die beiden Rollen hin- und herbewegt. Bei Leitern bis und mit  $1,5 \text{ mm}^2$  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 $\text{mm}^2$
Stromstärke:	2,5, 6, 6, 10 A.

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

#### Daten für die Prüfung der Biegsamkeit

Tabelle XI

Leiter mit Durchmesser [mm]	Durchmesser der Rollen A und B [mm]	a und b [mm]	Belastungsgewicht [kg]
bis 10	80	90	
über 10...15	120	135	
über 15...25	240	270	
über 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).

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn:

- a) in keiner Ader eine Stromunterbrechung eintritt;
- b) der Leiter die in Ziff. 5.5 vorgesehene Spannungsprüfung aushält;
- c) die Durchschlagsspannung aller Adern des geprüften Leiters den in Ziff. 5.11 für die betreffende Leiterart im Anlieferungszustand angegebenen Wert nicht unterschreitet;
- d) pro Ader mindestens 75 % der Einzeldrähte keinen Bruch aufweisen.

Die Bestimmung der Durchschlagsspannung erfolgt in der in Ziff. 5.11 für die Leiter im Anlieferungszustand beschriebenen Weise; es werden jedoch die ganzen 2,5 m langen Aderabschnitte der Durchschlagsprüfung unterworfen.

Die Feststellung der Anzahl noch intakter Einzeldrähte erfolgt im Anschluss an die Prüfung nach Ziff. 5.11, 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 mm<sup>2</sup> 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 Leiterrtypen GAI und GAG werden alle Adern parallel geschaltet und gegen Wasser während 20 min 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 Gummileiter (Gvi, GvPb) 4000 V, für alle andern Leiterklassen 2000 V.

#### 5.6 Messung des spezifischen Widerstandes der Isolation

Die Messung erfolgt an den Mustern B bzw. D.

- a) an allen Leitern für feste Verlegung;
- b) an den leichten Flachschnüren Typ Glf
- c) an den Schutzschläuchen der beweglichen Leiter.

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

Ein Prüfstück von 2,5 m Länge wird in Windungen von ca. 12...15 cm Durchmesser aufgewunden. Die so verbreitete 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 benutzt 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, wobei die Messlänge, wenn nötig kürzer als 2 m sein darf.

Die Wassertemperatur wird innerhalb ca. 6 h von 20 °C auf 50 °C gesteigert. Vor der Messung wird die Temperatur durch einen Kontaktthermometer 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 Ω · cm nach folgender Formel errechnet:

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

wo:

- $\rho$  spez. Widerstand in  $M\Omega \cdot \text{cm}$ ,
- $R$  gemessener Isolationswiderstand in  $M\Omega$ ,
- $l$  Messlänge in cm,
- $r_a$  Außenradius des Isoliermantels in cm,
- $r_i$  Innenradius des Isoliermantels in cm.

#### Zulässige Minimalwerte

Tabelle XII

Leiterart	Spez. Widerstand	
	$M\Omega \cdot \text{cm}$	bei 20 °C
Gummi verstärkt . . . . .	$1 \cdot 10^7$ 1)	$5 \cdot 10^4$ 1)
Übrige G-Leiter für feste Verlegung sowie leichte Flachschnur Glf <sup>2)</sup> . . . . .	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$
Schutzschläuche . . . . .	$1 \cdot 10^3$ 1)	$1 \cdot 10^2$ 1)

1) Einer dieser beiden Werte darf im Max. 25% unterschritten werden.

2) Mit Ausnahme der leichten Flachschnur Typ Glf ist die Messung des spez. Widerstandes der Adersolation für bewegliche Leiter nicht vorgeschrieben.

#### 5.7 Messung des Berührungsstromes

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

An den Aufzugschnüren GAI und GAG erfolgt eine Berührungsstrommessung nur gegen ein allfällig vorhandenes Trageeil.

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 Milliampermeter 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.

Der zulässige Grenzwert zwischen sämtlichen parallel geschalteten Adern und dem Wasserbad beträgt 0,5 mA bei 1 m Prüflänge bei einer Leiterrtemperatur von 50 °C.

#### 5.8 Prüfung der Wasserbeständigkeit

Der Prüfung werden die Leiterrtypen Gi, Gvi 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 benutzt 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 Wasserlagerung gemessenen Isolationswiderstand wird der spez. Widerstand der Masse in  $M\Omega \cdot \text{cm}$  berechnet.

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

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

### 5.9 Prüfung der Verzinnung

(Modifizierte Schürmann-Blumenthal-Methode)

Die Prüfung erfolgt an den Abschnitten der Probestücke B bzw. D. Die Drähte werden sorgfältig von der Isolation befreit. Es ist hierbei darauf zu achten, dass die Zinnhaut nicht beschädigt wird. Es werden Drahtstücke von 20 bis 30 cm<sup>2</sup> gesamter Oberfläche verwendet. Die Drahtenden (Schnittstellen) werden durch Verzinnen geschützt, wobei bei Litzendrähtchen die einzelnen Drähte zu einem oder mehreren Bündeln zusammengefasst werden. Die Prüfmuster werden durch 2maliges Eintauchen in frisch destilliertes Chloroform entfettet und nach dem Trocknen in die Öffnungen des Rührers gesteckt (siehe Fig. 3). Der Rührer rotiert während der Prüfzeit mit 1100 U./min.

Die ammoniakalische Persulfatlösung wird hergestellt, indem 26 cm<sup>3</sup> konzentrierter Ammoniak (27% ig) auf 260 cm<sup>3</sup> verdünnt werden; dann werden 2,6 g Ammoniumpersulfat zugegeben. 130 cm<sup>3</sup> dieser Lösung werden sofort in das Probeglas gebracht und mit den Prüfmustern während 10 min gerührt. Zur Bestimmung des gelösten Kupfers werden die nicht verwendeten 130 cm<sup>3</sup> der Ammoniak-Persulfatlösung aus einer Mikrobürette tropfenweise mit Kupfersulfatlösung versetzt, bis die Lösung den gleichen Farbton aufweist wie die Probelösung.

Die Kupfersulfatlösung enthält 30 mg Kupfer im cm<sup>3</sup> und wird hergestellt durch Auflösen von 29,46 g CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O in 250 cm<sup>3</sup> Wasser. Die Mikrobürette ist in 0,01 cm<sup>3</sup> geteilt.

Die aufgelöste Kupfermenge berechnet sich aus der verbrauchten Menge Kupfersulfatlösung und aus der verwendeten Drahtoberfläche und wird angegeben in mg Kupfer pro 20 cm<sup>2</sup> Drahtoberfläche.

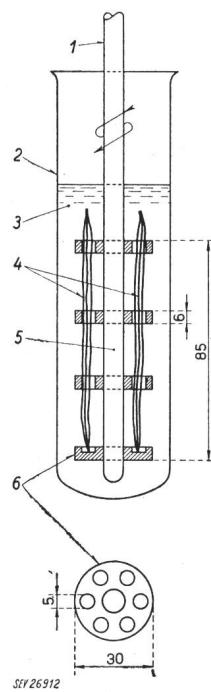


Fig. 3  
Apparatur zur Prüfung von verzinnten Kupferdrähten  
Masse in mm  
1 Rührer; 2 Probeglas; 3 ammoniakalische Persulfatlösung;  
4 Drahtbündel; 5 Glassstab;  
6 Plexiglasscheiben

Die nach dieser Methode ermittelte gelöste Kupfermenge soll bei Drähten bis zu einem Durchmesser bis und mit 0,5 mm 30 mg, und bei Drähten über 0,5 mm Durchmesser 25 mg pro 20 cm<sup>2</sup> getautchter Drahtoberfläche nicht übersteigen.

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

#### 5.10.1 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 mm<sup>2</sup> bzw. mehr als 25 mm<sup>2</sup>

Querschnitt handelt. Diese Probeabschnitte werden laufend mit:

1a, 2a, 3a, 4a	1a, 2a
1b, 2b, 3b, 4b bzw. mit: 1b, 2b	1c, 2c
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 Schläuche mit Zwickeln 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 Probstäbchen nach Fig. 4 herausgestanzt.

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

a) Bei Leitern mit einem Querschnitt bis und mit 25 mm<sup>2</sup> 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:

<i>A</i>	Querschnitt des Schlauches in cm <sup>2</sup> ,
<i>d</i>	Durchmesser der Seele in cm,
<i>s</i>	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.

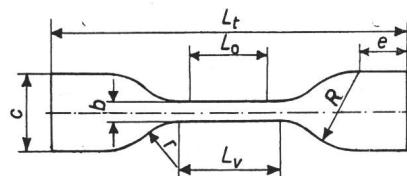


Fig. 4  
Abmessungen der Probstäbchen für die Zerreissprüfung

Prüfstab	<i>L<sub>t</sub></i>	<i>L<sub>v</sub></i>	<i>L<sub>0</sub></i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>e</i>
1	50	17 ± 1	10	8,5 ± 0,5	3 ± 0,05	8,5 ± 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	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 mm<sup>2</sup> wird aus jedem Schlauchstück ein Probstäbchen nach Fig. 4 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 bei Anlieferung:

Zerreissfestigkeit der Aderschläuche . . . . .	60 kg/cm <sup>2</sup>
Bruchdehnung . . . . .	275 %
Zerreissfestigkeit der Schutzschläuche für Gdv und Gdva . . . . .	150 kg/cm <sup>2</sup>
Bruchdehnung . . . . .	300 %
Zerreissfestigkeit der Schutzschläuche der übrigen Leiter . . . . .	70 kg/cm <sup>2</sup>
Bruchdehnung . . . . .	300 %

### 5.10.2 Beschleunigte Alterung

Die Proben, bei Adern mit Seele, bei Schutzschläuchen die fertigen Zerreissproben, werden in einem Wärmeschränk mit Lufterneuerung und Luftumwälzung während 10 · 24 h auf einer konstanten Temperatur von  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  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. 5.10.1 unterzogen.

Nach der beschleunigten Alterung müssen die folgenden Minimalwerte für Ader- und Schutzschläuche von Leitern eingehalten sein:

Zerreissfestigkeit der Aderschläuche . . . . .	50 kg/cm <sup>2</sup>
Bruchdehnung der Ader- und Schutzschläuche . . . . .	250 %

Die Verminderung der Zerreissfestigkeit und der Bruchdehnung darf höchstens 25 % betragen.

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

### 5.11 Prüfung der elektrischen Durchschlagfestigkeit der Ader vor und nach einer beschleunigten Alterung

Für die elektrische Durchschlagprüfung werden dem Probekörper 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  $2 \times 5n$  Proben, wo  $n$  die Anzahl Adern des Probekörpers bedeutet.

5n so vorbereitete Proben werden während 24 h in Wasser von ca.  $20^\circ\text{C}$  gelegt. Hierauf wird die mittlere Durchschlagsspannung zwischen Seele und Wasserbad bestimmt. Der Spannungsanstieg beträgt dabei ca. 250 V/s bis zum Durchschlag.

Die weiteren 5n Proben werden vorerst während 10 · 24 h bei einer Temperatur von  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  der beschleunigten Alterung unterzogen, danach während 24 h in Wasser von ca.  $20^\circ\text{C}$  gelagert. Anschliessend an die Wasserlagerung wird auf die erwähnte Weise die mittlere Durchschlagsspannung bestimmt.

Die mittlere Durchschlagsspannung muss im Anlieferungszustand bei den verstärkten Leitern Gvi, GvPb mindestens 15 kV, bei den leichten Doppelschlauchschnüren Gdr mindestens 5 kV und bei den übrigen Leitern mindestens 8 kV betragen. Nach der beschleunigten Alterung darf die mittlere Durchschlagsspannung um höchstens 25 % kleiner sein als die mittlere Durchschlagsspannung im Anlieferungszustand.

### 5.12 Prüfung der Lichtechniktheit der Färbung von Gummidrähten

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.

## Sicherheits-Vorschriften für Papierbleimantelkabel

### Entwurf

#### Sicherheits-Vorschriften für Papierbleimantelkabel

#### 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 erschienen 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 durchgeföhrten Prüfung vom Eidg. Starkstrominspektorat eine Bewilligung erteilt worden ist.

#### 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.

**Ader** ist die Bezeichnung für die in der Tabelle II aufgeführten isolierten Drähte.

**Einleiter** sind isolierte Drähte; sie bestehen aus einer Ader, über welcher ein Bleimantel liegt.

**Mehrleiter** bestehen aus mehreren Adern, die durch Verseilen und eine gemeinsame Papierhülle zusammengehalten werden und mit einem Bleimantel umpresst sind.

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

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

**Bespannung** ist die schraubenförmige Umwicklung 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 Papierbleimantelkabel bis zu einer Nennspannung von 1000 V und soweit diese für die Verwendung in Hausinstallationen vorgesehen sind. (Sonderausführungen siehe Ziff. 3.2.)

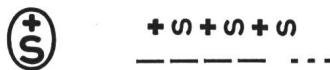
## 2.2 Einteilung der Leiter

Die Leiter werden in verschiedene Typen (PPb, PPbJi, PPba, PPbTc) und innerhalb dieser Typen in verschiedene Arten (z. B. Einleiter, Zweileiter) eingeteilt.

## 2.3 Kennzeichnung der Kabel

Kabel müssen folgende Aufschriften und Kennzeichen tragen:

- a) Sicherheitszeichen in einer der folgenden Formen:



- b) Firmenbezeichnung

- c) Fabrikationsjahr (auch verschlüsselt zulässig).

Die 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 Kabel angeordnet sein, dass sie gegen Beschädigungen geschützt sind.

Bei Kennzeichnung durch Aufdruck oder Prägung muss sich das Sicherheitszeichen in einem Abstand von max. 30 cm, die Firmenbezeichnung und das Fabrikationsjahr in einem Abstand von max. 1 m wiederholen.

## 2.4 Farbenbezeichnung der Adern

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.

## 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/mm<sup>2</sup>, 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 Zugrundeliegung einer Leitfähigkeit

$$\gamma = 57 \left[ \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right] \text{ bei } 20^\circ\text{C}.$$

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 mit einem Mindestquerschnitt von 2,5 mm<sup>2</sup>.

a) Für die Seele muss halbhartes Aluminium von 9...15 kg/mm<sup>2</sup> 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 Zugrundeliegung einer Leitfähigkeit von

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

und eines spezifischen Widerstandes von

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

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

## Querschnitt und Drahtzahl der Seele von Kupfer- und Aluminiumleitern

Tabelle I

Nennquerschnitt [mm <sup>2</sup> ]	Draht- durchmesser [mm]	Drahtzahl
1	1,13	1
1,5	1,4	1
2,5	1,8	1
4	2,25	1
6	2,8	1
10	3,6	1
16	4,5	1

## 2.6 Aderisolation und Schutzmäntel

a) Der alle Adern gemeinsam umgebende Bleimantel und der beim Typ PPbTc vorhandene Thermoplast-Schutzschlauch müssen wasserdicht sein.

b) Die Wanddicken der Papierisolation der Adern und der Schutzmäntel müssen den in den Tabellen II, III und IV festgelegten Werten entsprechen.

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

## Mindestwanddicken der Papierisolation der Adern (Aderisolation)

Tabelle II

Nennquerschnitt [mm <sup>2</sup> ]	Wanddicken [mm]	
	zwischen Seele und Seele	zwischen Seele und Bleimantel
1...4	1,5	1,5
6...16	1,6	1,6

## Schutzschlauchwanddicken für korrosionsfeste Papierbleimantelkabel, Typ PPbTc

Tabelle III

Nenndurchmesser über nacktem Bleimantel [mm]	Thermoplast-Wanddicken [mm]	
	Minimalwert	Richtwert <sup>1)</sup>
0...40	1,35	1,6

<sup>1)</sup> Dieser Richtwert ist nicht verbindlich, wird aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgestellt.

## 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 mm<sup>2</sup> den gleichen Querschnitt wie die Polleiter aufweisen. Über 16 mm<sup>2</sup> muss der Nulleiter mindestens den halben, jedoch nicht weniger als 16 mm<sup>2</sup> und der Erdleiter mindestens 16 mm<sup>2</sup> Querschnitt besitzen.

Bei Aluminiumleitern muss der Null- oder Erdleiter bei Querschnitten bis zu 25 mm<sup>2</sup> den gleichen Querschnitt wie die Polleiter aufweisen. Über 25 mm<sup>2</sup> muss der Nulleiter mindestens den halben, jedoch nicht weniger als 25 mm<sup>2</sup> und der Erdleiter mindestens 25 mm<sup>2</sup> Querschnitt besitzen.

Null- und Erdleiter müssen gleichen Aufbau und gleiche Isolation wie die übrigen Polleiter aufweisen und müssen auf der ganzen Länge so gekennzeichnet sein, dass sie unter sich und von den Polleitern deutlich unterschieden werden können.

## Bleimantelwanddicken

Tabelle IV

Nenn- quer- schnitt [mm <sup>2</sup> ]	Wanddicken [mm]													
	1adrig		2adrig		3adrig		4adrig		5adrig		6adrig		7adrig	
	Minimal- wert	Richt- wert <sup>1)</sup>												
1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1
1,5	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1
2,5	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1
4	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2
6	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2
10	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3
16	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4

B. Für alle übrigen Ausführungen														
Nenndurchmesser unter Bleimantel [mm]		Wanddicken [mm]												
		Minimalwert						Richtwert <sup>1)</sup>						
0...12							1,0							1,1
über 12...16							1,1							1,2
über 16...20							1,2							1,3
über 20...23							1,3							1,4
über 23...26							1,4							1,5
über 26...29							1,4							1,6
über 29...32							1,5							1,7

<sup>1)</sup> Diese Richtwerte sind nicht verbindlich, werden aber bei der Prüfung des Aufbaues des Leiters nach Ziff. 5.2 festgestellt.

## 3 Besondere Bestimmungen

Die Kurzzeichen der Kabel sind in Tabelle V angegeben.

Kurzzeichen der Kabel

Tabelle V

Papierbleimantelkabel														
a) mit nacktem Bleimantel . . . . .	PPb													
b) mit imprägnierter Jutebespinnung . . . . .	PPbJi													
c) mit Armierung . . . . .	PPba													
d) mit korrosionsfestem Thermoplastmantel . . . . .	PPbTc													
Es bedeuten:														
J Jute	a armiert													
P Papier	c korrosionsfest													
Pb Blei	i imprägniert													
T Thermoplast														

## 3.1 Steife Ein- und Mehrleiter

Querschnitte 1...16 mm<sup>2</sup>; Leiterseele Kupfer oder Aluminium; Prüfspannung 4000 V

Bei Einleitern ist die Seele derart mit imprägniertem Papier umwickelt, dass dieses eine Schicht von mindestens der in Tabelle II angegebenen Dicke bildet. Bei Mehrleitern sind die isolierten Seelen mit Füllmaterial versiebt und gemeinsam mit imprägniertem Papier umwickelt.

Über der Isolationsschicht liegt ein wasserdichter nahtloser Bleimantel. Wanddicke siehe Tabelle IV.

## 3.1.1 Mit nacktem Bleimantel PPb

## 3.1.2 Mit imprägnierter Jutebespinnung PPbJi

Über dem Bleimantel liegt eine Umhüllung aus imprägniertem Papier und darüber eine imprägnierte, geschlossene Jutebespinnung.

## 3.1.3 Mit Armierung PPba

Über dem Bleimantel liegen eine Umhüllung aus imprägniertem Papier, eine imprägnierte, geschlossene Jutebespinnung, die Eisenbandbewehrung und eine weitere imprägnierte, geschlossene Jutebespinnung. Anstelle der Eisenbandbewehrung kann auch eine Bewehrung aus einer geschlossenen Lage Draht angebracht werden.

## 3.1.4 Mit korrosionsfestem Thermoplastmantel PPbTc

Über dem Bleimantel liegt ein korrosionsfester Thermoplastschlauch. Wanddicke siehe Tabelle III. Der Thermoplastschlauch muss den Materialanforderungen der Sicherheits-Vorschriften für Leiter mit thermoplastischer Kunststoffisolation (Publ. Nr. ... des SEV) entsprechen.

## 3.2 Von Ziff. 3.1 abweichende Kabel

Kabel, die entweder einen grösseren Querschnitt, als in diesen Vorschriften festgelegt ist, oder einen anderen Aufbau als aus Ziff. 3.1 hervorgeht, aufweisen, haben den besonderen Anforderungen der Installationstechnik zu genügen. Diese Kabel müssen den Bestimmungen der Hausinstallationsvorschriften (Publ. Nr. 152 des SEV) entsprechen, einen der in diesen Vorschriften erwähnten Querschnitte aufweisen und alle von den übrigen Kabeltypen 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 Eidg. Starkstrominspektorat das für solche Kabel 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: Probestück A: Kabelstück von 8 m Länge  
Nachprüfung: Probestück C: Kabelstück von 7 m Länge

Die Verwendung der Probestücke A bzw. C ist aus Fig. 1 ersichtlich. Bei den Kabeltypen, 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 Wanddicke am Anfang und am Ende des Ringes erfolgt.

Die Probestücke A werden durch die Technischen Prüfanstalten des SEV (TP) vom Fabrikanten, die Muster C 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 zwei Teilen:

## 4.3.1 Der Besichtigung der Prüfeinrichtung der Fabrik

Die Prüfeinrichtung der Fabrik muss derart beschaffen sein, dass Prüfungen nach diesen Vorschriften ausgeführt

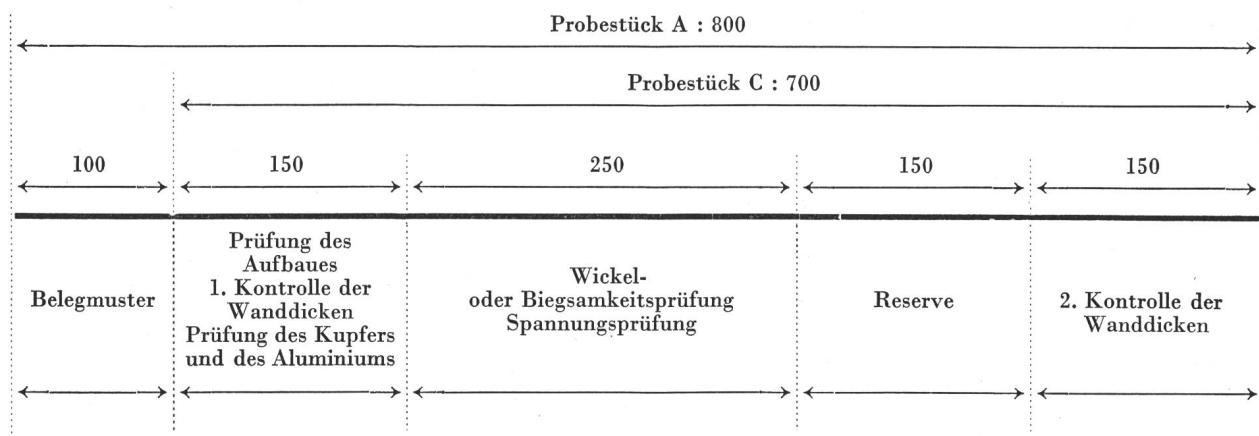


Fig. 1  
Aufteilung der Probestücke A und C für die Prüfungen  
Masse in cm

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 Prüfungen an Probestücken A nach Ziff. 4.5 (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 am Isolierstoff entsprechende Sonderprüfungen durchführen und für diese Mindestanforderungen festlegen.

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

- a) die Art als Einleiter und als Mehrleiter;
- b) die Art mit der kleinsten Wanddicke der die Seele umgebenden Isolation und eine weitere Art mit einer andern Wanddicke.

Die TP bewahren von dem Probestück A jedes Musters, welches die Annahmeprüfung bestanden hat, ein 1 m langes Stück so lange auf, als die Bewilligung, Material in Verkehr zu bringen, für den betreffenden Kabeltyp gilt.

#### 4.4 Periodische Nachprüfungen

Die periodischen Nachprüfungen bestehen aus zwei Teilen:

##### 4.4.1 Prüfungen an Probestücken C nach Ziff. 4.5 (siehe Fig. 1)

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

##### 4.4.2 Kontrolle der Prüfprotokolle der laufenden Fabrikation sowie der Prüfeinrichtung

Die Kontrolle der Prüfprotokolle der laufenden Fabrikation sowie der Prüfeinrichtung 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 Kabels wird nach Tabelle VI vorgenommen. Ein Kabel entspricht den Vorschriften nur dann, wenn es sämtliche Prüfbestimmungen erfüllt.

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

Wenn ein Kabel eine dieser Teilprüfungen nicht bestanden hat, so wird diese und die vorangehenden Prüfungen, welche

diese Teilprüfungen beeinflussen können an einem weiteren Muster wiederholt.

#### An den Leitern auszuführende Prüfungen

Tabelle VI

Vgl. Ziff.	Art der Prüfungen	Probekörper	
		Annahme- prüfung	Nach- prüfung
5.1	Prüfung des Kupfers und des Aluminiums . . . . .	A	C
5.2	Prüfung des Aufbaues der Kabel . . . . .	A	C
5.3	Wickelprüfung . . . . .	A	C
5.4	Spannungsprüfung . . . . .	A	C

#### 5 Beschreibung der Prüfungen

##### 5.1 Prüfung des Kupfers und des Aluminiums

Dieser Prüfung werden alle Probekörper 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  $\alpha_1$  den Temperaturkoeffizienten bei der Ausgangstemperatur  $t_1$  bedeutet.  $\alpha_1$  stellt die Widerstandsveränderung pro 1 °C und 1 Ω bei einer Temperatur  $t_1$  dar und wird aus folgender Formel bestimmt:

$$\alpha_1 = \frac{1}{234,45 + t_1} \quad \text{für Kupfer} \quad \alpha_1 = \frac{1}{230 + t_1} \quad \text{für Aluminium}$$

Für  $\alpha_1$  ergeben sich für die Temperatur  $t_1$  folgende Werte:

$t_1$ Messtemperatur	$\alpha_1$ für Kupfer	$\alpha_1$ 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 ( $A_w$  in  $\text{mm}^2$ ) wird aus dem Widerstand ( $R$  in Ω) und der Länge ( $l$  in m) eines 1 m langen Leiterstückes unter Zugrundelegung der in Ziff. 2.5.1 b) für Kupferleiter bzw. Ziff. 2.5.2 b) für Aluminiumleiter für die Leitfähigkeit

$$\gamma \left[ \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right]$$

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.

#### Bemerkung:

Die Bestimmung des Widerstandes kann mit der Thomschonschen 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 Kabelstückes aus der Länge und dem Gewicht, unter Zugrundelelung 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. Für die Zerreissprobe ist die Isolation zu entfernen.

#### 5.2 Prüfung des Aufbaus der Kabel

Die Prüfung des Aufbaus der Kabel wird nach den Ziff. 2.2...3.1 vorgenommen.

Die Dicke der Isolationsschicht der einzelnen Adern und der gemeinsamen Papierisolation gemäss Tabelle II wird durch Summation der Dicke der einzelnen Papierlagen ermittelt.

Die Bestimmung der Wanddicke der Schutzmäntel erfolgt an je einem dem Anfang und dem Ende des Probestückes entnommenen ca. 140 cm langen Stück. 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 und IV angegebenen Werte nicht unterschreiten. Der Mittelwert der dabei erhaltenen Messwerte wird als Richtwert betrachtet.

Zur Messung der Wanddicke des Thermoplastschlauches beim Typ PPbTc 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. metallischen Umhüllungen müssen die bei der Montage vorkommenden mechanischen Beanspruchungen aushalten. Die Kabel werden deshalb der nachfolgenden Wickelprüfung unterzogen.

Ein 250 cm langes, den Probestücken A bzw. C entnommenes Kabelstück wird während mindestens 24 h bei ca. 20 °C gelagert und anschliessend bei dieser Temperatur Windung an Windung auf einen Dorn mit dem 6fachen Kabeldurchmesser aufgewickelt. Dabei dürfen die Fäden der Umflechtung oder Bespinnung bzw. der Metallmantel nicht reißen.

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

#### 5.4

#### Spannungsprüfung

Die Spannungsprüfung wird an Probestücken A bzw. C durchgeführt, nachdem diese der Wickelprüfung unterworfen wurden.

Die der Wickelprüfung unterzogenen Abschnitte werden in aufgewickeltem Zustand, 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 min geprüft.

Der Spannungsanstieg muss ca. 250 V/s betragen. Der Effektivwert der Prüfspannung beträgt 4000 V.

## Bericht und Antrag der Rechnungsrevisoren des SEV an die Generalversammlung 1958

Die beiden Rechnungsrevisoren haben die der Generalversammlung vorgelegten Abschlusszahlen mit der Buchhaltung verglichen und in Ordnung befunden. Sie nahmen Einsicht in die ausführlichen Berichte der Treuhändern über die vorgenommenen Buchprüfungen. Die umfangreichen Bauarbeiten sind nun zu Ende geführt worden, und es wurde im Berichtsjahr den Mitgliedern Gelegenheit geboten, die Neubauten zu besichtigen. Durch die Erhöhung der Mitgliederbeiträge stehen in Zukunft die nötigen Mittel für die Erfüllung der Vereinsaufgaben zur Verfügung. Die Technischen Prüfanstalten zeigten ein erfreuliches Ergebnis und tragen durch er-

höhte Mietzinse an die grösser gewordenen Ausgaben in angemessener Weise bei.

Allen Stellen, welche sich um die Erweiterung und Erneuerung der Vereins-Gebäude und -Einrichtungen bemüht haben, gebührt der Dank der Mitglieder.

Wir beantragen der Generalversammlung Abnahme der Rechnung und Entlastung des Vorstandes.

Zürich, 13. August 1958

Die Rechnungsrevisoren:  
Ch. Keusch Hans Tschudi

Dieses Heft enthält die Zeitschriftenrundschau des SEV (52...55)

**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.