

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 18 (1927)
Heft: 3

Artikel: Ergebnisse einer Umfrage betreffend Ueberspannungsschutz
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060444>

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: 16.01.2026

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

Elektrizitätswerksbetrieb. — Exploitation de centrales d'électricité.

Ergebnisse einer Umfrage betreffend Ueberspannungsschutz.¹⁾

Vom Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E.

621.319.8 (001)

Veranlassung zu der vom Generalsekretariat bearbeiteten Umfrage gaben die Beobachtungen eines Ueberlandwerkes, bei welchem in einer neu erbauten Transformatorenstation ohne Ueberspannungsschutzapparate bei Gewittern einige Ueber- und Durchschläge an Isolatoren und Stromwendlern vorkamen. Das betreffende Unterwerk liegt am Ende einer 31 km langen 45 kV-Leitung. In einer gleichgebauten Station im Zuge der Leitung (bei km 19) traten keine Störungen auf. Es stellt sich deshalb die Frage, ob in Anlagen am Ende von Freileitungen Ueberspannungsschutzapparate ohne Nachteile ganz weggelassen werden können oder ob solche und von welcher Art mit voraussichtlichem Erfolg eingebaut werden sollen.

Da seit dem Erscheinen der „Wegleitung für den Schutz von Wechselstromanlagen gegen Ueberspannungen“²⁾ („Wegleitung“) einige Jahre vergangen sind, benützten wir gerne die Gelegenheit, die Werke darüber anzufragen, was für Erfahrungen sie mit der Anwendung der „Wegleitung“ gemacht haben, soweit sie bei Neuanlagen oder Umbauten in Frage kommen konnte.

Die Umfrage wurde an 31 grössere Elektrizitätswerke mit ausgedehntem Freileitungsnetz gerichtet und von 26 beantwortet. Am Schluss des vorliegenden Berichtes ist der Hauptinhalt der Antworten tabellarisch zusammengestellt; im übrigen besprechen wir nachstehend die Ergebnisse derselben wie folgt:

I. Mehrgefährdung von Anlagen am Ende von Freileitungen.

Auf die Frage, ob Anlagen am Ende von Freileitungen in höherem Masse gefährdet sind als solche im Zuge von Leitungen, haben 19 Werke geantwortet. Bei 5 (21 %) wurde keine Mehrgefährdung festgestellt, hingegen bejahen 14 Werke (79 %) die Frage, darunter 3 mit gewissen Einschränkungen (No. 4, 19 und 20). Unter den Antworten möchten wir folgende hervorheben:

*Werk No. 1*³⁾ besitzt gleichgebaute Transformatorenstationen am Ende und im Zug der Leitung. Erstere erleiden bei Gewittern Ueber- und Durchschläge. Es herrscht deshalb dort die Ansicht vor, dass bei Kopfstationen die Ueberspannungsschutzapparate nicht weggelassen werden sollten.

Werk No. 2. In einem sterngeschalteten Transformator mit ungeerdeten Nullpunkten trat in der Oberspannung ein Ueberschlag Nullpunkt-Erde bei 1150 mm Luftdistanz auf, während der Abstand Phase-Erde nur 950 mm beträgt. Wahrscheinliche Ursache sind Nullpunktsschwingungen, welche in dem durch die verteilten Kapazität und Induktivität des Transformators gebildeten schwingungsfähigen System bei Auftreten von Wanderwellen entstehen können⁴⁾.

Werk No. 3. In einem 6 kV-Netz von geringer Ausdehnung konnte keine Mehrgefährdung von Kopfstationen festgestellt werden.

¹⁾ Separatabzüge dieser Zusammenstellung sind beim Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E. zum Preise von 30 Rp. für Mitglieder und 50 Rp. für Nichtmitglieder erhältlich.

²⁾ Siehe Bulletin S.E.V. 1923, No. 6.

³⁾ Die Numerierung bezieht sich auf die oben erwähnte Tabelle (Kolonne 1) am Schluss dieses Berichtes, aus welcher auch die Art der eingebauten Schutzapparate ersichtlich ist.

⁴⁾ Siehe *Gabor*: Einige Untersuchungen mit dem Kathodenstrahlzoszillographen zur Aufklärung von Ueberspannungerscheinungen, Elektrizitätswirtschaft 1926, No. 413, Juli, II.

Werk No. 4. Keine Mehrgefährdung bei Verwendung von Kondensatoren und Erdungsspulen. Hingegen traten wiederholt in 50 kV- und 15 kV-Anlagen am Ende der Sammelschienen an Transformatoren bei Ueberspannungen Ueberschläge auf.

Werk No. 5. Im 16 kV-Netz treten in Transformatorenstationen am Ende langer Freileitungen in höherem Masse Ueberspannungserscheinungen (anormales Ansprechen der Hörner, Beschädigungen) auf, als in andern Anlagen. Im 50 kV-Netz konnte dies nicht beobachtet werden.

Werk No. 6. Anlagen erst seit 1924 und 1925 in Betrieb.

Werk No. 7. Ueberschläge an Endstationen sind häufiger, besonders an Transformatorklemmen.

Werk No. 10 besitzt in sämtlichen Endpunkten des Netzes in Stern geschaltete Hörner und Erdung über ein vierthes Horn. Bei Durchgangsstationen sind sie abgeschaltet. Wo bei Gewittern ab und zu Ueberschläge vorkommen, belässt das Werk den Ueberspannungsschutz.

Werk No. 11 stellt eine Mehrgefährdung der Endstationen fest, besonders bei luftgekühlten Transformatoren. 1915/16 wurden Verlängerungen der Leitungen mit emailliertem Eisendraht erbaut, welche wahrscheinlich zum Schutz der Transformatorenstationen wesentlich beitragen.

Werk No. 13. In den letzten Jahren kamen nur 2 Ueberschläge anlässlich Gewittern an geöffneten Trennern *am Ende* der Leitung vor.

Werk No. 17 konstatierte an verschiedenen Orten, besonders aber an 45 kV-Einführungen einer Kopfstation erhöhte Gefährdung. Gut im Leitungszuge derselben Station liegende Hörner mit Wasserwiderständen bewirkten eine auffallende Verbesserung.

Werk No. 19 ist der Ansicht, dass eine Mehrgefährdung vorhanden sei, jedoch nur, wenn die Freileitung nicht durch ein darüber geführtes Erdseil geschützt ist.

Werk No. 20. Eine Mehrgefährdung tritt nur auf, wenn die Leitungen im Gebirge verlaufen.

Werk No. 21 berichtet über Defekte an Oelschaltern, Isolatoren und den sekundären Messeinrichtungen, hervorgerufen durch sehr grosse Ueberspannungen. Eine im Zuge der Leitung liegende Schalt- und Messtation wurde von diesen Ueberspannungen weniger berührt.

Werk No. 24 hat keine solchen Beobachtungen gemacht und weist auf die sehr hohe Isolationsfestigkeit seiner Anlage hin, da diese noch nicht mit der Spannung betrieben wird, für welche sie vorgesehen ist.

Werk No. 26 besitzt am Ende einer langen 60 kV-Leitung ein Unterwerk ohne Schutzapparate. Die Transformatoren wurden gemäss den Normen des S.E.V. auf Isolationsfestigkeit und Sprungwellensicherheit geprüft. Der Betrieb ist seit einem Jahr störungsfrei. Ein Autotransformator, welcher einseitig durch eine 4 km lange Stichleitung mit der Mitte obiger Fernleitung verbunden ist und anderseits an einer zweiten 50 km langen Leitung hängt, ist mit Drosselspulen geschützt. Trotzdem er im Zuge der Leitung liegt, kamen Durchschläge an den Klemmen und in den Wicklungen vor. Von einer Mehrgefährdung einer Durchgangsstation kann hier nicht die Rede sein, da der Autotransformator am Ende der zweiten Fernleitung liegt und ferner bei der ersten Leitung die Verhältnisse nicht die gleichen sind, indem die Kopfstation ohne Schutzapparate, die Durchgangsstation dagegen mit Drosselspulen ausgerüstet ist, welche selbst zu Störungen Anlass geben können (vergl. Bemerkung über Werk No. 26 zu b, Drosselspulen, Seite 5 des vorliegenden Berichtes).

Wir glauben, dass auf Grund dieser zahlreichen Betriebserfahrungen mit Sicher-

heit auf eine Mehrgefährdung geschlossen werden kann. In der Literatur⁵⁾ ist schon wiederholt und frühzeitig darauf hingewiesen worden, dass Wellen beim Uebergang von Stromkreisen oder Leitern mit verschiedenen Konstanten (von der Freileitung auf Ohmsche oder induktive Widerstände) reflektiert werden. Dabei treten je nach ihrer Vollständigkeit Spannungserhöhungen auf, welche z. B. bei offenem Leitungsende (totale Reflexion) den doppelten Wert der auftreffenden Welle erreichen. Weil die Spannungshöhe der Wanderwelle oft unterhalb der Ueberschlagsspannung liegt, tritt auf der Leitung kein Ueberschlag auf; erst durch die bei der Reflexion hervorgerufene Steigerung wird ein solcher bewirkt, welcher dann im Reflexionspunkte, d. h. in der Endstation erfolgt. Solche Punkte sind häufig offene Trenner (siehe Bemerkung von Werk No. 13), Sammelschienenenden (Werk No. 4), Transformatorenklemmen (Werk No. 7) und Spannungswandler. In einer kürzlich erschienenen Arbeit⁶⁾ hat Dr. ing. *Schwenkhagen* darauf aufmerksam gemacht, dass die Bekämpfung der durch Gewitter verursachten Störungen dadurch erfolgen müsse, dass durch geeignete Anordnungen der Anlageteile die Reflexionen und die daraus resultierenden Spannungserhöhungen vermieden werden. Er schlägt dazu eine Schutzleitung (Freileitung oder Kabel) von einigen 100 m Länge vor, welche vor der Station abzweigt und eine Teilung der Wanderwellen bewirkt, so dass deren Höhe nur etwas mehr als die Hälfte derjenigen der ankommenden Wanderwelle beträgt. Bei Reflexion wird der höchste erreichte Wert im gleichen Verhältnis verkleinert. Der Reflexionspunkt in der Station wird erst nach und nach auf die volle Spannung der Wanderwelle aufgeladen, die gefährliche steile Wellenstirn wird vermieden. Eine Verbesserung der Verhältnisse tritt noch ein, wenn man die Schutzleitung nicht an einem Abspannmast blind enden lässt, sondern an den Abzweigpunkt zurückführt. Zweckmässig ist auch eine Verminderung ihres Wellenwiderstandes durch Ausrüstung mit Erdseilen (3 oder mehr) oder besonders Verwendung von Kabeln. Weitere Verbesserungen lassen sich erzielen durch Erhöhung des Schutzleitungswiderstandes und der Ableitung (kleine Leiterdurchmesser, oder Stacheldraht zur Erhöhung der Koronaverluste) (vergl. Bemerkungen von Werk No. 11 über Netzverlängerung mit Eisendraht). Der Bericht von *Schwenkhagen* schliesst wie folgt: „Eine praktische Erprobung des Prinzipes ist bereits dadurch gegeben, dass die Betriebserfahrungen gelehrt haben, dass Kopfstationen bei Gewittern stärker gefährdet sind als Durchgangsstationen. Dem Verfasser ist z. B. ein Fall bekannt, wo eine 5 km lange, normalerweise leerstehende Leitung, die von einer Umspannstation abgezweigt ist, diese offenbar so gut geschützt hat, dass hier nur ausserordentlich selten Gewitterschäden auftreten, während die andere Kopfstation der Leitung häufiger betroffen wurde.“

II. Art der verwendeten Schutzapparate und Erfahrungen mit denselben.

Ueber die Verwendung der Schutzapparate gegen Ueberspannungen entnehmen wir den Antworten auf die von uns veranstaltete Umfrage folgendes:

- 5) *O. Heaviside*: Electromagnetic Theory, II. Band (1895–1899).
K. W. Wagner: Elektromagnetische Ausgleichsvorgänge in Freileitungen und Kabeln, Leipzig 1908, Seite 41 u. ff.
W. Kummer: Auftreten und Bekämpfung von Ueberspannungen in elektrischen Anlagen. Schweiz. Bauzeitung. Band LXI 1913.
J. Landry: Stationäre Zustände und Zustandsänderungen in elektrischen Stromkreisen, Bulletin S.E.V. 1914, No. 2–5.
K. Kuhlmann: Grundzüge des Ueberspannungsschutzes in Theorie und Praxis, Bulletin S.E.V. 1914, No. 4.
A. Fraenkel: Theorie der Wechselströme, Berlin 1921, Seite 306.
R. Rüdenberg: Elektrische Schaltvorgänge, Berlin 1923, Seite 347.
6) *Wanderwellenschutz von Hochvoltstationen durch offene Leitungsenden*, Elektrizitätswirtschaft 1926, No. 419, Oktober, II.

	Ueberspannungsschutz	Angewendet in Werken	% der Werke mit diesem Schutz	% aller angewandten Schutzmittel
<i>a</i>	Hörnerableiter	10	40	15
<i>b</i>	Serie-Drosselspulen	13	52	20
<i>c</i>	Kondensatoren	7	28	10
<i>d</i>	Wasserstrahlerder	8	32	12
<i>e</i>	Erdungsdrosselspulen	4	16	6
<i>f</i>	Löschspulen	4	16	6
<i>g</i>	Schwingungsbegrenzer	3	12	5
<i>h</i>	Direkte Nullpunktserdung	1	4	2
<i>i</i>	Erdseil	1	4	2
<i>k</i>	Besondere Vorsichtsmassregeln	7	28	10
<i>l</i>	Anlagen ohne Schutzapparate	8	32	12
				100

Im nachfolgenden stellen wir die Antworten der Werke über die mit den in obiger Tabelle genannten Schutzmassnahmen gemachten Erfahrungen zusammen.

a) Hörnerableiter.

Das Werk No. 3 kontrolliert seit $2\frac{1}{2}$ Jahren täglich 3 mal die Hörner. In dieser Zeit haben sie ca. 80 mal angesprochen, die Schalter lösten gleichzeitig aber nur in ca. 10% der Fälle aus.

Werk No. 10 hat in den Durchgangsstationen die Hörnerableiter abgeschaltet, da sie nur dort belassen werden sollen, wo sie unbedingt erforderlich sind. Die Wartung der Wasserwiderstände wird bemängelt, und es wird zurzeit der Einbau des Bendmann-Schutzes geprüft.

Im Werk No. 11 bewirkten die Hörner, deren Wasserwiderstände schwer zu überwachen waren, Entladungen oder verstärkten solche. Seit 2 Jahren sind sie ausgeschaltet, wodurch die Betriebssicherheit vergrössert wurde. Die Drosselspulen wurden beibehalten.

Werk No. 13 verwendet im 12 kV-Netz noch Hörner, misst ihnen jedoch keinen grossen Schutzwert bei.

Werk No. 14 macht mit Hörnerableitern durchwegs gute Erfahrungen im 25 kV-Netz.

Werk No. 16 betreibt 9, 15, 42 und 52 kV-Netze, welche neben andern Schutzapparaten Hörnerableiter enthalten. An Schäden in den letzten Jahren werden gemeldet: ein Ueberschlag an einem Oelschalter, einige Kondensatordefekte, Durchschmelzen der Sicherungen von Spannungswandlern.

Werk No. 17 entfernte im 10 kV-Netz die Hörner teilweise (ebenso Kondensatoren), wodurch eher eine Besserung bezüglich Blitzschäden eintrat. Siehe auch Bemerkung dieses Werkes zur Mehrgefährdung von Kopfstationen.

Werk No. 21 setzte während 5 Jahren die Hörner einer 55 kV-Leitung ausser Betrieb; grössere Defekte kamen keine vor.

Werk No. 22 ersetzte dieselben durch Ueberstromschutzregulierung, da die ersteren bei Gewittern oder Erdschlüssen so stark ansprachen, dass Ueberschläge auf Gebäude Teile stattfanden. Seither ist der Betrieb ruhiger.

Mehrheitlich sprechen sich die Werke gegen die Verwendung von Hörnerableitern aus; bemerkenswert ist immerhin die Mitteilung von Werk No. 17 (Seite 2) betreffend die Kopfstationen.

In der „Wegleitung“ wurde eingehend darauf aufmerksam gemacht, „dass Funkenableiter mit Seriewiderständen ihren Zweck meistens nicht erfüllen, da der Ableiterwiderstand, der ein sicheres Löschen des Lichtbogens gewährleisten soll, im allgemeinen einen viel grösseren Widerstand erhalten muss als für die genügende Ableitung von Sprungwellenenergie erforderlich ist“. Die Widerstände sind meist zu hoch; auf die geringe Zuverlässigkeit der Wasserwiderstände wurde auch schon hingewiesen. Bei Kopfstationen, wo die durch Reflexion von Wellen hervorgerufenen Spannungserhöhungen das Ansprechen der Hörner eher hervorrufen, kann deren Verwendung bei mittleren Spannungen, niederohmigen und reichlich dimensionierten Strombegrenzungswiderständen begründet sein.

b) Serie-Drosselpulen.

Werk No. 11. Vergl. Mitteilung betreffend Hörner.

Im *Werk No. 13* schützen eine Löschspule und Drosselpulen das ganze 50 kV-Netz.

Werk No. 14 macht durchwegs gute Erfahrungen mit Drosselpulen von 1,2 mH.

Werk No. 15 besitzt nur Drosselpulen als Schutz.

Werk No. 17 baut auch bei Neuanlagen Drosselpulen ein, welchen es einen gewissen Schutzwert nicht absprechen will.

Werk No. 19, welches eine nur mit Drosselpulen (Isolation für 24 kV) geschützte Transformatorenstation besitzt, meldet, dass hinter diesen bei Gewittern Ueberschläge an Oelschalter- und Transformatordurchführungen (Isolation für 11 kV) auftreten. Hier spielt ohne Zweifel die niedrigere Isolation eine Rolle, doch könnte die Wirkung der von *Gabor* (siehe Fussnote 3) beschriebenen Eingangsschwingungen bei unüberbrückten Drosselpulen in Betracht kommen, bei welchen die Eingangskapazität des Transformators mit der Induktivität der Drosselpule einen Schwingungskreis bildet, der durch die Wanderwelle angeregt wird und hochfrequente Schwingungen von der doppelten Amplitude der Wanderwelle erzeugen kann, welche Ueberschläge hinter der Drosselpule verursachen können.

Analog können die Fälle beim *Werk No. 23* liegen, wo 2 Blitzschläge in die 45 kV-Leitung (1 bis 2 km entfernt) schlugen und in der nur durch Luftdrosselpulen geschützten Transformatorenstation Stromwandler, Stützisolatoren und Schalterrelais beschädigten.

Werk No. 25, welches Drosselpulen von 0,45 und 40 [mH⁷] eingebaut hat, meldet nur vereinzelte Ueberschläge an Isolatoren.

Bei *Werk No. 26* erleiden die Transformatoren einer Durchgangsstation Beschädigungen, trotzdem sie mit Drosselpulen geschützt sind, während diejenigen einer Kopfstation unbeschädigt bleiben. Die Transformatoren der Kopfstation werden nicht geschützt, sind aber sprungwellensicher gebaut. Die vom Werk No. 19 angegebenen Eingangsschwingungen können auch in diesem Falle die Ursache der Schäden sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass nach Angabe der Werke die Drosselpulen als Schutz oft mit Erfolg angewendet werden, es kommen jedoch auch Fälle vor, wo durch sie die dahinterliegende Anlage durch Eigenschwingungen möglicherweise gefährdet wird⁸⁾.

Gemäss der „Wegleitung“ sollten Drosselpulen zum Schutze von Transformatoren eine Induktivität von mindestens $3 \div 5$ mH aufweisen, um eine befrie-

⁷⁾ Diese Drosselpule dient hauptsächlich als Schutz gegen Ueberströme, weshalb sie eine so hohe Induktivität aufweist.

⁸⁾ Siehe *Kuhlmann*: Bulletin S. E. V. 1914, Heft No. 4, These 11.

digende Schutzwirkung zu erzielen. Sie sind betriebssichere und einfache Apparate, welche selbst nicht leicht beschädigt werden. Lediglich aus dem Umstand, dass sie zu keinen Klagen Anlass geben, darf jedoch nicht auf einen besonderen Schutzwert geschlossen werden.

c) Kondensatoren.

Werk No. 4 besitzt eine Schaltstation mit Kondensatoren (neben Erdungsspulen und Drosselspulen an den Einführungen), es schreibt dazu: „Schwere Gewitter haben sich in der Station nicht bemerkbar gemacht, Gleichladungen sind also gut abgeleitet worden. Hochfrequente Ueberspannungen werden von den Kondensatoren bewältigt, während die geschilderten Ueberschläge auf Resonanz schliessen lassen, also auf Wellen mittlerer Schwingungszahl, die von den angeordneten Schutzapparaten nicht abgeleitet werden.“

In einer Station von *Werk No. 16*, in welcher Kondensatoren neben anderen Apparaten zum Schutz eingebaut sind, traten einige Defekte an erstern als einzige Störung auf.

Das *Werk No. 17* ersetzte im Kraftwerk und Unterwerken, der hohen Kosten wegen, defekte Kondensatoren nicht mehr; es zeigten sich deshalb keine vermehrten Störungen.

Werk No. 18 weist seit langem keine Schäden mehr auf mit Kondensatoren, Erdungsspulen und Schwingungsbegrenzern als Schutz.

Bei *Werk No. 25* gab eine Kondensatoren-Batterie oft zu Störungen Anlass. Sie ist seit 2 Jahren ausgeschaltet, seither kamen nur Schalterauslösungen vor.

Wo die Werke Bemerkungen über die Kondensatoren machen, beziehen sich diese meist auf deren geringe Betriebssicherheit, die „Wegleitung“ fordert denn auch, dass sie mit mindestens derselben Spannung und Dauer wie die übrigen Anlageteile geprüft werden sollten, was erfreulicherweise bei einigen Konstruktionen der Fall sein soll.

d) Wasserstrahlerder.

Die Werke äussern sich nicht über dieselben; die Erfahrungen scheinen keine schlechten zu sein.

e) Erdungsdrosselspulen.

Werk No. 4, siehe Bemerkung zu c) Kondensatoren.

Werk No. 17 baut in allen Werken Erdungsdrosselspulen ein, obwohl es sonst für eine Reduktion der Schutzapparate eintritt.

Für *Werk No. 18*, siehe Bemerkung zu c) Kondensatoren.

Die Werke äussern sich wenig über die E.D., die Erfahrungen mit denselben scheinen gute zu sein.

f) Löschspulen.

Bei *Werk No. 4* rechtfertigt der kleine Erdschlusstrom eine Löschspule nicht.

Werk No. 5 verwendet keine solchen, da die Schaltdisposition häufig geändert wird.

Werk No. 11 besitzt Löschspulen, durch welche die Aufrechterhaltung des Betriebes bei Erdschlüssen ermöglicht wird.

In den 50 und 12 kV-Netzen von *Werk No. 13* verhindern Löschspulen viele Betriebsstörungen und ermöglichen öfters eine Aufrechterhaltung des Betriebes unter Erdschluss, bis die Fehlerstelle gefunden wurde.

Die Werke, die Löschspulen besitzen, sprechen sich über dieselben lobend aus. In der „Wegleitung“ wird die Anwendung von Löschspulen empfohlen, sobald der Erdschlusstrom in 50 Perioden-Anlagen grösser ist als 1,5 A.

g) Schwingungsbegrenzer.

Für *Werk No. 18* siehe Bemerkung zu c) Kondensatoren. Sonst erhielten wir keine diesbezüglichen Bemerkungen.

h) Direkte Nullpunktserdung und i) Erdseile.

Bemerkungen darüber wurden keine gemacht.

k) Besondere Vorsichtsmassregeln.

Werk No. 9 verwendet Apparate und Isolatoren für $2\frac{1}{2}$ fache Betriebsspannung (Betriebsspannung 9,5 kV, Prüfspannung 50 kV).

Im *Werk No. 14* (50 kV) werden Transformatoren mit 95 und 104 kV geprüft und Durchführungen für 130 kV verwendet.

Werk No. 17 will bei Neuanlagen grössere Distanzen einhalten und die Apparate mit $2 \times$ Betriebsspannung + 1000 V prüfen.

Werk No. 19 verwendet bei 10 kV-Betriebsspannung Isolatoren und Apparate für 24 kV-Nennspannung und solche für 11 kV für die Transformatorenschaltfelder, welche jedoch auch mit 24 kV-Material ausgebaut werden sollen. Die Prüfspannung beträgt 58 bezw. 32 kV.

Werk No. 22 prüft die Apparate mit doppelter Nennspannung.

Werk No. 24 verwendet Apparate für die 1,3fache Nennspannung. Es besitzt Installationen für 135 kV bei 50, 80 und 115 kV-Betriebsspannung.

Werk No. 25 wählt grosse Phasenabstände (45 kV-Seite 700–900 mm; 10 kV-Seite 250–350 mm) und prüft Transformatoren mit der doppelten Nennspannung, Oelschalter und Isolatoren mit 110 kV und 50 kV bei 45 bezw. 10 kV-Nennspannung.

l) Anlagen mit möglichst wenigen oder ohne Schutzapparate.

Werk No. 1 glaubt, dass an Kopfstationen der Ueberspannungsschutz nicht ohne Nachteil weggelassen werden könne.

Werk No. 10 sieht vorderhand davon ab, den Schutz ganz wegzulassen, sondern belässt denselben an Stellen, wo Ueberschläge auftreten.

Werk No. 12 ist der Ansicht, dass Isolatorenüberschläge immer stattfinden werden, ob die Station mit Blitzschutz ausgerüstet ist oder nicht (seine Anlagen sind verschieden mit Schutzapparaten versehen). Sicher ist, dass Ueberschläge an glatten, auch reichlich dimensionierten Isolatoren häufiger sind als bei Rillenisolatoren. Es empfiehlt eine Verbesserung der heute normalisierten Stützisolatoren.

Werk No. 13 lässt die Schutzapparate nirgends systematisch weg, reduziert sie jedoch überall auf ein Minimum.

Werk No. 17 hat seit Jahren, schon vor dem Erscheinen der „Wegleitung des S.E.V. für Ueberspannungsschutz“ wenig Schutzapparate eingebaut und auf diese Art gute Erfahrungen gemacht.

Werk No. 21 findet, dass eine vollständige Weglassung der Ueberspannungsschutzapparate eine gewagte Betriebsweise darstellt, obwohl in seinem ungeschützten Betrieb während 5 Jahren keine schweren Störungen vorkamen.

Die Ansicht der Mehrzahl der Werke, welche sich zu dieser Frage äussern, geht dahin, dass die Ueberspannungsschutzapparate möglichst reduziert, aber nicht ganz weggelassen werden sollten.

Aus dieser Umfrage geht hervor, dass sich die „Wegleitung“ im praktischen Betrieb bei allen Werken, welche dieselbe bis heute angewendet haben, gut bewährt hat; viele Werke haben dieselbe noch nicht angewendet, da ihre Anlagen vor deren Erscheinen erstellt und seither nicht umgebaut worden sind.

Umfrage betreffend Schäden durch Ueberspannungen. — Zusammenstellung der Antworten.

Elektrizitätswerk No.	Betriebsspannung kV	Prüfspannung der Anlage		Ueberschlagsspannung der Isolatoren in kV		Schutzapparate 1)	Besondere Vorsichtsmaßregeln	Mehrgefährdung von Anlagen am Ende der Leitung
		kV	in % der Betr.-Sp. g.	trocken	nass			
1	45	—	—	—	—	keine	keine	ja
2	135	220 ²⁾	163	380	—	keine	keine	—
3	45	—	—	—	—	a1	—	—
6	—	—	—	—	—	a1 oder c	—	nein
4	50	—	—	—	—	c + e	keine	ja
15	—	—	—	—	—	—	—	—
5	50	—	—	—	—	b + a1 oder c + d oder e	—	ja
16	16	—	—	—	—		—	—
8	8	—	—	—	—	—	—	—
6	60	120	200	190-220	160-170	keine	keine	nein
15	15	50	333	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	c + e	keine	ja, besonders Transformatorklemmen
8	7	—	—	—	—	oder g	—	
80	80	—	—	—	—	keine	—	
8	50/10	—	—	reichlich	—	a2	keine	—
9	9,5	50	525	80	50	a1 + b + d	Apparate und Isolatoren für zweifache Betriebsspannung	ja
10	48	95	200	143	130	i, a1 in den Endstationen, e ³⁾		ja
11	52	—	—	—	—	früher a1+b jetzt b+f	keine	ja in 6 kV-Netz
60	60	—	—	—	—	keine	ja	
12	50	—	—	—	—	h über Spannungswandler	keine	ja
13	50	ca. 100	200	124	—	b + f oder b + e oder b + c oder b + e + g oder b	keine	ja
12	12	—	—	—	—	a1 + f	—	—
14	50	95 ⁴⁾	190	116	85	b	Apparat mit hoher Prüfspannung	nein
25	25	130 ⁵⁾	260	—	—	a1 + b + d		—
15	32	—	—	—	—	b	keine	nein
42	—	—	—	—	—	a1 + b + d	—	—
60 u. 42	—	—	—	—	—	e + h	—	—
16	ca. 52	—	—	—	—	a + b + e + h	—	—
15	15	—	—	—	—	a + b + c + d	—	—
9	9	—	—	—	—	a + b	—	—
9	9	—	—	—	b + 30 m Kabel	—	—	—
17	45	91	200	115	103	b + e	große Abstände	ja
10	10	25	200	—	—	b + e		—
18	—	—	—	—	—	c + e + g	—	—
19	10	32	320	70	50	b	Isolatoren und Apparate für 11 und 24 kV bemessen	nur wenn ohne Erdseil
58	58	580	—	—	—	—		
20	4	12 ⁶⁾	300	—	—	a + b + c	keine	nur im Gebirge
21	55	—	—	—	—	keine	—	
22	135	270	200	—	—	keine	vorsichtige Disposition	ja
50	50	100	200	165	90-100	—		ja
23	45	—	—	—	—	b	—	—
50 ⁷⁾	—	350	mindest.	mindest.	—	—	hohe Isolations-Festigkeit	nein
80 ⁷⁾	175	220	3 X V	2 X V	—	keine		—
115 ⁷⁾	150	—	—	—	—	—	—	—
24	45	110	—	180	—	a1 + b	grosser Phasenabstand hohe Prüfspannung	—
10	10	50	500	78	—	—		—
26	60	—	—	—	—	b + f	—	—

1) Es bedeuten:

- a1 Hörnerableiter mit Wasserwiderständen.
 a2 „ Metallwiderständen.
 b Drosselpulnen.
 c Kondensatoren.
 d Wasserstrahlerder.
 e Erdungsdrosselpulnen.
 f Löschspulnen.
 g Schwingungsbegrenzer.

h Nullpunktserdung.

i Erdseil.

2) Spannung gegen Erde.

3) In einer Station.

4) Bei Transformatoren.

5) Bei Durchführungen.

6) Bei Kabeln.

7) Isolation für 135 kV-Betrieb.