

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 26 (1935)  
**Heft:** 9  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 04.04.2026

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

Viele Besucher der Messe interessieren sich für die Wolframfabrikation, die auf einer Tafel illustriert wird, und zwar von der Wolframsäure bis zum feinsten Leuchtdraht von  $\frac{1}{100}$  mm. Die Gloria-Glühlampenfabrik ist das einzige Unternehmen, welches den Wolframdraht in der Schweiz herstellt.

Als weitere Ausstellerin von Glühlampen ist die Glühlampenfabrik Fribourg zu erwähnen.

Die Werbung durch Lichtreklame wird in den Ständen der Firmen Lero A.-G., Bern; Lichtreflex A.-G., Basel; Kisslig Ernst, Bern; Tobler Jakob, Zürich, und Suisneon A.-G., Basel, demonstriert.

Dieser Bericht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, weder in bezug auf Aussteller noch in bezug auf ausgestellte Gegenstände. Genaue Auskunft hierüber gibt der Messekatalog. Wir wollten nur einen ungefähren Ueberblick über das Fabri-

Im Stand der Firma Fratelli Pagani, Mendrisio, sind verschiedene Taschenlampen, Traglampen und Fahrradlampen zu sehen.

Zum Schlusse erwähnen wir noch die Aussteller von Oelfeuerungsanlagen, zu deren Betrieb die Elektrizität Verwendung findet. Es sind dies die Firmen Cuénod, Genève; Feuerungsbau A.-G., Zürich; Six Madun-Werke, Sissach; Ruegger & Co., Küsnacht (Zürich); Stereo-Handels A.-G., Basel; Oertli, Zürich; S. A. d'Interrupteurs et Commutateurs automatiques, Lausanne; Schelker & Tanner, Basel; Bachmann & Co., Basel; Brevo A.-G., Horgen; Oelheizungs A.-G. Flexflam, Zürich.

kationsprogramm und den heutigen Stand der schweizerischen Elektroindustrie geben. Auf die Illustrierung des Berichtes mussten wir aus Platz- und Zeitmangel verzichten.

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Dachankereinbindung für Ortsnetze.

Von Ph. Müller, Strassburg i. E.

621.315.654

#### I. Allgemeines.

Aus ästhetischen Gründen werden Freileitungs-Ortsnetze oft auf Dachständern gebaut, die aus Gasrohr von 2 bis  $3\frac{1}{2}$  Zoll bestehen. Der Abstand des untersten Drahtes der Freileitung vom Dach ist durch die Bundesverordnung über Starkstromanlagen, § 108, auf 1,8 m festgesetzt, wodurch ebenfalls die minimale Höhe der Dachständer bestimmt ist. Wegen der begrenzten Festigkeit der Dachstühle und auch aus ökonomischen Gründen werden Dachständer von allzu gros-

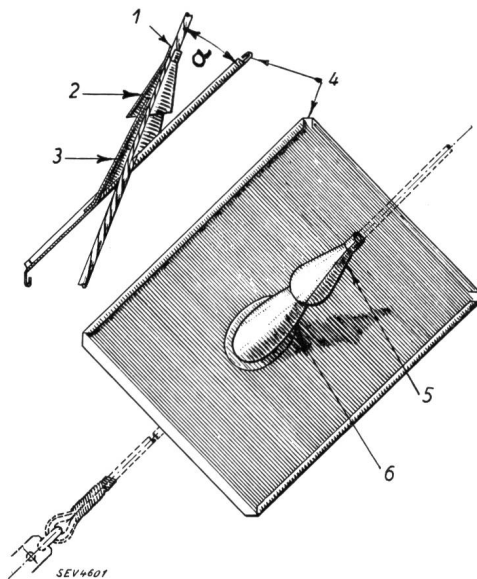


Fig. 1.

Kegelförmige Dachankereinbindung, die schlechte Resultate ergab.

- 1 Lötung nach Montage. 3, 6 Unterer Kegel.  
2, 5 Oberer Kegel. 4 Einführungsplatte.

sem Durchmesser vermieden, dafür werden die Dachständer aber oft durch einen oder mehrere Anker verstärkt, die meistens am Dach montiert sind und die Dachbedeckung aus Ziegeln oder Schiefer durchdringen. An allen Punkten, an denen das Ortsnetz einen Winkel oder einen Abzweig bildet, wird der Dachständer verankert. Die Länge des Dachankers über dem Dach beträgt in der Regel mehr als 2 m. Die Regenmenge, welche auf den Dachanker fällt, an diesem entlang läuft und in das Dach einzudringen sucht, ist bedeutend. Bei undichter Dachankereinbindung werden durch das Regen-

wasser an Zimmerdecken usw. Schäden verursacht, die vom Besitzer des Ortsnetzes repariert oder vergütet werden müssen und dadurch Unkosten verursachen. Es ist also wichtig, dass die Dachankereinbindungen absolut dicht sind.

#### II. Die kegelförmige Einbindung.

Die bisher am meisten verwendete, kegelförmige Dachankereinbindung besteht gemäss Fig. 1 aus der Einführungsplatte und dem unteren und oberen Einführungskegel. Der untere Kegel ist an die Einführungsplatte und der obere Kegel an das Dachankerseil angelötet. Der Einführungswinkel  $\alpha$ , der durch das Ankerseil und das Dach gebildet

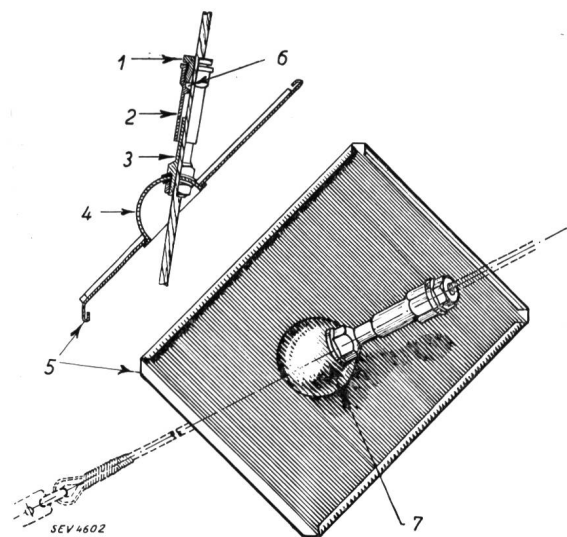


Fig. 2.

Dachankereinbindung mit Halbkugel und Stopfbüchse, die sehr gute Resultate ergab.

- 1 Press-Schraube } Stopfbüchse 4, 7 Halbkugel.  
2 Oberer Schaft } 5 Einführungsplatte.  
3 Unterer Schaft. 6 Abdichtung durch Hanf und Mennig.

wird, ändert sich von Anker zu Anker. Es ist deshalb erforderlich, die Dachankereinbindung dem jeweiligen Dachankereinführungswinkel am Platze anzupassen. Dieses Anpassen und besonders das Löten am Platze machen die Montage der kegelförmigen Dachankereinbindung umständlich. Ausserdem ist es trotz aller Sorgfalt beim Anlöten des oberen Kegels am Ankerseil schwer möglich, das Durchsickern des Regenwassers, das zwischen den Litzenstrahlen des Ankerseiles dem Seil entlang fliesst, durch die Dachankereinbindung zu verhindern.

Das Löten am Platze, das in vielen Fällen brandgefährlich ist (Heu oder Stroh in Scheunen usw.) kann wohl vermieden werden, indem man in der Werkstatt Dachankereinbindungen in grösserer Zahl für verschiedene Einführungswinkel herstellt, diese an die Baustelle transportiert und dort für jeden Dachanker diejenige Einbindung auswählt, deren Einführungswinkel demjenigen des jeweils zu montierenden Dachankers entspricht. In der Regel hat man jedoch bei diesem Verfahren die genau passende Einbindung trotz grosser Auswahl an der Baustelle doch nicht zur Hand, so dass letzten Endes doch Einbindungen montiert werden, deren Einführungswinkel nicht dem tatsächlich vorhandenen entspricht und die daher nach kurzer Zeit durch die Vibrationen des Ankerseils zerreißen und undicht werden. Der obere Einführungskegel könnte am Ankerseil mit einer Schelle angeklemt, statt angelötet werden. Man wird jedoch feststellen, dass das Regenwasser, das zwischen den Litzendrähten am Ankerseil entlang fliesst, durch die Einbindung durchsickert, trotzdem die Befestigungsschelle des oberen Einführungskegels fest angezogen ist.

III. Die neue Einbindung.

Diese Nachteile werden durch die in Fig. 2 abgebildete Dachankereinbindung mit Halbkugel und Stopfbüchse vermieden. Diese Einbindung unterscheidet sich von der in Fig. 1 abgebildeten kegelförmigen Einbindung prinzipiell dadurch, dass der untere Einführungskegel durch eine Halbkugel mit unterem Einführungsschaft und der obere Einführungskegel durch den oberen Einführungsschaft mit Stopfbüchse ersetzt ist. Der untere Einführungsschaft wird am Platze in Richtung des Ankerseils an der Halbkugel montiert. Um diese Montage entsprechend dem Einführungs-

winkel des jeweils zu montierenden Ankers durchzuführen, wurde anfänglich eine besondere Schablone verwendet, mit welcher derjenige Punkt an der Halbkugel bestimmt wurde, durch welchen die Längsachse des Ankerseils hindurchführt. Diese Schablone hat sich jedoch in der Praxis mit der Zeit als überflüssig erwiesen, da sich der genannte Punkt an der Halbkugel durch eine an Stelle des definitiven Ankerseils provisorisch gespannte Schnur leicht festlegen lässt.



Fig. 3. Dachankereinbindung auf Ziegeldach.

In die Stopfbüchse wird etwas Hanf und Mennige eingeführt. Letzteres wird durch Anziehen der Press-Schraube zwischen die Litzendrähte des Ankerseils so lange hineingepresst, bis es am Eintritt des Ankerseils in die Press-Schraube hervorquillt. Auf diese Weise wird bestimmt das

Durchsickern des Regenwassers zwischen den Litzendrähten verhindert.

Mehrere Tausend der neuen Dachankereinbindung mit Halbkugel und Stopfbüchse sind im Elsass seit etlichen Jahren zur vollen Zufriedenheit aller Interessenten montiert (im Versorgungsgebiet der Electricité de Strasbourg allein ungefähr 12 000 Stück). Fig. 3 zeigt eine solche auf Ziegeldach ausgeführte Dachankereinbindung.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Die von der Ultrastrahlung erzeugte elektrische Leitfähigkeit der unteren Atmosphäre.

537.59 : 621.396.812

Als «untere» Atmosphäre wird das Gebiet von etwa 2 bis 70 km Höhe bezeichnet, in welchem die Ionisierung der Luft in erster Linie durch die Ultrastrahlung zustande kommt, während unterhalb, am Boden, die radioaktive Boden- und Luftstrahlung dafür massgebend ist, und oberhalb, in den Heavyside-Schichten, hauptsächlich das ultraviolette Licht der Sonne die Ionisierung bewirkt.

Als Grundlage dienen die Messungen des Intensitätsverlaufes der Ultrastrahlung in der unteren Atmosphäre von E. Regener, W. Kolhörster, A. Piccard und M. Cosyns, R. A. Millikan und J. S. Bowen. Aus dem Intensitätsverlauf der Ultrastrahlung können auf die Eigenschaften der Ultrastrahlung Schlüsse gezogen werden; Zusammenhänge müssen beispielsweise auch zwischen der Ionisierung der Atmosphäre durch die Ultrastrahlung und der Ausbreitung langer Radiowellen bestehen. Bezüglich der Frage, was eigentlich in den Ionisationskammern gemessen und als Intensität der Ultrastrahlung bezeichnet wird, haben H. Kulenkampf und L. H. Gray gezeigt, dass man den Strom der Elektronen misst, die, gleichgültig, ob sie primär oder sekundär, negativ oder positiv sind, von allen Seiten die Ionisationskammer durchdringen. Diese Elektronen haben Reichweiten von 1 km Normalluft bis viele 100 km Normalluft, je nach der Härte der Strahlen. Infolgedessen spielen die wenigen in den Wänden der Ionisationskammer ausgelösten Sekundärstrahlen bei den benutzten Anordnungen keine Rolle gegenüber den Sekundärstrahlen, welche in dem grossen Volumen der umgebenden Luft ausgelöst werden und ebenfalls die Ionisationskammer durchdringen. Aus der Intensität  $J$ , gemessen durch die Anzahl der Ionenpaare  $J$ , welche in der Kammer bei 1 Atm. Luft im  $\text{cm}^3$  und in der Sekunde erzeugt werden, ergibt sich die Ionisierungsstärke  $q$  der Ultrastrahlung in der freien Atmosphäre durch Umrechnung mit dem Dichteverhältnis nach der Beziehung

$$q_p = \frac{\rho_p}{\rho_{\text{Kammer}}} \cdot J \left[ \frac{\text{Ionenpaare}}{\text{cm}^3 \cdot \text{s}} \right]$$

wobei der Index  $p$  den Druck in der jeweiligen betrachteten Höhe  $h$  bedeutet. Die Intensität der Ultrastrahlung wurde als Funktion des Luftdruckes gemessen. Es wird also zur Umrechnung noch die Temperatur benötigt. Diese ist jedoch

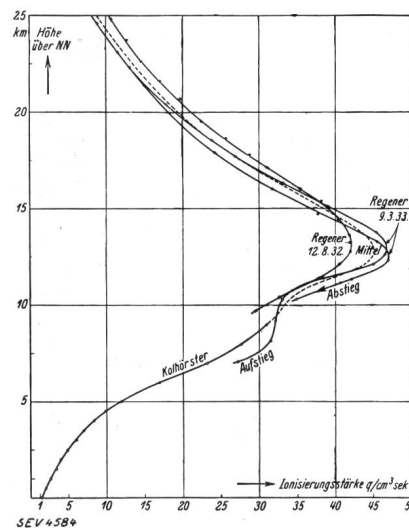


Fig. 1.

Der Verlauf der Ionisierungsstärke  $q$  der Ultrastrahlung mit der Höhe in der freien Atmosphäre.

Ionisierungsstärke  $q$  ausgedrückt durch die Zahl der Ionenpaare, welche die Ultrastrahlung in der freien Atmosphäre im  $\text{cm}^3$  pro Sekunde bildet.

nur für die beiden Aufstiege von E. Regener vom 12. August 1932 und vom 9. März 1933 bekannt. Die Zahlenwerte, die sich aus diesen Messungen ergeben, sind in Fig. 1 eingetragen, und zwar als Abszisse die Ionisierungsstärke  $q$  ausgedrückt durch die Zahl der Ionenpaare, welche die Ultrastrahlung

lung in der freien Atmosphäre im  $\text{cm}^3$  pro Sekunde bildet, und als Ordinate die berechnete Höhe in km.

Das auffallendste Merkmal der Kurven, das sich aber auch bei allen anderen gemessenen Intensitätskurven findet, ist die klare Ausbildung eines *Maximums der Ionisierungsstärke*  $q$  in einer Höhe von 13 km. Die Ionisierungsstärke erreicht dort den Wert  $q_{\text{max}} = 45$  Ionenpaare/ $\text{cm}^3 \cdot \text{s}$ . Dieses Maximum kommt folgendermassen zustande: In grossen Höhen ist die Intensität der Ultrastrahlung noch wenig geschwächt, aber die Dichte der durchstrahlten Luft gering, so dass nur wenige Ionenpaare gebildet werden, während in geringerer Höhe die Dichte wohl gross, aber die Strahlung schon so geschwächt ist, dass die Ionisation wieder klein wird. Dazwischen bildet sich das Maximum der Ionisierung.

Damit ist gezeigt, dass in der Erdatmosphäre ausser den *Kennelly-Heaviside-Schichten* mit ihren maximalen Ionendichten in etwa 100 km Höhe und darüber auch noch eine Ultrastrahlungsschicht vorhanden ist, die jedoch wegen des grösseren Durchdringungsvermögens der Ultrastrahlung weit näher an der Erdoberfläche liegt. Der wesentliche Unterschied beider Schichten besteht darin, dass die *Heaviside-Schicht* etwa  $10^4$  freie Elektronen, die Ultrastrahlungsschicht aber maximal  $10^4$  Ionenpaare im  $\text{cm}^3$  enthält. Die Ultrastrahlungsschicht hat also keinen Einfluss auf die kurzen Radiowellen, sondern sie kann nur die Ausbreitung der langen Radiowellen beeinflussen.

In Fig. 2 ist noch der Ionengehalt und die elektrische Leitfähigkeit der Ultrastrahlungsschicht als Funktion der Höhe über dem Erdboden aufgetragen.

Der Ionengehalt  $n$  pro  $\text{cm}^3$  wurde berechnet aus  $n = \sqrt{\frac{q}{\alpha}} \text{ cm}^{-3}$ , wobei  $\alpha$  der dem Druck proportionale Wiedervereinigungskoeffizient ist. Die elektrische Leitfähigkeit  $\lambda$  pro Ohm und cm folgt aus  $\lambda = n \cdot \epsilon \cdot v \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ , wo  $\epsilon$  die Elementarladung  $1,59 \cdot 10^{-19}$  Coulomb und  $v$  die Summe der Ionenbeweglichkeiten in  $\text{cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  bedeuten. Die Ionenbeweglichkeiten sind umgekehrt proportional dem Druck. Jedoch zeigen die negativen Ionen bei einem Druck unter 100 mm Hg Abweichungen hiervon, weil bei diesen geringen Drucken Elektronen frei bestehen können.

An dem Resultat von *H. Benndorf*, dass die Ultrastrahlung als Ionisationsquelle der *Heaviside-Schicht* bei Nacht massgebend sei, kann nach diesen Ergebnissen nicht mehr festgehalten werden. Die nächtliche Leitfähigkeit ist offenbar

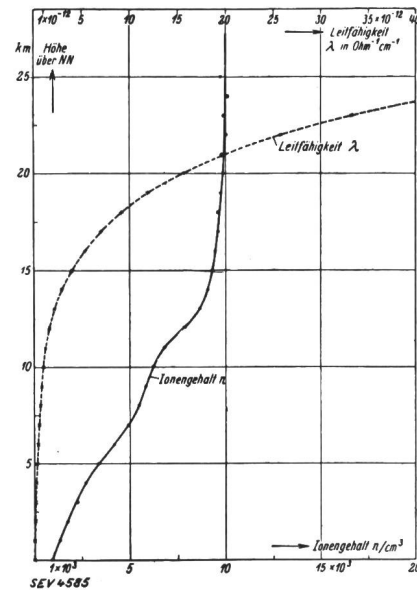


Fig. 2.

Darstellung des Ionengehaltes und der elektrischen Leitfähigkeit der Ultrastrahlungsschicht in Abhängigkeit von der Höhe über dem Erdboden.

wegen der bei niedrigem Druck geringen Wiedervereinigung der Ionen lediglich eine Nachwirkung der von der Sonne herrührenden Ionisation während des Tages. — (Ernst Lenz, Z. Hochfrequenztechn. u. Elektroakustik Bd. 43 (1934), Nr. 2, S. 47. Vortrag, gehalten in der Schweiz. Physikalischen Gesellschaft in Aldorf 1933.) *H. B.*

## Literatur. — Bibliographie.

389.6(43) : 621.3

Nr. 1048

**Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE).** Herausgegeben durch die Geschäftsstelle des VDE. Zwanzigste Auflage. Nach dem Stande am 1. Januar 1935. 1325 S., A5, zahlreiche Fig. und Tab. Im Verlag des VDE, Berlin 1935. Preis in Leinen mit Daumenregister RM. 16.20 (VDE-Mitglieder RM. 14.60).

Diese neue Auflage des «freiwilligen Gesetzbuches der deutschen Elektrotechnik» schliesst sich in Aufbau und Ausstattung eng an die vorhergegangene an, deren Neuerungen — systematische Gruppeneinteilung nach den bleibenden Arbeitsnummern, Leitkartons, Dünndruckpapier usw. — sich bewährt haben, so dass sie unverändert beibehalten werden konnten. Hingegen haben sich bedeutende inhaltliche Änderungen ergeben, wie es bei einem solchen Werk, das den Fortschritten von Wissenschaft und Technik folgen muss, nicht anders sein kann. Es sind nun 108 VDE-Arbeiten in diesem Band zusammengefasst, wovon rund ein Drittel zum erstenmal aufgenommen, neu bearbeitet oder seit der vorhergegangenen 19. Auflage — die 1933 erschien — mehr oder weniger stark geändert worden sind. Wenn sich der Umfang des Bandes trotzdem um nur 50 Seiten vermehrte, so ist dies dem überall bei den neuen Arbeiten zutage tretenden Streben nach strafferer Fassung zu danken, das indes die nötige Klarheit und Eindeutigkeit der Vorschriften keineswegs eintrübt. In grossem Masse ist auch von der Zusammenfassung des Materials in Tabellen und — besonders in den neuen Leitsätzen zur Rundfunkentstörung — von schematischen Zeichnungen Gebrauch gemacht, die die Anschaulichkeit weiter erhöhen und die Auffassung des Textes erleichtern.

Neben dem Vorschriftenbuch des SEV, das in der Schweiz jeder, der in irgendeinem Zweige der Elektrotechnik tätig ist — in der Fabrikation oder der Energieversorgung, dem Handel oder der Installation — braucht, kann das VDE-Vorschriftenbuch sehr nützlich sein, besonders in den ziemlich häufigen Fällen, wo SEV-Vorschriften nicht bestehen.

621

Nr. 1043

**VDI-Jahrbuch 1935: Die Chronik der Technik.** 183 S., A5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7. Preis: brosch. RM. 3.50 (VDI-Mitglieder RM. 3.15).

Dieses Jahrbuch enthält die Quintessenz der technischen Literatur aus dem Jahre 1934 in Form von prägnant gefassten Uebersichtsberichten, welche den gegenwärtigen Stand der Entwicklung von 68 Einzelgebieten der Technik angeben. In etwa 2000 Randnoten werden rund 5000 Zeitschriften- und Buchveröffentlichungen erschlossen. Ein Sachwortverzeichnis erleichtert das Auffinden von Gesuchten. Die Elektrotechnik wird auf 8 Seiten behandelt, und zwar das Kapitel «Energie-Gewinnung und -Umformung» von R. Richter, Karlsruhe, «Energiefortleitung» von H. Probst, Berlin, und «Elektrizitätsverbrauch» von A. Petri, Berlin. Das Werk basiert stark auf der anerkannt umfassenden deutschsprachigen Literatur; die wichtigsten fremdsprachigen Veröffentlichungen sind aber auch berücksichtigt. Dieses VDI-Jahrbuch ist für alle technisch Tätigen und für alle, die mit der Technik in Berührung kommen, von grossem Nutzen.

621.398.2

Nr. 536

**Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe.** Von *Manfred Schleicher*. 238 S., 16,5 × 24 cm, 155 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin 1932. Preis: RM. 19.50; geb. RM. 21.—.

Die wachsende Ausdehnung der Elektrizitätswerke und ihre Verkoppelung zwingt mehr und mehr zur Zusammenfassung der Betriebsleitung in wenige Kraftwerke, welche u. a. auch speziell die Lastverteilung zu besorgen haben. Lange Zeit war das Telephon das einzige Verständigungsmittel zwischen diesen Zentralstellen und den zugehörigen Kraft- und Unterwerken. Die Notwendigkeit der fortlaufenden Kontrolle des Schaltzustandes und einzelner Betriebsgrößen wie Spannung und Leistung zwang jedoch bald zur Anwendung vollkommenerer Uebertragungsmethoden, die zum Teil erst entwickelt werden mussten. Man hatte zwar schon gelernt, in den Kommandoräumen oder Schaltwarten der grossen Kraft- und Unterwerke die Steuerung der zahlreichen Apparate und die sämtlichen Messinstrumente zu zentralisieren. Man hatte also dort schon, bei Distanzen bis zu einigen hundert Metern zwischen gesteuertem Apparat und dem zugehörigen Steuerschalter, eine Art Fernsteuerung und Fernmessung eingeführt. Dabei waren aber für jeden Vorgang und jeden Apparat eine ganze Anzahl Drähte nötig; für die Steuerung eines einzigen Schalters zum Beispiel brauchte es fünf Drähte.

Bei den Zentralstellen von ganzen Netzen handelt es sich aber um Distanzen, die in Kilometern gemessen werden und Werte bis zu 100 km erreichen können. Es ist klar, dass die bisherigen Vielladersteuerungen verlassen werden mussten. Es wurden hierfür in Zusammenarbeit mit den Schwachstromingenieuren besondere Fernsteuer- und Fernmeßsysteme entwickelt. Um Missverständnissen vorzubeugen, müssen hier zwei Begriffsbestimmungen eingeschaltet werden: Unter Fernsteuerung soll die Steuerung eines Apparates verstanden werden, wenn *leitungssparende Mittel angewendet* worden sind. Ebenso versteht man unter Fernmessung die Fernübertragung einer Messgröße unter Benützung einer Hilfsgröße, in welche die Messgröße umgewandelt wird. Durch diese Definitionen scheint uns der Unterschied zwischen den Ortssteuerungen und -Messungen mit den Fernmess- und Fernsteueranlagen am besten festgelegt. Ausser diesen zwei Operationen verlangt die zentralisierte Betriebsführung aber auch die Fernzählung, d. h. die Uebertragung und Summierung von Zählerständen und die Fernregulierung.

Das Buch von Schleicher war das erste, welches dieses weitläufige Gebiet des Fernwirkens zusammenfassend behandelt. Aus dem Born seiner grossen Erfahrung schöpfend, gibt der Verfasser hier eine gute Uebersicht, die speziell dem Betriebsleiter und Werkingenieur erlauben wird, sich in diesem Grenzgebiete zurechtzufinden. Er hat jedem Kapitel allgemeine Erwägungen vorangestellt, die wertvolle Hinweise enthalten, vielleicht aber die Straffheit des ganzen etwas beeinträchtigen. Auch die Definitionen könnte man heute, drei Jahre nach Erscheinen des Buches, vielleicht kürzer und schärfer geben. Das Buch richtet sich speziell an die Starkstromingenieure. Wir glauben daher, dass es sich lohnen würde, hier die den Schwachstromtechnikern eigene Art der Aufzeichnung der Schaltschemata etwas näher zu behandeln, da man erfahrungsgemäss ohne diese Methode nicht tiefer in die Probleme des Fernwirkens eindringen kann. Während der Starkstromingenieur im allgemeinen seine Schaltbilder gewissermassen möglichst geographisch, d. h. örtlich richtig aufzeichnet (wobei die Kontakte eines Apparates bei der Wicklung desselben angegeben sind), zeichnet sein Kollege vom Schwachstrom jeden Stromkreis stark vereinfacht für sich auf. Die Zugehörigkeit von Kontakten und Wicklungen wird dabei nur durch Buchstaben und Indizes gekennzeichnet. Im Zusammenhang mit den Fernwerkssystemen behandelt der Verfasser in gründlicher Weise auch die Leuchtschaltbilder und die Lastverteilanlagen.

Wenn auch zur Zeit infolge der wirtschaftlichen Depression und des Ueberangebotes an Arbeitskräften die Bestrebungen zur Rationalisierung und Zentralisierung der Werkebetriebe etwas nachgelassen haben, wird für jede einzelne

Unternehmung doch einmal der Zeitpunkt kommen, wo die nötig werdende Unkostensenkung zum Studium der Probleme der Automatik und des Fernwirkens drängt.

Das vorzügliche Buch sei deshalb allen Werkingenieuren aufs beste empfohlen.

*Puppikofer.*

621.313.

Nr. 976

**Die elektrischen Maschinen.** Band III. Berechnung und Bemessung. Von *M. Liuschitz*. 409 S., 16 × 23 cm, 307 Fig. Verlag: B. G. Teubner, Leipzig 1934. Preis: geb. RM. 22.50.

Von diesem Werke sind bisher Band I «Allgemeine Grundlagen»<sup>1)</sup> und Band II «Konstruktion und Isolierung»<sup>2)</sup> erschienen. Der nun vorliegende Band III «Berechnung und Bemessung» behandelt zuerst die Berechnung des magnetischen Kreises, der Streuung, der Verluste und der Erwärmung, also Dinge, die verschiedenen Maschinen gemeinsam sind. Unter dem Titel «Geometrische Oerter» folgt eine mathematische Behandlung des Kreisdiagrammes der Asynchronmaschine. Dann schliessen die Bemessung des Transformators, der Asynchronmaschine, der Synchronmaschine, der Gleichstrommaschine, des Einankerumformers und der Wechselstrom-Kommutatormaschinen an. Den Anhang bilden ein Verzeichnis der Formelzeichen, ein sehr reichhaltiges Literaturverzeichnis und ein Sachverzeichnis.

In zahlreichen Tabellen und graphischen Darstellungen enthalten die verschiedenen Abschnitte ein überraschend vollständiges Zahlenmaterial. Als Oberingenieur der Siemens-Schuckert-Werke war der Autor offenbar in der Lage, aus dem umfassenden Erfahrungsschatze einer Grossfirma zu schöpfen. Einige kleine Versehen muss man der raschen Aufeinanderfolge der einzelnen Bände zugute halten.

Das den beiden vorangehenden Bänden gependete Lob gilt auch für den dritten Band: Der Autor und seine Mitarbeiter haben aus dem heute so weiten Gebiete der elektrischen Maschinen alles Wesentliche in einem vom Verlage vorzüglich ausgestatteten Werke kurz und übersichtlich zusammengestellt.

*Max Landolt.*

621.313.047

Nr. 1000

**Kohlebürsten, zugleich eine Darstellung des veränderlichen Verhaltens der Stromwendung bei Gleichstrommaschinen.** Von *J. Neukirchen*. 142 S., 17 × 25 cm, 35 Fig., 12 Tafeln. Verlag: R. Oldenbourg, München und Berlin, 1934. Preis: RM. 6.80.

Der Verfasser behandelt das Verhalten von Kohlebürsten auf Kommutatorflächen unter Berücksichtigung von Lichtbogen, Elektrolyse, chemischen Gasen, mechanischem Abtrieb, atmosphärischen Bedingungen. Gleichzeitig wird das verschiedene Verhalten verschiedener Bürstenmarken durch 3 fiktive Marken, A, B und C, erklärt.

Die zeitlichen Veränderungen der Gleitflächen führen zu zeitlicher Veränderung des Kontaktwiderstandes und der Reibschwingungen der Bürsten. Die Änderungen des Kontaktwiderstandes und die Änderung der Reibschwingungen der Bürsten bewirken einen Platzwechsel der Kontaktpunkte in der Bürstenfläche. Die ungünstige Lage des Kontaktpunktes ist der ablaufende Bürstenrand, sie ermöglicht Funkenbildung.

Besonders interessant und neu ist, dass Funkenbildung an den Bürsten in Zusammenhang mit dem chemischen und physikalischen Zustand der Gleitflächen gebracht wird. Damit wird zum erstenmal eine Erklärung für die auffällige Beobachtungstatsache der Praxis gebracht, dass Funkenbildung an den Bürsten mit Veränderungen des chemischen und physikalischen Zustandes der Atmosphäre einsetzt. Um diesen Zusammenhang herzustellen, war es nötig, die Stromwendenspannung des Wendefeldes als Ionisierungsspannung für den Durchschlag kontakthemmender Beläge zu deuten. In dem, was praktisch zur Verbesserung der Stromwendung zu geschehen hat, stimmt die vorgetragene Theorie wohl mit der klassischen Stromwendungstheorie überein, nicht aber in der Deutung, warum es geschieht.

<sup>1)</sup> Besprechung s. Bull. SEV Bd. 23 (1932), S. 100.

<sup>2)</sup> Besprechung s. Bull. SEV Bd. 22 (1931), S. 221.

389.6(43) : 621.327.4

Nr. 1006

**Kommentar zu den Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte.** VDE 0128/1933. Von *Walter Starck*. 44 S., A<sub>5</sub>, 10 Fig. Zu beziehen beim Verfasser, Dr. W. Starck, Berlin-Wilmersdorf, Trautenaustasse 11. Preis: RM. —75.

Wir verweisen gerne auf den vorliegenden Kommentar zu den deutschen (VDE-) Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte, dessen Verfasser auf Grund langjähriger Praxis und mehrjähriger Mitarbeit im VDE-Ausschuss Gelegenheit hatte, festzustellen, wie nützlich ein solcher Kommentar ist. Dieser ist unter Mitarbeit verschiedener Fachleute entstanden; er wird daher allen an der Materie interessierten Kreisen, den Prüfungsbeamten der Elektrizitätswerke wie den Installateuren ein für die Praxis willkommener Leitfaden sein.

621.3 : 621.317(07)

Nr. 395 II

**Anleitung zum Arbeiten im Elektrotechnischen Laboratorium.** Von *E. Orlich*. Zweiter Teil: 224 S., 16 × 23 cm, 162 Fig. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis RM. 8.—.

Das vorliegende Buch bildet eine erweiternde Fortsetzung des unter dem gleichen Titel erschienenen ersten Teiles, der bereits in der 3. Auflage erschienen ist.

Wie im Vorwort der ersten Auflage ausdrücklich erwähnt wird, soll das Werk kein Lehrbuch darstellen. Vielmehr wird das Hauptgewicht auf die praktische Durchführung des Stoffes im Laboratorium verlegt. Es darf daher keineswegs als ein Nachteil empfunden werden, wenn die theoretischen Grundlagen zu den behandelten Aufgaben nur in aller Knappheit und nur dort mitgeteilt werden, wo sie für das Verständnis unumgänglich nötig sind. Dadurch gewinnt die Darstellung des Stoffes sehr an Uebersichtlichkeit, was die Vorbereitungen und die Durchführung sehr erleichtert. Jeder behandelte Aufgabe ist ein Verzeichnis der für den Versuch nötigen Apparate und Messinstrumente vorangestellt. Genaue und den wirklichen Messanordnungen entsprechende Schaltschemata nebst zahlreichen Diagrammen erleichtern ferner den Aufbau und den Gang der Arbeiten.

Während der erste Teil die dem Anfängerpraktikum entsprechenden grundlegenden messtechnischen Aufgaben enthält, behandelt der zweite Teil in 52 Aufgaben zum Teil speziellere Messmethoden des vorgerückteren Laboratoriums. In einem ersten Kapitel werden die magnetischen Messungen behandelt, unter welchen die Untersuchungen mit dem Epsteinapparat und mit dem magnetischen Spannungsmesser besondere Erwähnung verdienen. Ein zweites Kapitel befasst sich mit den Untersuchungen an Wechselstromkreisen. Als besonders interessante Aufgaben seien hier die Untersuchung der Kipperscheinungen in eisenhaltigen Kreisen, die Untersuchung eines Resonanztransformators und die Messungen an Vierpolen erwähnt. In einem 3. Kapitel werden die grundlegenden Prüfungen von Maschinen und Quecksilberdampfgleichrichtern behandelt. Das 4. Kapitel befasst sich mit der Messung von Wechselstromgrößen. Unter anderem finden hier die wichtigen Messwandlerprüfungen eine eingehendere Behandlung. Unter den zahlreichen Anordnungen mit Wechselstrommessbrücken vermisst man in diesem Kapitel diejenigen mit dem Wagnerschen Hilfszweige. Es wäre zu wünschen, dass bei einer Neuauflage auch einige solcher Anordnungen Eingang finden würden, ebenso die neueren Wechselstrom-Kompensationsmethoden. Ein interessantes, 5. Kapitel behandelt Messungen über das Verhalten von Fernleitungen. Sehr wertvoll ist weiterhin das 6. Kapitel, welches die Beschreibung und Anwendung der verschiedenen Oszillographen enthält und die Analyse von Wechselstromkurven nach verschiedenen Methoden behandelt. Das letzte, 7. Kapitel bringt Messungen an Elektronenröhren und deren Anwendung für Messzwecke. Ferner wird die Untersuchung einer lichtelektrischen Zelle beschrieben.

Wen schon das vorliegende Buch ursprünglich in erster Linie für den Gebrauch der Studierenden an der Berliner Hochschule bestimmt war, deren Arbeitspensum im elektrotechnischen Praktikum es enthält, so darf dieses Werkchen heute doch ein allgemeineres Interesse beanspruchen. Nicht

nur Studierende anderer Hochschulen, sondern auch in der Praxis stehende Ingenieure und Techniker, die sich mit elektrischen Messungen zu befassen haben, werden es zu ihrem Vorteile gebrauchen können. *E. Offermann.*

621.317.8

Nr. 1051

**Die Elektrizitätstarife.** Nachfrage und Gesteckungskosten elektrischer Arbeit, Aufbau und Anwendung der Tarife. Von *Gustav Siegel* und *Hans Nissel*. 318 S., 16 × 23 cm, 54 Fig., 139 Tarifbeispiele, 1 Kursumrechnungstafel. Dritte, völlig umgearbeitete Auflage von: «*Der Verkauf elektrischer Arbeit*». Verlag: Julius Springer, Berlin 1935. Preis: geb. RM. 28.50.

Das vorliegende Buch ist als 3. Auflage der klassischen Dissertation von G. Siegel über die Tarifrfrage erschienen. Im ersten Teil werden die Grundlagen der Tarife, die Nachfrage und das Angebot elektrischer Arbeit behandelt, im zweiten Teil die Gestaltung der Tarife an Hand einer grossen Zahl von Beispielen dargestellt.

Mit aller Deutlichkeit wird gegen Bestrebungen Stellung genommen, Tarife allein auf Grund ermittelter Gesteckungskosten aufbauen zu wollen und die Bedürfnisse der Verbraucher ausser Acht zu lassen. Solche Versuche sind um so haltloser, als die Berechnung der Gesteckungskosten in den meisten Fällen gleichbleibende Abgabeverhältnisse voraussetzt und für die Verteilung gemeinsamer Kosten irgendwelche, notwendigerweise mit Willkür behaftete, Annahmen gemacht werden müssen.

Die Gedankengänge, die im vorliegenden Werke niedergelegt sind, sollten geistiges Gemeingut aller sein, die sich mit Tariffragen beschäftigen. Daneben enthält das Buch dank der mannigfaltigen Auswahl von Tarifformen reiche Anregung für den Praktiker, wenn auch die Vereinfachung und Vereinheitlichung der Tarife Endziel aller Tarifentwicklung sein soll.

Möge der hohe Preis des Buches kein Hindernis für die Verbreitung seines Inhaltes bilden. *W. Sch.*

621.34

**Elektromotor v Prumyslu («Der Elektromotor in der Industrie»),** von *Jaroslav Pokorny*. I. Teil, 400 S., 8°, 180 Fig., 31 Tabellen. Verlag des Elektrotechnicky Svaz Ceskoslovensky, Prag 1934.

Wie der Verfasser im Vorwort hervorhebt, ist dieses Buch eine Publikation aus der Praxis für die Praxis, und ist besonders für den Betriebsingenieur oder Projektanten elektrischer Antriebe bestimmt. Das Werk bildet gleichzeitig ein Hilfsbuch für junge Ingenieure, die damit ihre vorwiegend theoretischen Kenntnisse beim Beginn ihrer Praxis verwerten können. Es werden alle charakteristischen Eigenschaften des gebräuchlichen Antriebsmotors behandelt (Dreiphasen-Asynchronmotor) und erklärt, wovon diese Eigenschaften abhängen. Als Beispiel dient ein vierpoliger 11 kW-Asynchronmotor, dessen Eigenschaften ziffernmässig und graphisch reproduziert werden. Das Buch beginnt — nachdem das Wesen des Asynchronmotors erklärt wird — mit der Feststellung von Leistung, Ueberlastbarkeit, Drehzahl, Drehmoment, Drehzahlregelung, Anzugsmoment und der Beschreibung des mechanischen und elektrischen Aufbaus dieses Motors. Ein Kapitel behandelt Wirkungsgrad und Leistungsfaktor und deren Berechnung und Verbesserungsmöglichkeiten, den Einfluss von Spannungsschwankungen, die Erdrungsfrage, das Schwungmoment, Preise und Gewichte, Geräusche und Vibrationen sowie auch die äussere Ausstattung handelsüblicher Motore. Ein anderes Kapitel behandelt das Kreisdiagramm des Asynchronmotors. Besprochen werden ferner die Einphasen-Asynchronmotoren und Drehstromkollektormotoren. Zum Schluss werden noch die Kupplungen, Zahnradgetriebe und Riemenübertragungen beschrieben. Ein zweiter Teil des Werkes soll nächstens erscheinen und die Antriebe näher behandeln. Das Werk ist mit Zeichnungen, Schaltschemata und einem umfassenden Zahlenmaterial vorzüglich ausgestattet; theoretische Ueberlegungen sind nur insoweit in den Text eingeflochten, als es zum Verständnis nötig ist. — Das Buch ist tschechisch geschrieben.

*Ad.M. Hug.*

## Normalien und Qualitätszeichen des SEV.

### Qualitätszeichen des SEV.



### Qualitätskennfaden des SEV.

Gemäss den Normalien zur Prüfung und Bewertung von Materialien für Hausinstallationen und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung steht folgenden Firmen für die nachstehend aufgeführten Fabrikate das Recht zur Führung des SEV-Qualitätszeichens, bzw. des SEV-Qualitätskennfadens zu.

Von den für die Verwendung in der Schweiz auf den Markt gelangenden Objekten tragen die Kleintransformatoren das vorstehende SEV-Qualitätszeichen, die isolierten Leiter den gesetzlich geschützten SEV-Qualitätskennfaden, welcher an gleicher Stelle wie der Firmenkennfaden angeordnet ist und auf hellem Grunde die oben angeführten Morsezeichen in schwarzer Farbe trägt. Die Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen und Verbindungsboxen tragen ausser dem vorstehenden SEV-Qualitätszeichen auf der Verpackung, oder auf einem Teil des Objektes selbst, eine SEV-Kontrollmarke (siehe Veröffentlichung im Bull. SEV 1930, Nr. 1, S. 31).

#### Schalter.

Ab 15. März 1935.

*AEG Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zürich* (Vertretung der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin).

Fabrikmarke:



Heizungsschalter für 250 V = 380 V ~ 15 A.

Verwendung: für Einbau.

Ausführung: keramischer Sockel, Schaltergriff aus Kunstharzpreßstoff. Offene Ausführung (ohne Kappe).

Nr. 281510/2, zweipoliger Ausschalter, Schema 0.

*Therma, Fabrik für elektrische Heizung A.-G., Schwanden.*

Fabrikmarke:



Walzen-Heizungsschalter.

Verwendung: zum Einbau in Wärmeapparate.

Ausführung: offene Walzenschalter mit keramischem Sockel.

Type Nr. 6502, 6506, dreipol. Ausschalter	}	250 V, 15 A ~
» » 6503, 6507, zweipol. »		
» » 6504, 6508, zweipol. Umschalter	}	380 V, 10 A ~
Type Nr. 6510, dreipoliger Ausschalter		
» » 6511, zweipoliger »	}	500 V, 20 A ~
» » 6512, zweipoliger Umschalter		
Type Nr. 6509, zweipol. Regulierschalter,		500 V, 25 A ~.

Walzen-Kochherdschalter.

Verwendung: zum Einbau in Koch- und Heizapparate.

Ausführung: offener Walzenschalter mit keramischem Sockel.

Type Nr. 6505, zweipoliger Regulierschalter, 250/380 V, 15/10 A ~.

Ab 1. April 1935.

*Appareillage Gardy S. A., Genf.*

Fabrikmarke:



Zugschalter für 250 V, 6 A ~ (nur für Wechselstrom).

Verwendung: Aufputz, in trockenen Räumen.

Ausführung: Sockel aus Steatit, Kappe aus Porzellan (ohne Index), weissem (./02) oder braunem (./03) Kunstharzpreßstoff.

Type Nr. 20066, ./02, ./03, einpolig. Kreuzungsschalter, Schema VI.

Verwendung: Unterputz, in trockenen Räumen.

Ausführung: Sockel aus Steatit. Schutzplatte aus Glas, Metall bzw. Kunstharzpreßstoff.

Type Nr. 24366, 24376, einpoliger Kreuzungsschalter, Schema VI.

Verwendung: halbversenkt, in trockenen Räumen.

Ausführung: Sockel aus Steatit. Gehäuse aus schwarzem und Deckel aus weissem Kunstharzpreßstoff.

Type Nr. 24056/02, einpol. Kreuzungsschalter, Schema VI.

Kipphebelschalter für 250 V, 6 A ~ (nur für Wechselstrom).

Verwendung: Aufputz, in trockenen Räumen.

Ausführung: keramischer Sockel. Kappe aus weissem (./02) bzw. (./03) Kunstharzpreßstoff.

Type Nr. 22012/02, ./03, zweipol. Ausschalter, Schema 0.

Verwendung: Unterputz, in trockenen Räumen.

Ausführung: keramischer Sockel. Schutzplatte aus Metall, Glas oder Kunstharzpreßstoff.

Type Nr. 24032, 24332, zweipol. Arusschalter, Schema 0.

Verwendung: halbversenkt, in trockenen Räumen.

Ausführung: keramischer Sockel. Gehäuse aus schwarzem und Deckel aus weissem (./02) bzw. braunem (./03) Kunstharzpreßstoff.

Type Nr. 24092/02, ./03, zweipol. Ausschalter, Schema 0.

#### Isolierte Leiter.

Die Firma

*Friedrich Raum, Kurvenstrasse 36, Zürich,*

Vertretung der Kabel- und Metallwerk Neumeyer Aktiengesellschaft, Nürnberg 2

(Firmenkennfaden: grün, rot, blau, verdrillt),

*verzichtet* auf das Recht zur Führung des Qualitätskennfadens für GS, GSk, SGS, SGSk, R, AS und ASv.

Es steht ihr also nur noch das Recht zur Führung des Qualitätskennfadens für:

FA steife und flexible Ein- bis Dreileiter *)	0,75 bis 1,5 mm <sup>2</sup>
VS flexible Zwei- bis Vierleiter	0,75 » 4,0 mm <sup>2</sup>
RS flexible Zwei- bis Fünfleiter	0,75 » 20 mm <sup>2</sup>
GAS flexible Zwei- bis Fünfleiter zu.	0,75 » 2,5 mm <sup>2</sup>

\*) Mehrleiter nur Litze.

## Vereinsnachrichten.

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

### Leitsätze für die

### Prüfung und Bewertung von Ueberspannungs- Ableitern.

Nachdem bereits seit dem Herbst 1934 Ueberspannungsableiter auf Grund eines vom Versuchsingenieur, Dr. K. Berger, der Kathodenstrahl-Oszillographen-Kommission (KOK)

aufgestellten «Normal-Programmes für die Prüfung von Ueberspannungsableitern» geprüft werden, sind in Erweiterung und Ergänzung dieses Programms im Arbeitskomitee der KOK die «Leitsätze für die Prüfung und Bewertung von Ueberspannungs-Ableitern» aufgestellt und von der KOK in der Sitzung vom 5. April 1935 in Olten vorläufig genehmigt worden.

Nach diesen Leitsätzen sollen Ueberspannungsschutzapparate in Zukunft geprüft werden. Die Notwendigkeit der

Aufstellung solcher Leitsätze ergab sich einerseits aus der bessern Erkenntnis der Ueberspannungsvorgänge, die durch die moderne Gewitterforschung gewonnen wurde, andererseits aus dem Bedürfnis von Fabrikanten und Abnehmern, ihre Apparate durch eine neutrale Stelle prüfen zu lassen. Da der Kathodenstrahl-Oszillograph und die in der KOK geschaffene Organisation heute die Möglichkeit zu solchen Prüfungen bietet, liegt es im Interesse von Industrie und Werken, solche Proben recht häufig durchführen zu lassen, um auf dem Gebiet des Schutzes gegen atmosphärische Ueberspannungen endlich einmal nach jahrezehntelangen unzulänglichen Versuchen positive Resultate zu erreichen.

Im Gegensatz zu den Vorschriften, Wegleitungen und Richtlinien, welche z. B. die Hausinstallationskommission herausgibt, können diese «Leitsätze» nicht allgemein verbindlich sein, da sie durch keinerlei Vorschriften oder Verordnungen verankert sind. Die möglichst allgemeine Anwendung der Leitsätze liegt jedoch im Interesse aller, die mit Ueberspannungsschutz zu tun haben.

Um nun aber denjenigen Interessenten, die, obschon sie nicht der KOK angehören und deren Arbeiten finanzieren helfen, und die somit bei der Aufstellung der «Leitsätze» nicht vertreten waren, Gelegenheit zu geben, sich noch dazu zu äussern, hat sich die KOK entschlossen, die «Leitsätze» im nachfolgenden vor ihrer definitiven Inkraftsetzung zu veröffentlichen.

Allfällige Bemerkungen dazu sind bis Ende Mai an das Generalsekretariat des SEV schriftlich einzureichen, worauf nach Erledigung derselben die «Leitsätze» im oben genannten Sinne in Kraft erklärt werden. Abzüge der «Leitsätze» können beim Generalsekretariat bezogen werden.

## Entwurf.

### I. Einleitung.

Die Gewitterforschungen der letzten Jahre und die Durchbildung und Anwendung des Kathodenstrahl-Oszillographen (KO) haben erlaubt, Form, Höhe und Häufigkeit der atmosphärischen Ueberspannungen auf Freileitungen zu erkennen. Damit ist die Grundlage für den Schutz gegen Ueberspannungen geschaffen, der die Entstehung der Gewitter-Ueberspannungen zu unterdrücken hat, oder, wo dies nicht möglich ist, ihre schädlichen oder störenden Auswirkungen verhindern soll.

Die Unterdrückung der Entstehung von Gewitterueberspannungen ist für Leitungen sehr hoher Betriebsspannung bis zu einem gewissen Grade möglich, nämlich durch Massnahmen, die sich auf die Leitung selber beziehen und auf die an dieser Stelle nicht eingegangen wird. Für Leitungen mittlerer und kleiner Hochspannung, im besondern für Holzstangenleitungen, kann aber die Verhinderung der Entstehung von Gewitterueberspannungen in vielen Fällen kaum mit finanziell erträglichen Kosten erreicht werden. In diesen Fällen sollen die schädlichen oder störenden *Auswirkungen* der Ueberspannungen bekämpft werden. Ihnen kommt in den an die Freileitungen angeschlossenen Werken eine besondere Bedeutung zu, vor allem in solchen, die an Holzstangenleitungen angeschlossen sind. Zweck der Ueberspannungsableiter ist nun, die Anlage, besonders die Kraftwerke, Unterwerke, Transformatoren- und Schaltstationen, von Ueberschlägen und Defekten, die sonst erfahrungsgemäss infolge der aus den Freileitungen zulaufenden Ueberspannungswellen entstehen, freizuhalten.

Diese dem Ableiter zufallende Aufgabe erfordert die Aufnahme und Ableitung zur Erde mindestens eines Teiles des von der Ueberspannungswelle mitgeführten Wellenstromes. Damit ist es möglich, an den Klemmen des Ableiters die Spannung gegen Erde, die sonst besonders in einer Kopfstation unzulässige Werte erreichen würde, auf einem für die Anlage erträglich tiefen Wert zu halten.

Das erträgliche Mass der elektrischen Spannung wird dabei vom Isolationszustand der zu schützenden Anlage vorgeschrieben. Keinesfalls darf die Klemmenspannung am Ableiter Werte erreichen, welche die für kurzzeitige Beanspruchung massgebende Stoss-Ueberschlagsspannung der Isolation irgendeines Anlageteils erreichen oder gar überschreiten. Der

Ableiter muss also, wenn er wirksam sein soll, erstens beim Auftreffen einer Ueberspannung sofort bereit sein und zweitens die Wellenspannung genügend absenken.

Infolge der Beschränkung, dass der Ableiter nicht etwa den Blitzstrom, sondern nur einen Teil des vom Blitzeinschlag herrührenden Wellenstromes aufnehmen soll, gelten die Prüfbedingungen zunächst nur für Blitzeinschläge in die Leitung, die nicht in unmittelbarer Nähe der geschützten Station erfolgen. Bei nahen Blitzeinschlägen, genauer gesagt bei solchen, bei denen die Laufzeit der Welle vom Einschlagspunkt in die Leitung bis zur Station, bzw. zum Ableiter wesentlich kleiner ist als die halbe Halbwertzeit des Blitzstromes<sup>1)</sup>, schaukelt sich der Ableiterstrom stufenweise zu Strömen auf, die das Mehrfache der Prüfwellen betragen können.

Da Blitzeinschläge in unmittelbarer Stationsnähe selten sind, werden die Ableiter ihre Schutzaufgabe bereits in der Mehrzahl der Ansprechungen erfüllen, wenn sie den folgenden Prüfbedingungen entsprechen. Um ausserdem die Eignung von Schutzapparaten bezüglich *naher* Blitzeinschläge in die Leitung (im besondern in Holzstangenleitungen) zu charakterisieren, wurde in den Leitsätzen festgesetzt, dass bei solchen Ableitern, deren Strom-Aufnahmefähigkeit wesentlich grösser ist als das geforderte Minimalmass, die Grenze des Strom-Ableitvermögens<sup>2)</sup> bestimmt werden soll. Die Eigenschaft hohen Ableitvermögens hat besonders für solche Ableiter Bedeutung, die nicht nur in Stationen, sondern im Zuge der Leitungen eingebaut werden sollen. In diesem Fall erreicht der Ableiterstrom im Grenzfall annähernd die Grösse des gesamten Blitzstroms.

Dieser ersten Anforderung, *hinreichender Schutzwert* eines Ableiters, steht anschliessend eine zweite, nicht minder wichtige gegenüber: Sein *betriebsssicheres* Verhalten im Betrieb. Nach Aufhören der Ueberspannung, bzw. nach dem erfolgten Durchgang des Ableiter-Stoßstromes, d. h. des der Ueberspannungswelle entzogenen Teiles des Wellenstromes, bleibt an den Klemmen des Ableiters im allgemeinen eine Spannung bestehen, nämlich die Phasenspannung oder die volle verkettete Spannung des Netzes, das der Ableiter schützen soll. Unter dem Einfluss dieser Spannung fliesst im Ableiter meistens ein Wechselstrom oder ein Gleichstrom, der von den Erzeugermaschinen des geschützten Netzes geliefert wird. Soll der Ableiter selber nicht Schaden nehmen, so muss er diesen nachfolgenden Betriebsstrom selbsttätig so rasch als möglich unterbrechen.

Die Prüfung und Bewertung eines Ueberspannungs-Ableiters hat sich demgemäss auf die genannten Punkte zu erstrecken. Besondere Erwähnung verdient die Frage der Höhe der Stoss-Beanspruchung eines Ableiters. Die Ueberspannungswelle, die aus einer Freileitung mit *geerdeten Isolatorenstützen* auf eine elektrische Anlage zuläuft, kann nie höher sein als die Stoss-Ueberschlagsspannung der verwendeten Leitungsisolatoren. Diese grösstmögliche Welle kommt allerdings nur sehr selten vor, so dass der Ableiter in den meisten Fällen, wo er anspricht, schwächere Wellen absorbieren muss. Für die Prüfung der Ableiter mit dieser für Eisenmastleitungen höchstmöglichen Welle sprechen u. a. folgende Gründe:

a) Bei Holzstangenleitungen ohne Erdseil können wesentlich stärkere Wellen vorkommen als bei Eisenmastleitungen gleicher Betriebsspannung, weil die Stossüberschlagsspannung der Leitung gegen Erde sich nicht wie bei Eisenmastleitungen aus den Isolatoren allein, sondern im Grenzfall aus der Ueberschlagsspannung der Holzstangen bestimmt. Einen Zwischenfall bilden Eisenmastleitungen mit Holztraversen, bei denen die Stützen der Isolatoren auch nicht geerdet sind. Um für verschiedene Leitungsarten mit derselben Ableitertypen auszukommen, empfiehlt sich, die bezüglich Leitungen mit geerdeten Isolatorenstützen relativ reichliche Bemessung der Stossbeanspruchung der Tab. I und II den Prüfbedingungen zugrunde zu legen.

b) Blitzeinschläge in die Leitung in nur ca. 1 km Entfernung von der zu schützenden Anlage ergeben bei schlechter Masterdung einen Stromverlauf im Ableiter, der sich vom

<sup>1)</sup> Siehe Begriffsbestimmung Nr. 7.

<sup>2)</sup> Siehe Begriffsbestimmung Nr. 13.

anfänglichen Wellenstrom stufenweise zu höheren Werten aufschaukeln kann. Der in diesem Fall höhern Stoßstrombeanspruchung des Ableiters entspricht ebenfalls eine bezüglich Leitungen mit geerdeten Isolatorenstützen reichlich bemessene Prüfwellen.

c) Die vorgeschriebene Stoßstrom-Dauer ( $T_H = 25$  bis  $30 \mu s$ ) ist ein Mittelwert<sup>3)</sup>. Grössere Dauer kommt bei Blitzen vor. Aus praktischen Gründen (Bemessung des Stoss-generators) wird die grosse Dauer zweckmässig durch reichliche Bemessung der Wellenhöhe ersetzt, was im genannten Umfang zulässig scheint.

Demgemäss wurden in den vorliegenden Leitsätzen als Prüfwellenhöhen die Stossüberschlagsspannungen moderner, reichlich isolierter Eisenmastleitungen gewählt. Trotzdem diese Prüfwellen im Hinblick auf Eisenmastleitungen reichlich hoch scheinen, sind die vorliegenden Prüfbedingungen wegen der unter a) bis c) genannten Gründe als *minimale* Anforderungen an moderne Schutzapparate aufzufassen, denen mit wirtschaftlich möglichen Mitteln genügt werden kann.

Es ist gebräuchlich, bei Stoßspannungen den Scheitelwert  $u_m$ , nicht den Effektivwert anzugeben; ebenso werden bei Stromstössen die Scheitelwerte ( $i_m$ ) angegeben. Um vergleichen zu können, müssen also Effektivwerte von Wechselstrom ( $I$ ) und -spannung ( $U$ ) mit  $\sqrt{2}$  multipliziert werden.

Die vorliegenden Leitsätze gelten vor allem für Ableiter, die für Freileitungsnetze bestimmt sind, da nur solche den Blitzwirkungen in praktisch bedeutendem Masse ausgesetzt sind. Jedoch sind auch an Ableiter, die für Netzteile mit kurzen Kabelstrecken bestimmt sind, die gleichen Anforderungen zu stellen, da Kabelstrecken keinen wesentlichen Schutz zur Absenkung von Blitzwellen besitzen, solange sie nicht mehrere 100 m lang sind (Kabelkapazität ca.  $0,1 \mu F$ ). Für Ableiter, die für reine Kabelnetze oder Netze mit kilometerlangen Kabelstrecken zwischen Freileitung und Station (Ableiter) bestimmt sind, sind dagegen die Leitsätze nicht ohne weiteres anwendbar, da einerseits die Entstehung hoher Ueberspannungswellen in Kabelnetzen sehr fraglich ist, und andererseits die an den Ableiter zu stellenden Anforderungen dem Wellenwiderstand der Kabel angepasst werden müssten.

## II. Begriffsbestimmungen.

1. Ein *Ueberspannungs-Ableiter* ist ein Apparat, der imstande ist, die aus Freileitungen oder Kabeln in eine elektrische Anlage zulaufenden Ueberspannungswellen teilweise zu absorbieren, derart, dass die Ueberspannung in der Anlage kleiner ist, als sie an der betreffenden Netzstelle ohne Ableiter vorhanden wäre.

2. *Nennspannung* ( $U_N$ ) eines Ableiters ist die genormte Betriebsspannung (Effektivwert), für welche der Ableiter gebaut ist.

3. *Max. Betriebsspannung* eines Ableiters ist die Betriebsspannung (Effektivwert), bei welcher der Ableiter noch einwandfrei funktioniert, ohne bleibende Veränderung seiner Eigenschaften zu erleiden.

Um dem Unterschied zwischen Erzeuger- und Verbraucher-spannung sowie den betriebsmässigen Schwankungen der Betriebsspannung Rechnung zu tragen, wird die max. Betriebsspannung eines Ableiters im allgemeinen 20% höher als die Ableiter-Nennspannung angenommen.

4. *Wellen* (Spannungswelle  $u_w$ , Stromwelle  $i_w$ ) sind die insbesondere von indirekten Blitzeinwirkungen und direkten Blitzeinschlägen herrührenden elektromagnetischen Wellen, die sich z. B. auf Freileitungen mit annähernd Lichtgeschwindigkeit fortbewegen.

5. *Ueberspannung* ist die in einem Punkt vorübergehend über die normale Betriebsspannung hinaus erhöhte Spannung des betrachteten Punktes gegen Erde oder gegenüber einem anderen Leiter. Die Ueberspannung kann irgendwelchen zeitlichen Verlauf haben; im besondern kann sie schwingend oder aperiodisch sein.

6. *Stoss-welle* ist eine kurzdauernde Welle einheitlicher Polarität, welche rasch von Null auf ein Maximum ansteigt und sodann wieder auf Null zurücksinkt.

<sup>3)</sup> Siehe Begriffsbestimmung Nr. 7.

7. *Stoßspannung* ist eine kurzdauernde Ueberspannung einheitlicher Polarität, welche rasch von Null auf ein Maximum ansteigt und wieder auf Null zurücksinkt. Man unterscheidet im zeitlichen Verlauf zunächst die *Front* als ansteigenden, und den *Rücken* als abfallenden Teil des Stosses (Fig. 1).

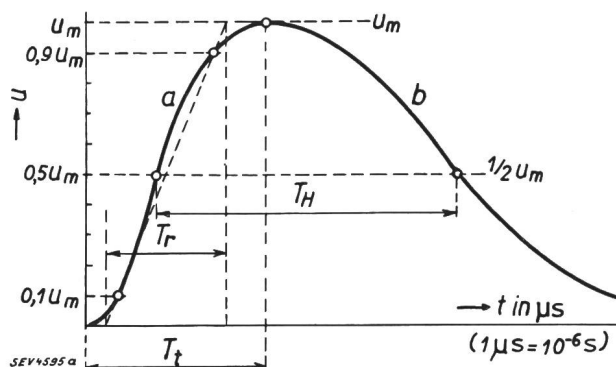


Fig. 1.

Die charakteristischen Grössen des Spannungsstosses.  
a Front; b Rücken.

Weiter wird im folgenden bezeichnet mit:

$u_m$  die *Amplitude* (Scheitelwert) des Stosses in kV;  
 $T_f$  die *gesamte Anstiegszeit* (gesamte Frontdauer) der Stossspannung in Mikrosekunden ( $1 \mu s = 10^{-6} s$ );  
 $T_H$  die *Halbwertzeit* des Stosses in  $\mu s$ , d. h. jene Zeit, während welcher die Stoßspannung gleich oder grösser ist als der halbe Amplitudenwert ( $\frac{1}{2} u_m$ );

$s_x = \frac{du}{dt}$  die *Steilheit* des Stosses an irgendeiner Stelle  $x$ , in kV/ $\mu s$ ;

$s_{\text{mittel}} = \frac{u_m}{T_f}$  die *mittlere Steilheit* der Front des Stosses in kV/ $\mu s$ ;

$s_m = \left( \frac{du}{dt} \right)_{\text{max}}$  die *maximale Steilheit* der Front des Stosses, in kV/ $\mu s$ , die als steilste Tangente an die Frontkurve erhalten wird;

$s_H = \left( \frac{du}{dt} \right)$  (bei  $u = \frac{1}{2} u_m$ ) die *Halbwertsteilheit*, d. h. die Steilheit der Front auf halber Amplitudenhöhe des Stosses, in kV/ $\mu s$ ;

$T_r$  die *reduzierte Anstiegszeit* (reduzierte Frontdauer) ist gleich der Zeitdauer des Anstieges der Spannung von Null bis  $u_m$  auf der Verbindungsgeraden der Kurvenpunkte  $0,1 u_m$  und  $0,9 u_m$  (Fig. 1). Wenn nichts anderes bemerkt ist, wird im folgenden unter *Frontdauer* diese Zeit  $T_r$  verstanden.

$s_r = \frac{u_m}{T_r}$  die der reduzierten Frontdauer  $T_r$  entsprechende Frontsteilheit des Stosses in kV/ $\mu s$ , im folgenden kurz *Frontsteilheit* genannt.

7a. *Stoßstrom* ist ein an einem bestimmten Netzpunkt durchfliessender, kurzdauernder Strom einheitlicher Polarität, der z. B. durch auftreffende Ueberspannungswellen einheitlicher Polarität erzeugt wird. Für Versuche verwendet man zweckmässig Stoßströme, bzw. Stromwellen der in Fig. 1 gezeichneten aperiodischen Form. Amplitude, Front- und Halbwertdauer, Steilheit und andere Charakteristiken der Stromwelle, bzw. des Stoßstromes, werden in analoger Weise definiert und bezeichnet wie die entsprechenden Merkmale der Spannungswelle, bzw. der Stoßspannung, wobei in der Bezeichnung an Stelle des Symbols  $u$  für die Spannung das Symbol  $i$  für den Strom tritt.

7b. *Normale Prüf-welle* (normaler Prüf-stoss) für Spannung ( $u_w$ ) und Strom ( $i_w$ ) ist bei Ableiteruntersuchungen eine Welle, bzw. ein Stoss, mit der Frontdauer von  $0,5$  bis  $1 \mu s$  und einer Halbwertzeit von  $25$  bis  $30 \mu s$ .

8. *Stoss-Ueberschlagsspannung* ( $u_0$ ) ist die bei kurzzeitiger stossartiger Spannungsbeanspruchung gemessene Ueberschlagsspannung irgendeines Isolators, und zwar gilt bei Ueberschlägen in der Front (a) der betreffende Momentanwert

der Spannung ( $u'_0$ ), bei Ueberschlägen im Spannungsrücken (b) dagegen der Amplitudenwert  $u_m$  der Welle (Fig. 2).

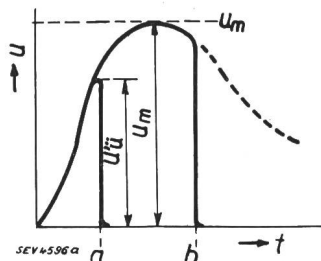


Fig. 2.

Stossüberschlag.

- a Ueberschlag in der Front des Stosses.
- b Ueberschlag im Rücken des Stosses.

8a. Die Minimal-Stossüberschlagsspannung ist die Amplitude  $u_m$  jener Stoßspannung, deren Anwendung annähernd jedesmal zum Ueberschlag des Isolators führt.

8b. Impulsfaktor, bzw. Stoßfaktor ist das Verhältnis der Stoss-Ueberschlagsspannung zum Scheitelwert der Ueberschlagsspannung (trocken) bei Frequenzen von 15 bis 60 Per./s.

9. Ansprechspannung eines Ableiters ( $u_a$ ) ist jene Klemmenspannung, bei welcher der Stromdurchgang im Ableiter einsetzt. Bei Stossbeanspruchung wird diese Klemmenspannung wie die Stoss-Ueberschlagsspannung unter 8. definiert, wobei an Stelle der Stoss-Ueberschlagsspannung die Ansprechspannung der gesamten Ableiter-Funkenstrecke zu verstehen ist.

9a. Die Minimal-Ansprechspannung ( $u_{min}$ ) ist entsprechend Punkt 8a die Amplitude jener Stoßspannung, deren Anwendung annähernd jedesmal den Stromdurchgang im Ableiter einleitet.

$$9b. \text{Ansprechfaktor } \left( a = \frac{u_{min}}{U_N \sqrt{2}} \right)$$

ist das Verhältnis der nach 9a definierten Minimal-Ansprech-

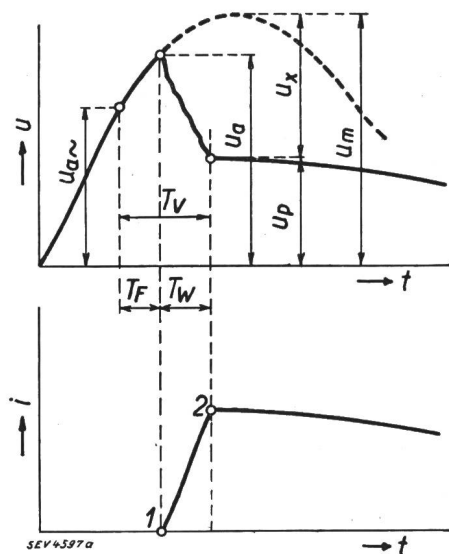


Fig. 3.

- Die charakteristischen Größen beim Ansprechen des Ableiters.
- Spannungsverlauf ohne Ableiter.
- Spannungsverlauf mit Ableiter.
- $u_a \sim$  Ansprechspannung bei Wechselspannung der Frequenz 15 bis 60 Per./s.
- $u_a$  Ansprechspannung bei Stoss.
- $u_m$  Scheitelwert des Stosses.
- $u_x$  Spannungsabsenkung.
- $u_p$  Restspannung.
- $T_v$  Ansprechverzögerung des Ableiters.
- $T_f$  Ansprechverzögerung der Funkenstrecke.
- $T_w$  Verzögerung im «Widerstand».
- 1 Beginn der Schutzwirkung.
- 2 Erreichen der vollen Schutzwirkung.

spannung zur Nennspannung des Ableiters. Dabei sind beide Spannungen entweder in Effektivwerten oder in Scheitelwerten auszudrücken.

10. Ansprechverzögerung (Ansprechverzögerung) einer Funkenstrecke ( $T_f$ ) beim Anlegen einer Stoßspannung ist das Zeitintervall, welches vom Moment, wo die Wechselstrom-Ansprechspannung ( $f = 15$  bis 60 Per./s) erreicht wird, bis zum Moment des Ansprechens der Funkenstrecke dauert (siehe Fig. 3).

11. Ansprechverzögerung eines Ableiters ( $T_v$ ) beim Anlegen einer Stoßspannung ist dementsprechend das Zeitintervall, welches vom Moment, wo die Wechselstrom-Ansprechspannung erreicht wird, bis zum Beginn des Rückens der abgesenkten Spannung dauert. Diese Zeitstrecke kann ausser dem Verzögerung der Funkenstrecke  $T_f$  evtl. noch einen weiteren Verzögerung  $T_w$  enthalten, der vom strombegrenzenden Teil des Ableiters herrührt (siehe Fig. 3).

12. Spannungsabsenkung ( $u_x$ ) ist die Spannung, um welche der Ableiter die Ueberspannung absenken kann, derart, dass an einem Anlagepunkt, bzw. am Ableiter eine kleinere Spannung gegen Erde auftritt, als ohne Ableiter. Die abgesenkte Spannung, d. h. die Ableiterklemmenspannung während des Stoßstromdurchganges im Ableiter wird als Restspannung ( $u_p$ ) bezeichnet (Fig. 3). Je grösser die Spannungsabsenkung, um so kleiner die Restspannung. Die Messung der Restspannung geschieht an dem am Ende einer Freileitung mit 500 Ohm Wellenwiderstand angeschlossenen Ableiter, während Prüfwellen über die Leitung auf den Ableiter gesandt werden.

12a. Als prozentuale Restspannung ( $p = u_p / 2 u_w \cdot 100 \%$ ) ist das in % ausgedrückte Verhältnis der Restspannung  $u_p$  zu der am offenen Leitungsende bei abgetrenntem Ableiter gemessenen Spannung  $2 u_w$  zu verstehen.

Diese Bestimmung der spannungsabsenkenden Wirkung des Ableiters rechtfertigt sich daraus, dass praktisch die meisten Ueberspannungsschwierigkeiten an Leitungsenden (Stichleitungen, Kopfstationen) auftreten, an denen ohne Schutz infolge der Reflexion der zulaufenden Welle  $u_w$  annähernd die Spannung  $2 u_w$  in Erscheinung tritt.

Absolute und prozentuale Restspannungen hängen bei spannungsabhängigen Widerständen von der Höhe der Prüfwellen, d. h. von der Grösse des vom Ableiter aufgenommenen Stromes ab. Die Restspannung wird deshalb am besten für mehrere Prüfwellenhöhen angegeben in Form einer Kurve (Fig. 4), welche die Ableiter-Klemmenspannung  $u_k$  als Funktion der Grösse der zulaufenden Prüfwellen  $u_w$  angibt.

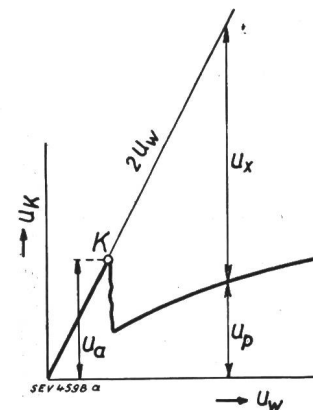


Fig. 4.

Ableiter-Klemmenspannung in Funktion der Prüfwellenhöhe.

Diese Kurve der Klemmenspannung  $u_k$  weist einen Knick (K) auf, welcher vom Ansprechen der Ableiterfunkenstrecke herrührt. Unterhalb der Ansprechspannung ist eine Wirkung des Ableiters praktisch nicht vorhanden. Bis dahin fällt die Kurve  $u_k$  mit der Geraden  $2 u_w$  des ungeschützten Leitungsendes zusammen. Erst nach dem Knick erscheint die Restspannung  $u_p$  als Klemmenspannung. Bei jeder Prüfwellenhöhe  $u_w$  ergibt sich durch Messung eine Spannung  $2 u_w$  am ungeschützten Leitungsende, ferner eine Ansprechspannung  $u_a$  und eine Restspannung  $u_p$  mit Ableiterschutz.

12b. Ueberspannungsfaktor ( $\ddot{u}$ ) ist das Verhältnis der Restspannung zur Nennspannung des Ableiters. Dabei sind beide Spannungen entweder in Effektivwerten oder Scheitelwerten auszudrücken.

Während aus der rel. Restspannung  $p = u_p / 2 u_w$  die Grösse der Spannungsabsenkung zu ersehen ist, geben die Faktoren  $\ddot{u} = u_p / \sqrt{2} U_N$  und  $a = u_{min} / \sqrt{2} U_N$  Auskunft über die Höhe der trotz Ableiterschutzes in der geschützten Anlage noch möglichen Ueberspannungen, ausgedrückt als Vielfache der Nennspannung des Ableiters. Die Werte  $\ddot{u}$  und  $a$  dürfen demgemäss

den für Stoßspannung gültigen Sicherheitsgrad der zu schützenden Anlage nicht erreichen, wenn Ueberschläge vermieden werden sollen.

13. *Ableitvermögen eines Ableiters* ist seine Fähigkeit, kurzzeitig einen grossen Strom abzuleiten. Mathematisch ist es definiert als das Integral  $\int |i| dt$ , das über die Dauer des

Stoßstromes im Ableiter zu erstrecken ist; dieses Integral kann angenähert als Stromamplitude  $i_m$  mal Halbwertzeit  $T_H$  desselben dargestellt werden. Da dieses in Coulomb auszudrückende Produkt von der Stromdauer abhängt, sind beide Faktoren (Stromamplitude und Halbwertzeit) einzeln anzugeben.

Zur Bestimmung des Ableitvermögens sollen womöglich ebenfalls Prüfwellen der normalen Form benützt werden. Doch sind zu diesem Zweck ausnahmsweise auch andere Formen des Stromverlaufs mit gleicher Halbwertzeit, besonders aufschaukelnde oder flache Stromwellen zulässig, sofern das zugehörige Strom-Oszillogramm bekannt ist. Diese Massnahme bezweckt die bessere Ausnützung der zu solchen Messungen benützten Stossgeneratoren.

14. Zur Charakteristik eines Ableiters gehört auch dessen *Strom-Spannungs-Kennlinie*, d. h. die Kurve, die entsteht, wenn über dem den Ableiter durchfliessenden Strom als Abszisse die Klemmenspannung des Ableiters als Ordinate aufgetragen wird. Nach Ueberschreiten der Ansprechspannung der Ableiterfunkenstrecke fällt diese Kurve mit der Charakteristik des strombegrenzenden Teiles des Ableiters zusammen.

Falls die Ansprechspannung des Ableiters gemessen wurde, genügt es, die Charakteristik des strombegrenzenden Teiles allein anzugeben (Fig. 5). Für einen konstanten Widerstand als strombegrenzenden Ableiterteil ergibt sich eine geneigte Gerade,

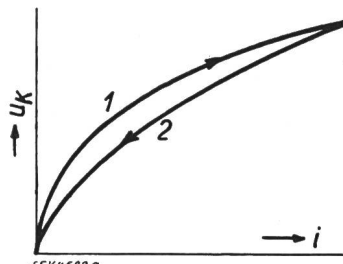


Fig. 5.  
Strom-Spannungs-Charakteristik.  
1 Stossanstieg.  
2 Stossrückgang.

rade, deren tangens den Widerstandswert anzeigt. Einem spannungsabhängigen oder ventilartigen Widerstand entspricht eine Kurve, die sich mit steigendem Strom der Horizontalen zuneigt. Für einen nicht eindeutig bestimmten Widerstand ergibt sich als Charakteristik eine hysteresisähnliche Schleife, deren Fläche von der Zeitdauer des Stromstosses abhängt. Der Widerstand eines solchen Strombegrenzers ist beim Stromrückgang bereits kleiner als beim kurz vorangehenden Stromanstieg. Die Dauer des Stromstosses darf daher bei solchen Messungen, besonders bei Ableitern mit derartigen Widerständen nicht zu kurz gewählt werden; sie soll der normalen Prüfwellen entsprechen. Beide Messresultate (Fig. 4 und 5) lassen sich durch Rechnung ineinander überführen, indem eine Welle von der Höhe  $h$  kV (Scheitelwert) auf der Leitung mit 500 Ohm Wellenwiderstand einen Strom  $2 h$  A (Scheitelwert) mit sich führt. Allgemein gelten deshalb die Ueberführungsgleichungen:

- a) zur Berechnung der Fig. 4 aus Fig. 5:  $2 u_w = u_k + 500 i$ ;
- b) zur Berechnung der Fig. 5 aus Fig. 4:  $i = \frac{2 u_w - u_k}{500}$ .

15. *Löschfähigkeit eines Ableiters* ist die Eigenschaft eines Apparates, der gemäss er den von der Ueberspannung eingeleiteten Durchgang des von den Erzeugermaschinen des Netzes gelieferten Betriebsstromes raschestmöglich und selbsttätig unterbrechen kann.

16. *Apparateschild*. Folgende Grössen sollen auf einem Ableiterschild angegeben werden:

- a) Herstellerfirma.
- b) Typenbezeichnung, Fabrikationsnummer und Baujahr.
- c) Stromart und Frequenz<sup>4)</sup>.
- d) Nennspannung.
- e) Fakultativ: Max. zulässige Betriebsspannung.

<sup>4)</sup> Z. B.: 3 ~ 50 (= Dreiphasen-Wechselstrom, 50 Per./s).

III. Prüfbestimmungen.

Die Prüfung eines Ableiters erstreckt sich auf folgende Punkte:

A. *Schutzwirkung*.

- 1. Ansprechspannung.
- 2. Ansprechverzög.
- 3. Spannungsabsenkung.
- 4. Charakteristik.
- 5. Ableitvermögen.

B. *Verhalten unter Betriebsspannung*.

- 1. Löschfähigkeit.
- 2. Unveränderliches Verhalten während der Versuche.

A. *Schutzwirkung*.

1. Die *Ansprechspannung* wird mit Wechselspannung der Frequenz 50<sup>5)</sup> und bei der normalen Prüfwellen minimaler Höhe (siehe Begriffsbestimmung 9a) bestimmt.

2. Die Messung des *Ansprechverzugs* ist mit normalen Prüfwellen vorzunehmen, und zwar bei mindestens zwei Prüfwellen-Amplituden. Die erste soll das 1,2fache, die zweite das 2fache der nach 1 bestimmten Minimalwelle betragen.

3. *Spannungsabsenkung* und *Restspannung* des Ableiters werden gemessen, indem dieser am Ende einer Freileitung mit 500 Ohm Wellenwiderstand jedes Leiters zwischen einem Leiter und Erde geschaltet wird, deren Anfang vom Stoss-generator mit normalen Prüfwellen verschiedener Höhe beschickt wird. Der zeitliche Verlauf der Ableiterklemmenspannung beim Auftreffen der Prüfwellen wird mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen registriert. Dabei wird die Leitung als unendlich lang vorausgesetzt. Die unendlich lange Leitung kann erfahrungsgemäss nachgeahmt werden, indem einer beliebig kurzen Leitung ein Widerstand von 500  $\Omega$  vorgeschaltet wird. Die maximalen Prüfwellenhöhen zur Bestimmung der Spannungsabsenkung sind der Tabelle I oder der entsprechenden Kurve (Fig. 6) zu entnehmen.

Tabelle I.

Nennspannung $U_N$ des Ableiters <sup>1)</sup> in kV . . . . .	bis	1	5	10	15	25	35	50	80	100
Wellenhöhe <sup>2)</sup> $u_w$ in kV . . . . .		50	100	150	185	250	295	350	440	500

<sup>1)</sup> Effektivwert    <sup>2)</sup> Scheitelwert

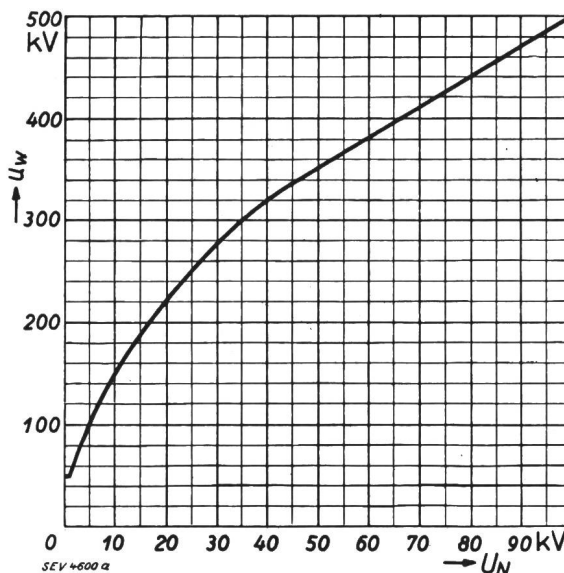


Fig. 6.

Maximale Prüfwellen ( $u_w$ ) für verschiedene Typen-Nennspannungen ( $U_N$ ).  
 $u_w$  in Scheitelwerten gemessen.  
 $U_N$  in Effektivwerten gemessen.

<sup>5)</sup> Wenn die Prüffrequenz 50 nicht verfügbar ist, so darf auch mit andern Frequenzen zwischen 15 und 60 Per./s gemessen werden.

Der Ableiter soll eine Reihe von 10 Stössen mit dieser Prüfwellen im Abstand von je ca. 1/2 Minute aushalten, ohne dadurch eine bleibende Veränderung zu erfahren oder ganz oder teilweise Kurzschluss zu erleiden. Diese Feststellung ist durch Aufnahme der Oszillogramme während dieser Probe zu machen.

4. **Charakteristik.** Die Aufnahme von Strom-Spannungskennlinien (Charakteristiken) nach Fig. 5 als Ersatz für die Messung der Spannungsabsenkung hat mit Prüfwellen normaler Halbwertzeit zu geschehen. Bezüglich Stosszahl gilt das gleiche wie unter 3. Die Aufzeichnung von Charakteristiken kann mit dem KO direkt geschehen, indem als Axenpaar nicht Zeit und Spannung, sondern Strom und Spannung ablenkend auf den Kathodenstrahl einwirken.

5. Das **Ableitvermögen** eines Ableiters ist durch die Messungen unter 3 oder 4 bereits bestimmt worden. Gemäss obenstehender Formel b (Begriffsbestimmung 14) muss der Ableiter einen Strom abführen, der sich aus der Wellenhöhe  $u_w$  und der Restspannung  $u_p$  bestimmt. Für  $u_p = 0$  wird  $i_m$  (in A) =  $4 u_w$  (in kV).

Für einen Ableiter, dessen Restspannung bei der Prüfwellen nach Tab. I gleich der 2- oder 3fachen Ableiternennspannung wird, ergeben sich die Ableiter-Ströme der Tab. II.

Tabelle II.

Nennspannung <sup>1)</sup> $U_N$ des Ableiters in kV		bis	1	5	10	15	25	35	50	80	100
Max. Prüfwellenhöhe <sup>2)</sup> $u_w$ in kV			50	100	150	185	250	295	350	440	500
Amplitude <sup>2)</sup> $u_m$ des Stossstroms im Ableiter in A	für $u_p = 2\sqrt{2} \cdot U_N$		195	390	540	650	860	1000	1120	1300	1430
	für $u_p = 3\sqrt{2} \cdot U_N$		190	360	515	610	790	900	980	1080	1350

<sup>1)</sup> Effektivwert

<sup>2)</sup> Scheitelwert

Für Ableiter, die wesentlich grössere als die in Tabelle II genannten Ströme abzuleiten vermögen, ist der grösste Stoßstrom normaler Halbwertzeit  $T_H$ , der störungslos und ohne dauernde Veränderung des Ableiters bewältigt wird, anzugeben. Bezüglich Stosszahl gilt dasselbe wie unter 3.

**B. Verhalten unter Betriebsspannung.**

Das Verhalten eines Ableiters unter Betriebsspannung ist in erster Linie bedingt durch seine Fähigkeit, einen nachfolgenden Betriebsstrom sofort zu unterbrechen.

1. Die **Löschfähigkeit** eines Ableiters wird dadurch bestimmt, dass der Ableiter mittels Stoßspannung zum Ansprechen gebracht wird, während an seinen Klemmen eine den Ableiterdaten entsprechende Spannungsquelle mit Betriebsfrequenz und genügender Leistung angeschlossen ist. «Genügend» ist die Leistung, wenn die angelegte Spannung infolge des nachfliessenden Betriebsstromes nicht unter 85 % des Sollwertes sinkt. Bei dieser Probe wird die Dauer des Strom-Durchganges durch den Ableiter z. B. mit dem Oszillographen oder bei Wechselstrom-Ableitern mit einem Periodenzähler registriert. In der Regel soll der Ableiter bei diesen Versuchen betriebsmässig, d. h. mit einem Pol an Erde angeschlossen sein. Dabei dürfen immerhin Shunte für Strommessung und Periodenzählung zwischen Ableiter und Erde eingefügt werden.

Die Grösse der Betriebsspannung an den Ableiterklemmen ist bei diesen Lösversuchen folgendermassen zu wählen:

- a) Nennspannung des Ableiters } bei Drehstromnetzen, bzw. dividiert durch  $\sqrt{3}$
- Nennspannung des Ableiters } bei Einphasennetzen mit dividiert durch 2 } geerdetem Mittelpunkt.

- b) Nennspannung des Ableiters.
- c)  $1,2 \times$  Nennspannung des Ableiters.

Mit jeder dieser Spannungen a) bis c) sollen bei Hochspannungsapparaten mindestens 6, bei Niederspannungsableitern

mindestens 10 Ansprechungen im Zeitabstand von je ca. 1/2 Minute gemacht werden. Dabei darf der Ableiter erstens keinen Schaden nehmen und zweitens soll nach den Versuchen keine bleibende Veränderung seiner Eigenschaften feststellbar sein.

Werden für Hochspannungsnetze mit durchwegs starrer Nullpunktserdung Ableiter verwendet, deren Nennspannung kleiner als die verkettete Spannung des zu schützenden Netzes ist, so sind die Versuche b) und c) in derselben Weise, der Versuch a) dagegen mit der Netz-Phasenspannung durchzuführen, für welche die Ableiter bestimmt sind.

Der Versuch a) und evtl. auch b) kann weggelassen werden, wenn aus dem Versuch c) mit Sicherheit auf das Verhalten bei a) und b) geschlossen werden kann (hingegen können z. B. Ableiter mit magnetischer Blasung oder mechanischer Betätigung bei kleinern Spannungen, bzw. Ableiterströmen eher versagen als bei grossen).

2. **Unveränderliches Verhalten während der Versuche.** Evtl. bleibende Veränderungen bei den Versuchen sind dadurch festzustellen, dass der Ableiter im gleichen Zustand wie bei den Versuchen unter A3 nochmals wie dort der Prüfwellen nach Tabelle I unterworfen wird. Aus dem Vergleich der so erhaltenen Oszillogramme mit jenen unter A3 soll sich eine bleibende Veränderung nicht feststellen lassen.

**Beispiel eines Prüfattestes.**

Von der Firma X wurde ein Ueberspannungs-Ableiter zur Prüfung eingesandt. Dem Apparateschild waren folgende Daten zu entnehmen:

- a) Herstellerfirma: Y.
- b) Typenbezeichnung: Af, Nr. 3327, 1935.
- c) Stromart und Frequenz: 1 ~ 50.
- d) Nennspannung: 15 kV.
- e) Maximal zulässige Betriebsspannung: —

Die Prüfung erfolgte nach den «Leitsätzen für die Prüfung und Bewertung von Ueberspannungs-Ableitern», nach dem in Figur ... gezeichneten Schema, mit Hilfe der beim Kraftwerk Gösgen montierten Stossanlage. Die Prüfergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle III eingetragen, einige Oszillogrammbeispiele sind beigelegt.

Tabelle III.

Ableiter Nennspannung $U_N$ , kV . . . . .	15
Ansprechspannung bei $f = 50$ Per./s $u_a$ , kV	$35\sqrt{2}$
Minimal-Ansprechspannung bei Stoß $u_{min}$ , kV	$38\sqrt{2}$
Bei 1,2 facher Minimalwelle:	
Ansprechspannung $u_a$ , kV . . . . .	$39\sqrt{2}$
Ansprechverzug $T_v$ , $\mu s$ . . . . .	0,3
Bei 2 facher Minimalwelle:	
Ansprechspannung $u_a$ , kV . . . . .	$40\sqrt{2}$
Ansprechverzug $T_v$ , $\mu s$ . . . . .	0,2
Spannungsabsenkung:	
Prüfwellen $u_w$ , kV . . . . .	185
Restspannung $u_p$ , kV . . . . .	$36\sqrt{2}$
$p = u_p / 2 u_w \cdot 100$ % . . . . .	14 %
Ansprechfaktor $a = \frac{u_{min}}{\sqrt{2} U_N}$ . . . . .	2,53
Überspannungsfaktor $\ddot{u} = \frac{u_p}{\sqrt{2} U_N}$ . . . . .	2,4
Stromdauer bei $U_N$ :	
Stosszahl . . . . .	10
Anzahl Perioden . . . . .	je 1/2
Stromdauer bei $1,2 U_N$ :	
Stosszahl . . . . .	10
Anzahl Perioden . . . . .	je 1
Bemerkungen und allfällige Veränderungen:	
Keine Teilüberschläge.	
Keine bleibenden Veränderungen.	
Der Ableiter entspricht den Prüfbedingungen.	