

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 14 (1923)  
**Heft:** 8  
  
**Rubrik:** Communications ASE

### **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:** 12.12.2025

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

Unser Vergleich erweist sich also nicht für alle Fälle zutreffend, mag also immerhin als ein die Vorstellungskraft belebendes Bild hier von neuem angeführt werden. Weitergehende Erörterungen über diesen Gegenstand finden sich vielfach in der Literatur, wie z. B. J. C. Maxwell, Physikalische Kraftlinien, Heft 102 von Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften und M. Weinstein, Kräfte und Spannungen, Heft 8 der Sammlung Vieweg.

Es sei ferner noch bemerkt, dass auch die Relativitätstheorie von Albert Einstein zu keiner völlig eindeutigen Zusammenfassung der elektrischen und mechanischen Spannungen geführt hat, worüber Thirring in der Physikalischen Zeitschrift 1918, Seite 204 (Bibliothek des Polytechnikums Zürich No. 73 967) ein Beispiel gibt.

### Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

**Gesuch für Stromausfuhr an den schweiz. Bundesrat.** Die *Kraftwerke Brusio*<sup>1)</sup> A.-G. in Poschiavo stellen das Gesuch um Bewilligung zur Ausfuhr elektrischer Energie aus ihren Werken nach Italien, an die Società Lombarda per distribuzione di energia elettrica in Mailand.

Die auszuführende Leistung soll, in einer neu zu erstellenden Messtation in Campocologno gemessen, max. 10 000 Kilowatt betragen. Die täglich auszuführende Energiemenge soll max. 200 000 Kilowattstunden nicht überschreiten. In der Winterperiode (1. November bis 30. April jeden Jahres) soll jedoch die gesamte auszuführende Energiemenge max. 22 000 000 Kilowattstunden nicht überschreiten, während in der Sommerperiode (1. Mai bis 31. Oktober jeden Jahres) die Ausfuhr von max. 36 800 000 Kilowattstunden gestattet sein soll.

Die Ausfuhr soll am 1. November 1923 beginnen. Die Bewilligung soll gemäss Gesuch für die Dauer von *zweieinhalb Jahren*, d. h. mit

Gültigkeit bis 30. April 1926, erteilt werden. Die Kraftwerke Brusio A.-G. stellen ferner das Gesuch, es möchte ihnen vorgängig der allfälligen Erteilung der nachgesuchten definitiven Bewilligung eine provisorische Bewilligung erteilt werden.

Die zur Ausfuhr bestimmte Energie soll von der Società Lombarda per distribuzione di energia elettrica an ihre Abnehmer in Oberitalien weitergegeben werden.

Gemäss Art. 3 der Verordnung betr. die Ausfuhr elektrischer Energie vom 1. Mai 1918 wird dieses Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgendwelcher Art sind an das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft bis spätestens den *18. Oktober 1923* einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Strombedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkt anzumelden. Auf begründetes Gesuch hin werden Interessenten die wichtigsten Bedingungen für die Lieferung der Energie ins Ausland bekanntgegeben.

<sup>1)</sup> Bundesblatt No. 29, pag. 666.

### Mitteilungen der Technischen Prüfanstalten. — Communications des Institutions de Contrôle.

**Klingeltransformatoren.** In No. 12 des Jahrganges 1916 des Bulletin hat Dr. ing. E. Wirz in sehr eingehender Weise die Klingeltransformatoren behandelt und am Schlusse seiner umfassenden Arbeit „Richtlinien und Leitsätze“ für diese schon weit verbreiteten Apparate aufgestellt. Auch unter Berücksichtigung der seither wonnenen Erfahrungen dürften diese „Leitsätze“ alle wesentlichen Bedingungen umfassen, welchen einwandfreie Kleintransformatoren zu entsprechen haben. Das Generalsekretariat wies in der gleichen Bulletin-Nummer in einem Beiwort zu jenem Aufsatz auf die Wichtigkeit der darin behandelten Fragen hin und ersuchte die S.E.V.-Mitglieder um Einreichung von Aeusserungen zu diesem Gegenstand, damit dieselben bei der Bearbeitung entsprechender S.E.V.-Prüfvorschriften Verwendung finden könnten.

Da solche Aeusserungen nur in spärlichem Masse eingetroffen sind, die weite Verbreitung der Klingeltransformatoren aber dringend die Aufstellung von Prüfvorschriften fordert, möchten wir

an dieser Stelle das Thema nochmals aufgreifen, im vollen Bewusstsein, nichts wesentlich Neues beifügen zu können, aber mit der Absicht, das Interesse für die Sache wieder zu wecken und für die Aufstellung von Prüfvorschriften durch die Normalienkommission des S.E.V. und V.S.E. eine gewisse Vorarbeit zu leisten.

Wir möchten zunächst in Kürze nochmals die von einem Klingeltransformator zu fordernden Eigenschaften aufzählen und zwar unterteilt nach folgenden Gesichtspunkten:

1. Allgemeine Forderungen,
2. Forderungen des Eigentümers der Apparate,
3. Bedingungen des stromliefernden Elektrizitätswerkes,
4. Forderungen zur Verhütung von Personen- und Sachschaden.

Es ist ohne weiteres zu erwarten, dass sich gewisse Anforderungen, von diesen vier verschiedenen Standpunkten aus beurteilt, decken werden.

**1. Allgemeine Forderungen.** Die zum Betriebe von Schwachstromanlagen bestimmten Kleintrans-

formatoren sollen durch geeignete Aufschrift, wie „Klingeltransformator“, als solche gekennzeichnet sein. Die Apparate sollen als Aufschrift den Namen der herstellenden Firma oder die Fabrikmarke, die primäre Nennspannung, die Periodenzahl, die Nennleistung in Watt oder die sekundäre Stromstärke in Ampere und die sekundären Spannungen bei Leerlauf tragen. Die Anschlüsse für Starkstrom und Schwachstrom müssen elektrisch und räumlich zuverlässig von einander getrennt und leicht zu unterscheiden sein. Die Starkstromklemmen müssen der Berührung entzogen sein. Stark- und Schwachstromklemmen sollen so ausgebildet sein, dass auch Rohranschlüsse ohne weiteres ausgeführt werden können.

**2. Forderungen des Eigentümers.** Der Klingeltransformator muss für die Betätigung der daran angeschlossenen Schwachstromapparate eine ausreichende Leistung und Sekundärspannung aufweisen. Zur Anpassung an verschiedene Schwachstromapparate soll die Sekundärwicklung des Transformators mindestens eine Anzapfung für eine kleinere Spannung gleich  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{2}{3}$  der totalen Sekundärspannung aufweisen. Der Spannungsabfall bei Belastung durch die angeschlossenen Schwachstromapparate muss in solchen Grenzen bleiben, dass ein zuverlässiges Funktionieren dieser Apparate gesichert ist. Der Transformator muss ferner so gebaut sein, dass er eine grosse Lebensdauer aufweist und zu keinerlei Störungen im Betrieb Anlass gibt. Es darf weder bei der Inbetriebsetzung, noch nach jahrelangem Funktionieren ein Brummen wahrnehmbar sein.

Fragen wir nun nach den technischen Grössen und den konstruktiven Mitteln, mit denen diese Bedingungen erfüllt werden, so ergibt sich in Uebereinstimmung mit den im Aufsatz von Dr. Wirz enthaltenen Angaben folgendes:

Der Klingeltransformator soll für eine Mindestleistung von 5 Watt gebaut sein. Seine Sekundärspannung soll bei Leerlauf zwischen 5 und 20 V liegen. Zur Anpassung an die Schwachstromapparate soll die Sekundärwicklung so angezapft werden, dass eine Teilspannung abgenommen werden kann, die 50 bis 70% der Totalspannung beträgt. Der Spannungsabfall darf bei induktionsfreier Vollast sowohl für die volle Windungszahl, wie für die Anzapfung 35% nicht übersteigen. In bezug auf das zuverlässige Funktionieren des Apparates ist zu fordern, dass er aus einwandfreiem, nicht hygroskopischem Material gebaut ist, dass die im Betriebe und bei dauerndem Kurzschluss der Sekundärwicklung auftretende Ubertemperatur dem Apparat und seiner Unterlage in keiner Weise schadet. Es soll ferner genügende Sicherheit dafür vorhanden sein, dass ein Uebertritt der Primärspannung auf die Schwachstromseite unmöglich ist. Das geräuschlose Funktionieren des Apparates wird entweder durch Vermeidung von Stossfugen des Eisenblechs oder durch genügendes Zusammenpressen der Stösse und durch Sicherung gegen Lockerung im Betriebe gewährleistet.

**3. Bedingungen des stromliefernden Elektrizitätswerkes.** Hier ist an erster Stelle die Forderung einer kleinen Leerlaufleistung und eines kleinen Leerlaufstromes zu erwähnen. Diese Bedingungen müssen des bestimmtesten dann ge-

stellt werden, wenn es sich um den Anschluss einer grossen Anzahl solcher Apparate an ein und dasselbe Elektrizitätswerk handelt. In dem oben erwähnten Aufsatz von Dr. Wirz sind sehr instructive Rechnungsbeispiele über den Einfluss der Leerlaufleistung und des Leerlaufstromes auf die Stromkosten des Werkes angeführt. Der eigentliche Grund, weshalb der Stromlieferant eine kleine Leerlaufleistung der Transformatoren fordern muss, liegt darin, dass die gebräuchlichen Abonentenzähler die relativ kleine Leerlaufleistung der Klingeltransformatoren gar nicht oder nur sehr ungenau zu registrieren vermögen, dass aber bei mehreren hundert oder tausend Apparaten die jährliche Leerlaufenergie, für welche das Werk aufkommen muss, doch sehr ins Gewicht fallen kann. Die Forderung einer kleinen Leerlaufstromstärke ergibt sich aus den durch diese bedingten zusätzlichen Verlusten in den Verteilungen des Werkes. Auf den Wirkungsgrad des Klingeltransformators ist vom Standpunkte des Elektrizitätswerkes aus nach unserer Ansicht weniger Gewicht zu legen, da einerseits der Abonentenzähler die verbrauchte Energie bei Belastung des Transformators registriert, andererseits aber die totale Belastungszeit so kurz ist, dass der entsprechende Energieaufwand im Vergleich zu der dauernden Leerlaufenergie kaum in Betracht fällt. Allerdings hängt ein günstiger Nutzeffekt mit kleinem Leerlaufverlust und geringem Spannungsabfall eng zusammen, so dass also bei Erfüllung dieser beiden Forderungen auch der Wirkungsgrad des Transformators sich in annehmbaren Grenzen bewegt.

Das stromliefernde Werk muss ferner volle Gewähr dafür verlangen, dass durch die Klingeltransformatoren keine ungünstige Beeinflussung seines Betriebes erfolgt, d. h. dass der Isolationszustand seines Netzes durch diese Apparate keine Verschlechterung erfährt. Es wird sich zunächst durch die Forderung geeigneter Absicherung der Klingeltransformatoren gegen Kurzschlüsse in der Primärwicklung der Transformatoren schützen, muss aber des weitern verlangen, dass diese Apparate so gebaut sind, dass niemals ein elektrischer Schluss zwischen Primärwicklung und Gehäuse oder zwischen Primär- und Sekundärwicklung eintreten kann.

Wenn wir für die genannten Grössen, Leerlaufverlust und Leerlaufstrom bestimmte obere Grenzwerte festlegen sollen, so stimmen wir den in den „Leitsätzen“ von Dr. Wirz genannten Zahlen durchaus bei. Für Klingeltransformatoren bis zu Sekundärleistungen von 10 Watt soll der Leerlaufverlust 1 Watt nicht übersteigen und die Leerlaufstromstärke bei Nennspannungen bis 125 (145) Volt 0,025 d. h.  $\frac{1}{40}$  Ampere nicht übersteigen.

Die vom Elektrizitätswerk zu fordernde Betriebssicherheit und gute Isolation der Primärwicklung gegen Gehäuse und Sekundärwicklung wird dadurch erreicht, dass beide Wicklungen auf getrennten Spulenkörpern befestigt sind und diese selbst aus gutem, nicht hygroskopischem und wärmebeständigem Material hergestellt sind. Bei dauerndem Kurzschluss der Sekundärwicklung der Transformatoren darf weder in der Sekundär- noch in der Primärwicklung eine Temperaturerhöhung eintreten, welche die Zerstörung der

Isolation der einzelnen Windungen oder gar der Isolierkörper zur Folge haben könnte.

4. *Forderungen zur Verhütung von Personen- und Sachschaden.* Diese Bedingungen decken sich mit dem Verlangen grösster Betriebssicherheit seitens der Eigentümer der Klingeltransformatoren und seitens der Elektrizitätswerke. Die Art und Weise, wie die Schwachstromanlagen im allgemeinen bezüglich ihrer Isolation ausgeführt sind, lässt mit häufigen Kurzschlüssen im Sekundärkreis der Klingeltransformatoren ohne weiteres rechnen. Es ist deshalb erforderlich, dass diese Apparate das dauernde Kurzschliessen der Sekundärwicklung ertragen, ohne dass dabei eine Brandgefahr für den Transformator selbst oder für dessen Montageunterlage entsteht. Da man zum mindesten mit gelegentlichen Kurzschlüssen rechnen muss, dürfen die Schmelzsicherungen auf der Primärseite des Transformators bei einem sekundärseitigen Kurzschluss nicht ansprechen, weil sonst Störungen in der Klingelanlage viel zu häufig wären; die Sicherungen haben nur dann zu funktionieren, wenn in der Primärwicklung selbst ein Windungsschluss auftreten sollte. Aus dieser Ueberlegung folgt aber, dass die Klingeltransformatoren so berechnet und konstruiert sein müssen, dass die sich bei dauernd kurzgeschlossener Sekundärwicklung einstellende Uebertemperatur weder eine Beschädigung der Windungsisolatoren beider Wicklungen, noch der Isolierkörper bewirken kann. Insbesondere ist die Forderung zu stellen, dass niemals zufolge dieser Erwärmung ein elektrischer Schluss zwischen Primärwicklung einerseits und Sekundärwicklung oder Transformatorkörper andererseits entstehen kann; denn sollte dies der Fall sein, so würde ausser dem Sachschaden die Möglichkeit eines Starkstromunfalles ohne weiteres gegeben sein.

Die Mittel, mit denen diese Kurzschlussicherheit der Klingeltransformatoren durch ihre Konstruktion erreicht werden kann, sind kurz folgende: Begrenzung des Kurzschlussstromes auf einen unschädlichen Wert, ausreichender Drahtquerschnitt der beiden Wicklungen, gute Abkühlungsmöglichkeit der Wicklungen und des ganzen Transformators, Wärmebeständigkeit der Draht- und Spulenisolation. Dr. Wirz schlägt als höchst zulässige Uebertemperatur irgend eines Transformatortheiles  $100^{\circ}\text{C}$  vor. Wir neigen zu der Ansicht, dass man für die Wicklungen auch noch höhere Maximaltemperaturen zulassen könnte, wenn die oben geforderte Temperaturbeständigkeit der Draht- und Spulenisolation zufolge der Wahl geeigneter Konstruktionsmittel gewähr-

leistet ist und möchten hier nur an den bei Kleinapparaten häufig angewandten Emaildraht erinnern, der sehr wahrscheinlich eine höhere Uebertemperatur als  $100^{\circ}\text{C}$  zulässt.

Damit hätten wir nun alle Anforderungen, die an einen guten Klingeltransformator zu stellen sind, erwähnt, und es böte keine besondern Schwierigkeiten mehr, daraus die geeigneten Prüfvorschriften für solche Apparate abzuleiten. Fraglich wäre einzig noch die Erwärmungs- und Isolationsprobe. Für den neuen Transformator sollte man unseres Erachtens eine Isolationsprobe mit mindestens 1500 Volt, besser aber mit 2000 Volt während einer halben Stunde vorschreiben. Schärfer, aber vielleicht zweckmässiger, wäre die gleiche Probe nach einer 24stündigen Lagerung des Apparates in feuchter Luft. Eine solch verschärfte Prüfung ist durch die zweifellos häufig vorkommende Montage von Klingeltransformatoren in feuchten Räumen oder an nicht ganz trockenen Wänden wohlbegründet; wir glauben auch, dass gute Konstruktionen dieser Probe standhalten würden.

In bezug auf die Erwärmungsprobe möchten wir anstelle der Temperaturmessung eher einer Dauerprüfung von 24 Stunden (event. länger) bei kurzgeschlossener Sekundärwicklung das Wort reden. Nach dieser Dauerprobe würde, wenn nicht ein auch äusserlich wahrnehmbarer Defekt vorhanden ist, nochmals eine Leerlaufmessung ausgeführt, um daraus auf einen allfälligen Fehler im Innern der Wicklung schliessen zu können. Eine Wiederholung der Isolationsprüfung nach dieser Dauerprobe würden wohl die Lieferanten als zu scharf erachten.

Es wäre uns ausserordentlich willkommen, wenn sich sowohl die Elektrizitätswerke, welche in ausgedehntem Masse Klingeltransformatoren an ihr Netz angeschlossen haben, wie auch insbesondere die Fabrikanten solcher Apparate zu der besprochenen Frage und insbesondere zu den angetönten Prüfvorschriften äussern wollten. Dem Import und vermutlich nicht unbedeutenden Absatz minderwertiger Apparate würde durch Aufstellung von S.E.V.-Prüfvorschriften am besten entgegengearbeitet, denn zweifellos würden sich die meisten Werke bei ihren Abschlussbedingungen an diese Vorschriften halten. Es dürfte somit im Interesse aller beteiligten Kreise liegen, an der Aufstellung solcher Vorschriften durch ungesäumte Meinungsäusserung mitzuarbeiten. Wir sehen diesen Mitteilungen, die an das Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E., Seefeldstr. 301, Zürich, zu richten sind, mit Interesse entgegen.

## Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

**Kritische Bemerkungen zur «Wegleitung für den Schutz von Wechselstromanlagen gegen Uberspannungen».** (Von E. Pfiffner, Freiburg.) Die Veröffentlichung der „Wegleitung“ in No. 6 des Bulletin veranlasst zu deren Vergleich mit dem im Bulletin 1916, No. 6, veröffentlichten Bericht derselben Kommission.

Rein äusserlich sind der Bericht von 1916 und die „Wegleitung“ von 1923 verschieden eingestellt:

Der erstere bemüht sich, Prinzipien und Konstruktionsregeln aufzustellen; die zweite dagegen verlegt das Hauptgewicht auf die Polemik über vorhandene Apparate.

Wenn die erste Methode unbedingt den Vorteil der Objektivität besitzt, so kann die zweite andererseits nützlich sein, und es muss dem Leser überlassen bleiben, sich ein Urteil über die Tendenz der einen und der andern zu bilden.



Greifen wir beispielsweise die Abschnitte über Funkenableiter heraus.

Während unter Punkt 42 der praktischen Ratschläge, wie sie im Jahre 1916 gegeben werden, die Funkenstreckenableiter wenigstens bis zu Spannungen bis zu etwa 15 000 Volt als wirtschaftliche Schutzapparate empfohlen werden, behauptet die „Wegleitung“ vom Jahre 1923, dass die Funkenableiter mit Seriewiderstand ihren Zweck in den wenigsten Fällen erfüllen.

Wir glauben, dass es in erster Linie nicht darauf ankommt, ob diese oder jene Apparate ihren Zweck bisher erfüllten oder nicht, sondern, ob das diesen Apparaten zugrundeliegende Konstruktionsprinzip richtig ist oder nicht. Jedenfalls hätte an dieser Stelle einmal die Aufgabe solcher Ableiter genau umschrieben werden dürfen. Da die Kritik der Funkenableiter im Zusammenhang mit den Erörterungen über Sprungwellen einsetzt, so ist dem Nichteingeweihten jedenfalls nicht ersichtlich, was eigentlich von diesen Apparaten erwartet wird. Sogenannte Sprungwellen gefährden die Isolationen bekanntlich auf zweierlei Art, nämlich durch ihr Potential gegen Erde und durch ihr Potentialgefälle an der Wellenstirn. Der Funkenableiter kann das erstere begrenzen, aber er hat keinen direkten Einfluss auf das letztere.

Es ist ein leichtes, auch rechnerisch nachzuweisen, dass der Funkenableiter, auch wenn er einen bedeutend höheren Ableitewiderstand als den sog. Wellenwiderstand besitzt, die Dämpfung des schwingenden Systems, das durch die Leitungen gebildet wird, in einem derartigen Ausmasse zu erhöhen vermag, dass die Eigenschwingungen in äusserst kurzer Zeit abklingen. Sogar dem Wassererder, dessen hoher Widerstand doch sprichwörtlich ist, kommt in dieser Hinsicht eine gewisse Bedeutung zu.

Ebenso sicher ist dagegen, dass der Funkenableiter mit zu geringem Dämpfungswiderstand eine Quelle beständiger Störungen bildet. Die schweizerischen Anlagen, die diese Erfahrung machten und noch machen, sind so zahlreich, dass anzunehmen wäre, dass derartige Irrtümer, wie derjenige der „Wegleitung“, „der Ohmwert des Ableitewiderstandes soll so klein als praktisch möglich gehalten werden“, vermieden würden.

Denn bei entsprechender Durchbildung des Löschmechanismus, etwa, wie neuerdings vielfach üblich, durch Anbringung eines Hochspannungsölschalters, kann tatsächlich der Ableitewiderstand „praktisch“ recht niedrig gehalten werden. Die praktische Folge dieser Ratschläge werden ungedämpfte Schwingungen im Entladelichtbogen und andere Ratschläge in der nächsten Veröffentlichung der Kommission sein.

Trotzdem gibt es Fälle, in welchen zur Bekämpfung der Ueberspannungen Ableitewiderstände mit einem unter dem Wellenwiderstand liegenden Ohmwert nötig sind. Sollen ungedämpfte Schwingungen vermieden werden, so muss in diesem Falle der niedrige Ableitewiderstand durch Parallelschaltung mehrerer Ableitezweige hergestellt werden. Dieses Konstruktionsprinzip liegt dem elektrischen Giles-Ventil zugrunde, und wenn schon die Empfehlung eines bestimmten Apparates in der „Wegleitung“ nicht angezeigt erscheint, so hätte mindestens das richtige Grundprinzip empfohlen werden müssen.

Der Bericht von 1916 hat eingehende Zahlenangaben über den Wert der Reaktanz von Schutzspulen angegeben, wie auch die Grundsätze, nach welchen dieselben berechnet wurden. Die „Wegleitung“ behauptet, dass diese Werte nach neuern Versuchen zu gering sind. Im allgemeinen versteht man indessen unter „neuere Versuchen“ noch nicht durch die Praxis bestätigte Tatsachen. Jedenfalls dürften derart einseitig aufgestellte Behauptungen noch nicht ausreichen, um mit einem Schlage die Resultate einer Praxis von mehreren Jahrzehnten, wie sie im Berichte von 1916 zusammengestellt sind, aus der Welt zu schaffen.

Eine gewisse Kontinuität in den Ratschlägen dürfte den Intentionen der Kommission gewiss förderlich sein.

Bezüglich der Schutzkondensatoren verlangt die „Wegleitung“, dass deren Kapazität „genügend“ gross sei. Im Bericht von 1916 heisst es, dass die Kapazität mindestens 0,025 Mikro-Farad sein muss. Die Betriebsleiter möchten der „Wegleitung“ entnehmen, ob dies genügend, zu viel oder zu wenig ist.

Die Angaben des Berichtes von 1916 sind gewiss nicht absolut richtig und unantastbar, aber derselbe besitzt den grossen Vorteil, positive Aussagen zu machen, während die „Wegleitung“ vieles beanstandet, aber wenig Positives aussagt. Es fällt dabei auf, dass nur vom Schutzkondensator verlangt wird, dass er betriebssicher sei, obgleich das auch dann eine Selbstverständlichkeit ist, wenn sich diese oder jene Bauart diesbezüglich weniger bewährt hätte.

Falls dem Schutzkondensator eine Schutzwirkung zukommt, wie schliesslich auch aus der „Wegleitung“ zu entnehmen ist, so hat diese positive Angaben über Kapazität und Durchschlagfestigkeit zu machen und dem Konstrukteur die Sorge der Realisierung der Vorschriften zu überlassen.

In dem breit gehaltenen Kapitel über die Löschspulen werden Angaben über die verschiedenen Löschspulensysteme und Angaben darüber, wie die in vielen Anlagen, z. B. in Italien, durch den Einbau dieser Spulen bewirkten Gefahren sicher vermieden werden, vermisst.

Es wäre erwünscht zu erfahren, wie sich die Forderung nach Vermeidung von Sicherungen von Erdungsspulen mit den allgemeinen Vorschriften in Einklang bringen lässt, und vermisst wird die Aufstellung der Bedingung, welche erfüllt sein muss, damit Erdungsspulen gefahrlos einpolig mit Trennschaltern schaltbar sind. Diese Bedingung ist z. B. bei Parallelschaltung von Erdungsspulen und Schutzkondensatoren von bestimmten elektrischen Daten ohne weiteres gegeben, dass der Verwendung einpoliger Trennschalter und Sicherungen aus diesem Grunde nichts im Wege steht.

Der allgemeine Eindruck, der sich aus der Lektüre der „Wegleitung“ aufdrängt, ist der, dass sich die Auffassungen über Ueberspannungsschutz seit 1916 kaum wesentlich geklärt haben, dass im Gegenteil manche damals positive Ueberzeugungen heute verschwommen zum Ausdruck kommen und dass die „Wegleitung“ von 1923 ärmer an positiven Ratschlägen als der Bericht von 1916 ist.

E. Pfiffner.

**Erwiderung zu vorstehenden Bemerkungen.** In den obenstehenden kritischen Bemerkungen zu einer neuen „Wegleitung“ für den Ueberspannungsschutz der schweizerischen Anlagen kommt Ing. E. Pfiffner zur Schlussfolgerung, dass diese „Wegleitung“ gegenüber dem Berichte von 1916 keine wesentliche Klärung der Auffassung, wohl aber eine Reduktion der positiven Ratschläge gebracht habe.

Es ist richtig, dass die Leitsätze von 1916 zahlreiche positive Angaben über Spulen, Kondensatoren und andere als „Ueberspannungsschutz“ verwendete Apparate enthielten und damit die Fabrikanten solcher Apparate von der Verantwortung der Zweckdienlichkeit der Apparate zu entlasten schienen; so konnte die oben ausgesprochene Auffassung aufkommen, „dass es in erster Linie gar nicht darauf ankommt, ob diese oder jene Apparate ihren Zweck bisher erfüllten oder nicht“. Die in der „Wegleitung“ von 1923 vertretene Ansicht ist hierzu allerdings in diametraler Opposition; sie lässt sogenannte Schutzapparate nur noch insoweit zu, als sie wirklich und zwar absolut zweifelsfrei, ihren Zweck erfüllen. Da sehr viele der 1916 noch empfohlenen Schutzapparate, insbesondere die kleinen Induktivitäten gemäss Ziff. 42, den Nachweis ihrer Zweckdienlichkeit nicht zu erbringen vermochten, und da die seitherige Entwicklung, mit der Forderung eines Minimums an Apparaten bei allgemein höherer Isolationsfestigkeit von Maschinen- und Transformatorenwicklungen, die Betriebskosten der Elektrizitätswerke und ihrer Abonnenten gebührend und günstig berücksichtigt, so ist die „Wegleitung“ von 1923 folgerichtig ärmer an „positiven Ratschlägen“ als der Bericht von 1916. Glücklicherweise ist aber für die Beurteilung von Ratschlägen nicht ihr Reichtum und nicht ihre Armut, sondern ihre Güte massgebend. Da darf doch gewiss die heutige Forderung nach höchstmöglicher Einfachheit und dielektrischer Festigkeit der Anlagen und Anlagenteile als fortschrittlicher Standpunkt gelten. Die heutige Einsicht, dass die allzustark vereinfachten theoretischen Grundlagen, auf die sich die Leitsätze von 1916 stützten, in der Mehrzahl der Fälle unzureichend sind, und die heutige Lösung der Erdschlussfrage, die im Jahre 1916 noch nicht

vorlag, sind doch gewiss auch Fortschritte von höchster Tragweite, die man nicht leicht hin verkenne sollte.

Aus der im einleitenden Abschnitte der neuen Wegleitung gegebenen Aufklärung über teilweise nicht befriedigendes Funktionieren bestehender Apparate darf doch nicht ohne weiteres geschlossen werden, das Hauptgewicht in der neuen Wegleitung liege in der Polemik; dieses Hauptgewicht liegt vielmehr in den 29 Leitsätzen, denen man gewiss nicht polemischen Inhalt vorwerfen kann.

Der Detaileinwand, der hinsichtlich der Behandlung der Funkenableiter im Abschnitte „Sprungwellen“ der Einleitung erhoben wird, beruht wohl nur auf ungenauer Lektüre des betreffenden Abschnittes, soweit als es sich um das Grundsätzliche handelt; was den angeblichen „Irrtum“ hinsichtlich des Ohmwertes des Seriewiderstandes der Funkenableiter betrifft, so ist zu beachten, dass die Tendenz der „Wegleitung“ auf eine Einschränkung im Gebrauche der Funkenableiter hingeht, und zwar insbesondere auf Einengung ihres Anwendungsgebietes auf Anlagen mit niedrigerer Hochspannung, so dass der angegebene Ohmwert in jeder Hinsicht befriedigt. Die „Quelle beständiger Störungen“, die der Funkenableiter mit geringem Seriewiderstand in vielen Anlagen gebildet hat oder gar noch bildet, ist in den wenigsten Fällen im Ohmwert des Seriewiderstandes begründet, sondern meist in Nebenumständen, wie z. B. in den Begleiterscheinungen des Versagens eines von vorneherein unglücklich disponierten Widerstandes (wie eines ungeeigneten Wasserwiderstandes usw.).

Wenn endlich dem Berichte von 1916, an dessen Beratung der Unterzeichnete seinerzeit ebenso teilnahmsvoll und freudig mitgewirkt hat, wie kürzlich an der Beratung der „Wegleitung“ von 1923, nachgerühmt wird, dass er die Resultate einer Praxis von mehreren Jahrzehnten verwerte, so darf dem entgegengehalten werden, dass der „Wegleitung“ von 1923 eine noch um sieben Jahre reifere Einsicht und Erfahrung zugrunde liegt, und zwar gerade hinsichtlich derjenigen Jahre, in denen die Diagnose und die klinische Behandlung der Ueberspannungen wahrhaft bedeutende Fortschritte aufzuweisen haben. W. Kummer.

### Miscellanea.

**Verband Schweiz. Elektro-Installationsfirmen.** Am 18. und 19. August wird dieser Verband seine XVIII. ordentliche Generalversammlung in Luzern abhalten. Aus dem Programm der Veranstaltungen erwähnen wir folgendes:

*Samstag, 18. August:*

Vormittag Sitzung des Zentralvorstandes im Hotel Rütli.  
14 Uhr 30 Generalversammlung im Grand Hôtel du Lac, vorderer Saal.  
(Damen: Ausflug nach Sonnen- oder Dietschiberg mit Tram und Bahn, Kaffee oder Tee daselbst.)  
18 Uhr Rundgang durch die Stadt.  
19 Uhr 15 Nachtessen im Grand Hôtel du Lac, hinterer Saal.

21 Uhr Abendunterhaltung im Grand Hôtel du Lac nach besonderem, vom Organisationskomitee vorbereitet. Programm.

*Sonntag, 19. August:*

10 Uhr 50 Abfahrt mit Schiff ab Bahnhof nach Kehrsiten. Fahrt mit Seilbahn nach Bürgenstock.  
12 Uhr 30 Mittagessen im Parkhotel Bürgenstock. Nach dem Mittagessen: Spaziergänge, Höhenweg Hammetschwand.  
16 Uhr 55 u. 17 Uhr 53 Rückfahrgelegenheit ab Bürgenstock.  
17 Uhr 48 u. 18 Uhr 32 Ankunft in Luzern und Schluss der Veranstaltungen.

**Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern.** Vom 7. bis 10. September wird dieser Verein seine 50. Jahresversammlung (Jubiläumstagung) nach folgendem Programm in *Zürich* abhalten:

Freitag, 7. September, abends: Empfang der Teilnehmer in der Tonhalle.

Samstag, 8. September, 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr: Vorversammlung (Technische Sitzung) in der Eidg. technischen Hochschule; nachmittags Besichtigung der Wasserversorgung und des Gaswerks; abends: Vorstellung im Stadttheater.

Sonntag, 9. September, 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr: Generalversammlung in der Eidg. technischen Hochschule; abends: offizielles Bankett.

Montag, 10. September, 9 Uhr: Ausflug nach Rapperswil.

**Verband deutscher Elektrotechniker.** Am 2., 3. und 4. September wird dieser Verband die XXIX. Jahresversammlung nach folgendem Programm in *Dresden* abhalten:

Sonntag, 2. September: Vorstandssitzung, Ausschusssitzung und Begrüssungsabend.

Montag, 3. September: Erste Hauptversammlung, Vortrag „Das europäische Fernkabelnetz“, Bericht über „Fortschritte im Bau von Porzellan-Hochspannungsisolatoren“, ferner über „Elektrische Stossprüfung von Hochspannungsisolatoren“, sowie Geschäftliches.

Nachmittags: Zweite Hauptversammlung. Bericht über „Die Elektrotechnik in der Textil-

industrie“, sowie über „Die Elektrotechnik in der Papierindustrie“.

Dienstag, 4. September: technische Besichtigungen.

**Aluminiumfonds Neuhausen.** Die Fondskommission des Aluminiumfonds Neuhausen macht Fachleute auf dem Gebiete der angewandten Elektrizität, insbesondere der Elektrochemie und Elektrometallurgie darauf aufmerksam, dass auch in diesem Jahre namhafte Beträge aus den Mitteln des Fonds für die Förderung von Forschungen und Erfindungen in diesem Fache zwecks Hebung der schweizerischen Volkswirtschaft zur Verfügung stehen.

Der Aluminiumfonds gehört der Eidg. Technischen Hochschule Zürich an, kann jedoch nach seinen Ausführungsbestimmungen auch Arbeiten unterstützen, die ausserhalb der Eidgen. Technischen Hochschule ausgeführt werden. Interessenten sind gebeten, Bewerbungen an den Vorstand der Fondskommission bzw. an die Kanzlei des Schweiz. Schulrates in Zürich zu richten, durch welche auch die Ausführungsbestimmungen des Fonds erhältlich sind.

**Konferenz der Sekretäre von Normalienvereinigungen.** Vom 3. bis 7. Juli dieses Jahres fand in Baden die zweite internationale Konferenz der Normalienvereinigungen folgender Länder statt:

Amerika	Frankreich	Norwegen
Belgien	Holland	Oesterreich
Deutschland	Italien	Schweden
England	Kanada	Schweiz und Tschechoslowakei

## Normalienentwürfe und Normalien.

*Schweiz. Elektrotechnischer Verein.*

### Normen für Spannungen und Spannungsprüfungen<sup>1)</sup>.

#### Allgemeines.

**Art. 1.** Der Schweiz. Elektrotechnische Verein bezeichnet elektrische Normalspannungen und empfiehlt der Elektrotechnikerschaft der Schweiz, neue Anlagen nur für diese Spannungen zu bauen und bei bedeutenden Umänderungen und Erweiterungen bestehender Anlagen dieselben nur für diese Normalspannungen einzurichten, sowie in bestehenden Anlagen, welche den Normalspannungen naheliegende verwenden, die Spannungen den normalen durch entsprechende Betriebsmassnahmen anzupassen. (Beschluss der Generalversammlung vom 5. Juni 1920 in Luzern.)

**Art. 2.** Das Material, das zur Verwendung in Anlagen dieser Normalspannungen innerhalb der Minimal- und Maximalwerte der Betriebsspannungen bestimmt ist und den Prüfungsbedingungen

<sup>1)</sup> Eine Einleitung zu diesen Normen wird in einer späteren Ausgabe des Bulletin erscheinen.

gemäss diesen Normen entspricht, wird als Material der betreffenden *Nennspannung* bezeichnet. (Beschluss des Vorstandes vom 11. August 1923.)

#### Normen für Niederspannungen.

##### A. Normalwerte.

**Art. 3.** 1. Als *normale Gebrauchsniederspannungen* im Sinne von Art. 1 und 2 werden bezeichnet:

	Für Wechselstrom:	Für Gleichstrom:
	(Nennspannungen)	
Zur Verwendung in normalen Fällen (Hauptnormale):	125 V 220 V 380 V	110 V 220 V 440 V

(Beschluss der Generalversammlung v. 5. Juni 1920 in Luzern.)

In besond. Fällen, in welchen die Anwendung der niedrigeren Normalspannungen erhebliche Nachteile hätte:

660 V      600 V

(Beschluss der Generalversammlung v. Sept. 1921 in Zürich.)

2. Diese Normalspannungen bedeuten die normalen Effektivwerte der Gebrauchsniederspannung an den Klemmen der Stromverbraucher, wie



sie als mittlere Werte der Betriebsspannung an den Stromabgabestellen der Leitungsnetze bei normaler Belastung der letzteren vorkommen sollen.

Als abgerundete Werte dieser Spannung werden sie *Nennspannungen* genannt.

3. Die *genauen Werte der mittleren Verbraucherspannungen* sind für Wechselstrom die im Verhältnis  $1:\sqrt{3}$  stehenden Zahlen

127 – 220 – 381 – 660 V.

**Art. 4.** 1. Als vorkommende *minimale* bzw. *maximale Betriebswerte der Verbraucherspannungen* werden 5% unter bzw. 5% über den vorgenannten Werten liegende Spannungen angenommen.

2. Als *normale Erzeugerspannungen*, d. h. erhöhte Spannungen an den Niederspannungserzeugern (Transformatoren, Generatoren) bei deren Vollbelastung, werden entsprechend der vorigen Ziffer bestimmt:

für Wechselstrom: 133 – 231 – 400 – 693 V.

für Gleichstrom: 115 – 231 – 462 – 630 V.

(Beschlüsse der Generalversammlungen vom 18. Dezember 1920 in Olten und vom September 1921 in Zürich.)

**Art. 5. Tabellarische Zusammenstellung der Normalwerte für Niederspannungen:**

Nennspannung (Abgerundete Verbraucher- spannung):	Genauer Wert der mittleren Verbraucher- spannung:	Angenommene minimale Verbraucher- spannung	Zulässige max. Verbrau- cher- gleich norm. Erzeu- gerspannung
V	V	V	V
Gleichstrom:			
110	110	104	115
220	220	209	231
440	440	418	462
600	600	570	630
Wechselstrom:			
125	127	121	133
220	220	209	231
380	381	362	400
660	660	627	693

## B. Prüfungen.

(Noch zu bestimmen.)

## Normen für Hochspannungen.

### A. Normalwerte.

**Art. 6.** Als *normale Hochspannungen* im Sinne von Art. 1 und 2 werden für *Dreiphasenstrom von 50 Perioden pro Sekunde* die nachstehenden Werte als verkettete Spannungen bezeichnet:

3700 – 6400 – 8800 – 11 000 – 19 000 – 37 000 –  
50 000 – 64 000 – 110 000 – 150 000 – 220 000 V.

2. Diese Spannungszahlen bedeuten die normalen Effektivwerte der Spannungen der Generatoren, bzw. der Transformatoren an der Austrittsseite der Energie (normale Erzeugerspannungen, zugleich Nennspannungen).

3. Die im Verhältnis  $1:\sqrt{3}$  (mit 1% Toleranz) zueinander stehenden Spannungen dieser Reihe sind für Umschaltungen Dreieck-Stern vorgesehen. (Beschluss der Generalversammlung vom 16. Dezember 1922 in Olten.)

**Art. 7.** Die höchstzulässige Spannung in irgend einem Punkt der Anlage darf die normale Erzeugerspannung um höchstens 10% übersteigen.<sup>2)</sup> (Beschluss der Generalversammlung vom 16. Dezember 1922 in Olten.)

## B. Prüfung der Isolationsfestigkeit von Hochspannungsapparaten und Maschinen zwischen Stromleiter und Erde, bzw. Gestell (Isolationsprüfung).

### I. Prüfungsnormen:

**Art. 8. Geltungsbereich und Bedeutung dieser Prüfungsnormen.**

a) Diese Normen gelten für alle Maschinen, Apparate, Isolatoren und vollständige Anlagen für Wechselstrom für Nennspannungen über 1000 V. Für Kabel gelten besondere Bestimmungen.

b) Die genannten Gegenstände werden als neu einmal der Isolations-Prüfung unterworfen, indem zwischen Stromleiter und Erde bzw. dem Metallkörper oder betriebsmässig an Erde liegenden Gestell, Fassung oder Befestigungsstück und bei Transformatoren der Sekundärwicklung eine Prüfspannung entsprechend den vorliegenden Normen angelegt wird. Dabei darf kein Durchschlag und kein bleibender Ueberschlag erfolgen. Wo Gleitfunken (Büschelentladungen) während der Prüfung auftreten, dürfen diese das Isolationsmaterial nicht angreifen.

**Art. 9. Höhe der Prüfspannung (Effektivwerte).**

a) Für *Maschinen, Transformatoren und Apparate* ist die Prüfspannung gleich der doppelten Nennspannung plus 1000 V ( $V_p = 2 V_n + 1000$ ).

b) Für *Isolatoren* (einschliesslich der Stütz- und Durchführungsisolatoren, welche für Maschinen, Transformatoren und Apparate bestimmt sind, samt ihren Armaturen) für *Aufstellung in Gebäuden* ist die Prüfspannung gleich der doppelten Nennspannung plus 10 000 V ( $V_p = 2 V_n + 10\,000$ ).

c) Für *Isolatoren* (einschliesslich der Stütz- und Durchführungsisolatoren, welche für Maschinen, Transformatoren und Apparate bestimmt sind, samt ihren Armaturen) für *Aufstellung im Freien* ist die Trockenprüfspannung gleich der unter b) festgesetzten; die Nassprüfspannung gleich 85% dieses Wertes ( $V_{ir} = 0,85 [2 V_n + 10\,000]$ ).

Für die Nassprüfung werden die Isolatoren (samt ihren normalen Befestigungsstücken und denjenigen der zu tragenden Leiter) einem künstlichen Regen von 2,5 mm/Min. Intensität unter 45° gegen die Vertikale ausgesetzt, und zwar zuerst 15 Min. ohne Spannung und unmittelbar darauf mit der angegebenen Prüfspannung.

Diese Prüfspannungen gelten für einen Widerstand des Beregnungswassers von 7000 Ohm cm. Bei Verwendung von Wasser mit anderem Widerstand ist die Prüfspannung mit dem Faktor  $a$  nach Art. 17 zu multiplizieren.

d) In *Anlagen über 10 000 V* (bis 10 000 V) gelten die Bestimmungen a–c mit betriebs-

<sup>2)</sup> Bei verminderter Sicherheit.



*mässig dauernd* (ohne besondere Reaktanzen oder ohmsche Widerstände) *geerdetem Nullpunkt* ist die Prüfspannung für *Maschinen, Transformatoren und Apparate* gleich der, aus der Nennspannung berechneten 2,73fachen Spannung zwischen einem Pol und Erde plus 1000 V; für *Isolatoren für Aufstellung in Gebäuden* gleich der aus der Nennspannung berechneten, 2,73fachen Spannung zwischen einem Pol und Erde plus 10 000 V, für die *Trockenprüfung von Isolatoren für Aufstellung im Freien* gleich der Prüfspannung für Isolatoren für Aufstellung in Gebäuden, für die *Nassprüfung* derselben gleich 85 % dieses Wertes.

e) Bei Prüfung vollständiger Anlagen sind alle Anlageteile, die zur gleichen Betriebsspannung gehören, durch entsprechende Verbindung gleichzeitig der Prüfspannung gegen Erde zu unterwerfen. Vor Vornahme der Prüfung sind Isolatoren und sonstige Einrichtungen zu reinigen. Die Prüfspannung beträgt 85 % der niedrigsten Prüfspannung, welcher nach vorstehenden Bestimmungen a bis d ein Anlageteil zu unterwerfen ist.

Art. 10. Ort der Prüfung. Die Prüfungen Art. 9, lit. a bis d, sollen, soweit möglich, im Versuchslokal des Fabrikanten vorgenommen werden. Die Prüfung Art. 9, lit. e, dagegen ist an der betriebsfertigen Anlage des Bestellers vorzunehmen.

Art. 11. Zur Erzeugung der Prüfspannung ist eine besondere Stromquelle hinreichender Leistung mit möglichst sinusförmiger Spannungs-kurve und normaler Frequenz der Nennspannung zu verwenden.

Transformatoren mit Nennspannungen bis zu 20 000 V und Leistungen bis zu 150 kVA können immerhin mit Eigenspannung bei normaler oder erhöhter Frequenz geprüft werden. Bei Einphasentransformatoren müssen im allgemeinen beide Pole, bei Dreiphasentransformatoren mindestens zwei Pole nacheinander an Erde gelegt werden. Ist dauernde Erdung eines Punktes vorgesehen, so genügt die Prüfung mit dieser Erdung. In diesen Fällen erübrigt sich die Prüfung mit erhöhter Eigenspannung.<sup>3)</sup>

Art. 12. Die Messung der Prüfspannung erfolgt bis zu 50 000 V mittels einer beliebigen zuverlässigen Methode, bei Prüfspannungen über 50 000 V mittels Kugelfunkenstrecke oder als gleichwertig anerkanntem Instrument, gemäss Art. 19 bis 22.

Art. 13. Die Isolationsprüfung ist normalerweise in kaltem Zustande vorzunehmen. Die Prüfung kann bei Maschinen und Transformatoren auch in warmem Zustande verlangt werden.

Art. 14. Die Dauer der Spannungsprüfung beträgt eine Minute.

Art. 15. Für Isolatoren und Apparate, bei denen bei Steigerung der Prüfspannung die Luft als Dielektrikum durchschlagen wird, gelten die in Art. 9 festgelegten Prüfspannungen bis zu 750 m über Meer. Bei Verwendung in grösserer Höhe über Meer ist nach Art. 18 zu berücksichtigen, dass sich die Ueberschlagungsspannungen entsprechend der Kurve in Fig. 2<sup>4)</sup> vermindern und somit in gleichem Masse die Sicherheit der Isolatoren und Apparate reduziert wird.

Art. 16. Tabellarische Zusammenstellung der Normalwerte für Hochspannung, für die Nennspannungen, zulässigen Betriebsspannungen und die Prüfspannungen. Tabelle I

Nennspannung zugleich normale Erzeugerspannung $V_n$	Max. zulässige Betriebsspannung (bei verminderter Sicherheit) $V_m$	Prüfspannung			
		für Maschinen, Transformatoren und Apparate $V_w$	für Drehstrommaschinen, Transformatoren u. Apparate über 10 000 V Betriebs- spannung mit betriebsmässig dauernd geerdetem Nullpunkt $V_o$	für Trockenprüfung von Isolatoren $V_i$	für Nassprüfung von Freiluftisolatoren $V_{ir}$
3 700	4 100	8 400	8 400	17 400	14 800
6 400	7 000	13 800	13 800	22 800	19 400
8 800	9 700	18 600	18 600	27 600	23 500
11 000	12 000	23 000	18 400	32 000	27 000
19 000	21 000	39 000	31 000	48 000	41 000
37 000	41 000	75 000	60 000	84 000	71 500
50 000	55 000	101 000	80 000	110 000	94 000
64 000	70 000	129 000	101 000	138 000	117 000
110 000	121 000	221 000	175 000	230 000	195 000
150 000	165 000	301 000	238 000	310 000	264 000
(220 000)	(242 000)	(441 000)	(348 000)	(450 000)	(380 000)

## II. Technische Einzelbestimmungen zu den vorstehenden Normalien.

Art. 17. Bestimmung der Höhe der Prüfspannung von Isolatoren für Aufstellung im Freien bei verschiedenem Wasserwiderstand (Art. 9, d).

Die nach Art. 9, c und d für die Nassprüfung berechneten Werte für die Prüfspannung sind je nach dem Widerstand des verwendeten Wassers noch

mit einem Faktor  $a$  zu multiplizieren, der aus Fig. 1 zu entnehmen ist.

Art. 18. Verhältnis der Betriebsspannung zur Nennspannung unter Berücksichtigung der Höhenlage des Verwendungsortes (Art. 15).

Bei der Wahl der Isolatoren, Apparate und Wicklungen unter Luftzutritt (Ausnahme: Inneres

<sup>3)</sup> Siehe Art. 32–36.

<sup>4)</sup> Siehe Art. 18.

von Oeltransformatoren u. dergl.) ist die Höhenlage des Aufstellungsortes zu berücksichtigen. Bis zu 750 m ü. M. ist die zulässige Betriebsspannung

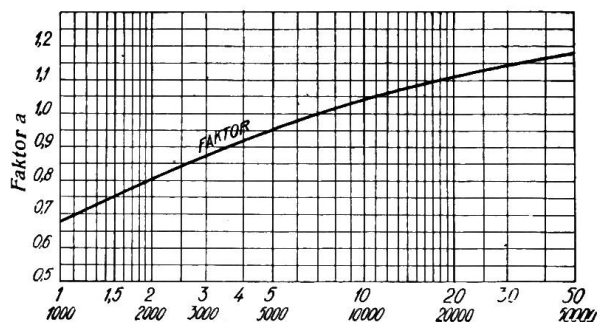


Fig. 1

Widerstand des Wassers in  $\Omega$  cm

gleich der Nennspannung, für grössere Höhen ist die zulässige Betriebsspannung gleich der Nennspannung multipliziert mit einem Faktor  $h$ , der aus Fig. 2 zu entnehmen ist.

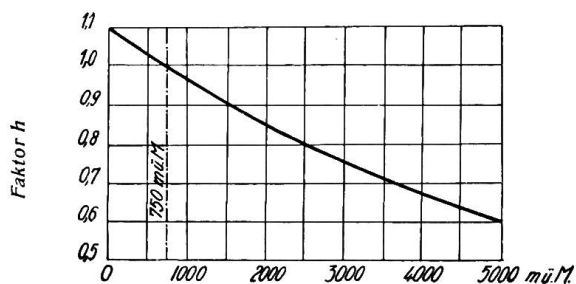


Fig. 2

Höhenlage des Aufstellungsortes.

#### Art. 19. Ueberschlagsspannungen der Funkenstrecken.

(Bei 25° C und 760 mm Barometerstand.)

##### 1. Nadelfunkenstrecke (Nähnadeln No. 00).

Tabelle II

Spannung (effektiv) kV	Schlagweite mm	Spannung (effektiv) kV	Schlagweite mm
10	11,9	35	51,0
15	18,4	40	62,0
20	25,4	45	75,0
25	33,0	50	90,0
30	41,0		

Nachstehende Werte beziehen sich auf eine relative Luftfeuchtigkeit von 80 %. Abweichungen von dieser Sättigung können bemerkenswerte Abweichungen der Einstellung zur Folge haben.

#### Art. 20. Korrektur für Messungen mit Funkenstrecke bei anderen als normalen Temperaturen und Barometerständen (25° C und 760 mm).

Die effektive Ueberschlagsspannung für eine bestimmte Funkenstrecke ändert sich proportional mit dem Luftdruck und umgekehrt proportional

mit der absoluten Temperatur; besonders für grössere Höhen über Meer kann die Aenderung bedeutend sein.

Haben daher Temperatur und Barometerstand nicht die Werte 25° C bzw. 760 mm, so ist wie folgt zu verfahren:

a) Bei vorgeschriebener Prüfspannung ist deren Wert durch einen *Korrekturfaktor* zu dividieren um diejenige Spannung zu erhalten, zu welcher in den Tabellen (II oder III) für die normalen Verhältnisse die anzuwendende Schlagweite angegeben ist;

b) bei gegebener Schlagweite ist der, in der Tabelle für die normalen Verhältnisse (II oder III) ihr zugeordnete Wert der Spannung mit dem Korrekturfaktor zu multiplizieren, um den wirklichen Wert der Ueberschlagsspannung zu erhalten.

Für mässige Höhen über Meer bzw. für relative Luftdichten über 0,9 kann die relative Luftdichte unmittelbar als Korrekturfaktor benützt werden; sie berechnet sich nach folgender Formel, in welcher  $b$  der Barometerstand in einer Quecksilbersäule,  $t$  die Temperatur in °C ist:

$$\text{Rel. Luftdichte} = \frac{b}{760} \cdot \frac{273 + 25}{273 + t} = \frac{0,392 \cdot b}{273 + t}$$

(Ausgerechnete Werte siehe Tabelle IV.)

Für grössere Höhen über Meer, oder wenn grössere Genauigkeit gefordert wird, weicht der Korrekturfaktor von der relativen Luftdichte etwas ab; seine Werte sind bei der Kugelfunkenstrecke je nach der Grösse der verwendeten Kugeln verschieden, und für eine bestimmte relative Luftdichte aus der Tabelle V zu entnehmen:

Tabelle V

Relative Luftdichte	Wert des Korrekturfaktors für Kugeldurchmesser von			
	62,5 mm	125 mm	250 mm	500 mm
0,50	0,547	0,535	0,527	0,519
0,55	0,594	0,583	0,575	0,567
0,60	0,640	0,630	0,623	0,615
0,65	0,686	0,677	0,670	0,663
0,70	0,732	0,724	0,718	0,711
0,75	0,777	0,771	0,766	0,759
0,80	0,821	0,816	0,812	0,807
0,85	0,866	0,862	0,859	0,855
0,90	0,910	0,908	0,906	0,904
0,95	0,956	0,955	0,954	0,952
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000
1,05	1,044	1,045	1,046	1,048
1,10	1,090	1,092	1,094	1,096

Art. 21. *Schaltung der Funkenstrecken.* Zur Verhinderung von Ueberspannungen in den zu prüfenden Gegenständen ist vor die Funkenstrecken ein induktionsfreier Widerstand von der Grösse von mindestens 1 Ohm pro Volt zu schalten, so dass sich bei kurzgeschlossener Funkenstrecke höchstens der Normalstrom des Transformators entwickeln kann. Bei Prüfung mit einem geerdeten Pol soll der Widerstand in den nicht geerdeten Pol der Funkenstrecke eingeschaltet werden. Sind beide

## 2. Kugelfunkenstrecke, Schlagweiten in mm.

Tabelle III

Spannung (effektiv) kV	Kugeldurchm. 62,5 mm		Kugeldurchm. 125 mm		Kugeldurchm. 250 mm		Kugeldurchm. 500 mm	
	Ein Pol geerdet	Beide Pole von Erde isoliert	Ein Pol geerdet	Beide Pole von Erde isoliert	Ein Pol geerdet	Beide Pole von Erde isoliert	Ein Pol geerdet	Beide Pole von Erde isoliert
10	4,2	4,2	—	—	—	—	—	—
20	8,6	8,6	—	—	—	—	—	—
30	14,1	14,1	14,1	14,1	—	—	—	—
40	19,2	19,2	19,1	19,1	—	—	—	—
50	25,5	25,0	24,4	24,4	—	—	—	—
60	34,5	32,0	30	30	29	29	—	—
70	46,0	39,5	36	36	35	35	—	—
80	62,0	49,0	42	42	41	41	41	41
90	—	60,5	49	49	46	45	46	45
100	—	—	56	55	52	51	52	51
120	—	—	79,7	71	64	63	63	62
140	—	—	108	88	78	77	74	73
160	—	—	150	110	92	90	85	83
180	—	—	—	138	109	106	97	95
200	—	—	—	—	128	123	108	106
220	—	—	—	—	150	141	120	117
240	—	—	—	—	177	160	133	130
260	—	—	—	—	210	180	148	144
280	—	—	—	—	250	203	163	158
300	—	—	—	—	—	231	177	171
320	—	—	—	—	—	265	194	187
340	—	—	—	—	—	—	214	204
360	—	—	—	—	—	—	234	221
380	—	—	—	—	—	—	255	239
400	—	—	—	—	—	—	276	257

Tabelle IV

Temp. $t^{\circ} \text{C}$	Werte der relativen Luftdichte beim Barometerstand $b$ mm Hg											
	700	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760
0	1,005	1,020	1,027	1,003	1,041	1,048	1,055	1,063	1,070	1,077	1,084	1,091
2	0,998	1,012	1,019	1,026	1,033	1,041	1,048	1,055	1,062	1,070	1,076	1,083
4	0,991	1,005	1,012	1,019	1,026	1,033	1,040	1,047	1,054	1,061	1,068	1,076
6	0,984	0,998	1,005	1,012	1,019	1,026	1,033	1,040	1,057	1,054	1,061	1,068
8	0,977	0,991	0,997	1,004	1,011	1,018	1,025	1,032	1,039	1,046	1,053	1,060
10	0,970	0,983	0,990	0,997	1,004	1,011	1,018	1,025	1,032	1,039	1,046	1,053
12	0,963	0,977	0,983	0,990	0,997	1,004	1,011	1,018	1,025	1,032	1,039	1,045
14	0,956	0,970	0,977	0,983	0,990	0,997	1,004	1,011	1,018	1,024	1,031	1,038
16	0,950	0,963	0,970	0,977	0,983	0,990	0,997	1,004	1,011	1,017	1,024	1,031
18	0,943	0,956	0,963	0,970	0,977	0,983	0,990	0,997	1,004	1,010	1,017	1,024
20	0,937	0,950	0,957	0,963	0,970	0,977	0,983	0,990	0,997	1,003	1,010	1,017
22	0,930	0,943	0,950	0,957	0,963	0,970	0,977	0,983	0,990	0,997	1,003	1,010
24	0,924	0,937	0,944	0,950	0,957	0,964	0,970	0,977	0,983	0,990	0,997	1,003
26	0,918	0,931	0,937	0,944	0,951	0,957	0,964	0,970	0,977	0,983	0,990	0,996
28	0,912	0,925	0,931	0,938	0,944	0,951	0,957	0,964	0,970	0,977	0,983	0,990
30	0,906	0,919	0,925	0,932	0,938	0,944	0,951	0,957	0,964	0,970	0,977	0,983
32	0,900	0,913	0,919	0,925	0,932	0,938	0,945	0,951	0,958	0,964	0,970	0,977
34	0,894	0,907	0,913	0,919	0,926	0,932	0,939	0,945	0,951	0,958	0,964	0,970

Pole isoliert, so ist der Widerstand je zur Hälfte vor die beiden Pole der Funkenstrecke zu schalten. In jedem Falle soll der Widerstand möglichst nahe an die Funkenstrecke angeschlossen werden und nicht in Serie mit dem zu prüfenden Gegenstand

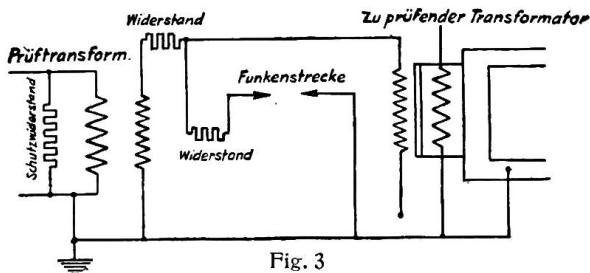


Fig. 3  
Ein Pol geerdet.

(als Beispiele, die empfohlen werden können, siehe Fig. 3 und 4). Als Widerstände kommen in erster Linie Metallwiderstände in Betracht, es können aber auch Silit- oder Wasserwiderstände verwendet werden.

In Serie mit dem zu prüfenden Gegenstand ist ein weiterer Widerstand zu schalten, der so bemessen ist, dass er bei Vollaststrom des Transformators etwa 5% der Spannung drosselt. Parallel zur Unterspannungswicklung des Transformators ist ein Schutzwiderstand geschaltet, der so dimensioniert ist, dass auf der Unterspannungsseite keine Ueberspannungen entstehen.

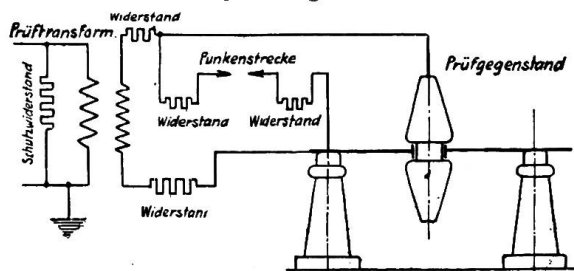


Fig. 4  
Beide Pole von Erde isoliert.

Die Funkenstrecke ist auf die gewünschte Prüfspannung einzustellen. Dann wird die Spannung langsam gleichmässig gesteigert und im Augenblick des Ansprechens der Funkenstrecke die Spannung am Voltmeter, welches auf der Unterspannung des Prüftransformators angebracht ist, abgelesen. Die Spannung wird nun abgeschaltet, die Funkenstrecke auf eine 10–15% höhere Spannung eingestellt. Hierauf ist die Spannung langsam wieder zu steigern bis das Voltmeter den gleichen Ausschlag zeigt wie im Moment des Ueberschlages; diese Spannung ist während der vorgeschriebenen Prüfzeit einzuhalten.

Die Regulierung der Spannung geschieht zweckmässig durch Veränderung der Erregung des Generators oder durch einen Induktionsregler, soll dagegen nicht durch einen Regulierwiderstand, der vor den Transformator geschaltet ist, vorgenommen werden. Alle Vorschaltwiderstände vor dem Transformator sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

**Art. 22. Abmessungen der Funkenstrecken.** Die *Nadelfunkenstrecke* (Fig. 5) besteht aus zwei Nähnadeln No. 00, die so gefasst sind, dass

sie mindestens um das Zweifache der Schlagweite  $b$  über den Stützpunkt vorstehen. Ebenso ist in den übrigen Richtungen der gleiche Abstand  $a$  von Fremdkörpern einzuhalten. Für die grösste zur Verwendung kommende Schlagweite von  $b = 90$  mm ergibt sich somit ein Abstand von  $a \geq 2b \geq 180$  mm. Bei Messungen mit der Nadel-funkenstrecke ist nach jedem Ueberschlag ein neues Nadelpaar zu verwenden.

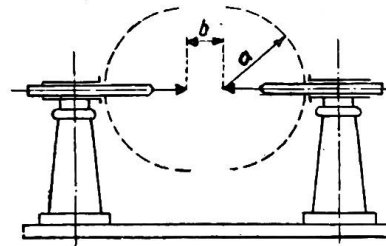


Fig. 5

Die *Kugelfunkenstrecke* (Fig. 6) besteht aus je zwei Metallkugeln von 62,5, 125, 250 oder 500 mm Durchmesser. Diese Kugeln müssen so genau gedreht sein, dass der Durchmesser nicht mehr als 0,1% und die mit dem Sphärometer gemessene Krümmung nicht mehr als 1% vom Sollwert abweichen. Im übrigen gelten folgende Abmessungen:

Tabelle VI

Durchmesser $d$ mm	$a$ min mm	1 Pol geerdet		Beide Pole isol.	
		$b$ max mm	$h$ min mm	$b$ max mm	$h$ min mm
62,5	125	62	310	60,5	125
125	250	150	625	136	250
250	500	250	1250	265	500
500	1000	500	2500	500	1000

Der Abstand fremder Körper von der Funkenstrecke muss mindestens so gross sein wie der der Stützen, wenn beide Pole isoliert, oder gleich fünfmal dem Kugeldurchmesser, wenn ein Pol geerdet ist.

Wenn Fehler bis zu 5% zulässig sind, so können die Mindestmasse folgendermassen vermindert werden:

die maximale Schlagweite  $b$  auf den Durchmesser  $d$  der Kugeln,  
der Abstand  $a$  von Fremdkörpern auf  $1,5 d$ ,  
die Höhe  $h$  auf  $3,2 \div 3,5 d$ , wenn ein Pol geerdet ist,  
die Höhe  $h$  auf  $d$ , wenn beide Pole isoliert sind.

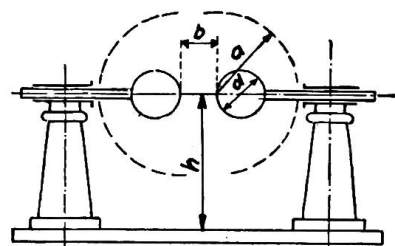


Fig. 6

Der Durchmesser der Schenkel, welche die Kugeln tragen, darf nicht grösser als  $\frac{1}{5}$  des Kugeldurchmessers sein. Metallbänder und Ver-



dickungen an den Schenkeln müssen so klein als möglich gehalten und von der Kugel um die in der Messung angewandten Schlagweite entfernt sein.

Die Genauigkeit der Kugelfunkenstrecke wird durch häufige Ueberschläge nicht verändert, es ist daher nicht nötig, die Kugeln nach jedem Ueberschlag zu polieren.

### C. Prüfung von Transformatoren mittels Sprungwellen.

**Art. 23. Anwendungsgebiet.** Die Sprungwellenprüfung ist an Wicklungen von Leistungstransformatoren mit höherer Nennspannung  $V_n$  als 3000 Volt vorzunehmen und zwar bei der vollen Windungszahl entsprechenden Anschlussspannung, (bezogen auf die Aussenleiter des Transformators oder der Transformatorengruppe).

Die Prüfung soll am fertigen Transformator auf dem Prüffeld des Erstellers vor Vornahme der Prüfung mit erhöhter Eigenspannung erfolgen. Sie ist normalerweise am kalten Transformator vorzunehmen. Die Prüfung kann aber auch in warmem Zustande verlangt werden.

**Art. 24. Die Höhe der Prüfspannung** bzw. die Sprungwellenhöhe  $V_s$  soll 1,3 mal die Nennspannung  $V_n$  betragen.

**Art. 25. Schaltung.** Der zu prüfende Pol wird über eine mit Gebläseeinrichtung versehene Erregerfunkenstrecke an Erde gelegt, ebenso der, bzw. die andern Pole in Parallelschaltung über einen Widerstand. Für die Speisung der Prüfeinrichtung sind verschiedene Schaltungen zulässig, unter denen die nachfolgend beschriebenen besonders empfohlen werden. Die Speisung wird mit gleicher oder höherer Frequenz als derjenigen des Prüfobjektes vorgenommen und kann von der Prüfseite (Fig. 7) oder von der andern Seite aus (Fig. 8) erfolgen.

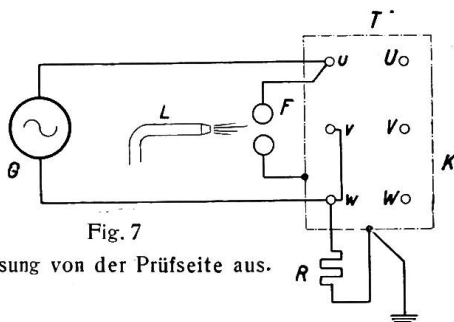


Fig. 7

Speisung von der Prüfseite aus.

Bei Speisung von der Prüfseite aus (Fig. 7) ist die Funkenstrecke zuerst an Phasenklemme  $u$  (bzw.  $U$ ) anzuschließen,  $v$  und  $w$  (bzw.  $V$  und  $W$ ) mit einander kurzzuschließen und über den Widerstand  $R$  an Erde zu legen. Die Speisung erfolgt an  $u$  und  $w$  (bzw.  $U$  und  $W$ ). Bei Speisung von der entgegengesetzten Seite aus (Fig. 8) ist die Funkenstrecke zuerst an Phasenklemme  $U$  (bzw.  $u$ ) anzuschließen,  $V$  und  $W$  (bzw.  $v$  und  $w$ ) miteinander kurzzuschließen und über den Widerstand  $R$  an Erde zu legen. Auf der entgegengesetzten Seite sind  $u$  und  $w$  (bzw.  $U$  und  $W$ ) zu speisen.

Die Prüfung der andern Phasen geschieht durch sinngemäßes (zyklisches) Vertauschen aller An-

schlüsse. Dies gilt für alle vorkommenden Schaltungsarten für Transformatoren mit Ausnahme der Dreieck- und Zickzackschaltung (Fig. 9), bei der die Klemmen  $V-W$  nicht gemeinsam an den Widerstand angeschlossen werden, sondern nur  $W$ .

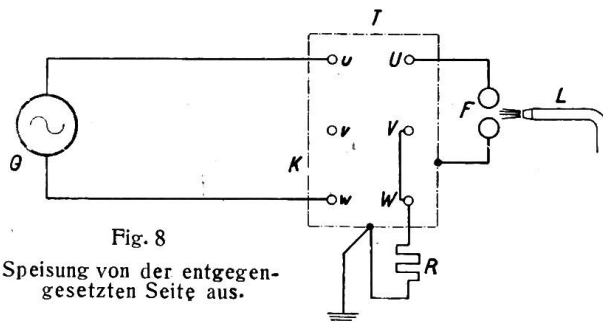


Fig. 8

Speisung von der entgegengesetzten Seite aus.

Legende zu den Fig. 7 und 8.

$T$  = zu prüfender Transformator.

$G$  = Stromquelle (die Stromquelle kann auf beliebige Weise [Kondensatoren, Drosselspulen] gegen die Einwirkung der Sprungwellen geschützt werden).

$F$  = Erregerfunkenstrecke, Kugelfunkenstrecke mit Luft von ca. 6 m/Sek. Geschwindigkeit angeblasen, Kugeldurchmesser bis 80 kV = 62,5 oder 125 mm über 80 kV = 125 mm,

$R$  = Ohmscher Widerstand,

$L$  = Druckluft-Leitung,

$K$  = Transformatorkessel,

$u, v, w$  } = Anschlussklemmen der Wicklung.

Bei der Prüfung der Oberspannungswicklung ist ein Punkt der Unterspannungswicklung zu erden.

**Art. 26. Die Prüfung selbst** geschieht folgendermaßen:

Die Schlagweite der Erregerfunkenstrecke  $F$  wird für die vorgeschriebene Sprungwellenhöhe

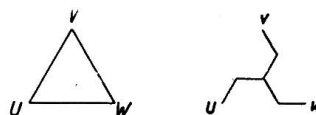


Fig. 9

$V_s$  eingestellt, der Lufthahn der Gebläseeinrichtung  $L$  geöffnet und hierauf die Spannung der Stromquelle  $G$  bis zum Ueberschlag der Funkenstrecke gesteigert. Sobald der Ueberschlag erfolgt, wird die Funkenstrecke während der vorgeschriebenen Zeitdauer zum Ansprechen gebracht.<sup>5)</sup>

Diese Prüfung ist für sämtliche Phasen in gleicher Weise durchzuführen.

**Art. 27. Der Widerstand  $R$**  ist inneren den Grenzen 0,5 und 2,0 Ohm pro Volt Anschlussspannung  $V$  zu wählen. Der angegebene obere Grenzwert soll nicht überschritten werden, um die beim Ansprechen der Funkenstrecke an den nicht geprüften Schenkeln auftretenden Ueberspannungen gegen Erde in zulässigen Grenzen zu halten; die untere Grenze soll eingehalten werden, damit der im Kreise auftretende Strom klein bleibt und so das

<sup>5)</sup> Das Aussehen der Funken bei richtig dimensioniertem Widerstande und genügender Geschwindigkeit der Gebläseluft ist violett oder blau; bei zu niederohmigem Widerstande oder zu schwachem Luftstrahl werden die Funken gelb.

Auftreten eines Lichtbogens an Stelle von Funkenentladungen verhindert wird.

**Art. 28.** Die Zuleitungen zwischen Prüfobjekt und Funkenstrecke wie auch Funkenstrecke und Transformatorkessel bzw. -Gestell sind zur Erzielung eindeutiger Verhältnisse so kurz wie möglich zu halten.

**Art. 29.** Die Prüfzeit ist so zu bemessen, dass eine 1000malige Sprungwellenbeanspruchung entsteht, wobei zu beachten ist, dass pro Halbwelle der Grundfrequenz der Energiequelle ein Ueberschlag auftritt. Bei 50periodigem Prüfstrom entspricht dies einer Prüfzeit von 10 Sekunden.

**Art. 30.** Die Einstellung der Schlagweite der Kugelfunkenstrecke auf die vorgeschriebene Sprungwellenspannung ( $1,3 V_n$ ) soll nach den für die Spannungsmessung mit Kugelfunkenstrecke aufgestellten Tabellen erfolgen, insbesondere sind auch die Korrekturen für Barometerstand und Lufttemperatur (siehe Art. 19 bis 22) zu berücksichtigen.

**Art. 31.** Gebläse. Die Funkenstrecke ist mit einem Luftstrom von ca. 6 m/sek. Geschwindigkeit anzublasen.

#### D. Prüfung von Transformatoren mit erhöhter Eigenspannung.

**Art. 32. Anwendungsgebiet.** Diese Prüfung ist nur an Leistungstransformatoren bis zu 1000 kVA durchzuführen.

**Art. 33. Art der Prüfung.** Der Transformator wird im Leerlauf mit erhöhter Spannung betrieben. Zur Erzeugung der Prüfspannung ist es zulässig, eine höhere Frequenz als diejenige des Prüfobjektes anzuwenden. Die Prüfung ist normalerweise am kalten Transformator vorzunehmen, sie kann aber auch in warmem Zustande verlangt werden.

**Art. 34.** Die Höhe der Prüfspannung ist gleich der zweifachen Nennspannung.

**Art. 35.** Die Prüfzeit beträgt 5 Minuten.

**Art. 36.** Die Messung der Spannung erfolgt mittels Voltmeter; eventuell unter Anwendung von Spannungswandlern.

#### E. Zusammenstellung der Prüfungen.

**Art. 37.** Gemäss den Bestimmungen der vorliegenden Hochspannungsnormen sind also folgende Prüfungen vorzunehmen:

1. Bei Generatoren, Motoren . . . .	{ Isolations- prüfung }	—	—
2. Bei Transformatoren			
a) mit Spannungen unter 3000 V . .	do.	—	—
b) mit Spannungen über 3000 V und Leistungen unter 1000 kVA . .	do.	{ Sprung- wellen- prüfung }	{ Prüfung mit erhöhter Eigen- spannung }
c) mit Spannungen über 3000 V und Leistungen über 1000 kVA . .	do.	do.	—
3. Bei Apparaten, Isolatoren . . . .	do.	—	—
4. Bei ganzen Anlagen . . . . .	do.	—	—

Vorstehende Normen sind gemäss den Beschlüssen der Generalversammlungen vom Vorstande formell festgelegt worden.

Zürich, den 11. August 1923.

Für den Vorstand des S.E.V.,

Der Präsident: Der Generalsekretär:  
(gez.) Dr. E. Tissot. (gez.) F. Largiadèr.

### Communications des organes de l'Association.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'A.S.E. et de l'U.C.S.

## Aux membres de l'Association Suisse des Electriciens (A. S. E.) et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité (U. C. S.) **Assemblées générales de 1923** à Brunnen (les dames sont cordialement invitées)

Par le bulletin No. 7 nous vous avons fait savoir que les „Forces motrices de la Suisse centrale“ et les entreprises électriques de Schwyz et d'Altdorf ont eu l'amabilité d'inviter nos deux associations à tenir leurs assemblées générales le