Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 33 (1942)

Heft: 10

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: 22.08.2025

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

leiterstrom, weil ein Teil der Blitzladung die Möglichkeit erhält, sich in der Leitungskapazität zu speichern, bevor sie über die grosse Leitungsinduktivität zum Ableiter fliesst.

Die Grenze der Gültigkeit der quasistationären Betrachtung kann dadurch bestimmt werden, dass bis zum Erreichen des Stromscheitelwertes mehrere Stufen aus je einem Wellen-Hin- und -Rücklauf verstreichen müssen ($n >> 1$). Die Diskussion dieser Bedingung würde jedoch hier zu weit führen.

Die vorliegende theoretische Betrachtung zeigt, dass dem Aufschaukeln des Ableiterstroms bei Blitzeinschlägen praktisch in sehr vielen Fällen, wo Ableiter ansprechen, Bedeutung zukommt. Die Ableiterbeanspruchung durch Stoss lässt sich an Hand der gegebenen Kurven in jedem Fall leicht ermitteln, sofern nur Höhe und Dauer des Blitzstroms bekannt sind. Die weitere direkte oszillographische Erforschung von Blitzströmen wäre dazu wünschenswert. Für die Prüfung von Ableitern ergeben sich aus der Betrachtung wertvolle Anhaltspunkte bezüglich der anzuwendenden Höhe, Steilheit und Dauer bzw. der Ladung des Stosses im Ableiter.

Bei der sehr zeitraubenden und mühseligen numerischen Auswertung und der übersichtlichen Darstellung der Resultate des Abschnitts D2 hat Herr J. Giaro tatkräftig und initiativ mitgeholfen, wofür ihm auch hier herzlich gedankt sei.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Echoversuche auf Ultrakurzwellen

(Nach *L. Harang* und *W. Stoffregen*, «Hochfrequenztechnik und Elektroakustik», Bd. 55, 1940, Heft 4, S. 105.)

621.396.826

Es ist bekannt, dass die Zahl der Ionen oder Elektronen im cm³, die sogenannte Trägerdichte N, mit der Höhe über der Erde ändert, und zwar derart, dass man von einer E- und einer F-Schicht der Ionosphäre sprechen kann (vgl. Fig. 1).

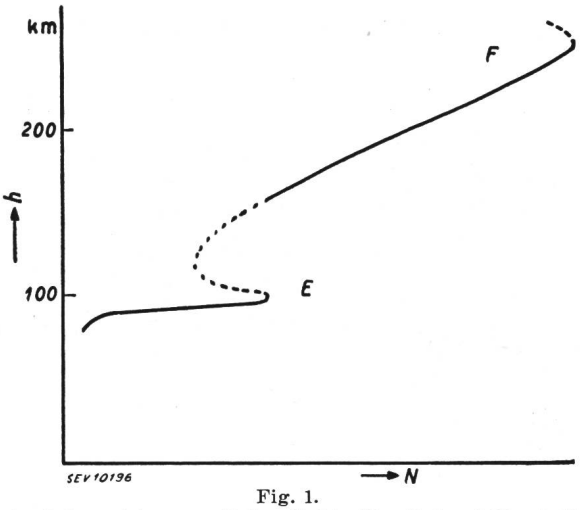

Fig. 1.
Verlauf der wirksamen Trägerdichte N mit der Höhe h über der Erde an einem Wintertag.

Der Verlauf der Kurve $N = F(h)$ ändert mit der Tages- und Jahreszeit; so kann man im Sommer eine E_1- und E_2- sowie eine F_1- und F_2-Schicht unterscheiden. Gewisse Beobachtungen deuteten nun darauf hin, dass bei bedeutenden erdmagnetischen Störungen und Nordlichtern im untern Teil der Ionosphäre — etwa an der untern Grenze der E-Schicht — eine starke Ionisation auftritt. Hauptsächlich dem Nachweis dieser Schicht dienten die von *L. Harang* und *W. Stoffregen* im Nordlichtobservatorium in Tromsö angestellten Versuche.

Für experimentelle Messungen der Ionosphäre wird meist die «Echomethode» verwendet: Ein kurzzeitiger Impuls einer elektromagnetischen Welle wird derart abgestrahlt, dass er senkrecht in die Ionosphäre eintritt; misst man dann die Zeit, die bis zum Empfang des Echos des Signals vergeht, so kann man (da das Signal sich angenähert mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzt) auf die Höhe, in der die Reflexion erfolgte, schliessen. Diese erfolgt an einer Stelle, an der der Brechungsindex μ des ionisierten Gases zu Null wird. Nach *Eccles* ist

$$\mu^2 = 1 - \frac{4\,\pi\,N\,e^2}{m\,(\omega^2 + \nu^2)} \qquad (1)$$

wo ν die Stosszahl (Zahl der sekundlichen Zusammenstösse), N die Trägerdichte, e die Elementarladung, m die Masse des Elektrons, ω die Kreisfrequenz der einfallenden Welle bedeutet.

Somit kann die Trägerdichte der reflektierenden Schicht berechnet werden. Man sieht auch ein, dass man ω so weit steigern kann, dass selbst an der Stelle grösster Ionisation der Brechungsindex μ nicht mehr zu Null wird, also keine Reflexion mehr stattfindet. Normalerweise ist dies schon für Frequenzen grösser als etwa 15 MHz der Fall. Ein Echo kann aber auch dann ausbleiben, wenn aus irgendwelchen Gründen der Absorptionskoeffizient

$$k = \frac{\nu}{2\,\mu c} \cdot \frac{4\,\pi\,N\,e^2}{m\,(\omega^2 + \nu^2)} \qquad (2)$$

zu gross wird (c = Lichtgeschwindigkeit).

Es hatte sich nun gezeigt, dass bei starken erdmagnetischen Störungen die Echos der zur Erforschung der E- und F-Schichten verwendeten Wellen (Frequenzen von 1...15 MHz) ausblieben. Man erklärte dies durch die Hypothese, dass unterhalb der E-Schicht eine starke Ionisation auftritt; dort ist aber der Druck und damit die Stosszahl ν bereits erheblich grösser als in der E- oder gar F-Schicht, was ein starkes Anwachsen des Absorptionskoeffizienten zur Folge hat. Es war der Grundgedanke der beschriebenen Experimente, zu untersuchen, ob durch Verwendung von Ultrakurzwellen (die normalerweise sämtliche Schichten durchdringen, ohne reflektiert zu werden) ein Nachweis für die Existenz dieser Schicht zu erbringen wäre; Gleichung (2) zeigt nämlich, dass für Ultrakurzwellen der Absorptionskoeffizient erheblich kleiner sein muss als bei normalerweise verwendeten Frequenzen, so dass — genügend grosse Maximalionisation vorausgesetzt — eine Reflexion festgestellt werden müsste.

Der für diese Versuche verwendete Ultrakurzwellensender ($\lambda = 7{,}3$ m) arbeitete auf einen mit Reflektor versehenen Dipol; die Impulsbreite konnte von $1 \cdot 10^{-5} ... 2 \cdot 10^{-5}$ s variiert werden. Die Impulsleistung in der Sendeantenne betrug 4 kW. Bei der Konstruktion des Empfängers musste auf geringes Elektronenrauschen in den Röhren geachtet werden, sowie auch darauf, dass alle Stufen stark gedämpft waren, um eine möglichst geringe Verzerrung der Echoimpulse zu erhalten.

Bei den *Beobachtungen* zeigte es sich, dass erwartungsgemäss bei normalen oder schwach gestörten Verhältnissen ein Echo bei Verwendung der 7,3-m-Welle nicht auftrat. Am 16. Dezember 1938 wurden erstmals Echos auf 7,3 m Wellenlänge beobachtet, und zwar während eines sehr starken erdmagnetischen Sturmes, der von einem starken Nordlicht begleitet war. Die Echos, die überhaupt nur während des Höhepunktes der Störung auftraten, kamen sehr unregelmässig, und zwar aus einer Höhe von 400...800 km über der Erde; ihre Amplituden waren klein und schwankend. Da die gleichzeitigen Messungen der Ionosphäre mit Frequenzen von

3...15 MHz, welche normalerweise von der *E*- und *F*-Schicht reflektiert werden, keinerlei Echo ergaben, kann gefolgert werden, dass *tatsächlich unterhalb der E-Schicht eine stark absorbierende Schicht vorhanden war.* Anscheinend hatte jedoch die Trägerdichte dieser Schicht nicht ausgereicht, um die Ultrakurzwellenimpulse zu reflektieren, so dass diese bis in die Höhe von 400...800 km gelangen konnten; dort scheinen sich (da man gestreute Reflexionen erhielt) kleine «Ionenwolken» befunden zu haben, deren Entstehung die Autoren durch das Eindringen der nordlichterregenden Korpuskeln erklären wollen.

Anschliessend an obige Untersuchungen wurde noch versucht, die von verschiedenen Autoren erwähnten Echos aus der Stratosphäre nachzuweisen. Zwar gelang es Harang und Stoffregen, Echos aus einer Entfernung von 9...20 km zu erhalten, doch deuten verschiedene Anzeichen darauf hin, dass es sich dabei höchstwahrscheinlich um laterale Echos (seitliche Reflexionen) handelte. *H. S.*

Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique

Verfügung Nr. 14 B des eidg. Volkswirtschaftsdepartements über die Landesversorgung mit flüssigen Kraft- und Brennstoffen und Mineralölen

(Bewirtschaftung der Mineralöle)

(Vom 22. April 1942)

Das eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement,

gestützt auf den Bundesratsbeschluss vom 21. Febraur 1941 über die Landesversorgung mit flüssigen Kraft- und Brennstoffen und Mineralölen, *verfügt:*

Art. 1. Das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt ist ermächtigt, über Erzeugung, Verarbeitung, Verteilung, Abgabe, Bezug, Verwendung, Verbrauch, Lagerhaltung und Ablieferungspflicht von Mineralölen aller Art (inbegriffen Raffinate und Destillate) sowie über deren Ersatz durch andere Stoffe Vorschriften zu erlassen.

Art. 2. Das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt ist ermächtigt, Vorschriften über die Erfüllung von Lieferverträgen zu erlassen, die schon vor Ergreifung von Massnahmen auf Grund von Art. 1 abgeschlossen waren.

Art. 3. Das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt ist ermächtigt, die nötigen Kontrollmassnahmen anzuordnen und Erhebungen durchzuführen.

Art. 4. Widerhandlungen gegen diese Verfügung und die gestützt darauf erlassenen Vollziehungsvorschriften und Einzelweisungen werden gemäss Art. 5—9 des Bundesratsbeschlusses vom 21. Februar 1941 über die Landesversorgung mit flüssigen Kraft- und Brennstoffen und Mineralölen sowie gemäss Bundesratsbeschluss vom 24. Dezember 1941 über die Verschärfung der kriegswirtschaftlichen Strafbestimmungen und deren Anpassung an das schweizerische Strafgesetzbuch bestraft.

Der Ausschluss von der Weiterbelieferung und der Entzug von Bewilligungen gemäss Art. 4 des Bundesratsbeschlusses vom 21. Februar 1941 über die Landesversorgung mit flüssigen Kraft- und Brennstoffen und Mineralölen sowie die vorsorgliche Schliessung von Geschäften, Fabrikationsunternehmen und andern Betrieben gemäss Bundesratsbeschluss vom 12. November 1940 bleiben vorbehalten.

Art. 5. Diese Verfügung tritt am 1. Mai 1942 in Kraft.

Das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt ist mit dem Erlass der Ausführungsvorschriften und dem Vollzug beauftragt; es ist ermächtigt, seine Befugnisse der Sektion für Kraft und Wärme zu übertragen sowie die Kantone, die kriegswirtschaftlichen Syndikate und die zuständigen Organisationen der Wirtschaft zur Mitarbeit heranzuziehen.

Mit dem Inkrafttreten dieser Verfügung werden die Verfügung des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements vom 18. September 1939 über die Rationierung von Maschinenschmierölen (Position 1131 b) und Schmierfetten (Positionen 1132 und 1132 a) und die Verfügung Nr. 12 B des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements vom 17. September 1941 über die Landesversorgung mit flüssigen Kraft- und Brennstoffen und Mineralölen (Verwendungsbeschränkung für Mineralöle) [1]) aufgehoben.

Ferner ist das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt ermächtigt, die Verfügung Nr. 13 B des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements vom 17. September 1941 über die Landesversorgung mit flüssigen Kraft- und Brennstoffen und Mineralölen (Bewilligungspflicht für den Handel mit Schmierfetten, Schmierölen und Isolierölen) [2]) aufzuheben oder abzuändern.

[1]) Bulletin SEV 1941, Nr. 19, S. 502.

Verfügung Nr. 18 B des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes über die Bewirtschaftung der Mineralöle

(Schmierfette, Schmier- und Isolieröle der Zollpositionen 1131 b, 1132 [Bohröle und Riemenadhäsionsfette] und 1132 a)

(Vom 22. April 1942)

Das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt,

gestützt auf die Verfügung Nr. 14 B des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements vom 22. April 1942 über die Landesversorgung mit flüssigen Kraft- und Brennstoffen und Mineralölen (Bewirtschaftung der Mineralöle), *verfügt:*

Art. 1. Die Abgabe der nachstehend aufgeführten Sorten von Schmier- und Isolierölen durch die gemäss Verfügung Nr. 13 B des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements vom 17. September 1941 [3]) zum Handel mit allen Schmierfetten, Schmierölen und Isolierölen berechtigten Personen und Firmen an Verbraucher sowie der Bezug durch diese sind nur mit Bewilligung der Sektion für Kraft und Wärme (nachstehend Sektion genannt) gestattet. Die Liste [4]) enthält u. a.:

Transformatoren- und Schalteröle (Pos. 1),
Turbinenöle (Lager von Wasser- und Dampfturbinen und deren Regulatoren) (Pos. 2),
Hochwertige Maschinenöle (alterungsbeständige Spezialöle wie z. B. Elektromotoren-, Kompressoren-, Getriebeöle usw.) (Pos. 9),
Dieselmotoröle (für stationäre und Schiffsdieselmotoren) (Pos. 12),
Kabelöle (für Fabrikation von isolierten elektrischen Leitungskabeln) (Pos. 15).

Die Positionsnummern beziehen sich auf die von der Sektion aufgestellte Klassifikation der Schmiermittel und Isolieröle.

Die Gesuche um Bewilligung der Abgabe und des Bezuges sind von den Verbrauchern über die Lieferanten an die Sektion zu richten.

Den Verbrauchern im Sinne von Abs. 1 sind diejenigen Personen und Firmen gleichgestellt, die von der Sektion eine Bewilligung zum Handel nur mit bestimmten Schmierfetten, Schmierölen und Isolierölen erhalten haben.

Die Entnahme der in Abs. 1 aufgezählten Sorten von Schmier- und Isolierölen aus eigenen Vorräten für Fabrikations- und Mischungszwecke oder für den Verbrauch im eigenen Betrieb ist denjenigen Personen und Firmen, die gemäss Verfügung Nr. 13 B des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements vom 17. September 1941 zum Handel mit allen Schmierfetten, Schmierölen und Isolierölen berechtigt sind, nur mit Bewilligung der Sektion gestattet.

[2]) Bulletin SEV 1941, Nr. 20, S. 533.

[3]) Bulletin SEV 1941, Nr. 20, S. 533.

[4]) Vollständiges Verzeichnis siehe Schweiz. Handelsamtsblatt Nr. 97 (29. 4. 1942), S. 980.

Art. 2. Für die Abgabe und den Bezug von Schmierfetten sowie von andern als den in Art. 1 genannten Schmier- und Isolierölen gilt folgende Regelung:

a) sie dürfen nur zwischen den bisherigen Lieferanten und den bisherigen Abnehmern abgegeben und bezogen werden;

b) Abgabe und Bezug sind nur in solchen Sorten gestattet, die von den bisherigen Lieferanten und den bisherigen Abnehmern schon vor dem 1. August 1939 regelmässig abgegeben und bezogen worden sind;

c) die abzugebenden und zu beziehenden Mengen dürfen den durchschnittlichen Vorkriegsbedarf des Verbrauchers für 2 Monate nicht übersteigen. Beim Verbraucher vorhandene Vorräte sind insoweit anzurechnen, als sie den Vorkriegsbedarf des Verbrauchers für 2 Monate übersteigen.

Art. 3. Die Sektion ist ermächtigt, in einzelnen Fällen Ausnahmen von den Bestimmungen des Art. 2 zu gewähren.

Art. 4. Die Sektion ist ermächtigt, die Verwendung von Schmierfetten, Schmier- und Isolierölen für bestimmte Zwecke zu untersagen oder sie für besondere Zwecke vorzubehalten.

Sie kann die Eigentümer von Vorräten der gemäss Abs. 1 von einer Verwendungsbeschränkung betroffenen Produkte dazu verpflichten, diese den von ihr zu bezeichnenden Personen und Firmen abzuliefern. Sie regelt in diesen Fällen die Lieferungsbedingungen unter Vorbehalt der von der eidgenössischen Preiskontrollstelle erlassenen Preisvorschriften.

Art. 5. Diejenigen Personen und Firmen, die gemäss Verfügung Nr. 13 B des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements vom 17. September 1941 zum Handel mit allen Schmierfetten, Schmierölen und Isolierölen berechtigt sind, haben über ihre Bestände, Ein- und Ausgänge sowie über den Verbrauch laufend Buch zu führen und gemäss den Weisungen der Sektion Rapporte zu erstatten.

Art. 6 enthält die Strafbestimmungen bei Zuwiderhandlungen. Als Strafmassnahmen sind u. a. auch der Ausschluss von der Weiterbelieferung und der Entzug von Bewilligungen sowie die vorsorgliche Schliessung von Geschäften, Fabrikationsunternehmungen und anderen Betrieben vorbehalten.

Art. 7. Diese Verfügung tritt am 1. Mai 1942 in Kraft.

Die Sektion ist mit dem Erlass der Ausführungsvorschriften und dem Vollzug beauftragt. Sie kann die Kantone, die kriegswirtschaftlichen Syndikate und die zuständigen Organisationen der Wirtschaft zur Mitarbeit heranziehen.

Verfügung Nr. 19 des eidg. Volkswirtschaftsdepartements über einschränkende Massnahmen für die Verwendung von festen und flüssigen Kraft- und Brennstoffen sowie von Gas und elektrischer Energie

(Erweiterung der Vorschriften betreffend Revision und Instandstellung von Feuerungsanlagen)

(Vom 22. April 1942)

Das *Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement,*

gestützt auf den Bundesratsbeschluss vom 18. Juni 1940 über einschränkende Massnahmen für die Verwendung von festen und flüssigen Kraft- und Brennstoffen sowie von Gas und elektrischer Energie, *verfügt:*

Art. 1. Im Interesse der Brennstoffersparnis sind folgende, für den Holz- und Kohlenbetrieb eingerichtete Feuerungsanlagen gemäss dieser Verfügung zu revidieren und gegebenenfalls instandzustellen:

a) alle Zentral- und Etagenheizungen, die nicht auf Grund von Art. 3 der Verfügung Nr. 9 des Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartementes vom 27. September 1940 [5]) revidiert und instandgestellt worden sind;

b) alle übrigen ortsgebundenen oder tragbaren Heizungsanlagen, die in den Monaten Oktober bis April benützt werden;

c) alle während des ganzen Jahres benützten Kochherde;

d) alle regelmässig benützten Waschküchen- und Warmwasserbereitungsanlagen;

e) alle Dörranlagen.

Das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt ist ermächtigt, Ausnahmen zu gestatten. Es kann die Wiederholung der Revision und deren Ausdehnung auf weitere Feuerungsanlagen mit Holz- und Kohlenbetrieb verfügen sowie Verbesserungsarbeiten vorschreiben.

Gemäss *Art. 2* können die Kosten der Revision den Inhabern der Feuerungsanlagen auferlegt werden. Die Kantone haben für die Revisionen Kostentarife aufzustellen, die der Genehmigung der eidgenössischen Preiskontrollstelle unterliegen.

Art. 3. Die Inhaber der Feuerungsanlagen haben die von den kantonalen Amtsstellen auf Grund der Revision angeordneten Instandstellungsarbeiten innert vorgeschriebener Frist auf eigene Kosten ausführen zu lassen.

Inhaber der Feuerungsanlagen im Sinne dieser Verfügung ist diejenige Person, die gemäss den einschlägigen Vorschriften des Obligationenrechtes und des Zivilgesetzbuches, wie über Miete, Pacht, Gebrauchsleihe und Wohnrecht, für den Unterhalt der Anlage zu sorgen hat.

Nach *Art. 4* dürfen die Instandstellungsarbeiten nur durch Fachleute und Firmen, die Gewähr für sorgfältige und fachgerechte Ausführung bieten, vorgenommen werden.

Art. 5 und 6 enthalten die Strafandrohungen bei Zuwiderhandlungen. Bei nicht vorschriftsgemässer Ausführung der Arbeiten können die Brennstoffämter die Brennstoffzuteilungen an die gemäss Art. 3 für die Feuerungsanlagen verantwortlichen Personen kürzen oder sperren; auch die Einstellung der Versicherung und Ablehnung der Entschädigungspflicht der Brand- oder Gebäudeversicherungsanstalt ist angedroht.

Art. 7. Diese Verfügung tritt am 7. Mai 1942 in Kraft [6]).

Verfügung Nr. 3 des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes über die Produktions- und Verbrauchslenkung in der Bauindustrie

(Ergänzende Vorschriften betreffend Zementrationierung)

(Vom 5. Mai 1942)

Das *Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt,*

gestützt auf die Verfügung Nr. 33 des Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartementes vom 31. Dezember 1941 über die Sicherstellung der Versorgung von Volk und Heer mit technischen Rohstoffen, Halb- und Fertigfabrikaten (Produktions- und Verbrauchslenkung in der Bauindustrie), *verfügt:*

Art. 1. Wer aus dem Ausland Zement aller Art einführt, hat die eingeführten Mengen sofort nach dem Eintreffen in der Schweiz der Sektion für Baustoffe des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes zu melden.

Art. 2. Aus dem Ausland eingeführte Mengen von Zement aller Art dürfen nur gemäss den besondern Weisungen der Sektion für Baustoffe abgegeben und bezogen werden.

Art. 3. Widerhandlungen gegen diese Verfügung und die gestützt darauf erlassenen Ausführungsvorschriften und Einzelweisungen werden gemäss dem Bundesratsbeschluss vom 24. Dezember 1941 über die Verschärfung der kriegswirtschaftlichen Strafbestimmungen und deren Anpassung an das Schweizerische Strafgesetzbuch bestraft.

---

[5]) Bulletin SEV 1940, Nr. 20, S. 474.

[6]) Vollständiger Text siehe Schweiz. Handelsamtsblatt Nr. 104 (7. 5. 1942), S. 1056.

Der Ausschluss von der Weiterbelieferung und der Entzug erteilter Bewilligungen sowie die vorsorgliche Schliessung von Geschäften, Fabrikationsunternehmen und andern Betrieben bleiben vorbehalten.

Art. 4. Diese Verfügung tritt am 7. Mai 1942 in Kraft.

Die Sektion für Baustoffe ist mit dem Erlass der Ausführungsvorschriften und dem Vollzug beauftragt; sie ist ermächtigt, die Kantone, die kriegswirtschaftlichen Syndikate und die zuständigen Organisationen der Wirtschaft zur Mitarbeit heranzuziehen.

Verfügung Nr. 7 E des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes über einschränkende Massnahmen in der Verwendung von Eisen aller Art.

(Vom 12. Mai 1942)

Das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt erliess in dieser Verfügung [1]), welche am 15. Mai 1942 in Kraft trat, einschränkende Massnahmen für die Verwendung von Eisen aller Art (wie Stabeisen, Formeisen, Röhren, Blechen, Nutz- und Alteisen). Inskünftig darf für zahlreiche Gegenstände und Bestandteile hiefür (wie Geländer und Einfriedungen, Kandelaber, Wegweiser und Verkehrstafeln, Plakatsäulen, Aushängeschilder, Brunnen und Denkmäler, Gartenhäuschen, Telephonkabinen usw.) kein Eisen mehr verwendet werden. Ausgenommen von den Vorschriften dieser Verfügung ist die Verwendung von Grauguss, Temperguss oder Stahlguss. Hiefür gelten besondere Vorschriften (Verfügung Nr. 6 E vom 23. 3 1942) [2]). Ausser Gebrauch gesetzte Gegenstände, die dem Verwendungsverbot unterstehen, sind der Verschrottung zuzuführen und dürfen nicht für andere Zwecke abgegeben oder verwendet werden. Gegenstände und Bestandteile, mit deren Herstellung bereits begonnen wurde, dürfen bis zum 31. Mai 1942 fertiggestellt werden.

Schlussbericht des EWZ über die Elektrizitätsversorgung im letzten Winter

621.311(494.34)

Im Kriegswinter 1941/42 orientierte das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) seine Energiebezüger wiederum durch besondere wöchentliche Betriebsbulletins und einige spezielle Anzeigen. Die Wasserknappheit und die aus der Mangelwirtschaft und den grossen Anforderungen der Industrie sich ergebende Energieknappheit führten zu Sparmassnahmen, Einschränkungen und einer zentralen Bewirtschaftung durch das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt (KIAA).

Das EWZ musste in seinem Haushalt für die Wintermonate Oktober 1941 bis März 1942 mit einem Manko von 12 Millionen kWh rechnen. In der Landesversorgung fehlten am 1. Oktober 1941 allein schon in den Staubecken 100 Mill. kWh. Der September 1941 war der trockenste seit über 50 Jahren; Oktober, November und Dezember blieben trocken; der Januar 1942 brachte wohl viel Niederschläge, aber in Schneeform; der Februar war trocken und kalt [3]).

Die Wasserführung fiel bei der Albula bis auf 36 und bei der Limmat bis auf 35 %. Der Produktionsausfall in den Kraftwerken des EWZ gegenüber dem Vorjahr erreichte in der Zeit vom 1. Oktober 1941 bis 31. März 1942 gegen 14 Mill. kWh. Dazu sollte ein erwarteter Mehrkonsum von 16 Mill. kWh in den 6 Wintermonaten gedeckt werden.

Die eigenen vorsorglichen Massnahmen des EWZ kamen schon auf den 1. Oktober 1941 zur Geltung und bis Ende dieses Monats betrugen die Einsparungen 6 Mill. kWh, d. h. 15 %. Im Interesse der Landesversorgung mussten dann aber umfassende Einschränkungen vorgesehen werden, die nach den Verfügungen des KIAA auf den 15. November 1941 in Kraft traten und auf den 25. Januar, den 1. Februar sowie auf Ende Februar 1942 verschärft wurden. Nun wurden nicht mehr die einzelnen Elektrizitätswerke, sondern direkt die letzten Verbraucher für die Einsparungen verantwortlich gemacht.

Durch diese Bewirtschaftung wurde der erwartete Mehrkonsum völlig unterdrückt und darüber hinaus gegenüber dem Vorjahr ein Minderkonsum von über 15 % erzwungen. Damit wurde ein Versagen der Landesversorgung vermieden. Beim EWZ fiel der Energieabsatz in den 6 Wintermonaten um 20 Mill. kWh zurück. In der schlimmsten Zeit konnten 1 Mill. kWh zur Aushilfe und Erfüllung einer nationalen Aufgabe nach einer andern Landesgegend abgegeben werden. Die Wiederauffüllung der grossen Wasserreserve im Wäggitalwerk beginnt von einem höhern Seestand als im Vorjahr.

Die Mehrbelastung durch die Raumheizung erreichte 8000 kW, die Energieabgabe in der nicht gesperrten Zeit und für Ausnahmefälle über 4 Mill. kWh. Die kombinierten Warmwasseranlagen wurden bis Mitte November 1941 voll elektrisch bedient und trotz aller Schwierigkeiten wenigstens mit der Belieferung über das Wochenende bis 25. Januar 1942 durchgehalten. Totalabgabe von Winterenergie 10 Mill. kWh. Der ungenügenden Kohlenversorgung wegen wurden dann leider die getroffenen Abmachungen nicht eingehalten und die so nützlichen Doppelinstallationen während 6 Wochen weder mit Elektrizität, noch mit Brennstoff versorgt.

Die Abgabe elektrischer Energie für die Wärmebedürfnisse der Zürcher Industrie wurde im vergangenen Winter nochmals um über 12 Mill. kWh erhöht. In dem am 30. September 1941 abgelaufenen Geschäftsjahr ermöglichte das EWZ durch seine Lieferungen an Elektrokessel, für industrielle Wärmezwecke, Gross-Warmwasseranlagen und elektrische Heizung eine Einsparung von 21 300 Tonnen Kohle.

Die Umlagerung des Elektrizitätsverbrauches zugunsten der durch die Brennstoffnot bedrängten Industrie zeigt also ein Ergebnis, das die übrigen Abonnenten des EWZ für die ihnen auferlegten Einschränkungen entschädigen mag.

Unser Appell an die Disziplin der Energiebezüger fand volles Gehör — nur wenige Benützer von Warmwasseranlagen und elektrischen Heizungen setzten sich über alle Bindungen der Solidarität und des sozialen Verständnisses hinweg. Sie stehen in unseren Kontrollen und werden in Zukunft scharf angefasst.

Diese Darlegungen haben den Zweck eines Schlussrapportes. Ueber den Sommer wird die richtige Füllung des Wäggitalersees unsere Sorge sein und die rechtzeitige Fertigstellung des Kraftwerkes Innertkirchen der Oberhasliwerke. Der nächste Winter wird aber noch schwierigere Aufgaben bringen. Wir müssen auf die beste Zusammenarbeit mit unseren Energiebezügern und die Unterstützung der gesamten Bevölkerung rechnen können. Für die bisherige Mithilfe und das unserer Arbeit entgegenbrachte Interesse danken wir bestens und ersuchen weiterhin um Nachsicht.

Kleine Mitteilungen

Tessin und Lucendrowerk. Die lange, in einem Zwischenstadium verunglückte und in verschiedener Richtung unverständliche Diskussion um die Gewährung der Konzession an die Atel zur Ausnützung der Gotthardgewässer schloss, wie die Tagespresse meldet, am 8. Mai im Grossen Rat mit der Konzessionsverleihung. Eine Ueberraschung bildete dabei die starke zustimmende Mehrheit, war doch in der vorausgegangenen heftigen Pressefehde von einer einmütig ablehnenden öffentlichen Meinung gesprochen worden. Offenbar war der Lärm mehr Schein als Wirklichkeit. Dazu kam freilich, dass zwischen dem vorausgegangenen ablehnenden und dem jetzt annehmenden Ratsentscheid 2 Gutachten sich der Vorlage des Staatsrates anschlossen, wodurch die Argumentationen der Gegenseite entscheidend erschüttert wurden.

Da der Kanton Uri die Ueberleitung des Wassers des Lucendrosees in den Kanton Tessin bereits genehmigt hat [1]), kann die Atel den Baubeschluss fassen. Ob und wann das geschehen wird, ist noch nicht bekannt. Wären die Verhandlungen mit den Kantonen Uri und Tessin, wie man hätte erwarten dürfen, vor einem Jahr erfolgreich gewesen, wäre zweifellos im letzten Sommer mit dem Bau begonnen worden. Jetzt hat die Teuerung und die Materialknappheit be-

(Fortsetzung auf Seite 289).

[1]) Vollständiger Text siehe Schweiz. Handelsamtsblatt Nr. 109 (13. 5. 1942), S. 1095.
[2]) Siehe Bulletin SEV 1942, Nr. 8, S. 232.
[3]) Bulletin SEV 1942, Nr. 7, S. 200.

[1]) Bulletin SEV 1942, Nr. 6, S. 178.

Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke

(Diese Zusammenstellungen erfolgen zwanglos in Gruppen zu vieren und sollen nicht zu Vergleichen dienen.)

Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren

		Gesellschaft d. Aare- & Emmenkanals A.G., Solothurn		Service de l'Electricité de Genève		Wasserwerke Zug, Zug		Azienda Elettrica Comunale, Chiasso	
		1941	1940	1941	1940	1941	1940	1941	1940
1. Energieproduktion	kWh	**2 282 450**	2 279 450	**95 908 903**	93 679 470	**?**	?	—	—
2. Energiebezug	kWh	**197 523 310**	171 982 962	**65 529 132**	62 539 903	**?**	?	**3 400 600**	3 447 450
3. Energieabgabe	kWh	**199 805 760**	174 262 412	**161 438 035**	156 219 373	**?**	?	**3 101 770**	3 224 230
4. Gegenüber Vorjahr	%	**+ 14,66**	+ 17,20	**+ 3,34**	+ 6,63	**?**	?	**— 0,4**	+ 6,5
5. Davon Energie zu Abfallpreisen	kWh	**60 138 880**	55 624 675	**9 399 524**	?	**?**	?	**0**	0
11. Maximalbelastung	kW	**42 997**	38 568	**33 950**	34 600	**?**	?	**845**	855
12. Gesamtanschlusswert	kW	**94 982**	85 722	**172 637**	153 365	**35 353**	32 256	**6 568**	6 222
13. Lampen	Zahl	**214 358**	212 200	**937 234**	925 006	**96 950**	96 126	**34 267**	33 041
	kW	**7 765**	7 685	**53 932**	53 200	**4 739**	4 692	**1 388**	1 387
14. Kochherde	Zahl	**3 014**	2 765	**3 018**	2 493	**12 977**	12 268	**134**	108
	kW	**14 482**	13 383	**18 816**	15 411	**17 857**	15 259	**670**	560
15. Heisswasserspeicher	Zahl	**6 525**	6 314	**8 774**	7 015	**[1])**	[1])	**226**	204
	kW	**5 361**	5 105	**24 530**	18 446	**[1])**	[1])	**304**	281
16. Motoren	Zahl	**7 702**	7 399	**10 422**	9 547	**5 156**	4 973	**664**	656
	kW	**16 096**	15 618	**46 824**	45 195	**12 757**	12 305	**1 168**	1 155
21. Zahl der Abonnemente		**16 133**	15 859	**105 961**	100 874	**6 530**	6 396	**4 686**	4 523
22. Mittl. Erlös p. kWh	Rp./kWh	**?**	?	**?**	7,7	**?**	?	**14,1**	13,4
Aus der Bilanz:									
31. Aktienkapital	Fr.	**3 000 000**	3 000 000	**—**	—	**3 000 000**	3 000 000	**—**	—
32. Obligationenkapital	»	**1 000 000**	1 500 000	**—**	—	**—**	—	**72 000**	77 000
33. Genossenschaftsvermögen	»	**—**	—	**—**	—	**—**	—	**75 000**	75 000
34. Dotationskapital	»	**—**	—	**?**	?	**—**	—	**—**	—
35. Buchwert Anlagen, Leitg.	»	**?**	?	**29 651 113**	30 139 235	**1 683 224**	1 743 500	**101 765**	119 765
36. Wertschriften, Beteiligung	»	**?**	?	**2 194 800**	2 298 800	**?**	?	**106 952**	98 512
37. Erneuerungsfonds	»	**400 000**	365 000	**?**	?	**?**	?	**50 000**	50 000
Aus Gewinn- und Verlustrechnung:									
41. Betriebseinnahmen	Fr.	**?**	?	**11 842 800**	11 965 102	**1 269 298**	1 206 354	**456 000**	453 000
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligung	»	**?**	?	**?**	?	**?**	?	**1 719**	1 799
43. Sonstige Einnahmen	»	**118 298**	130 278	**1 361 209**	1 131 489	**?**	?	**1 095**	5 508
44. Passivzinsen	»	**59 553**	75 075	**1 044 419**	1 103 556	**12 839**	16 854	**5 880**	6 738
45. Fiskalische Lasten	»	**93 221**	103 060	**68 056**	66 534	**181 593**	133 448	**14 773**	14 667
46. Verwaltungsspesen	»	**200 109**	191 586	**1 326 362**	1 223 975			**80 191**	69 269
47. Betriebsspesen	»	**280 151**	249 745	**3 593 662**	3 591 445	**702 399**	717 572	**64 073**	74 799
48. Energieankauf	»	**?**	?	**1 595 808**	1 529 795			**125 153**	123 044
49. Abschreibg., Rückstellungen	»	**465 000**	305 000	**1 976 326**	2 152 007	**192 000**	182 092	**18 000**	25 000
50. Dividende	»	**150 000**	150 000	**—**	—	**185 394**	185 394	**—**	—
51. In %	»	**5**	5	**—**	—	**5,5**	5,5	**—**	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen	»	**—**	—	**2 617 519**	2 458 229	**—**	—	**123 201**	122 355
Uebersicht über Baukosten und Amortisationen:									
61. Baukosten bis Ende Berichtsjahr	Fr.	**?**	?	**76 642 485**	75 154 280	**?**	?	**751 693**	739 043
62. Amortisationen Ende Berichtsjahr	»	**?**	?	**46 991 372**	45 015 045	**?**	?	**649 928**	631 928
63. Buchwert	»	**?**	?	**29 651 113**	30 139 235	**?**	?	**101 765**	119 765
64. Buchwert in % der Baukosten	»	**?**	?	**38,69**	40,10	**?**	?	**13,6**	16,2

[1]) Inbegriffen in Pos. 14.

reits in einem Masse zugenommen, dass Baubeschlüsse nicht mehr auf übersehbare Verhältnisse abgestellt werden können; es besteht jedoch begründete Hoffnung, dass ein Ausweg unter Mitwirkung aller interessierten Kreise gefunden wird.

—

Heimatschutz und Kraftwerke Hinterrhein. In Chur hat am 10. Mai unter dem Vorsitz von alt Bundesrat Häberlin eine von der eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission einberufene Konferenz von Vertretern der schweizerischen Vereine für Heimatschutz, des schweizerischen Bundes für Naturschutz, des Schweizer Alpenklubs, der Konzessionsbewerber für ein Hinterrhein-Kraftwerk und der Talschaften Rheinwald und Schams stattgefunden zum Zwecke einer allgemeinen Aussprache über die Heimatschutzfragen, die sich bei der Vorlage eines Konzessionsbegehrens für das Kraftwerk Hinterrhein voraussichtlich stellen werden. Beiden Interessentengruppen wurde Gelegenheit gegeben, sowohl in grundsätzlicher Hinsicht als auch zu Einzelfragen Stellung zu beziehen. Zur weitern Abklärung wurde eine Besichtigung des Hinterrheintals beschlossen.

Miscellanea

In memoriam

Ferdinand Holzach †. Ferdinand Holzach, der am 11. März 1942 nach kurzer, schwerer Krankheit in Bern gestorben ist, wurde am 1. September 1882 als Sohn eines Schweizer Industriellen in Salerna (Italien) geboren. Viele Jahre seines Lebens hatte er im Ausland zugebracht. Sein Vater siedelte von Italien nach Magdeburg über, wo Ferdinand Holzach seine Schulzeit und Matura absolvierte. Dem technischen Studium lag er an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich ob. Der junge Diplomingenieur trat Ende 1907 zuerst beim Sachswerk in Dresden in Stellung, um später bei der Firma Brown, Boveri in Mannheim und schliesslich am Badener Sitz der Firma tätig zu sein.

Ferdinand Holzach
1882—1942

Am 1. Mai 1918 trat Ingenieur Holzach in den Dienst der Lonza Elektrizitätswerke und Chemischen Fabriken A.-G., Basel. Bis zum Februar 1921 bekleidete er den Posten des Chefs der Betriebsabteilung. In dieser Stellung hatte er die Führung der elektrischen, mechanischen und elektrochemischen Betriebe unter sich. Ferner wurde er sehr oft mit Inbetriebsetzungen und Abnahmeversuchen, besonders von elektrischen Anlagen, sowie mit Projektierungsstudien und Spezialarbeiten auf elektrischen Gebieten betraut.

Infolge der ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse verliess Holzach diese Stellung und übernahm 1936 die Leitung des neuen grossen Hallenschwimmbades in Basel und später diejenige der EAG Wädenswil.

Mit Ausbruch des Weltkrieges trat er in den Dienst der Abteilung für Artillerie in Bern. Als Oberstleutnant war Ferdinand Holzach zuletzt Chef einer Grenzbrigade, wo er sich wie in allen übrigen Stellungen durch grosse Hingabe an seine neue Aufgabe und durch Schaffensfreudigkeit auszeichnete.

Herr Ingenieur Holzach war stets ein treubesorgter Familienvater. In seiner beruflichen Tätigkeit war er eine tüchtige und pflichtgetreue Kraft, und er verfügte über ausgezeichnete Fähigkeiten, Organisationstalent und Initiative.

Alle, die ihn gekannt haben, werden ihn seines vornehmen Charakters und seiner edlen Gesinnung willen als treuen Freund in Erinnerung haben.

Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

M. William - Jules Favre, fondateur en 1881 de la maison actuelle Favre fils, installateur-électricien à Genève, et membre de l'ASE depuis 1896, vient de fêter ses 80 ans. Nous lui adressons nos vives félicitations pour cette longue et féconde activité et nos vœux pour une heureuse retraite.

—

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Luzern. Zum neuen Direktor der SUVAL wählte der Bundesrat am 5. Mai 1942 Dr. phil. *Hans Gervais,* gegenwärtig Subdirektor der SUVAL, mit Amtsantritt auf 1. Juli. Zum neuen Subdirektor wurde gewählt Dr. jur. *U. Oertli,* gegenwärtig Chef der Rechtsabteilung der Anstalt. Herr Dr. Gervais ist damit Nachfolger des auf Ende Juni 1942 in den Ruhestand tretenden Herrn Direktor Dr. phil. *A. Bohren,* Mitglied der Verwaltungskommission des SEV und VSE, der vom Bundesrat zum Mitglied des Verwaltungsrates der SUVAL als Nachfolger des demissionierenden Dr. *Hans Giorgio* ernannt wurde.

—

Licht- und Wasserwerke Langenthal. Die Behörden von Langenthal beschlossen, die bisherige Bezeichnung des Betriebes «Licht- und Wasserwerke Langenthal» aufzugeben und zu ersetzen durch «Industrielle Betriebe der Gemeinde Langenthal».

—

Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals A.-G., Solothurn. Herr *Paul Hurni* wurde zum Prokuristen ernannt.

—

Carl Maier & Co., Schaffhausen. Die Firma erteilte die Kollektivprokura an die Herren *Paul Maier,* Mitglied des SEV seit 1938, und *Jules Seiler.*

—

Kleine Mitteilungen

Fernheizkraftwerk der ETH. Der Bundesrat hat am 12. 5. 1942 einen Kredit von zwei Millionen Franken gutgeheissen für die Erweiterung des Fernheizkraftwerkes der Eidgenössischen Technischen Hochschule. Es handelt sich um ein Unternehmen, das sich durch die Kohlenknappheit aufdrängt. Es soll elektrische Energie herangezogen werden zur Erzeugung von Wärme mittels Wärmepumpen; die Anlage wird an der Limmat erstellt werden. Durch diese Erweiterung des Fernheizkraftwerkes wird sich auch für die Zeit nach dem Krieg eine grössere Unabhängigkeit von der Kohle ergeben. Die Verzinsung der Neuanlage beträgt je nach den Kohlenpreisen 3...4½ %. (NZZ)

—

Vorträge der Physikalischen Gesellschaft Zürich. Donnerstag, den 28. Mai 1942, 20.15 Uhr, spricht im grossen Hörsaal des Eidg. Physikgebäudes, Gloriastr. 35, Zürich 7, Herr Prof. Dr. *H. Hulubei,* Rektor der Universität Bukarest, über «Nouveaux résultats dans la spectroscopie des rayons X». Eintritt frei.

Unter dem Titel «Physikalische Vorträge für Ingenieure» veranstaltet die Physikalische Gesellschaft Zürich demnächst folgenden Vortragszyklus:

Freitag, 5. Juni 1942: **Wandlungen im Begriffe der Elementarpartikel.** Von Prof. Dr. *G. Wentzel,* Universität Zürich.

Freitag, 19. Juni 1942: **Moderne Verstärker- und Uebertragungstechnik.** Von Prof. *E. Baumann*, Eidg. Technische Hochschule Zürich.

Freitag, 26. Juni 1942: **Probleme der drahtlosen Vielfach-Telephonie.** Von Prof. Dr. *F. Tank*, Eidg. Technische Hochschule Zürich.

Freitag, 3. Juli 1942: **Neue Untersuchungen auf dem Gebiete der flugtechnischen Aerodynamik.** Von Prof. Dr. *J. Ackeret*, Eidg. Technische Hochschule Zürich.

Die Vorträge finden im grossen Hörsaal des Eidg. Physikgebäudes, Gloriastr. 35, Zürich 7, je 20.15 Uhr, statt. Eintrittskarten zu Fr. 2.50 für den ganzen Vortragszyklus sind beim Hauswart des Physikgebäudes zu beziehen, für einzelne Vorträge zu Fr. 1.— an der Abendkasse.

Jahresbericht 1941 des Schweizerischen Techniker-Verbandes. Wie üblich enthält der Jahresbericht des STV einen Ueberblick über die wirtschaftliche Lage des Landes und dessen Einfluss auf die Existenzbedingungen des Technikerstandes. Es wird dann über die soziale und standespolitische Tätigkeit des Verbandes berichtet, wobei die Titelschutzfrage hervorgehoben ist; ferner über die Berufsbildung und Berufsberatung. Schliesslich folgt der eigentliche Geschäftsbericht.

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

Die progressiv schaltende Schmelzsicherung

Von *A. Gantenbein*, Zürich-Oerlikon.
(Bulletin SEV 1941, Nr. 9, S. 189.)

Herr **H. Läpple**, Berlin-Siemensstadt, schreibt uns:

Der Aufsatz behandelt das Problem, schnellschaltende Hochspannungssicherungen zu bauen, die beim Abschalten keine gefährlichen Ueberspannungen erzeugen. Als Lösung ist der «progressiv schaltende» Schmelzleiter angegeben, dessen Querschnitt von der Mitte aus nach beiden Enden hin stetig zunimmt, so dass er nicht plötzlich in seiner ganzen Länge, sondern fortschreitend verdampft. Herr Gantenbein führt dieses Verfahren, den Abschaltvorgang durch die Form des Schmelzleiters stetig zu steuern, als das Ergebnis neuer Untersuchungen ein und verweist dabei auf seinen Bericht für die CIGRE-Tagung 1939, in dem er den progressiv schaltenden Schmelzleiter als einen neuen Schritt in der Entwicklung der Sicherungsdrähte mit gestuftem Abschmelzvorgang darstellt. Diese Darstellung wird unseres Erachtens dem wirklichen Sachverhalt nicht gerecht. Bereits im Jahre 1934 wurde auf Grund von Versuchen, bei denen der Kathodenstrahloszillograph benutzt wurde, ein progressiv schaltender Schmelzleiter mit stetig zunehmendem Querschnitt entwikkelt [1]). Dieser Schmelzleiter zeichnet sich noch dadurch aus, dass ein solcher Teil seiner Länge, wie er zum Abschalten des Grenzstromes erforderlich ist, einen gleichmässig schwachen Querschnitt hat. Das bedeutet, dass die Wirkungsweise des «progressiv schaltenden» Schmelzleiters erkannt war, dass aber nicht die von Gantenbein beschriebene Form technisch angewandt wurde, sondern eine abgewandelte, die sich davon durch das Stück gleichmässigen Querschnitts unterscheidet. Für diese Abwandlung gibt es zwei Gründe.

Es ist bekannt, dass bei Hochspannungssicherungen die Abschaltung kleiner Ueberströme mit örtlich geschwächten Schmelzleitern sehr schwierig ist. Die Trennstrecke, die der Lichtbogen von der schwachen Stelle aus «ausbrennen» muss, ist — der Spannung entsprechend — lang. Bis sie aus Schmelzleiterteilen erzeugt ist, die noch nicht auf Schmelztemperatur sind, vergeht leicht eine so lange Zeit, dass die Sicherung vorher thermisch zerstört wird. Bei einem gleichmässigen (ungeschwächten) Schmelzleiter ist die Gefahr viel geringer, weil dieser auf seiner ganzen Länge praktisch gleichzeitig auf die Schmelztemperatur kommt und weil es deshalb nur noch einer geringen zusätzlichen Energie bedarf, um die zusammenhängende metallische Strombahn auf einer ausreichend langen Strecke aufzulösen.

Diese Erfahrungen standen bereits 1935 der Anwendung des «progressiv schaltenden» Schmelzleiters in der Gantenbeinschen Form im Wege und erst nach dem Entschluss, durch ein eingeschaltetes Stück gleichmässigen Querschnitts zwischen den fortschreitend schmelzenden Teilen die zuverlässige Abschaltung kleiner Ueberströme sicherzustellen, konnte die technische Anwendung des Schmelzleiters mit ungleichmässigem Querschnitt verantwortet werden. Bei diesem Sachverhalt muss der Gantenbeinsche «progressiv schaltende» Schmelzleiter als ein *Durchgangsstadium* bei der Entwicklung des Stufenschmelzleiters angesehen werden, nicht als eine Fortentwicklung.

Der zweite Grund, der es richtig erscheinen lässt, nicht einen «progressiv schaltenden» Schmelzleiter in der Gantenbeinschen Form, sondern einen mit einem Stück gleichmässig schwachen Querschnitts anzuwenden, ergibt sich aus Ueberlegungen über den Zusammenhang zwischen der Höhe der Ueberspannung und der in der Sicherung umgesetzten Energie. Herr Gantenbein schreibt (S. 195 links): «Im weitern kann die Lichtbogenspannung durch entsprechende Dimensionierung der Schmelzleiterlänge, bzw. Wahl des Füllmittels so gesteuert werden, dass die in der Sicherung freiwerdende Energie ein Minimum wird.» Es ist nun schon lange bekannt (vgl. z. B. VDE-Fachbericht 1934, S. 73 unten), dass die absolute untere Grenze der Energie, die in der Sicherung umgesetzt wird, durch die magnetische Energie im Kurzschlusskreis zur Zeit des Unterbrechungsbeginns gegeben ist. Der tatsächlich erreichte Wert liegt dieser unteren Grenze um so näher, je grösser die Ueberspannung während der Lichtbogenlöschung ist. Man wird folglich die Ueberspannung soweit ausnutzen, als sie mit gutem Gewissen als ungefährlich zugelassen werden kann. Das Bestreben nach dem kleinsten Energieumsatz in der Sicherung muss also dazu führen, die Löschspannung nicht beliebig zu verringern, sondern sie auf den gerade noch verantwortbaren Wert zu bringen. Das kann durch den Schmelzleiter mit einem Stück von gleichmässig schwachem Querschnitt und entsprechend bemessener Länge erreicht werden. Demgegenüber wird die vollständige Ueberspannungsfreiheit, zu der die Gantenbeinsche Schmelzleiterform führt, mit einem erhöhten Energieumsatz erkauft. Aus dem von Herrn Gantenbein veröffentlichten Oszillogramm (Fig. 8a) geht auch in der Tat hervor, dass die Lichtbogenlöschung mehr als notwendig verzögert ist, denn der Strom bleibt konstant über eine gewisse Zeitspanne, während der er schon abnehmen könnte.

Antwort von Herrn **A. Gantenbein**, Zürich-Oerlikon:

Wir geben Herrn Läpple gerne zu, dass er das Auftreten von grossen Ueberspannungen beim Durchschmelzen eines auf die ganze Länge gleichmässig dicken Schmelzleiters sowie die Verringerung der Ueberspannung bei Stufenschmelzung schon vor unserer Veröffentlichung erkannt hat. Unser Bericht für die CIGRE-Tagung 1939 ist aber unseres Wissens doch die erste Veröffentlichung mit eingehend belegten Kathodenstrahl-Oszillogrammen, wo das Schmelzen einer gewöhnlichen Sicherung sowie das einer solchen mit Stufen- oder progressiven Schmelzung eines Schmelzleiters eingehender beschrieben wurde. Wir glauben doch, damit einen bescheidenen Beitrag zur weiteren Abklärung des Abschaltvorganges in Hochspannungs-Hochleistungs-Sicherungen geliefert zu haben.

Herr Läpple gibt nun zwei Gründe an, die die von uns angegebene Form mit stetig zunehmendem Querschnitt eines progressiv schaltenden Schmelzleiters nicht als die zweckmässigste Ausführung bezeichnet. Es sind dies:

[1]) beschrieben im DRP 676 781 vom 8. 1. 1934; im Schweiz. Patent 179 864 und im franz. Patent 783 719, veröffentlicht am 18. 7. 1935.

1. Abschaltung bei kleinen Ueberströmen.

Wie Herr Läpple erwähnt, ist bekannt, dass die Abschaltung kleiner Ueberströme mit geschwächten Schmelzleitern schwierig ist. Dies ist aber sowohl bei der von Siemens als auch bei der von uns angewendeten Form des Schmelzleiters der Fall. Die ausschlaggebende Rolle spielt die Dimensionierung des verwendeten Schmelzleiterbändchens und seiner Querschnittsveränderung. Unsere Versuche zeigten, dass durch richtige Wahl dieser Grössen auch die Abschaltung kleiner Ströme sicher beherrscht wird. Im weitern sei noch erwähnt, dass durch die mehrmalige Wiederholung der Zu- und Abnahme des Querschnittes des Schmelzleiters noch bessere Resultate erzielt werden. Das Schmelzen erfolgt dann an verschiedenen, auf die ganze Sicherungslänge verteilten Stellen. Eine solche Wirkung ist bereits durch die im Bulletin SEV 1941, S. 195, erwähnte Legierung der Drähte erreicht.

Ein weiterer Grund für die Erleichterung der Abschaltung bei kleinen Strömen liegt auch darin, dass die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung nicht mehr so gross ist wie bei einer Kurzschlussabschaltung.

2. Energie-Umsetzung in der Sicherung.

Mit den Oszillogrammen nach Fig. 8 wollten wir lediglich zeigen, wie an einem progressiv schaltenden Schmelzleiter die Ueberspannung praktisch vermieden werden kann. Dass mit dieser Sicherung nicht die kleinste in der Sicherung frei werdende Energie erzielt wird, geht aus meinen unter dem Abschnitt *4 c* «Abschaltfähigkeit» aufgeführten Bemerkungen hervor. Ich habe dort wörtlich geschrieben:

«Die totale in der Sicherung frei werdende Energie während der Brennzeit des Lichtbogens ist

$$W = \int_{t_1}^{t_2} i \cdot u_s \cdot dt = \int_{t_1}^{t_2} i \cdot u_L \cdot dt + \int_{t_1}^{t_2} i \cdot u_G \cdot dt$$

d. h. gleich der magnetischen Energie plus der Generatorarbeit während der Lichtbogendauer.

Der erste Teil des Integrals ist die zu Beginn des Lichtbogens in der Induktivität aufgespeicherte Energie und somit unabhängig von der Schaltdauer.

Der zweite Teil ist die vom Generator in den Lichtbogen gelieferte Arbeit und somit von der Schaltdauer abhängig. Um diese Arbeit auf ein Minimum zu reduzieren, sollte der Strom rascher abnehmen, als dem normalen Stromverlauf entspricht.»

Diese Ausführungen decken sich somit absolut mit denjenigen von Herrn Läpple. Um zu einem Minimum an frei werdender Energie in der Sicherung zu kommen, müsste also die Lichtbogenspannung gerade solche Werte annehmen, dass die zulässige Spannung an der Sicherung während des Abschaltvorganges eine konstante Grösse hat. Eine so ideale Steuerung der Lichtbogenspannung ist aber nicht möglich. Sie müsste sich zudem noch dem Schaltmoment der Sicherung automatisch anpassen. Es kommt also auch hier auf eine richtige Dimensionierung des Schmelzleiters an, um sowohl die Ueberspannung als auch die in der Sicherung umgesetzte Energie zu reduzieren. Viele Versuche und Betriebserfahrungen mit unserer progressiv schaltenden Sicherung haben uns jedoch deren gute Eigenschaften bewiesen.

Vereinsnachrichten

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

Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und VSE (Ako)

Die Ako hielt am 27. April 1942 unter dem Vorsitze ihres Präsidenten, Herrn Prof. Dr. Joye, in Basel ihre 9. Sitzung ab, wobei in erster Linie die Antwort des Bundesrates zum Kraftwerksbauprogramm besprochen wurde. Sie nahm ferner Kenntnis vom Ergebnis der Konferenz der Kantonsvertreter in Bern vom 23. April 1942 betreffend die Arbeitsbeschaffungsaktionen des Bundes, an welcher der Vorsitzende der Ako einen Bericht über unser allgemeines Arbeitsbeschaffungsprogramm und das Sonderprogramm für den Bau neuer Kraftwerke erstattete. Weiter wurden einige spezielle Fragen über die Durchführung des Arbeitsbeschaffungsprogramms behandelt.

Anmeldungen zur Mitgliedschaft des SEV

Seit 2. Mai 1942 gingen beim Sekretariat des SEV folgende Anmeldungen ein:

a) als Kollektivmitglied:

La maison de l'Electricité, W. Piret, 6, Rue Bonivard, Genève.
«UTO» Aufzug- und Kranfabrik A.-G., Badenerstrasse. 573, Zürich-Altstetten.

b) als Einzelmitglied:

Nobile Guido, Dr., Ing., Schaffhauserstr. 86, Zürich.
Zimmermann Ad., Dipl. Elektrotechniker, bei Herrn Dir. Ott, Gutenbergstr. 26, Bern.
Frey W., Ingenieur ETH, Gotthardstr. 50, Zürich.
Egli E., Direktor, Elektroing. ETH, Bürglistr. 29, Zürich 2
Baumann W., Verwalter des Elektrizitätswerkes Muri, Muri-Wey (Aarg.)
Minder A., Dipl. Elektrotechniker, Langenthal.
Kopp F., Dipl. Elektrotechn., Winterthurerstr. 225, Laufenburg
Künzler H., Dipl. Elektrotechn., Goldwandstr. 33, Ennetbaden
Vogt H., Dipl. Elektrotechniker, Remigen No. 23, b/Brugg
Wobmann A., Dipl. Elektrotechniker, Malters (Luz.)
Morf A., Elektroingenieur ETH, Haselstr. 4, Baden.

c) als Jungmitglied:

Hediger R., stud. el. ing., Wohlen (Aarg.)

Abschluss der Liste: 16. Mai 1942.

Neue Veröffentlichungen des SEV

Folgende neuen Sonderdrucke aus dem Bulletin SEV können unter den angegebenen Sonderdrucknummern bei der gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE bezogen werden:

Nr. S 1298: Ehrung der Veteranen des elektrischen Vollbahnbetriebes am 14. Februar 1942 (Jahrgang 1942, Nr. 6). Fr. 2.50 (2.—).

Nr. S 1299: Bericht über die Diskussionsversammlung des SEV vom 13. Dezember 1941 in Zürich, über Höchstleistungsübertragung auf grosse Distanzen (Jahrgang 1942, Nrn. 5, 6, 7 und 9). (Erscheint auch französisch.) Fr. 8.— (6.—).

Ferner ist neu erschienen:

«Anleitung zur Hilfeleistung bei durch elektrischen Strom verursachten Unfällen» (ausgeführt als Plakat in Anodal). Fr. 4.— (3.50).

Für Mitglieder des SEV gelten die in Klammern gesetzten reduzierten Preise.

Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen

389.6(494): 621.316.93

Die folgenden Leitsätze wurden mit sofortiger Wirkung unter Vorbehalt der Genehmigung durch die nächste Generalversammlung des SEV durch den Vorstand des SEV am 12. Mai 1942 genehmigt und in Kraft gesetzt.

Das Sekretariat des SEV.

Einleitung.

Die vorliegenden Leitsätze sind hervorgegangen aus den «Leitsätzen für Ueberspannungs-Ableiter» des SEV vom 1. Oktober 1936. Anlass dazu gab in erster Linie eine Anregung aus Werkskreisen gelegentlich einer FKH-Versammlung, wonach Empfehlungen aufgestellt werden sollten für die Art und Weise des Einbaues von Ableitern, welche den Leitsätzen des Jahres 1936 entsprechen. Der Entwurf der neuen «Einbau-Leitsätze» wurde 1938 vom Arbeits-Komitee der FKH in Bearbeitung genommen. Da es sich zeigte, dass infolge der seit 1936 gemachten grossen Fortschritte im Ableiterbau auch die damaligen «Leitsätze für Ueberspannungs-Ableiter» revisionsbedürftig waren, wurde auch für diese ein neuer Entwurf aufgestellt. So entstanden eigentliche Empfehlungen für Prüfung und Anwendung von Ueberspannungs-Ableitern zum Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen. Solche Empfehlungen schienen dem bearbeitenden Kreis unvollständig zu sein, solange nicht auch über die Verwendung von Kapazitäten zu diesem Zweck etwas gesagt wurde. Nachdem von einem Ausschuss auch diesbezügliche Empfehlungen entworfen worden waren, wurde der ganze Entwurf von einem erweiterten Fachkreis von Mitgliedern der FKH in mehreren Sitzungen durchberaten und in der vorliegenden Form gutgeheissen.

Sachlich gliedern sich die «Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen» zur Zeit in die *Hauptteile I...V*.

I. Begriffsbestimmungen für Stoss, Art. 2 und 3.
II. Bestimmungen für Ableiter, Art. 4 bis 16.
III. Einbau von Ableitern, Art. 17 bis 22.
IV. Bestimmungen für Schutzkapazitäten, Art. 23 bis 28.
V. Einbau von Schutzkapazitäten, Art. 29 bis 35.

Weitere Abschnitte über Röhrenableiter, Grobschutz und Erdseile sollen später beigefügt werden.

Bei den *Begriffsbestimmungen* für Stoss und Ableiter wurden einige Aenderungen und Ergänzungen vorgenommen. Z. B. wurden die früheren Begriffe «Minimal-Stossüberschlagsspannung» und «Minimal-Ansprechspannung» umbenannt in «50 %-Ueberschlag-Stoßspannung» und «50 %-Ansprechspannung», um genauer auszudrücken, dass bei dieser Spannung in 50 % der angewendeten Stösse Ueberschläge bzw. Ansprechungen des Ableiters erfolgen sollen.

Neu eingeführt sind die Begriffe des *Nennableitvermögens*, ferner des *Grenzableitvermögens des Ableiterwiderstandes*. Die frühere Einteilung in Ableiterklassen fällt weg. Mit dieser Neuerung ist der Entwicklung der Ableiter für grössere Stoßströme Rechnung getragen worden, nachdem eine theoretische Untersuchung über den Verlauf von Ableiterströmen ergeben hat, dass sich eine Zuordnung verschiedener Ableiterklassen zu bestimmten Nennspannungen wegen des sogenannten Aufschaukelns der Ableiterströme nicht streng begründen lässt. Bekanntlich beträgt beim Auftreffen einer Spannungswelle der Höhe u_w aus einer Freileitung mit dem Wellenwiderstand Z der Strom i_p im Ableiter:

in der Kopfstation $i_p = \dfrac{2\,u_w - u_p}{Z}$,

in der Durchgangsstation $i_p = \dfrac{2\,u_w - 2\,u_p}{Z}$,

wenn u_p die Restspannung am Ableiter ist. Da Z für einen einzelnen Freileitungsdraht mit 500 Ohm angesetzt werden kann, bleibt i_p kleiner als $\dfrac{2\,u_w}{500}$, d. h. wenn u_w in kV ausgedrückt wird, ist i_p (A) stets $< 4\,u_w$ (kV). Eine 100-kV-Welle ergibt höchstens (d. h. in einem Ableiter, dessen Restspannung $u_p = 0$ ist) 400 A Ableiter-Stoßstrom.

Liegt der Blitzschlag als Erzeuger dieser Welle auf der Freileitung weit weg, so fliesst die Welle über den Ableiter ab, bevor die Rückwelle vom Ableiter zum Blitzschlag zurücklaufen konnte. Der grösste Ableiterstrom kann dann aus obiger Beziehung gerechnet werden, so dass z. B. einem Ableiterstrom von 1200...1500 A eine Spannungswelle von ca. 400 kV zugeordnet werden kann.

Liegt aber der Blitzeinschlag in die Freileitung so nahe beim Ableiter, dass während der Blitzdauer die Spannungswelle mehrmals zwischen Ableiter und Blitzeinschlagsort hin- und herpendelt, so schaukelt sich der Ableiter*strom* vom vorstehenden Anfangswert zu höheren Beträgen auf, deren Höhe in ziemlich komplizierter Weise vom Blitz und den Leitungs- und Ableiterdaten abhängt. Eine Veröffentlichung dieser Zusammenhänge soll sowohl für Ableiter wie auch für Schutzkapazitäten im Bulletin des SEV erfolgen *).

Bei den genormten Nennableitvermögen ist der frühere Wert 750 A nicht mehr enthalten, da er durch die Entwicklung besserer Ableiter überholt ist.

Schliesslich wurde ausser der bei einem einzelnen Stoss in Erscheinung tretenden *Spannung-Strom-Charakteristik* des Ableiters auch dessen *Restspannung-Strom-Charakteristik* eingeführt, die für die Schutzmöglichkeiten des Ableiters und für den Vergleich mit der Stationsisolation grundlegend ist.

Bei den Bestimmungen zur Prüfung der Ableiter ist die Möglichkeit neu geschaffen worden, einen *Bruchteil eines Ableiters (Ableiterelement)*, bestehend aus einem Teil des Widerstandes und einem Teil der Funkenstrecke, zu prüfen. Diese Möglichkeit drängte sich als Notbehelf auf, da die Kosten von Prüfanlagen für Ableiter hoher Nennspannung und hohen Nennableitvermögens sehr hoch werden. Wenn auch eine solche Ersatzmethode die Prüfung des kompletten Ableiters nie 100 %ig ersetzen kann, so scheint sie doch als Ergänzung insbesondere des Löschversuchs bei hohen Ableitvermögen wertvoll, wobei die Zulässigkeit der Methode von Fall zu Fall zu überlegen sein wird.

Am vollständigen Ableiter muss jedoch stets ein Löschversuch mit grösstmöglichem Stoßstrom, im Maximum mit dem Nennableitvermögen, durchgeführt werden. Auf Grund unserer Erkenntnisse über den Löschvorgang (Bulletin SEV 1941, Nr. 12) entstand der Vorschlag, bei den heute üblichen Ableitern mit Vielfachfunkenstrecke den Zeitpunkt der Stösse im Vergleich zur Phase der Wechselspannung (Lösch-Prüfspannung) im ungünstigsten Moment zu wählen (zu synchronisieren). Diese Bestimmung schien vorteilhaft, um Zufallsresultate zu eliminieren und um anderseits auch jene Ausgleichsvorgänge im Ableiter zu berücksichtigen, die sich für die Beanspruchung des Ableiters als wichtig erwiesen haben. Sie bedeutet allerdings bei gleicher Anzahl Prüfstösse eine merklich erhöhte Prüfbeanspruchung gegenüber früher. Daher wurde die Anzahl Prüfstösse von 10 auf 5 pro Prüfserie reduziert. Für die Restspannung beim Nennableitvermögen sind erstmals höchstzulässige Werte festgelegt worden, um die Koordination mit der Isolation zu ermöglichen.

Ein neuer Absatz ist den *Ansprechregistrier-Apparaten* gewidmet, welche sich für die Kontrolle des Verhaltens der Ableiter im Betrieb von grossem Wert erwiesen haben. Hieher gehören nicht nur die bisher bekannten Zähler der Anzahl Ansprechungen, sondern auch die in Entwicklung begriffenen Stossmesszähler, welche sowohl die Häufigkeit als auch die Intensität oder Dauer von Stössen zählen.

Der *Einbau von Ableitern* bedingt eine Koordination derselben mit der Isolation der Anlagen. Somit war es nötig, wenigstens provisorisch erstmals Zahlenwerte für eine minimale Stossfestigkeit von Anlagen festzulegen. Dies ist in erster Linie auf Grund theoretischer und praktisch-wirtschaftlicher Ueberlegungen, zum Teil auch in Anlehnung an die amerikanischen Vorarbeiten auf diesem Gebiet geschehen. Sodann sind die bei Ableiterbestellungen nötigen Angaben aufgeführt und Richtlinien gegeben über Art und Weise des zweckmässigen Einbaues der Ableiter in die zu schützenden Anlagen.

Die anfänglich beabsichtigte Einbeziehung des Schutzes von *Hausinstallationen* in die vorliegenden Leitsätze wurde fallen gelassen, da auf diesem Gebiet eine weitere Abklärung insbesondere des Verhaltens der Gebäudeerdungen und anderer damit zusammenhängender Einbaufragen (Hauptsicherung, Niederspannungs-Koordination usw.) unerlässlich scheint.

Die *Begriffs-Bestimmungen über Schutzkapazitäten* (Kabel und Kondensatoren) sind soweit nötig dem in Vorbereitung befindlichen Entwurf des Fachkollegiums 20 über Kabel entnommen. Dazu kommen die Begriffe der Restspannung und der Reststeilheit, sowie der gegenüber atmosphärischen Ueberspannungen wirksamen Kapazität.

Als besondere Prüfung für Schutzkapazitäten ist einzig eine kurzdauernde Spannungsprüfung (z. B. Einminuten-Prü-

*) Für Ableiter siehe dieses Bulletin, Seite 272.

fung) mit der Höhe der Restspannung (Gleichspannung) vorgesehen. Diese Prüfung wird im allgemeinen im Rahmen der übrigen Abnahmeprüfungen der Kabel oder Kondensatoren erfolgen.

Die Einbauregeln sind analog denjenigen für Ableiter aufgebaut.

Die Berechnung der erforderlichen Kapazitätswerte zeigt, dass Schutzkapazitäten aus wirtschaftlichen Gründen nur zur Aufnahme beschränkter Ladungen geeignet sind, wie sie der Mehrzahl der praktisch vorkommenden Ueberspannungswellen entsprechen. Mindestwerte sind auf Grund des Vergleichs mit Ableitern für das kleinste genormte Nennableitvermögen (1500 A, 30 μs) angegeben worden. Um auch die seltenen hohen Ueberspannungen infolge naher Blitzeinschläge unschädlich zu machen, empfiehlt es sich, parallel zur Schutzkapazität an passender Stelle in derselben Station einen Grobschutz vorzusehen.

Die Schutzkapazität hat den grundsätzlichen Vorteil des verschwindenden Ansprechverzugs und der Verflachung jeder Stoßspannung, wodurch sich insbesondere Sprungwellenbeanspruchungen in Wicklungen in idealer Weise vermeiden lassen. Kabel und Kondensatoren kommen als Ueberspannungsschutz hauptsächlich dann in Frage, wenn mit diesen zugleich andere Zwecke erreicht werden können, wie z. B. günstige Leitungszuführungen, kapazitive Spannungsmessung und Synchronisierung, Erzeugung von Blindleistung. Schutzkabel können ausserdem, falls sie direkt in den Boden und nicht etwa in Betonkanäle verlegt werden, ganz wesentlich zur Verbesserung der Erdung von Anlagen beitragen.

Die neuen Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen stellen die logische Fortsetzung der schweizerischen Arbeiten auf dem Gebiet der atmosphärischen Ueberspannungen dar. Sie sind dabei keinesfalls als abschliessendes Werk gedacht, sondern als Zeitdokument, das wahrscheinlich im Laufe der Entwicklung weiterer Ergänzung bedürfen wird. Wenn die «Leitsätze» trotzdem jetzt schon einem weiteren Kreis bekannt gegeben werden, so geschieht dies nur deshalb, um die auf dem Gebiet des Ueberspannungsschutzes gewonnenen Erkenntnisse und neuen Hilfsmittel möglichst rasch dem Werksbetrieb nutzbar zu machen.

Art. 1. Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten einerseits für die Prüfung und Bewertung von Ueberspannungsableitern, von Schutzkapazitäten in Form von Kondensatoren oder Kabeln, von Röhren-Ableitern und von Grobschutz-Funkenstrecken; anderseits sollen sie den Betriebsleuten Anhaltspunkte geben für die richtige Wahl und für den Einbau solcher Schutzeinrichtungen in elektrische Anlagen sowie für die Verwendung von Erdseilen für den Nahzonenschutz.

I. Begriffsbestimmungen für Stoßspannungen und Stoßströme.

Art. 2. Begriffsbestimmungen für Stoßspannungen [1]).

1. Die **Stoßspannung** ist eine Spannung einheitlicher Polarität, die ohne wesentliche Schwingungen rasch zu einem Höchstwert ansteigt und hernach auf Null absinkt. Ihr Höchstwert, Scheitelwert genannt, dient als Mass für die Stoßspannung einheitlicher Form. Geringe Schwingungen, deren Amplitude innerhalb 5 % des Scheitelwertes bleibt, sind zulässig. In diesem Falle wird für Messzwecke die mittlere Kurve der Spannung-Zeit-Charakteristik zugrunde gelegt (Fig. 1).

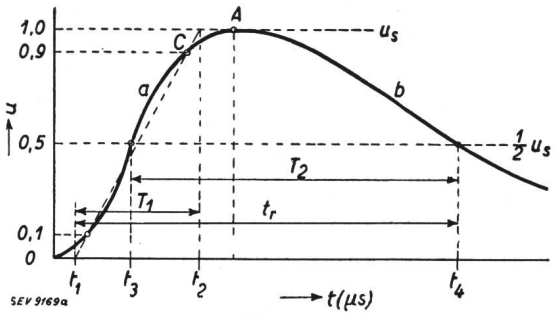

Fig. 1.
Die charakteristischen Grössen der Stoßspannung.
T_1 Frontdauer. T_2 Halbwertdauer.
$t_r \equiv t_4 - t_1$ Rückenhalbwertzeit u_s Scheitelwert.

Führt eine Stoßspannung weder zu Ueberschlag noch zu Durchschlag, so spricht man von einer **vollständigen Stossspannung** (Fig. 1); tritt ein Ueberschlag oder ein Durchschlag mit plötzlichem Zusammenbrechen der Spannung auf, so spricht man von einer **abgeschnittenen Stoßspannung** (Fig. 2).

Die vollständige Stoßspannung ist gekennzeichnet durch zwei Zeitabschnitte T_1/t_r gemäss Ziff. 3 und 7. Bei Prüfungen mit abgeschnittenen Stoßspannungen bezieht sich die Bezeichnung T_1/t_r auf vollständige Stoßspannungen mit demselben zeitlichen Verlauf wie bei der abgeschnittenen Stossspannung bis zum Zusammenbrechen der Spannung.

2. Die **Front** (Stirn) ist der ansteigende Teil der Spannung-Zeit-Charakteristik der Stoßspannung.

3. Die **totale Frontdauer** (totale Stirndauer) ist die Zeit, die eine vollständige oder im Rücken abgeschnittene Stossspannung benötigt, um von Null auf den Scheitelwert anzusteigen. Ohne besondern Hinweis wird als **Frontdauer** (Stirndauer) die Zeitdauer T_1 $(= t_2 - t_1)$ des Anstieges der Spannung von Null bis u_s, auf der Verbindungsgeraden der Kurvenpunkte 0,1 u_s und 0,9 u_s bezeichnet.

4. Die **Frontsteilheit** (Stirnsteilheit) (u_s/T_1) ist die Neigung der Verbindungsgeraden der Kurvenpunkte 0,1 u_s und 0,9 u_s der Spannung-Zeit-Charakteristik gegen die Zeitaxe. Sie wird ausgedrückt in kV/μs. Bei in der Front abgeschnittenen Stoßspannungen tritt an Stelle des Scheitelwertes u_s der grösste erreichte Momentanwert.

5. Der **Rücken** ist der abfallende Teil der Spannung-Zeit-Charakteristik der Stoßspannung.

6. Die **Halbwertdauer** T_2 $(= t_4 - t_3)$ ist die Zeitspanne während der der Momentanwert der Stoßspannung gleich oder grösser ist als der halbe Scheitelwert.

7. **Rückenhalbwertzeit** t_r $(= t_4 - t_1)$ ist die Zeitspanne vom Nennbeginn der Stoßspannung bis zum Halbwert auf dem Rücken.

8. Die **Ueberschlag-Stoßspannung** ist der grösste, vor dem Ueberschlag erreichte Wert der Spannung. Für den Ueberschlag in der Front der Stoßspannung gilt der Momentanwert der Spannung im Augenblick des Ueberschlags, für den Ueberschlag im Rücken der Scheitelwert. Die Ueberschlag-Stoßspannung hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert, der Frontdauer und der Halbwertdauer der Stossspannung sowie von der Luftdichte und Luftfeuchtigkeit (Fig. 2).

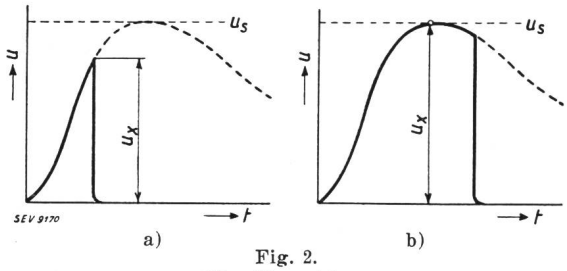

Fig. 2.
Stossüberschlag.
a) Ueberschlag in der Front des Stosses.
b) Ueberschlag im Rücken des Stosses.
u_x massgebender Wert der Ueberschlag-Stoßspannung.

9. Die **50 %-Ueberschlag-Stoßspannung** (früher Minimal-Ueberschlagspannung genannt) eines Prüfobjektes ist der Scheitelwert jener Stoßspannung, deren Anwendung ungefähr für die Hälfte der Fälle zum Ueberschlag des Prüfobjektes führt. Der Ueberschlag erfolgt hierbei im Rücken der Stoßspannung. Die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung hängt ab von der Polarität und der Halbwertdauer der Stoßspannung sowie von der Luftdichte und Luftfeuchtigkeit.

10. Die **Durchschlag-Stoßspannung** ist der grösste vor dem Durchschlag erreichte Wert der Spannung. Für den

[1]) Die Begriffe 1 bis 14 sind aus den «Regeln für Spannungsprüfungen» des SEV wörtlich übernommen worden (noch nicht veröffentlicht).

Durchschlag in der Front der Stoßspannung gilt der Momentanwert der Spannung im Augenblick des Durchschlags, für den Durchschlag im Rücken der Scheitelwert. Die Durchschlag-Stoßspannung hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert, der Frontdauer und der Halbwertdauer der Stossspannung.

11. Der **Stossfaktor für Ueberschlag** ist das Verhältnis zwischen der Ueberschlag-Stoßspannung und dem Scheitelwert der Ueberschlagspannung bei Industriefrequenz. (Für eine gegebene Stoßspannung ist der kleinste Stossfaktor durch die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung gegeben.) Der Stossfaktor hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert, der Frontdauer und der Halbwertdauer der Stoßspannung.

12. Der **Stossfaktor für Durchschlag** ist das Verhältnis zwischen der Durchschlag-Stoßspannung und dem Scheitelwert der Durchschlagspannung bei Industriefrequenz. Der Stossfaktor hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert, der Frontdauer und der Halbwertdauer der Stoßspannung.

13. Die **Zeit bis zum Ueberschlag** (Ueberschlagzeit) ist die Zeit, während der die Spannung am Prüfobjekt lag bis zum Zusammenbruch durch Ueberschlag. Ohne besondere Hinweise wird diese Zeit vom Fusspunkt t_1 der in Ziff. 3 definierten Geraden aus gerechnet.

14. Die **Zeit bis zum Durchschlag** (Durchschlagzeit) ist die Zeit, während der die Spannung am Prüfobjekt lag bis zum Zusammenbruch durch Durchschlag. Ohne besondere Hinweise wird diese Zeit vom Fusspunkt t_1 der in Ziff. 3 definierten Geraden aus gerechnet.

15. Die **normale Stoßspannung** ist eine Stoßspannung mit 1 μs Frontdauer (T_1) und 50 μs Rückenhalbwertzeit (t_r) (Bezeichnung: Stoßspannung 1/50).

16. Die **Ueberschlagcharakteristik** eines Prüfobjektes ist die Kurvendarstellung, in der als Abszisse die Zeit bis zum Ueberschlag nach Ziff. 13 und als Ordinate die zugehörige Ueberschlag-Stoßspannung nach Ziff. 8 aufgetragen sind, wenn das Prüfobjekt mit Stoßspannungen verschiedener Höhe, aber von gleicher Polarität, Frontdauer und Halbwertdauer beansprucht wird.

17. Die **Durchschlagcharakteristik** eines Prüfobjektes ist die Kurvendarstellung, in der als Abszisse die Zeit bis zum Durchschlag nach Ziff. 14 und als Ordinate die zugehörige Durchschlag-Stoßspannung nach Ziff. 10 aufgetragen sind, wenn das Prüfobjekt mit Stoßspannungen verschiedener Höhe, aber von gleicher Polarität, Frontdauer und Halbwertdauer beansprucht wird.

Art. 3. Begriffsbestimmungen für Stoßströme.

1. Der **Stoßstrom** ist im Sinn des Begriffs «Stoßspannung» (Art. 2, Ziff. 1) ein kurz dauernder Strom einheitlicher Polarität. Für Front, Frontdauer, Frontsteilheit, Rücken, Halbwertdauer und Rückenhalbwertzeit gelten sinngemäss die analogen Begriffserklärungen wie für die Stoßspannung (Ziff. 2 bis 7 in Art. 2).

2. Der **normale Stoßstrom** ist ein Stoßstrom mit einer Frontsteilheit von 1000 A/μs und einer Halbwertdauer von 25...30 μs.

Erläuterung: Die Festlegung einer bestimmten Stromsteilheit hat gegenüber der Festlegung einer bestimmten Frontdauer 2 Vorzüge: Sie erlaubt erstens einen Vergleich der Ableiterwiderstände bei einer bestimmten absoluten Steilheit, die von wesentlichem Einfluss auf die Höhe der Restspannung ist. Ferner entspricht sie der praktisch häufigern Ableiterbeanspruchung durch aufschaukelnde Ströme infolge naher Blitzschläge in vorgeschaltete Leitungen. Nur beim unmittelbaren Einschlag in den Ableiter sind steilere Ströme (Grössenordnung 10 000 A/μs) möglich.

II. Bestimmungen für Ueberspannungsableiter und deren Ansprechregistrierapparate.

Art. 4. Begriffsbestimmungen.

1. Der **Ableiter** [2]) ist eine Schutzeinrichtung, die erlaubt, gefährliche Spannungen atmosphärischen Ursprungs zwischen Leitern und Erde dadurch zu verhindern, dass sie den diese Spannungen erzeugenden Ladungen einen Ausgleich über eine dauernde oder vorübergehende leitende Verbindung ermöglicht. Diese Schutzeinrichtung soll so beschaffen sein, dass sie jeden möglichen nachfolgenden Netzstrom (Ziff. 4) entweder ohne Schaden dauernd aushält oder in einer solchen Zeit unterbricht, dass ihre Eigenschaften keine wesentlichen bleibenden Veränderungen erfahren.

2. Die **Nennspannung** (U_n) ist die Spannung, nach der der Ableiter bemessen und benannt ist.

3. Die **Löschprüfspannung** (U_l) ist die Spannung (der Effektivwert der Wechselspannung oder die Gleichspannung), die bei der Prüfung auf Löschfähigkeit (Art. 12) an die Klemmen des Ableiters gelegt wird und bei der der Ableiter den nachfolgenden Netzstrom (Ziff. 4) im Sinne von Ziff. 1 entweder auf solche Werte begrenzt, dass der Ableiter diesen Strom dauernd aushält oder ihn in einer solchen Zeit unterbricht, dass die Eigenschaften des Ableiters keine nachteiligen und bleibenden Veränderungen erfahren.

4. Der **nachfolgende Netzstrom** (i_n) ist der nach Aufhören des Stoßstromes durch den Ableiter fliessende, von den Speisestellen des Netzes gelieferte Gleich- oder Wechselstrom.

5. Die **Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung** ($u_{a_}$ oder $u_{a\sim}$) (nur für Ableiter mit Funkenstrecken) ist jene, der Stromart des Ableiters entsprechende

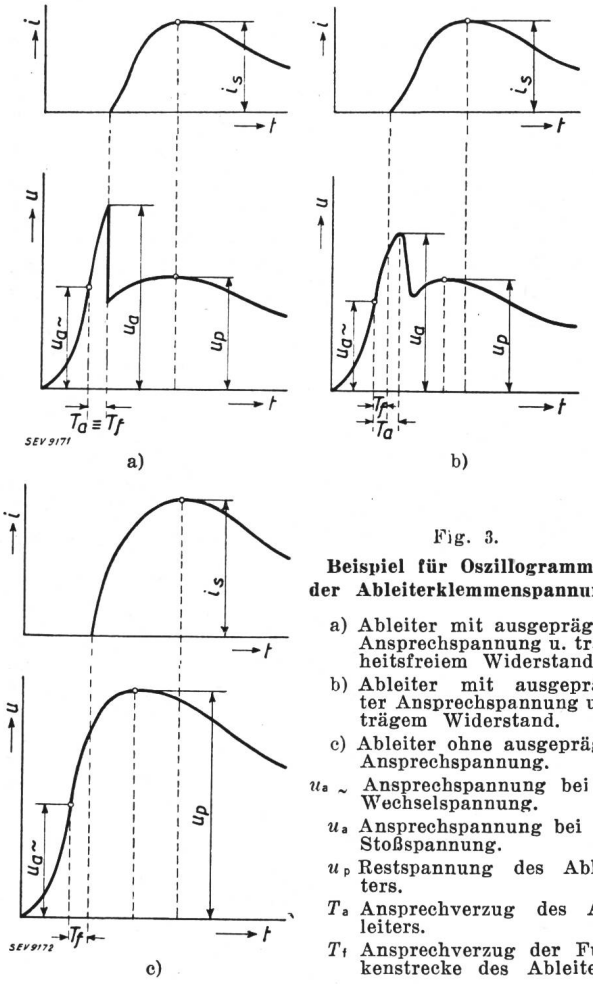

Fig. 3.
Beispiel für Oszillogramme der Ableiterklemmenspannung.

a) Ableiter mit ausgeprägter Ansprechspannung u. trägheitsfreiem Widerstand.
b) Ableiter mit ausgeprägter Ansprechspannung und trägem Widerstand.
c) Ableiter ohne ausgeprägte Ansprechspannung.
$u_{a\sim}$ Ansprechspannung bei Wechselspannung.
u_a Ansprechspannung bei Stoßspannung.
u_p Restspannung des Ableiters.
T_a Ansprechverzug des Ableiters.
T_f Ansprechverzug der Funkenstrecke des Ableiters.

Gleich- oder Wechselspannung (Scheitelwert), bei der der Stromdurchgang im Ableiter einsetzt. Dabei werden allfällig infolge von Kapazitäten oder Parallelwiderständen zu den Funkenstrecken dauernd durch den Ableiter fliessende Ströme nicht berücksichtigt. Die Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung hängt ab von der Luftdichte und Luftfeuchtigkeit.

6. Die **Ansprechspannung für Stoss** (u_a) ist die während des Entstehens des Stoßstromes im Ableiter auftretende, kurzzeitige Spitze der Ableiterklemmenspannung, die durch die Funkenstrecke und den Widerstand des Ableiters bedingt ist. Sie hängt ab von der Polarität, der Frontsteilheit

[2]) Röhren-Ableiter und Grobschutz-Funkenstrecken sind in Abschnitt VI und VII dieser Leitsätze behandelt.

der Stoßspannung und des Stoßstromes sowie von der Luftdichte und Luftfeuchtigkeit. Bei trägheitsfreiem Widerstandsmaterial ist sie lediglich durch die Funkenstrecke des Ableiters bestimmt; bei trägem Widerstandsmaterial ist sie, besonders bei steilen Stoßströmen, in erster Linie durch den Widerstand des Ableiters bestimmt.

7. Die **50 %-Ansprechspannung** (u_{50}) ist entsprechend Ziff. 9, Art. 2, der Scheitelwert jener normalen Stoßspannung, deren Anwendung ungefähr für die Hälfte der Fälle zum Stromdurchgang im Ableiter führt.

8. Der **Ansprechverzug** (T_a) (nur für Ableiter mit Funkenstrecken) ist die Zeit, die verstreicht vom Moment, wo die Stoßspannung den Wert der Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung ($f = 15...60$ Hz) erreicht hat, bis zum Moment, wo der Wert der Ansprechspannung für Stoss erreicht ist. Der Ansprechverzug hängt ab von der Steilheit und in kleinem Masse auch von der Polarität und der Halbwertdauer der Stoßspannung und des Stoßstromes.

9. Die **Restspannung** (u_p) (Begrenzungsspannung) ist der durch den Widerstand des Ableiters bedingte Scheitelwert der Ableiterklemmenspannung beim Durchgang eines Stossstromes durch den Ableiter. Sie hängt ab von der Frontdauer, der Frontsteilheit und der Halbwertdauer des Stossstromes (Fig. 3).

Erläuterung zu Ziff. 5 bis 9: In Fig. 3 sind drei typische Fälle des Verlaufs der Ableiterklemmenspannung für verschiedene Ableiter und Stoßströme dargestellt. Wie Oszillogramm c) zeigt, braucht die Ableiterklemmenspannung nicht immer eine Spitze aufzuweisen. In einem solchen Falle kann von einer Ansprechspannung für Stoss nicht mehr gesprochen werden, sondern lediglich von einer Restspannung.

Ueberschläge an Isolatoren können verhindert werden, wenn der gesamte Verlauf der Ableiterklemmenspannung in jedem Zeitpunkt unterhalb der Ueberschlag-Charakteristik der Isolatoren liegt. Der Ansprechspannung für Stoss kommt deshalb nur dann Bedeutung zu, wenn sie über die Ueberschlag-Charakteristik der zu schützenden Isolatoren emporschiesst.

10. Die **Spannung-Strom-Charakteristik** ist die graphische Darstellung des Verlaufs der Ableiterklemmenspannung (als Ordinate) über dem Stoßstrom (als Abszisse) (Fig. 4).

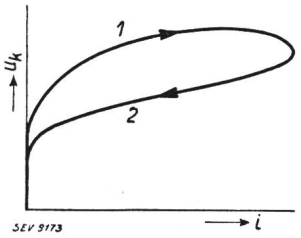

Fig. 4.
Spannung-Strom-Charakteristik.
1 Stossanstieg. 2 Stossrückgang.

Erläuterung: Diese Charakteristik kann entweder direkt mit dem Oszillographen aufgenommen oder aus den gleichzeitig über der gleichen Zeitaxe aufgenommenen Oszillogrammen der Ableiterklemmenspannung und des durch den Ableiter fliessenden Stoßstromes konstruiert werden.

11. Die **Restspannung-Strom-Charakteristik** ist die graphische Darstellung der Restspannung (als Ordinate) für verschiedene Stoßströme (als Abszisse) gleicher Frontdauer und Halbwertdauer (Fig. 5).

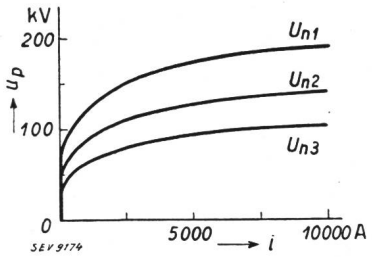

Fig. 5.
Restspannung-Strom-Charakteristik.
$U_{n1} \ldots U_{n3}$ Nennspannung des Ableiters.
i Stoßstrom.
u_p Restspannung.

Erläuterung: Diese Charakteristik wird aus den unter Art. 4, Ziff. 10, erwähnten, gleichzeitig und über der gleichen Zeitaxe aufgenommenen Oszillogrammen der Ableiterklemmenspannung und des durch den Ableiter fliessenden Stoßstromes konstruiert.

12. Das **Ableitvermögen** ist die Fähigkeit des Ableiters, kurzzeitig eine grosse Ladung abzuleiten. Mathematisch lässt es sich darstellen als das Integral $\int i\,dt$, das über die gesamte Dauer des Stoßstromes zu erstrecken ist. Das Ableitvermögen hängt ab von der Form, Höhe und Dauer des abzuleitenden Stoßstromes sowie von der Häufigkeit der Beanspruchung des Ableiters mit diesem Stoßstrom.

13. Das **Nennableitvermögen** (i_n) ist dasjenige Ableitvermögen, für das der Ableiter bemessen und benannt ist. Das Nennableitvermögen wird ausgedrückt durch den Scheitelwert jenes Stoßstromes von 25...30 μs Halbwertdauer, der vom Ableiter gemäss den in Art. 11 erwähnten Prüfbedingungen abgeleitet werden kann, ohne dass dabei die Eigenschaften des Ableiters nachteilige bleibende Veränderungen erfahren und die Restspannung die in Tabelle I angeführten Werte überschreitet.

Grenzwerte der Restspannung.

Tabelle I.

Nennspannung U_n des Ableiters kV	Maximal zulässige Restspannung u_p kV	Formelwert
$\leq$ 0,5	$2 \cdot \sqrt{2}$	—
$>$ 0,5...1	$3{,}5 \cdot \sqrt{2}$	—
3	26	
10	54	
20	93,5	$(2{,}8 \cdot U_n + 10) \cdot \sqrt{2}$ kV
30	133	
45	192	
60	255	
110	467	$3 \cdot U_n \cdot \sqrt{2}$ kV
150	637	
220	935	

Genormte Nennableitvermögen sind: 1500 A, 2500 A, 4000 A und 10 000 A für Stoßströme mit 25...30 μs Halbwertdauer.

14. Das **Grenzableitvermögen des Ableiterwiderstandes** (i_g) ist diejenige grösste Ladung, die dieser kurzzeitig ableiten kann. Das Grenzableitvermögen wird ausgedrückt durch den Scheitelwert jenes Stoßstromes mit der auf dem Leistungsschild aufgeführten kurzen Halbwertdauer (mindestens 5 μs), der durch den Ableiterwiderstand gemäss den in Art. 14 erwähnten Prüfbedingungen geschickt werden darf, ohne dass dabei die Eigenschaften des Ableiterwiderstandes nachteilige bleibende Veränderungen erfahren.

Erläuterung: Da der Versuch ohne Funkenstrecke durchgeführt wird, gibt das Grenzableitvermögen des Widerstandes lediglich Aufschluss über das Verhalten des Widerstandes, nicht aber auch einer allfälligen ebenfalls zum Ableiter gehörenden Funkenstrecke beim kurzzeitigen Ableiten einer grossen Ladung oder eines grossen Stromes. Für die Restspannung sind beim Grenzableitvermögen des Widerstandes keine bestimmten Grenzwerte vorgeschrieben.

Art. 5. Angaben auf dem Leistungsschild.

Folgende Angaben sollen auf dem Leistungsschild stehen:

a) Herstellerfirma.
b) Typenbezeichnung, Fabrikationsnummer und evtl. Baujahr. An Stelle der Fabrikationsnummer und des Baujahres ist auch ein anderes eindeutiges Kennzeichen für die Bauart zulässig.
c) Nennspannung, Stromart und Frequenz (z. B. 45 kV 1 ~ 50; 3000 V — ; 45 kV 3 ~ 50).
d) Nennableitvermögen ... A ... μs.
e) Fakultativ: Grenzableitvermögen ... A ... μs.
f) Fakultativ: maximal zulässige Höhe über Meer.

Erläuterung: Aus einer dem Ableiter beigefügten Betriebsvorschrift oder aus einer entsprechenden Mitteilung an die Prüfstelle soll ferner hervorgehen, ob der zur Prüfung eingereichte Ableiter als «luftdicht gekapselt» zu prüfen ist.

Art. 6. Art und Umfang der Prüfungen.

Die im folgenden für Ableiter angegebenen Prüfungen sind

Typen-Prüfungen.

Die Prüfungen sollen grundsätzlich an fertigen und vollständig betriebsgemäss ausgerüsteten Ableitern durchgeführt werden. Wieweit vorläufig zur bessern Ausnützung der Prüf-

anlagen Ausnahmen zulässig sind, ist bei den betreffenden Prüfbestimmungen nachstehend jeweils besonders erwähnt. Prüfungen von Teilen von Ableitern sind in dem Prüfbericht ausdrücklich als solche zu bezeichnen. Ferner ist jeweils auch anzugeben, ob die Teile, an denen diese Prüfungen ausgeführt werden, dem zur Prüfung eingereichten Ableiter entnommen oder aber vom Auftraggeber gesondert eingereicht wurden. Gesondert eingereichte Teile müssen mit den entsprechenden Teilen des vollständigen, der Prüfung unterworfenen Ableiters austauschbar sein.

Durch die Typen-Prüfung soll festgestellt werden:

a) die Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung (Art. 7);
b) die Grenzspannung für den Stromeinsatz und der Eigenverlust (Art. 8);
c) die Ansprechspannung für Stoßspannungen und der Ansprechverzug (Art. 9);
d) die Restspannung bei verschiedenen Stoßströmen (Art. 10);
e) das Nennableitvermögen (Art. 11);
f) die Löschfähigkeit (Art. 12);
g) die Unveränderlichkeit während den Prüfungen (Art. 13);
h) das Grenzableitvermögen des Ableiterwiderstandes (Art. 14).

Die Prüfungen werden in der Regel in der hier genannten Reihenfolge ausgeführt.

Bei allen Prüfungen ist jeweils der Barometerstand, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit anzugeben.

Für allfällige *Kontrollprüfungen, Stichproben* oder *Stückprüfungen* sind besondere Abmachungen zwischen dem Besteller und Lieferanten zu treffen.

Art. 7. Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung.

Die Prüfung wird nur bei Ableitern mit Funkenstrecken ausgeführt.

Die Ansprechspannung wird entsprechend der auf dem Apparateschild angegebenen Stromart mit Gleich- oder mit Wechselspannung mit Frequenz 50 Hz bestimmt. Wenn die Frequenz 50 Hz nicht verfügbar ist, darf auch mit andern Frequenzen zwischen 15 und 60 Hz gemessen werden.

Die Prüfung geschieht in analoger Weise wie die Bestimmung der Ueberschlagspannung eines Isolators nach den «Regeln für die Prüfung von Porzellan-Isolatoren, bestimmt zur Verwendung an Hochspannungsfreileitungen» bzw. nach den «Regeln für Spannungsprüfungen» des SEV.

Bei der Bestimmung der Ansprechspannung werden allfällig z. B. infolge von Kapazitäten oder Parallelwiderständen zu den Funkenstrecken dauernd durch den Ableiter fliessende Ströme nicht berücksichtigt.

Bei den «luftdicht gekapselten» Ableitern sind die wirklich gemessenen Werte der Ansprechspannung, bei den «nicht luftdicht gekapselten» Ableitern die wirklich gemessenen Werte sowie auch die auf den Normalzustand (760 mmHg, 20° C) reduzierten Werte anzugeben.

Erläuterung: Mit Rücksicht auf Erdschluss- und Schaltüberspannungen soll die Ansprechspannung nicht zu tief gewählt werden, da sonst der Ableiter durch das häufigere Ansprechen (thermische Ueberlastung des Widerstandsmaterials) Schaden nehmen kann. Wenn die Ansprechspannung tiefer als der zweifache Wert der Nennspannung des Ableiters gewählt wird, so muss dafür Gewähr geboten sein, dass der Ableiter auch ein häufigeres Ansprechen aushalten kann, ohne dadurch Schaden zu nehmen.

Art. 8. Grenzspannung für den Stromeinsatz und Eigenverlust.

Die Ermittlung der Grenzspannung für den Stromeinsatz, d. h. der Spannung, bei der ein wesentlicher Stromdurchgang im Ableiter einsetzt, erfolgt nur bei Ableitern ohne Funkenstrecken, die Ermittlung des Eigenverlustes bei allen Ableitern, bei denen dauernd ein Strom durch den Ableiter fliesst.

Die Prüfung erfolgt bei der auf dem Apparateschild angegebenen Stromart mit Gleich- oder Wechselspannung (Frequenz entsprechend den Angaben auf dem Leistungsschild).

Der Eigenverlust ist bei der auf dem Apparateschild angegebenen Nennspannung des Ableiters zu bestimmen.

Ableiter, bei denen dauernd ein Stromdurchgang erfolgt, müssen derart beschaffen sein, dass sie durch diese Dauerbeanspruchung keinen Schaden nehmen.

Art. 9. Ansprechspannung für Stoßspannungen und Ansprechverzug.

Ermittelt wird für jede Polarität der Stoßspannung:

A. die 50 %-Ansprechspannung,
B. die Ansprechspannung für Stoßspannung vom 5fachen Scheitelwert der Ableiter-Nennspannung und bei Ableitern mit Funkenstrecken der Ansprechverzug,
C. sofern bei der Ermittlung der Restspannung nach Art. 10 eine Ansprechspannung in Erscheinung tritt, deren Höhe die jeweilige Restspannung übertrifft, ist auch diese Ansprechspannung und bei Ableitern mit Funkenstrecken ihr Ansprechverzug hier anzugeben.

Die Messung der Ansprechspannung für Stoßspannung nach A und B und des zugehörigen Werts des Ansprechverzugs nach B ist mit normalen Stoßspannungen vorzunehmen.

A. Ermittlung der 50 %-Ansprechspannung.

Die 50 %-Ansprechspannung kann entweder mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen oder mit der Messkugelfunkenstrecke ermittelt werden. Die erste Methode verdient wegen ihrer grösseren Genauigkeit den Vorzug.

Bei der Messung mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen wird unter Beobachtung der Oszillogramme die Stossspannung solange variiert, bis in ca. 50 % der Fälle ein Ansprechen des Ableiters erfolgt. Für die so eingestellte Stoßspannung wird dann aus mindestens 5 Oszillogrammen mit ersichtlichem Ansprechen des Ableiters und aus mindestens 5 weitern Oszillogrammen ohne Ansprechen des Ableiters ihr Mittelwert ermittelt.

Bei «luftdicht gekapselten» Ableitern ist dieser Mittelwert die 50 %-Ansprechspannung; bei «nicht luftdicht» gekapselten Ableitern ist die 50 %-Ansprechspannung der Mittelwert der auf Normalzustand (760 mmHg, 20°C) reduzierten Einzelwerte. Die zur Bestimmung des Mittelwertes gemessenen sowie auch die allfällig auf Normalzustand umgerechneten Einzelwerte sind im Prüfbericht anzugeben.

Die Ermittlung der 50 %-Ansprechspannung mit Hilfe der Messkugelfunkenstrecke erfolgt durch Eingabelung, indem nach den «Regeln für Spannungsprüfungen» des SEV zunächst eine Stoßspannung, bei der der Ableiter z. B. in nur 10 % der Fälle anspricht, und hierauf eine Stoßspannung, bei der der Ableiter in 90 % der Fälle anspricht, erzeugt wird.

Bei «luftdicht gekapselten» Ableitern ist der Mittelwert der auf diese Weise ermittelten beiden Stoßspannungen die 50 %-Ansprechspannung; bei «nicht luftdicht gekapselten» Ableitern ist die 50 %-Ansprechspannung der Mittelwert der auf Normalzustand (760 mmHg, 20°C) reduzierten beiden Stoßspannungen. Im Prüfbericht sind sowohl die wirklich gemessenen wie auch die allfällig auf Normalzustand umgerechneten beiden Stoßspannungen anzugeben.

Die 50 %-Ansprechspannung für Stoßspannung soll tiefer liegen als die in Art. 4, Tabelle I, für die Restspannung angegebenen Grenzwerte.

Erläuterung: Würde die 50 %-Ansprechspannung höher liegen als die in Art. 4, Tabelle I, genannten Grenzwerte der Restspannung, so würde der Schutz des Ableiters bei den üblichen Isolationswerten nicht mehr wirksam sein.

B. Ermittlung der Ansprechspannung für Stoßspannung vom 5fachen Scheitelwert der Ableiter-Nennspannung.

Die Ermittlung dieser Ansprechspannung erfolgt mit Hilfe des Kathodenstrahl-Oszillographen.

Bei «luftdicht gekapselten» Ableitern gilt als Ansprechspannung der Mittelwert aus mindestens 5 Oszillogrammen; bei «nicht luftdicht gekapselten» Ableitern ist die Ansprechspannung der Mittelwert aus mindestens 5 Oszillogrammen, wobei die gemessenen Einzelwerte auf Normalzustand (760

mmHg, 20°C) zu reduzieren sind. Die zur Bestimmung des Mittelwertes gemessenen sowie auch die allfällig auf Normalzustand umgerechneten Einzelwerte sind im Prüfbericht anzugeben.

Zur Begrenzung des bei den Prüfungen A und B im Ableiter fliessenden Stromes wird in der Regel ein ohmscher Widerstand von 500 Ohm zwischen Stossgenerator und Ableiter geschaltet. An dessen Stelle kann auch ein Freileitungsdraht von mindestens 1 km Länge und ca. 500 Ohm Wellenwiderstand treten.

Art. 10. Restspannung bei verschiedenen Stoßströmen.

Sofern der Energieinhalt der Stossprüfanlage nicht zur Prüfung des vollständigen Ableiters ausreicht, ist vorläufig die Prüfung an einem Ableiterelement zulässig, das aus dem gleichen und möglichst grossen Bruchteil des Ableiterwiderstandes und der Ableiterfunkenstrecken bestehen muss (d. h. wenn $1/n$ des Ableiterwiderstandes der Prüfung unterzogen werden soll, dann müssen in Verbindung mit diesem Teilstück des Widerstandes auch $1/n$ der Funkenstrecken des Ableiters geprüft werden).

Bei der Prüfung an Ableiterelementen von Ableitern mit nur einer einzigen Funkenstrecke wird eine Funkenstrecke verwendet, deren Ansprechspannung dem $n$ten Teil des Ableiters entspricht, wenn der $n$te Teil des Ableiterwiderstandes der Prüfung unterworfen wird.

Der Energieinhalt der Stossprüfanlage soll mindestens 10 kWs betragen.

Die Restspannung wird mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen registriert, indem der vollständige Ableiter oder Ableiterelemente positiven oder negativen normalen Stoßströmen der in Tabelle II angegebenen Höhe unterworfen werden.

Prüfstoßströme für Ableiter.

Tabelle II.

Nennableitvermögen A	Prüfstoßströme A
1 500	1 500, 750
2 500	2 500, 1 500, 750
4 000	4 000, 2 500, 1 500
10 000	10 000, 4 000, 1 500

Der Ableiter soll bei Prüfströmen entsprechend dem Nennableitvermögen 10 Stösse, bei Prüfstoßströmen kleiner als das Nennableitvermögen 5 Stösse im Abstand von je ca. ½ Minute aushalten, ohne dadurch eine bleibende nachteilige Veränderung zu erfahren oder ganz oder teilweise Kurzschluss zu erleiden. Diese Feststellung erfolgt durch Aufnahme von Oszillogrammen von Strom und Spannung während dieser Prüfung.

Allfällige, bei diesen Prüfungen aus den Oszillogrammen ersichtliche Ansprechspannungen, deren Höhe die jeweilige Restspannung übertrifft, sind gemäss Art. 9 anzugeben.

Im Prüfbericht ist für jeden Prüfstrom der Mittelwert der bei diesen Stössen gemessenen Spannungen anzugeben.

Art. 11. Nennableitvermögen.

Die Kontrolle des Nennableitvermögens erfolgt im Zusammenhang mit der Messung der Restspannung nach Art. 10. Die Restspannung darf beim Nennableitvermögen die in Art. 4, Tab. I, angegebenen Werte nicht überschreiten.

Art. 12. Löschfähigkeit.

An Ableitern bis und mit 45 kV Nennspannung ist immer eine Prüfung am vollständigen Ableiter vorzunehmen. Soweit als möglich wird sie mit dem vollen Nennableitervermögen, mindestens aber mit dem erreichbaren grössten Prüfstrom durchgeführt. Der Energieinhalt der Stossprüfanlage muss mindestens 10 kWs betragen. Wenn eine Prüfung des vollständigen Ableiters mit dem vollen Nennableitvermögen nicht möglich ist, so ist eine zusätzliche Prüfung an einem Ableiterelement (siehe Art. 10) vorzunehmen. Dabei ist ein Stoßstrom entsprechend dem Nennableitvermögen zu verwenden und die angelegte Wechsel- bzw. Gleichspannung (Löschprüfspannung) entsprechend der Grösse des Ableiterelementes zu reduzieren: Wenn der Versuch an dem $n$ten Teil eines Ableiters — Widerstand und Funkenstrecke — ausgeführt wird, so ist $1/n$ der Löschprüfspannung des vollständigen Ableiters anzulegen.

Die Prüfung auf Löschfähigkeit erfolgt an vollständigen Ableitern mit folgenden zwei Löschprüfspannungen:

Nennspannung des Ableiters,
1,2mal Nennspannung des Ableiters.

Bei Ableitern für Nennspannungen über 45 kV ist, sofern der Energieinhalt der Stoßprüfanlage, die Leistung oder die Spannung der Gleich- oder Wechselstromprüfanlage nicht zur Prüfung des vollständigen Ableiters ausreichen, vorläufig die ausschliessliche Prüfung von Ableiterelementen, wie vorstehend erläutert, zulässig.

Ableiter mit unbeblasenen Löschfunkenstrecken (Vielfachfunkenstrecken) werden bei jeder vorgeschriebenen Löschprüfspannung je 5 Stössen mit dem in Betracht kommenden Stoßstrom (Nennableitvermögen oder grösstmöglicher Stoßstrom) unterworfen, wobei der Stossmoment mit dem umgekehrt polarisierten Scheitelwert der Löschprüfspannung synchronisiert wird. Die 5 Stösse sollen innert 5 Minuten erfolgen.

Ableiter mit anderer Löscheinrichtung (mechanisch betätigte, Fremdbeblasung, Eigenbeblasung) werden bei jeder vorgeschriebenen Löschprüfspannung je 10 Stössen mit dem in Betracht kommenden Stoßstrom unterworfen, wobei der Stoss über verschiedene Momente der Wechselspannung streuen soll. Die 10 Stösse sollen innert 10 Minuten erfolgen.

Bei der Prüfung an Ableiterelementen von Ableitern mit nur einer einzigen Funkenstrecke wird eine Funkenstrecke verwendet, deren Ansprechspannung dem $n$ten Teil der Ansprechspannung des Ableiters entspricht, wenn der $n$te Teil des Ableiterwiderstandes der Prüfung unterworfen wird.

Die Frontsteilheit der verwendeten Stoßströme soll ca. 1000 A/μs betragen. Bei der Prüfung ist ferner dafür zu sorgen, dass die Stossanlage nach so kurzer Zeit vom Prüfling abgetrennt wird, dass keine Rückzündungen mit Betriebsfrequenz erfolgen.

Die Leistung der Gleich- oder Wechselstromprüfanlage soll grundsätzlich möglichst gross, mindestens aber derart sein, dass während des Ableitvorganges die vorgeschriebene Löschprüfspannung (Nennspannung bzw. 1,2fache Nennspannung) auftritt, wobei die Spannung ohne Belastung durch den Ableiter auf den Wert 1,08 bzw. 1,3fache Nennspannung ansteigen darf. Die erforderliche Leerlaufspannung ist durch einen Vorversuch festzustellen.

Art. 13. Unveränderlichkeit während den Prüfungen.

Der Ableiter wird unter den gleichen Versuchsbedingungen wie bei der Kontrolle des Nennableitvermögens weitern 10 Stoßströmen von der Höhe des Nennableitvermögens unterworfen. Ferner wird auch die Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselstromspannung gemäss Art. 9 nochmals bestimmt. Aus dem Vergleich der so erhaltenen Werte mit den entsprechenden frühern soll sich keine wesentliche bleibende Veränderung der Eigenschaften des Ableiters feststellen lassen.

Art. 14. Grenzableitvermögen des Ableiterwiderstandes.

Das Grenzableitvermögen wird an einzelnen, entweder dem fertig durchgeprüften Ableiter entnommenen Teilwiderständen oder an vom Auftraggeber hierfür besonders eingereichten Ableiterwiderständen überprüft.

Die Kontrolle des Grenzableitvermögens erfolgt in der Weise, dass der zu prüfende Ableiterwiderstand 3 Serien zu je 3 Stoßströmen gemäss Leistungsschild unterworfen wird. Zwischen je 2 Serien soll sich der Ableiterwiderstand vollständig abkühlen können. Die 3 Stoßströme innerhalb einer Serie sollen innerhalb einer Minute erfolgen.

Wo die Stoßprüfanlage die Kontrolle des Grenzableitvermögens mit den auf dem Leistungsschild aufgeschriebenen Daten (Ableiterstrom und Halbwertdauer) nicht erlaubt, ist der grösste Prüfwert anzugeben.

Aus dem Vergleich der verschiedenen Oszillogramme soll sich keine nachteilige bleibende Veränderung der Eigenschaften des geprüften Ableiterwiderstandes feststellen lassen.

Art. 15. Beispiel eines Prüfberichtes.

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

a) Herstellerfirma: X
b) Typenbezeichnung: Af, Nr. 3338, 1940
c) Nennspannung, Stromart und Frequenz: 45 kV 1 ~ 50
d) Ableitvermögen: 2500 A, 30 μs
e) Grenzableitvermögen: 50 000 A, 5 μs

Der Ableiter ist vom Auftraggeber als «nicht luftdicht gekapselter» Ableiter bezeichnet worden.

Die Prüfung erfolgte nach den «Leitsätzen für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen» des SEV nach dem in Figur ... gezeichneten Schema in der Versuchsanlage Gösgen der FKH. Die Prüfresultate sind in der folgenden Tabelle (Tabelle III) eingetragen; einige Oszillogramme sind beigelegt.

Tabelle III.

Nennspannung des Ableiters	45 kV (entspr. Scheitelwert $45 \cdot \sqrt{2} = 63{,}6$ kV)
I. Ansprechspannung bei $f = 50$ Hz	
Barometerstand: 730 mm, Temperatur 15°C; Luftfeuchtigkeit 10 g/m³	
Gemessene Einzelwerte (Scheitelwerte): 156, 152, 150, 154, 158 kV	
Auf Normalzustand (760 mmHg, 20° C) reduzierte Einzelwerte: 160, 156, 154, 158, 162 kV	
Massgebender Mittelwert (reduziert) . .	158,5 kV
II. Grenzspannung für den Stromeinsatz und Eigenverlust	
Diese Prüfung kommt für den vorliegenden Ableiter nicht in Betracht	
III. Ansprechspannungen für Stoßspannungen und Ansprechverzug	
Barometerstand: 730 mm, Temperatur 15°C; Luftfeuchtigkeit 10 g/m³	
A. *50 %-Ansprechspannung*	
Gemessene und auf Normalzustand reduzierte Einzelwerte:	

Messung	Positive Stoßspannung, Ableiter spricht an: nein, gemessen	nein, reduziert	ja, gemessen	ja, reduziert
1	170	174	168	172
2	162	166	173	177
3	167	171	170	174
4	165	169	165	169
5	161	165	174	178
Mittelwert	165	*169*	170	*174*

Messung	Negative Stoßspannung, Ableiter spricht an: nein, gemessen	nein, reduziert	ja, gemessen	ja, reduziert
1	162	166	161	165
2	158	162	164	168
3	155	159	167	171
4	160	164	161	165
5	155	159	162	166
Mittelwert	158	*162*	163	*167*

50 %-Ansprechspannung für positive Stoßspannung	171,5 kV
50 %-Ansprechspannung für negative Stoßspannung	164,5 kV

Nennspannung des Ableiters	45 kV (entspr. Scheitelwert $45 \sqrt{2} = 63{,}6$ kV)
B. *Ansprechspannung und Ansprechverzug für Stoßspannung* $5 \cdot U_n \cdot \sqrt{2} = 225 \sqrt{2} = 301$ kV	
Gemessene und auf Normalzustand reduzierte Einzelwerte:	

Messung	Positive Stoßspannung kV, gemessen	reduziert	Verzug μs	Negative Stoßspannung kV, gemessen	reduziert	Verzug μs
1	182	186	0,10	177	181	0,08
2	177	181	0,08	171	175	0,06
3	181	185	0,10	174	178	0,07
4	181	185	0,10	175	179	0,07
5	179	183	0,09	178	182	0,09
Mittelwert	180	*184*	ca. 0,09	175	*179*	ca. 0,07

Ansprechspannung für positive Stossspannung	184 kV
Ansprechverzug für positive Stossspannung	< 0,1 μs
Ansprechspannung für negative Stossspannung	179 kV
Ansprechverzug für negative Stossspannung	< 0,1 μs
IV. Restspannung bei verschiedenen Stossströmen; Kontrolle des Nennableitvermögens	
A. *Abgeleiteter Strom (entsprechend Nennableitvermögen)*	2500 A
Halbwertdauer	28 μs
Frontsteilheit	ca. 800 A/μs
maximal zulässiger Wert für die Restspannung $= (2{,}8 \cdot U_n + 10) \cdot \sqrt{2}$ kV	192,5 kV
Gemessener Mittelwert der Restspannung	185 kV
Ansprechspannung	187 kV
Auf Normalzustand reduzierter Wert	191 kV
B. *Abgeleiteter Strom (entsprech. Prüfstrom 2)*	1500 A
Halbwertdauer	30 μs
Frontsteilheit	850 A/μs
Restspannung	179,5 kV
C. *Abgeleiteter Strom (entsprech. Prüfstrom 3)*	750 A
Halbwertdauer	29 μs
Frontsteilheit	950 A/μs
Restspannung	167 kV
V. Löschfähigkeit	
A. *Löschprüfspannung (entsprechend U_n)*	45 kV
Stoßstrom	2500 A
Halbwertdauer	26 μs
Stromdauer: Anzahl Halb-Perioden	0 bis 1
B. *Löschprüfspannung (entsprech. 1,2 U_n)*	54 kV
Stoßstrom	2500 A
Halbwertdauer	26 μs
Stromdauer: Anzahl Halb-Perioden	0 bis 1
VI. Unveränderlichkeit während den Prüfungen	
Barometerstand: 730 mm, Temperatur: 15°C, Luftfeuchtigkeit: 10 g/m³	
A. *Abgeleiteter Strom (entsprech. Nennableitvermögen)*	2500 A
Halbwertdauer	28 μs
Frontsteilheit	ca. 800 A/μs
Restspannung	184 kV
Ansprechspannung (reduziert) . .	< 184 kV

Nennspannung des Ableiters	45 kV (entspr. Scheitelwert 45 $\sqrt{2}$ = 63,6 kV)
B. *50 %-Ansprechspannung*	
für positive Stoßspannung (Mittelwert auf Normalzustand reduziert) . . .	168 kV
für negative Stoßspannung (Mittelwert auf Normalzustand reduziert) . . .	160 kV
VII. Grenzableitvermögen	
Der Ableiter enthält total 25 Widerstandsblöcke. An 2, dem fertig durchgeprüften Ableiter entnommenen Teilblöcken wurden einzeln folgende Werte gemessen:	
Abgeleiteter Strom	50500 A
Halbwertdauer	5 ... 6 μs
Frontsteilheit	25000 A/μs
Restspannung, bezogen auf 25 Blöcke in Serie (45 kV Nennspannung)	225...235 kV
Die Werte änderten von der 1. zur 3. Serie von je 3 Stössen weniger als 5 % für jeden Widerstand. Die Widerstände sind noch brauchbar.	
VIII. Bemerkungen und allfällige Veränderungen:	
Keine wesentlichen Teilüberschläge. Keine bleibenden Veränderungen. Der Ableiter entspricht den «Leitsätzen für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen» des SEV, vom 12. Mai 1942.	

Art. 16. Ansprechregistrierapparate.

Apparate zur Registrierung oder Zählung des Ansprechens von Ableitern dürfen den Schutzwert der Ableiter nicht merklich beeinträchtigen und bei den vom Ableiter abzuleitenden Strömen keinen Schaden erleiden.

Auf Apparaten, die nicht mit einem Ableiter zusammengebaut sind, muss die Herstellerfirma des Apparates, sowie das Nennableitvermögen des Ableiters, mit dem der Apparat verwendet werden kann, angegeben sein.

Die Prüfung der Ansprechregistrierapparate erfolgt

a) bei Apparaten, die mit einem Ableiter zusammengebaut sind, in Verbindung mit diesem Ableiter;
b) bei Apparaten, die nicht mit einem Ableiter zusammengebaut sind, mit dem auf dem Apparat angegebenen Nennableitvermögen;
c) mit kleinen Stoßströmen, zur Ermittlung der Registrierempfindlichkeit.

Bei Ansprechregistrierapparaten, die nicht auf den durch den Ableiter fliessenden Stoßstrom, sondern auf den nachfolgenden Netzstrom reagieren, wird die Art der Prüfung von Fall zu Fall entschieden.

III. Einbau von Ueberspannungsableitern.

Art. 17. Isolation der zu schützenden Anlage.

Damit Ueberspannungsableiter Ueberschläge in elektrischen Anlagen infolge von atmosphärischen Ueberspannungen verhindern können, muss die zu schützende Anlage selbst, und zwar auch ihr schwächster Teil, eine Ueberschlag-Stossspannung aufweisen, die höher ist als die Restspannung der einzubauenden Ableiter, d. h. als nach Tab. I in Art. 4. Sicherheitszuschläge werden später festgelegt.

Anlagen mit einer geringeren oder gleich grossen 50 %-Ueberschlagspannung als nach Tabelle I können durch Ableiter entweder überhaupt nicht geschützt oder dann nur durch solche, deren 50 %-Ansprechspannung und Restspannung entsprechend tiefer liegen. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass solche Ableiter dem häufigeren Ansprechen gewachsen sein müssen und dass ihre Löschfähigkeit nicht vermindert wird. Ein Ableiter, der den in Abschnitt II vorgesehenen Bestimmungen entspricht, kann deshalb nicht ohne weiteres auch eine Anlage mit verminderter Ueberschlag-Stoßspannung schützen.

In Anlagen, bei denen einzelne Anlageteile den Anforderungen nicht entsprechen, ist es zur Erzielung eines wirksamen Schutzes oft zweckmässiger und wirtschaftlich günstiger, an Stelle von Ableitern mit entsprechend kleinerer Rest- und Ansprechspannung normale Ableiter zu verwenden und die Isolation dieser schwachen Stellen zu verbessern.

Art. 18. Für die Bestellung von Ableitern nötige Angaben.

Für die Bestellung von Ueberspannungsableitern sind folgende Angaben erforderlich:

a) Stromart.

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Ableitern für Gleichspannung und solchen für Wechselspannung. Ableiter für Wechselspannung können im allgemeinen in Gleichstromanlagen derselben Betriebsspannung nicht verwendet werden.

b) Frequenz.

Ableiter können im allgemeinen in Anlagen verwendet werden, deren Frequenz bis zu ± 20 % von der auf dem Leistungsschild des Ableiters angegebenen Nennfrequenz abweicht.

c) Nennspannung.

Im allgemeinen soll die Nennspannung der Ableiter gleich der Nennspannung der zu schützenden Anlage gewählt werden. Eine Ausnahme bilden Drehstrom-Anlagen mit wirksam geerdeten Nullpunkten. Als wirksam wird eine Nullpunkterdung dann bezeichnet, wenn die Betriebsspannung zwischen den Polleitern und Erde in keinem Falle Werte annehmen kann, die höher sind als 80 % des Wertes der mittleren (verketteten) Betriebsspannung des Netzes. Dies trifft zu bei Δ/Υ oder Υ/Υ Schaltung der Transformatoren und bei genügend kleinem Widerstand der Nullpunkterdung. In Drehstromanlagen mit wirksamer Nullpunkterdung darf die Nennspannung des Ableiters zu 80 % der Nennspannung der zu schützenden Anlage gewählt werden.

Erläuterung. Nach den «Regeln des SEV für genormte Werte der Spannungen, Frequenzen und Ströme für elektrische Anlagen» ist die **Nennspannung einer Anlage** die Spannung, für die die zugehörenden Verbraucher bestimmt sind. Bei Fahrleitungsanlagen der Bahnen ist es die Spannung, für die die zugehörenden Erzeuger bestimmt sind.

Die an einem bestimmten Ort gemessene Spannung **(Betriebsspannung)** kann zeitlich variieren.

Die **mittlere Betriebsspannung an einem bestimmten Ort** ist der dort auftretende zeitliche arithmetische Mittelwert der Spannung.

Die **mittlere Betriebsspannung eines ganzen Netzes** ist der zeitliche und örtliche arithmetische Mittelwert der Spannung in diesem Netz.

Nach den gleichen Regeln darf das in einer Hochspannungsanlage verwendete Material höchstens mit einer die Nennspannung des Materials um 15 % (bei Fahrleitungsanlagen 20 %) übersteigenden Betriebsspannung beansprucht werden.

d) Nennableitvermögen.

Grundsätzlich sollen Ableiter mit möglichst grossem Ableitvermögen gewählt werden, insbesondere für Anlagen, die ohne Grobschutz (z. B. Grobschutzfunkenstrecken, Röhrenableiter, einzelne geerdete Eisenmasten in der Nähe der Anlage) direkt an Freileitungen mit Holzstangen angeschlossen sind. Bei Ableitern mit zu kleinem Ableitvermögen besteht die Gefahr, dass bei grossen Stoßströmen infolge naher Blitzeinschläge in die Leitung entweder die Restspannung zu hoch (Folge: Ueberschläge in der Anlage) oder der Ableiter zerstört wird.

e) Stossfestigkeit der zu schützenden Anlage.

Es ist die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung der schwächsten Teile der zu schützenden Anlage anzugeben. Zu diesem Zwecke soll möglichst der wirklich gemessene Wert angegeben werden. Ist eine Messung nicht möglich, so ist anhand von Unterlagen die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung für die zu schützende Anlage zu ermitteln (z. B. Angabe der kleinsten Ueberschlagdistanzen, der Typenbezeichnung und der Fabrikate der eingebauten Isolatoren, Durchführungen, Tren-

ner, Schalter, Transformatoren, Stromwandler, Spannungswandler usw.), oder es ist anzugeben, ob die Anlage die Mindestforderungen der Tabelle I (Art. 4) erfüllt, was für neueres Material in der Regel zutreffen dürfte.

f) Höhe über Meer der Anlage, in der die Ableiter verwendet werden sollen.

Beträgt die Höhe über Meer der zu schützenden Anlage mehr als 1000 m, so ist auch diese in der Bestellung anzugeben, da ein Ableiter, wenn auf seinem Leistungsschild nichts besonders vermerkt ist, im allgemeinen nur bis zu Meereshöhen von 1000 m verwendet werden kann.

Art. 19. Einbauort der Ableiter.

a) Soll eine bestimmte Anlage gegen atmosphärische Ueberspannungen geschützt werden, so ist im allgemeinen bei jeder in die Anlage eingeführten Freileitung für jeden Polleiter ein Ableiter vorzusehen, und zwar möglichst in der Nähe der Einführungsstelle der Freileitung in die Anlage.

Erläuterung: Der Einbau der Ableiter leitungsseitig des Leitungsschalters und -trenners hat den Vorteil, dass der Ableiter bei offenem Schalter und Trenner das Leitungsende sowie den Schalter und Trenner selbst noch gegen Ueberschläge schützt, sofern diese beiden letztern richtig bemessen sind. Der Einbau der Ableiter anlageseitig des Schalters hat den Vorteil, dass die Entfernungen zwischen den Ableitern und den zu schützenden Objekten kleiner werden (Möglichkeit des Schutzes von Anlagen grösserer Ausdehnung unter Einsparung zusätzlicher Ableiter — vgl. b und c).

b) Eine Anlage und die darin vorhandenen elektrischen Apparate können im allgemeinen durch die an den Einführungsstellen der Leitungen angeordneten Ableiter als genügend geschützt betrachtet werden, wenn die Entfernung (längs der Leitung gemessen) zwischen irgendeinem Ableiter und irgendeinem zu schützenden Objekt (z. B. Schalter, Transformatoren, Stromwandler, Induktionsregler, Durchführungen, Sammelschienenenden) der Anlage nicht grösser ist als 25 m für Anlagen bis zu 45 kV Nennspannung, oder 75 m für Anlagen höherer Nennspannung als 45 kV.

c) Ist die Entfernung zwischen irgendeinem Ableiter und irgendeinem zu schützenden Objekt der Anlage grösser als die unter b) angegebenen Werte, so sind, um Ueberschläge an diesen vom Ableiter weiter entfernten Objekten zu verhindern, bei diesen Objekten oder in deren Nähe (max. Abstand gemäss b) noch weitere Ableiter einzubauen, sofern diese Objekte schwache Stellen der Isolation der Anlage bilden.

d) Wenn Gewähr dafür besteht, dass sämtliche in eine Anlage eingeführten Freileitungen betriebsmässig immer an die gleiche Sammelschiene angeschlossen sind (durchgeschaltete Leitungen), so genügt, unter Einhaltung der in lit. b angegebenen maximalen Entfernungen, zum Schutze der Anlage ein einziger, an die Sammelschiene angeschlossener Ableitersatz.

e) Transformatorenstationen mit Drehstromtransformatoren für 220/380 V mit einer Leistung von mehr als 100 kVA benötigen bei direkter Erdung des Sternpunktes der Niederspannungswicklung des Transformators (Art. 26 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933) auf der Niederspannungsseite im allgemeinen keine Ueberspannungsableiter, da die vom Niederspannungsnetz zulaufenden Ueberspannungen über die Wicklung des Transformators nach Erde abfliessen können.

Erläuterung: Länge und Impedanz der Niederspannungswicklung sind bei diesen Transformatoren so klein, dass beim Auftreffen von Ueberspannungen atmosphärischen Ursprungs keine wesentliche Stauung erfolgt; die Ueberspannungen können vielmehr praktisch ungehindert über die Wicklung nach Erde abfliessen.

Art. 20. Erdleitungen.

Die Erdklemmen der Ableiter sind mit möglichst kurzen Erdleitungen an die nächstgelegene Erdungsstelle der Schutz- und Betriebserdung der zu schützenden Anlage zu verbinden (vgl. Art. 15, 16, 19 und 20 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933).

Art. 21. Abtrennvorrichtungen von Ableitern.

Nach Art. 63 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933 müssen die Ableiter zur Kontrolle und Revision mit Hilfe von Schaltern, Trennern oder Sicherungen von den übrigen unter Spannung stehenden Teilen der Anlage abgetrennt werden können.

Sicherungen müssen dem Nennableitvermögen des Ableiters gewachsen sein und den bei einem Defekt des Ableiters auftretenden Erdschluss- oder Kurzschlußstrom rasch unterbrechen können. Auf den Einbau von Trennstellen vor den Ableitern kann bei Objekten geringerer Bedeutung (z. B. Stichleitungen bei kleineren Verbrauchern) verzichtet werden, wenn diese als ganzes durch einen in der Nähe der Station vorhandenen Freileitungsschalter spannungslos gemacht werden können. Ferner können Trennstellen weggelassen werden bei Ableitern an Freileitungsschaltern und ähnlichen unbedeutenden Objekten. Für solche Fälle ist jeweils die Einwilligung des Starkstrominspektorates einzuholen.

Art. 22. Schutz von Hausinstallationen.

Für den Schutz von Hausinstallationen durch Ueberspannungsableiter gelten besondere Leitsätze [3]).

IV. Bestimmungen für Schutzkapazitäten.

Art. 23. Begriffsbestimmungen.

1. Die **Schutzkapazität** (Kabel und Kondensatoren) ist eine Schutzeinrichtung, deren elektrische Kapazität die Aufnahme einer Ladung atmosphärischen Ursprungs und dadurch eine Herabsetzung der von dieser Ladung erzeugten gefährlichen Stoßspannung zwischen Leitern und Erde auf ungefährliche Werte erlaubt. Es wird dabei, im Gegensatz zum Ableiter, nicht nur die Höhe, sondern auch die Frontsteilheit der Stoßspannung vermindert.

Erläuterung: Da die Schutzkapazitäten im Gegensatz zu den Ableitern keine Funkenstrecken aufweisen, ist die Schutzwirkung schon beim Auftreffen von Stoßspannungen kleiner Höhe vorhanden.

2. Die **Nennspannung** ist die Spannung, nach der die Schutzkapazität benannt und für die ihre Isolation bemessen ist.

Erläuterung: Die Nennspannung ist, wie bei anderm Material, massgebend für die Höhe der Prüfspannung bei kurz dauernden Isolationsprüfungen (Stossprüfung, Einminutenprüfung etc.).

3. Die **Polnennspannung** [4]) (Dauerspannung) ist die Spannung, für die jeder zwischen Pol und Erde geschaltete Teil des Dielektrikums einer Schutzkapazität (Kabelpol, Kondensatorpol) im Dauerbetrieb bemessen ist.

Erläuterung: Die Polnennspannung ist massgebend für die Höhe der Prüfspannung bei langdauernden Isolationsprüfungen (Erwärmungs- und Verlustzyklen, Stabilitätsversuche etc.).

4. Die **Polbetriebsspannung** [4]) ist die Betriebsspannung zwischen Pol und Erde.

Erläuterung: In einem symmetrischen Drehstromnetz ist die Betriebsspannung, z. B. im Normalbetrieb, gleich $\frac{1}{\sqrt{3}}$ mal verkettete Betriebsspannung. In einem Drehstromnetz mit Polerdung oder während des Erdschlusses in einem nicht geerdeten Drehstromnetz ist sie gleich der verketteten Betriebsspannung.

5. Die **Kapazität** eines Kondensators oder eines Kabels mit radialer Beanspruchung des Dielektrikums (Einleiterkabel, Kabel mit Glimmschutz) ist die Kapazität in μF pro Pol. Bei Kabeln mit nicht ausschliesslich radialer Beanspruchung des Dielektrikums (Gürtelkabel) ist die gegenüber atmosphärischen Ueberspannungen wirksame Kapazität pro Pol

a) für einpolige Ueberspannungen: ein Zwischenwert zwischen der Kapazität eines Pols gegen Erde und gegen die beiden andern, von Erde isolierten Pole und der Kapazität eines Pols gegen Erde und gegen die beiden andern geerdeten Pole;

b) für dreipolige Ueberspannungen: der Wert der Kapazität aller drei parallel geschalteten Pole gegen Erde dividiert durch 3.

6. Die **Restspannung** ist der Scheitelwert der Spannung an den Klemmen der Schutzkapazität bei Aufnahme einer Ladung atmosphärischen Ursprungs. Sie hängt ab von der Grösse der Kapazität und der aufgenommenen Ladung. Die Ladung ihrerseits ist bestimmt durch Grösse und Halbwert-

[3]) Zur Zeit in Vorbereitung.

[4]) Diese Begriffe sind als provisorisch zu betrachten; sie werden später noch festgelegt.

dauer des von der Schutzkapazität aufgenommenen Stossstromes.

Erläuterung: Für eine gegebene Kapazität wächst die Restspannung proportional mit der zugeführten Ladung.

7. Die **Reststeilheit** ist die Frontsteilheit der Klemmenspannung der Schutzkapazität bei Aufnahme einer Ladung atmosphärischen Ursprungs. Sie hängt ab von der Grösse der Kapazität und der Grösse des aufgenommenen Stoßstromes.

Erläuterung: Bei Kabeln ist die Verteilung der Schutzkapazität auf die gesamte Kabellänge zu berücksichtigen. Als Frontsteilheit gilt der Mittelwert der Treppenkurve.

Art. 24. Wirkungsweise der Schutzkapazität.

Die Schutzwirkung einer Kapazität ist grundsätzlich verschieden von derjenigen eines Ableiters. In energetischer Beziehung äussert sich der Unterschied darin, dass die Kapazität elektrische Energie vorübergehend aufspeichert, um sie dann wieder als solche abzugeben, währenddem der Ableiter diese elektrische Energie in der Regel zu einem wesentlichen Teil in Wärme umsetzt.

Die von einer ungeladenen Schutzkapazität aufnehmbare Ladung ist gegeben durch das Produkt aus Kapazität und Restspannung. Damit die Restspannung einen zulässigen Wert nicht überschreitet, muss für eine bestimmte Ladung ein minimaler Kapazitätswert vorhanden sein.

In bezug auf die Schutzwirkung zeigt sich der Unterschied der beiden Einrichtungen darin, dass mit wachsender Ladung die Restspannung der Kapazität linear ansteigt, während beim Ableiter die Restspannung von der Ladung nur soweit etwas beeinflusst wird, als diese bei grösserem Strom erfolgt.

Dieser Unterschied kann auch dadurch veranschaulicht werden, dass die Schutzwirkung der Kapazität grundsätzlich nur durch Verlangsamung des Spannungsanstieges an ihren Klemmen (Verflachung der Front) erreicht wird. Bei entsprechender Bemessung der Kapazität wird dann der Spannungsanstieg während der Zufuhr atmosphärischer Ladungen (Blitzdauer) über die Leitung so verlangsamt, dass die Spannung noch keine gefährlichen Werte erreicht. Der Anstieg der Spannung $\frac{du}{dt}$ ist gegeben durch den Ladestrom i, dividiert durch Kapazität C. Kleiner Spannungsanstieg bedingt somit grosse Kapazität C. Jede Schutzkapazität besitzt somit einen gewissen Schutzwert, der mit wachsendem Kapazitätswert zunimmt.

Alle Objekte, die von der, der Atmosphäre ausgesetzten Freileitung aus gesehen hinter der Schutzkapazität liegen, werden auch bei steilsten Wellen auf der Freileitung nur durch die von der Kapazität verflachten Spannungen beansprucht. Dieser sanfte Spannungsanstieg bewirkt ausser der Vermeidung von Windungsbeanspruchungen auch, dass Reflexionen hinter der Kapazität ihre Bedeutung weitgehend verlieren. Die zulässigen Abstände zwischen Schutzkapazität und zu schützenden Objekten können dann mehrfach grösser gewählt werden als bei Verwendung von Ableitern, insbesondere für die hinter der Schutzkapazität liegenden Objekte.

Art. 25. Anforderungen an Schutzkapazitäten.

Mit Rücksicht auf den erforderlichen Schutz der Anlagen werden für die maximal zulässigen Restspannungen die Werte der Tabelle IV festgelegt.

Grenzwerte der Restspannung. Tabelle IV.

Nennspannung U_n der Schutzkapazität kV	Maximal zulässige Restspannung u_p kV	Formelwert
≤ 0,5	$2 \cdot \sqrt{2}$	—
> 0,5...1	$3{,}5 \cdot \sqrt{2}$	—
3	26	$(2{,}8 \cdot U_n + 10) \cdot \sqrt{2}$ kV
10	54	
20	93,5	
30	133	
45	192	
60	255	$3 \cdot U_n \cdot \sqrt{2}$ kV
110	467	
150	637	
220	935	

Da die Kapazität ihrer Natur nach keine fest begrenzte Restspannung besitzt, so muss, besonders mit Rücksicht auf Naheinschläge und auf aufschaukelnde Stoßströme, zur Begrenzung der Restspannung eine entsprechend eingestellte Schutzfunkenstrecke der Kapazität parallelgeschaltet werden. Sie muss ein Ueberschreiten der Spannungswerte nach Tabelle IV verhindern.

Beim Vorhandensein dieser Spannungsbegrenzung wirkt sich eine zu kleine Kapazität nicht mehr in der Ueberschreitung der vorgeschriebenen Restspannung, sondern in einem zu häufigen Ansprechen der Schutzfunkenstrecke aus. Da ein häufiges Ansprechen aus betrieblichen Gründen nicht erwünscht ist, so werden für die Schutzkapazitäten die Mindestwerte der Tabelle V festgelegt. Diese entsprechen dem bei Ableitern minimal vorgeschriebenen Nennableitvermögen von 1500 A bei 30 μs Halbwertdauer für den Fall einer am Leitungsende angeschlossenen Schutzeinrichtung (Ableiter oder Schutzkapazität).

Mindestwerte für Schutzkapazitäten. Tabelle V.

Nennspannung U_n der Schutzkapazität kV	Mindestwerte für Schutzkapazitäten μF	Höchstzulässige Ueberspannungswelle u_w mit $T_2 = 30$ μs Halbwertdauer kV
3	2,28	388
10	1,02	402
20	0,55	422
30	0,36	442
45	0,24	471
60	0,17	503
110	0,079	609
150	0,053	694
220	0,032	843

Erläuterung: Die Umrechnung vom minimalen Nennableitvermögen von Ableitern auf Mindestkapazitätswert erfolgte auf folgender Basis: Aus dem Nennableitvermögen und den zugehörigen Restspannungen nach Tabelle I errechnet sich für einen an einem Leitungsende angeschlossenen Ableiter mit der konstanten Restspannung u_p die einlaufende Ueberspannungswelle u_w aus der in der Einleitung genannten Gleichung $i_p = 1500\ \text{A} = \frac{2u_w - u_p}{Z}$, d. h. mit $Z = 500\ \Omega$ aus $u_w = \frac{1}{2} \cdot (1500 \cdot 500 + u_p)$ Volt. u_p ist in Volt einzusetzen.

Die sich so ergebenden Werte u_w der zulaufenden Ueberspannungswellen sind in Tabelle V eingetragen (letzte Kolonne). Aus dieser einlaufenden Ueberspannungswelle u_w mit exponentiellem Rücken und der Halbwertdauer von 30 μs wird die entsprechende erforderliche Kapazitätsgrösse am Leitungsende auf bekannte Art bestimmt (siehe Rapport CIGRE 1939, Nr. 107, und Bulletin SEV 1940, Nr. 26, S. 597).

Art. 26. Angaben auf dem Leistungsschild.

Folgende Angaben sollen auf dem Leistungsschild stehen:

a) Herstellerfirma.
b) Nennspannung, Stromart und Frequenz (z. B. 45 kV 1 ~ 50; 3000 V —; 45 kV 3 ~ 50).
c) Polnennspannung [4]).
d) Kapazität in μF pro Pol.
e) Zulässige Restspannung.
f) Fakultativ: Blindleistung in kVar.

Art. 27. Art und Umfang der Prüfungen.

A. Prüfungen für Kabel als Schutzkapazitäten.

Die Kabel als Schutzkapazitäten müssen folgende Prüfungen bestehen:

a) Die in den «Leitsätzen für Hochspannungskabel» des SEV festgelegten Prüfungen.

b) Eine kurzdauernde Spannungsprüfung mit der Höhe der Restspannung (Art. 28).

B. Prüfungen für Kondensatoren als Schutzkapazitäten.

Die Kondensatoren als Schutzkapazität müssen folgende Prüfungen bestehen:

a) Die in den «Leitsätzen für die Prüfung und Bewertung statischer Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfak-

tors in Wechselstromnetzen bis 100 Per./s» festgelegten Prüfungen.

b) Eine kurzdauernde Spannungsprüfung mit der Höhe der Restspannung (Art. 28).

Art. 28. Kurzdauernde Spannungsprüfung mit der Höhe der Restspannung.

An das vollständig betriebsmässig ausgerüstete Kabel oder an den vollständig betriebsmässig ausgerüsteten Kondensator wird eine Gleichspannung von der Höhe der Restspannung (Tabelle IV, Art. 25) während einer Minute angelegt, wobei weder Schäden noch Ueberschläge der Isolation entstehen dürfen. Angebaute Schutzfunkenstrecken werden bei dieser Prüfung entfernt.

V. Einbau von Schutzkapazitäten.

Art. 29. Allgemeines.

Die Wirkungsweise der Schutzkapazität nach Art. 24 und die für einen wirksamen Schutz erforderlichen grossen Kapazitätswerte lassen Kapazitäten im allgemeinen nur dort als Ueberspannungsschutz geeignet erscheinen, wo damit zugleich andere Zwecke erreicht werden können, wie z. B. günstige Leitungsführungen durch Kabel, Lieferung kapazitiver Blindleistung, kapazitive Spannungsmessung und Synchronisierung, Hochfrequenztelephonie usw. Um mit wirtschaftlichen Mitteln einen Ueberspannungsschutz mittels Kapazitäten zu ermöglichen, wurden in Art. 25 solche Kapazitätswerte als Minimum festgelegt, die zur Aufnahme atmosphärischer Ueberspannungswellen aus grösserer Blitzdistanz geeignet sind.

Art. 30. Isolation der zu schützenden Anlage.

Damit Schutzkapazitäten (Kabel und Kondensatoren) Ueberschläge in elektrischen Anlagen infolge von atmosphärischen Ueberspannungen verhindern können, muss die zu schützende Anlage selbst, und zwar auch ihr schwächster Teil, eine Ueberschlag-Stoßspannung aufweisen, die höher ist als die Restspannung der eingebauten Schutzkapazitäten, d. h. als nach Tabelle IV, Art. 25. Sicherheitszuschläge werden später festgelegt.

In Anlagen, bei denen einzelne Anlageteile den Anforderungen nicht entsprechen, ist es zur Erzielung eines wirksamen Schutzes oft zweckmässig und wirtschaftlich günstiger, an Stelle einer entsprechend grösseren Kapazität die Isolation schwacher Stellen zu verstärken, um dann mit Kapazitäten nach Art. 25 und 31 auszukommen.

Art. 31. Bemessung der Kapazität.

Grundsätzlich ist ein möglichst hoher Kapazitätswert zu wählen, damit die durch die Kapazität erzielte Verflachung

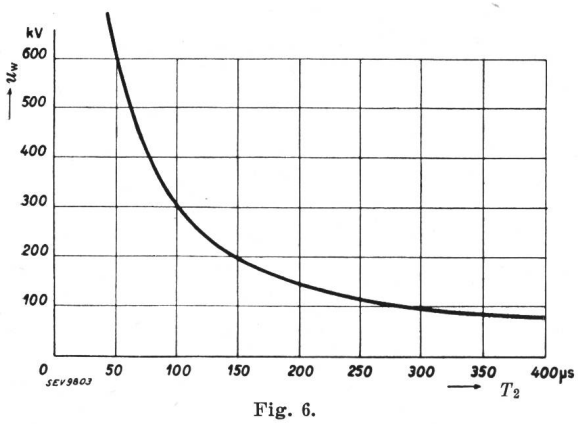

Fig. 6.

Grösste bei den Gewittermessungen festgestellte Halbwertdauern für verschiedene Höhen einlaufender Ueberspannungswellen u_w.

des Spannungsanstieges zur Wirkung kommt und die parallelgeschaltete Schutzfunkenstrecke möglichst selten anspricht. Es ist nach Möglichkeit anzustreben, wenigstens für die aus grösserer Entfernung einfallenden und durch die Stossfestigkeit der Leitungsisolation in der Höhe begrenzten Ueberspannungswellen die Schutzfunkenstrecke nicht ansprechen zu lassen und die Restspannungswerte der Tab. IV durch die Wirkung der Kapazität allein einzuhalten. Die hiezu erforderliche Kapazitätsgrösse hängt neben der Höhe auch von der Halbwertdauer der einfallenden Welle ab. Aus den Gewittermessungen kann jeder Wellenhöhe eine maximale Halbwertdauer nach Fig. 6 zugeordnet werden. Dies entspricht unter Voraussetzung eines Wellenwiderstandes von 500 Ω und einem

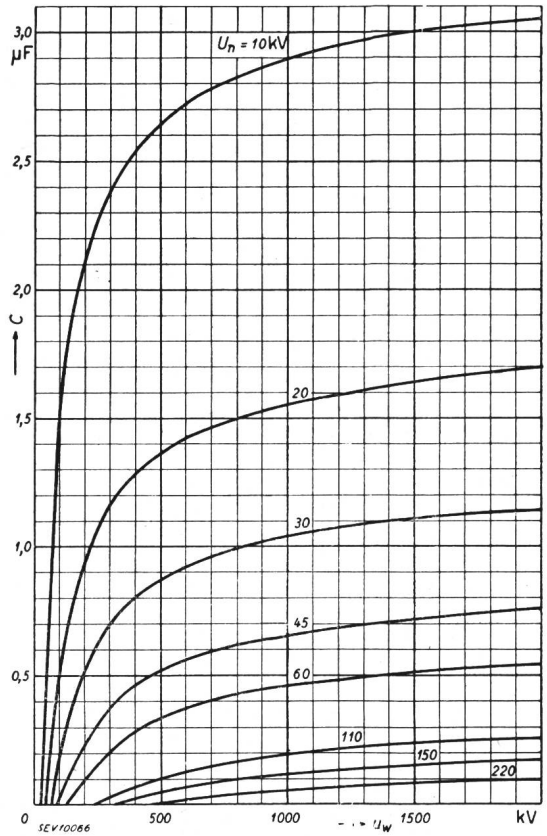

Fig. 7.

Zur Einhaltung der nach Tab. IV vorgeschriebenen Restspannung erforderliche Kapazitätswerte C in Funktion der Höhe der einlaufenden Ueberspannungswelle u_w.
Nennspannung des Netzes als Parameter.

Nur eine an der Sammelschiene der zu schützenden Anlage angeschlossene Freileitung.

exponentiellen Wellenrücken einer in den Wanderwellen fortbewegten Ladung von max. 0,087 Coulomb. Mit diesen Grundlagen kann in jedem Fall bei bekannter Wellenhöhe (Stossfestigkeit der Leitungsisolation) die für die Einhaltung der Restspannung nach Tabelle IV erforderliche Kapazitätsgrösse ermittelt werden. In den Fig. 7 und 8 ist das Resultat solcher Berechnungen niedergelegt, und zwar für zwei Fälle. Im ersten Fall ist nur eine Freileitung an die Sammelschiene der zu schützenden Anlage angeschlossen. Im zweiten Fall sind es zwei betriebsmässig dauernd an die gleiche Sammelschiene angeschlossene Freileitungen, die so verlegt sind, dass bei einem Blitzschlag gleichzeitig nur eine der beiden beeinflusst wird (getrennte Masten, getrennte Tracés). Aus den Fig. 7 und 8 kann somit für jeden der beiden Fälle die so berechnete Kapazität in Funktion der maximal zulaufenden Wellenhöhe entnommen werden.

Erläuterung: Die vorstehend für die Bemessung der Schutzkapazität gegebenen Richtlinien beziehen sich durchweg auf den Schutz gegenüber Wanderwellen aus grosser Distanz. Es ist beabsichtigt, die Leitsätze später auch bezüglich des Schutzwertes von Kapazitäten gegen nahe Blitzeinschläge, bei denen Aufschaukeln des Stromes zwischen Blitzeinschlagstelle und Schutzkapazität auftritt, zu erweitern.

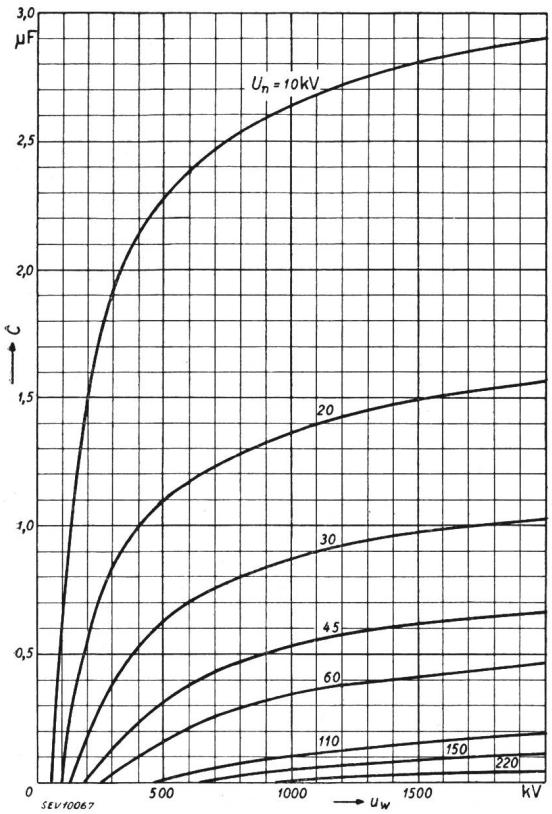

Fig. 8.

Zur Einhaltung der nach Tab. IV vorgeschriebenen Restspannung erforderliche Kapazitätswerte C in Funktion der Höhe der einlaufenden Ueberspannungswelle u_w. Nennspannung des Netzes als Parameter.

Zwei dauernd an die Sammelschiene der zu schützenden Anlage angeschlossene und getrennt verlegte Freileitungen.

Art. 32. Für die Bestellung von Schutzkapazitäten nötige Angaben.

Für die Bestellung von Schutzkapazitäten sind folgende Angaben erforderlich.

a) Stromsystem.

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Schutzkapazitäten für Gleichspannung und solchen für Wechselspannung. Schutzkapazitäten für Gleichspannung können im allgemeinen in Wechselstromanlagen derselben Betriebsspannung nicht verwendet werden.

b) Frequenz.

Schutzkapazitäten können im allgemeinen in Anlagen verwendet werden, deren Frequenz bis zu ± 20 % von der auf dem Leistungsschild angegebenen Nennfrequenz abweicht.

c) Nennspannung.

Im allgemeinen soll die Nennspannung der Schutzkapazität gleich der mittleren Betriebsspannung der zu schützenden Anlage gewählt werden.

d) Polnennspannung.

Bei Kabeln mit nicht ausschliesslich radialer Beanspruchung des Dielektrikums (Gürtelkabel) ist die Polnennspannung gleich der Nennspannung des Kabels.

Bei Kabeln mit radialer Beanspruchung des Dielektrikums (Einleiterkabel und Kabel mit Glimmschutz) ist die Polnennspannung in Drehstromnetzen entweder gleich der Nennspannung : $\sqrt{3}$ (Netze mit wirksamer Nullpunkterdung und ungeerdete Netze mit Erdschlussbetrieb von höchstens 2 h Dauer) oder gleich der Nennspannung des Kabels zu wählen (nicht geerdetes Netz mit beliebig lang dauerndem Erdschlussbetrieb oder Netz mit Polerdung). Betreffend wirksame Nullpunkterdung vergleiche Art. 18 c.

e) Stossfestigkeit der zu schützenden Anlage.

Es ist die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung der schwächsten Teile der zu schützenden Anlage anzugeben. Zu diesem Zwecke soll möglichst der wirklich gemessene Wert angegeben werden. Ist eine Messung nicht möglich, so sind Unterlagen einzureichen, aus denen die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung für die schwächste Stelle der Anlage ermittelt werden kann (z. B. Angabe der kleinsten Ueberschlagdistanzen, der Typenbezeichnung und der Fabrikate der eingebauten Isolatoren, Durchführungen, Trenner, Schalter, Transformatoren, Stromwandler, Spannungswandler usw.).

f) Kapazität.

Die zum Schutze der Anlagen erforderlichen Mindestwerte der Schutzkapazitäten sind der Tabelle V, Art. 25, zu entnehmen.

Art. 33. Anordnung der Schutzkapazitäten.

a) Soll eine bestimmte Anlage gegen atmosphärische Ueberspannungen geschützt werden, so ist für jedes zusammenhängende Sammelschienensystem der zu schützenden Anlage mindestens eine Schutzkapazität von der in Art. 32 genannten Grösse erforderlich.

b) Wenn einzelne Leitungen von den Sammelschienen betriebsmässig abgetrennt und Ueberschläge an den offenen Leitungsenden verhindert werden sollen, so müssen auch diese Leitungsenden mit einer Schutzkapazität von der in Art. 32 f genannten Grösse versehen werden.

c) Bei Anlagen mit n eingeführten Freileitungen, die betriebsmässig mit derselben Sammelschiene verbunden sind, kann die nach a) erforderliche Schutzkapazität auf die einzelnen Einführungsstellen aufgeteilt werden.

Art. 34. Erdleitungen.

Die Erdklemmen der Schutzkapazitäten sind mittels möglichst kurzer Erdleitungen an die nächstgelegene Erdungsstelle der Schutz- und Betriebserdung der zu schützenden Anlage zu verbinden (vgl. Art. 15, 16, 19 und 20 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933, die auch für Schutzkapazitäten Anwendung finden).

Kabel als Schutzkapazitäten sind in möglichst gut leitendem Erdreich zu verlegen, oder dann nicht nur in der Anlage selbst, sondern auch an der Ueberführungsstelle der Freileitung zum Kabel mit einer guten Erdung zu verbinden, da sonst die Schutzwirkung beeinträchtigt wird.

Art. 35. Abtrennvorrichtungen von Schutzkapazitäten.

Nach Art. 63 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933 müssen die Schutzkapazitäten zur Kontrolle und Revision von den übrigen unter Spannung stehenden Teilen der Anlage abgetrennt werden können. Hiefür werden mit Rücksicht auf die grosse Blindleistung der Kondensatoren und Kabel in der Regel Schalter erforderlich sein.

Auf den Einbau von Trennstellen vor den Schutzkapazitäten kann bei Transformatorenstationen geringerer Bedeutung verzichtet werden, wenn die Station als Ganzes durch einen in der Nähe der Station vorhandenen, genügend leistungsfähigen Freileitungsschalter spannungslos gemacht werden kann. Für solche Fälle ist die Einwilligung des Starkstrominspektorates einzuholen.

VI. Röhren-Ableiter [5]).

VII. Grobschutz-Funkenstrecken [5]).

VIII. Erdseile für den Nahzonenschutz [5]).

[5]) Zur Zeit in Vorbereitung.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein

6. Hochfrequenztagung über elektrische Nachrichtentechnik

Samstag, den 6. Juni 1942, punkt 9.45 Uhr,

im grossen Saal des Konservatoriums, Kramgasse 36, Bern

(1 Minute unterhalb Zeitglockenturm)

1. Kurzvorträge mit Diskussionen

Punkt 9 Uhr 45 vormittags.

R. Goldschmidt, Câbleries de Cossonay:
Die Bestimmung der Kabelkonstanten bei Hochfrequenz.

Dr. *Ch. Robert*, Hasler A.-G., Bern:
Peilgeräte im Flugsicherungsdienst.

W. Klein, Hasler A.-G., Bern:
Ausgewählte Probleme des Senderbaues.

Dr. *F. Lüdi*, A.-G., Brown, Boveri & Cie., Baden:
Entwicklungsarbeiten aus der Mikrowellentechnik.

O. Grob, Apparate- und Maschinenfabriken vorm. Zellweger A.-G., Uster:
Batteriegespeister Allwellenempfänger.

Dr. *G. Nobile*, Zürich:
Peilgeräte für atmosphärische Gewitterstörungen.

2. Gemeinsames Mittagessen

Ca. 12 Uhr 45.

Gemeinsames Mittagessen im Kornhauskeller (2 Minuten vom Vortragssaal). Preis (Berner Platte) inkl. Kaffee und Trinkgeld, exkl. Getränke Fr. 4.50 (2 Mahlzeitencoupons).

3. Besichtigung des Kurzwellensenders Schwarzenburg

Zeitprogramm:

Bern ab: Punkt 14.35 Uhr; Einsteigen auf Perron 5, Extrazug. *Schwarzenburg an:* 15.05 Uhr.

Anschliessend mit *Postauto* Fahrt zum Sender.

15.30 bis 16.30 Uhr Besichtigung des Senders *unter Führung durch Organe der PTT.*
16.30 Uhr Rückfahrt mit Postauto nach Schwarzenburg.
16.45 bis 17.45 Uhr *freie Zusammenkunft* im Gasthaus Sonne in Schwarzenburg.
17.50 Schwarzenburg ab, Extrazug.
18.32 Bern an.

Das Bahnbillet wird im Zug Bern-Schwarzenburg gelöst, Preis Fr. 2.50.

Drei Postautos werden für die Fahrt Schwarzenburg-Sender-retour von der PTT sehr entgegenkommend zur Verfügung gestellt.

Vorabzüge

Wenn möglich werden die Referate zum voraus gedruckt und den Interessenten zur Vorbereitung der Diskussion gegen Vergütung der Selbstkosten abgegeben. Bestellungen nimmt das Sekretariat des SEV entgegen.

Der Vorstand des SEV hofft auf rege Beteiligung und aktive Mitwirkung. Mit den Mitgliedern des SEV sind auch Gäste herzlich willkommen.

Für den Vorstand des SEV:
Das Sekretariat.