Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 32 (1941)
Heft: 25

Artikel: Neuere Forschungsergebnisse im Überspannungsableiterbau
Autor: Gantenbein, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057673

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: 08.08.2025

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

s'élevait à 33 000 A, comme dans l'exemple précédent. Le courant de suite *I* a passé pendant 1/4 de

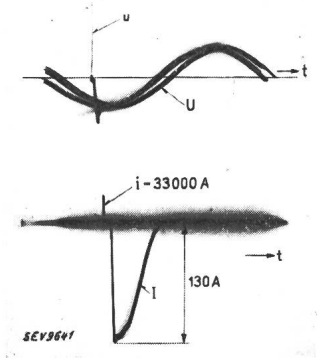

Fig. 8.
Essai d'extinction.
U Tension du réseau à 50 pér/s.
u Tension de choc.
I Courant de suite.
i Courant de choc (l'échelle de ce courant est tronquée pour des raisons de sécurité de l'appareillage de mesure).

période environ et le parafoudre s'est désamorcé au premier passage de la tension *U* par zéro.

4° Conclusions.

Nous avons voulu montrer dans cet exposé rapide et malheureusement incomplet, combien la technique des parafoudres a progressé au cours des derniers mois. Les résultats obtenus sont particulièrement encourageants non seulement parce qu'ils ont prouvé qu'il était possible de construire des parafoudres pour les conditions les plus extrêmes de tension et d'intensité qui puissent se présenter, mais encore parce qu'ils permettent d'améliorer la construction des parafoudres des types courants.

Vorsitzender: Ich danke Herrn Degoumois für seinen Vortrag. Er hat Ihnen ganz kurz zwei Gebiete herausgeschält: den Ableiter mit grossem Schluckvermögen einerseits und anderseits den Ableiter für Höchstspannung. Ich bin überzeugt, dass die Ausführungen des Herrn Degoumois Sie interessiert haben.

Ich möchte nun weitergehen und Herrn Gantenbein bitten, seinen Vortrag zu beginnen.

Neuere Forschungsergebnisse im Ueberspannungsableiterbau.

Referat, gehalten an der Kurzvorträgeveranstaltung des SEV vom 21. Juni 1941 in Zürich.

Von *A. Gantenbein*, Zürich-Oerlikon.

621.316.933

Es wird über neue Erfolge im Bau von Ueberspannungsableitern berichtet. Diese Erfolge beruhen einerseits auf einem neuen Aufbau der spannungsabhängigen Widerstände, deren Belastungsmöglichkeit mit einem Schlag um gut eine Grössenordnung gesteigert werden konnte, anderseits auf einer Druckgasbeblasung der Löschfunkenstrecke, wodurch der nachfolgende Netzstrom viel grösser sein darf als bei der gewöhnlichen selbstlöschenden Funkenstrecke mit Löschplatten.

L'auteur décrit les récents progrès réalisés dans la construction des parafoudres. Ces progrès sont le résultat d'une constitution nouvelle des résistances variables avec la tension, dont la capacité de charge a pu être considérablement augmentée, et d'autre part au soufflage pneumatique des parafoudres. Ceux-ci sont capables d'interrompre des intensités de courant suivant la décharge beaucoup plus élevées que les parafoudres à dispositif d'extinction ordinaire.

Bei Ueberspannungsableitern kommt besonders zwei Bauelementen, dem spannungsabhängigen Widerstand und der Löscheinrichtung, die den nachfolgenden Netzstrom löscht, eine ausschlaggebende Bedeutung zu. Diesen beiden Bauelementen eines Ueberspannungsableiters hat die Maschinenfabrik Oerlikon bei deren Weiterentwicklung ihre ganz spezielle Aufmerksamkeit geschenkt. Ueber die erzielten Fortschritte im Ueberspannungsableiterbau soll hier kurz berichtet werden.

1. Spannungsabhängige Widerstände.

Schickt man durch einen spannungsabhängigen Widerstand einen Stoßstrom und misst gleichzeitig mit dem Kathodenstrahloszillographen den durch den Widerstand fliessenden Strom und die an dem Widerstand auftretende Spannung, so erhält man zwei Oszillogramme, die den in Fig. 1 dargestellten Verlauf aufweisen. Trägt man die zusammengehörigen Strom- und Spannungswerte im rechtwinkligen Koordinatensystem auf, und zwar auf der Abszissenaxe den Strom, auf der Ordinatenaxe die Spannung, so erhält man das in Fig. 2 dargestellte Kurvenbild *a*.

Es muss hier gleich auf eine Eigentümlichkeit dieser spannungsabhängigen Widerstände hingewiesen werden. Bei ansteigendem Strom ist die Spannung am Widerstand grösser als bei sinkendem Strom. Es entsteht eine Kurve, die an die Hysteresis-Schleife bei der Magnetisierung von Eisen erinnert. Der ideale Verlauf für einen spannungsabhängigen Widerstand ist in Fig. 2 durch die Kurve *b* dargestellt. Bei kleinem Strom soll der Ohmwert des Widerstandes möglichst gross und bei grossem Strom möglichst klein sein. Die «Hysteresis-Schleife» sollte im weitern möglichst eng werden.

Der spannungsabhängige Widerstand besteht aus Karborundum, d. h. Siliziumkarbid-Kristallen, chemische Formel SiC, die mittels eines Bindemittels ähnlich keramischen Produkten gebrannt werden.

Ueber das Zustandekommen der Spannungsabhängigkeit des Widerstandes sind bis jetzt drei Ansichten bekannt geworden. Die Amerikaner, die wohl als erste die spannungsabhängigen Widerstände für die Ueberspannungsableiter ausnützten, erklärten sich die Spannungsabhängigkeit zuerst mit dem *Kathodenfall* der vielen zwischen den einzelnen Widerstandsscheiben entstehenden sehr kurzen Funken. Später wurde die Spannungsabhängigkeit mit der *negativen Charakteristik* der vielen kleinen Lichtbogen, die in den Poren zwischen den Siliziumkarbid-Kristallen brennen, erklärt. Müller-Hillebrand führte sie ausserdem noch auf *Kaltemission* von Elektronen zurück.

An Hand unserer neuesten Versuche können wir sagen, dass wohl keine der genannten Vorstellungen richtig ist oder das Wesentliche trifft. Unsere Versuche gingen in zwei Richtungen:

a) Prinzipielle Abklärung des Vorganges beim Stromdurchgang im spannungsabhängigen Widerstand.

b) Versuche zur Verbesserung der bisherigen Widerstände.

a) Prinzipielle Abklärung des Vorganges beim Stromdurchgang im spannungsabhängigen Widerstand.

Bei diesen Untersuchungen haben wir uns von den bisherigen Anschauungen getrennt und sind dabei auf folgende erfreuliche und interessante Resultate gestossen. Wir haben das bisher bekannte Widerstandsmaterial unter Druckluft bis 25 kg/cm² gesetzt und konstatiert, dass sich die Strom-Spannungs-Kennlinie gegenüber der Prüfung unter Atmosphärendruck nicht änderte. Hierauf wurden die Poren zwischen den Siliziumkarbid-Kristallen, entgegen allen Regeln der «Vernunft», unter Hochvakuum mit einem Isolierstoff ausgefüllt. Selbst dieses Vorgehen vermochte an der Strom-Spannungs-Charakteristik des Materials nichts zu ändern.

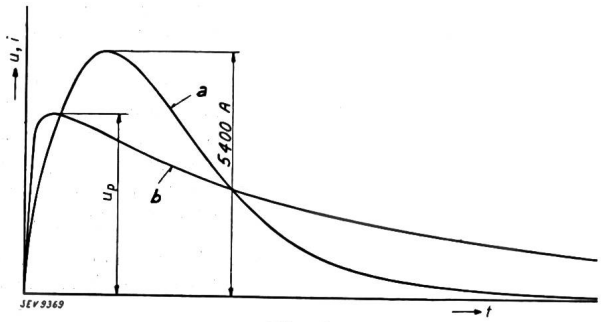

Fig. 1.
Stossversuch mit spannungsabhängigem Widerstand.
Kurve *a* Stoßstrom.
Kurve *b* Spannung am Widerstand.
t Zeit. *u* Spannung. *i* Strom. u_p Restspannung.

Die negative Charakteristik der vielen in den Poren brennenden Lichtbogen kann also unmöglich die Ursache der Spannungsabhängigkeit des Widerstandsmaterials sein. Der technische Erfolg der obigen Massnahmen übertraf aber alle Erwartungen. Aus einem spannungsabhängigen Widerstand, der ohne Imprägnierung in freier Luft ca. 1600 A Stoßstrom bei einer Halbwertzeit von ca. 30 μs aushält, wird durch die Imprägnierung oder durch die Unterdrucksetzung ein Widerstand, der 20 000 A bei derselben Halbwertzeit ohne weiteres erträgt. Wir haben diese Widerstände mit der Stossanlage der FKH des SEV mit der Grenzleistung der Anlage, d. h. mit Stoßströmen von ca. 70 000 A und einer Halbwertzeit von 11 μs gestossen. Fig. 3 zeigt ein solches, vom Versuchsleiter der FKH aufgenommenes Kathodenstrahl-Oszillogramm.

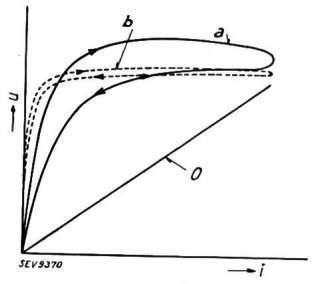

Fig. 2.
Strom-Spannungs-Kennlinie eines spannungsabhängigen Widerstandes.
Kurve *a* Hysteresis-Schleife gross.
Kurve *b* Idealer Kurvenverlauf.
0 Ohmscher Widerstand.
u Spannung am Widerstand.
i Ableitstrom.

Wie erklären wir uns nun das Zustandekommen der Spannungsabhängigkeit? Es ist bekannt und bereits veröffentlicht, dass das Siliziumkarbid eine starke Neigung zur Oxydation besitzt, und zwar schon bei normalen Temperaturen. Auf den Kristallen bildet sich daher stets eine — wenn auch sehr dünne — Oxydhaut aus Quarz, chemische Formel SiO_2. Diese Quarzhäutchen wirken bei einem Stromdurchgang als dünne Sperrschichten, da Quarz bei normaler Temperatur ein guter Isolator ist. Siliziumkarbid gehört in die Klasse der Leiter, deren spez. Widerstand mit höherer Temperatur abnimmt. Wird nun die Spannung an den Widerstand angelegt, so verhindern diese Sperrschichten zuerst praktisch den Stromdurchgang. Erst beim Auftreten einer bestimmten Feldstärke werden diese dünnen Sperrschichten teilweise leitend, bzw. durchschlagen. Ob diese Stromleitung durch eine Elektronen-Emission, ähnlich dem Vorgang bei Thermoemission, oder durch Ionenleitung bei grösseren Temperaturen entsteht, ist noch nicht abgeklärt. Die Uebergangsstellen an den Kristallen erwärmen sich in jedem Fall sehr rasch und werden glühend. Dadurch wird die starke Zunahme der Leitfähigkeit des Widerstandes sowohl bei der Annahme von Thermoemission, als auch bei der Annahme von Ionenleitung möglich.

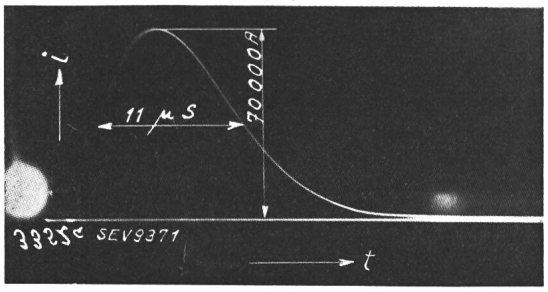

Fig. 3.
Kathodenstrahloszillogramm eines abgeleiteten Stoßstromes von 70 000 A und 11 μs Halbwertzeit.

Im weitern zeigt sich, dass die «Hysteresis-Schleife» des spannungsabhängigen Widerstandes eine Folge der thermischen Trägheit der Siliziumkarbid-Kristallteile ist. Zur Aufheizung dieser Kristallteile muss zuerst im steigenden Ast der Strom-Spannungs-Kennlinie eine gewisse Energie zugeführt werden, bis die verstärkte Stromleitung einsetzt. Im fallenden Ast der Strom-Spannungs-Kennlinie wirkt diese Energie immer noch nach.

Eine weitere Möglichkeit zur Erklärung der Spannungsabhängigkeit können die ungleich dicken Sperrschichten der einzelnen Siliziumkarbid-Kristalle sein. Mit steigender Feldstärke nehmen dann immer mehr Karborundumkristalle an der Stromleitung teil.

Durch die Imprägnierung der Widerstände konnte nicht nur die Grösse des Ableitstromes wesentlich gesteigert werden, sondern es nahm auch die *Beständigkeit* der Widerstände enorm zu. Dies geht namentlich aus einem vom SEV durchgeführten Dauerversuch hervor, bei welchem der Widerstand mit einem Stoßstrom von 18 000...19 000 A mit ca. 30 μs Halbwertzeit 200mal gestossen wurde. Die Strom-Spannungs-Kennlinie nach dem

zweiten und zweihundertsten Stoss blieb praktisch gleich.

b) Versuche zur Verbesserung der bisherigen nicht imprägnierten Widerstände.

Unser erstes Ziel war, die bisherigen Widerstände auf Grund der gefundenen Erkenntnisse in ihrer Herstellung zuerst ohne Imprägnierung weiter zu verbessern. Der Einfluss von Bindemittel, Brenntemperatur, Brenndauer, Korngrösse, Sperrschichtdicke usw. musste bestimmt werden. Auf Grund dieser mannigfaltigen Versuche sind schon wesentliche Fortschritte erzielt worden. Leider können nun aber die auf «doppelte Art und Weise» verbesserten Widerstände (verbesserte bisherige Herstellung plus Imprägnierung) mit der grössten zur Verfügung stehenden Stossanlage der Schweiz, derjenigen der FKH in Olten-Gösgen, nicht mehr bis

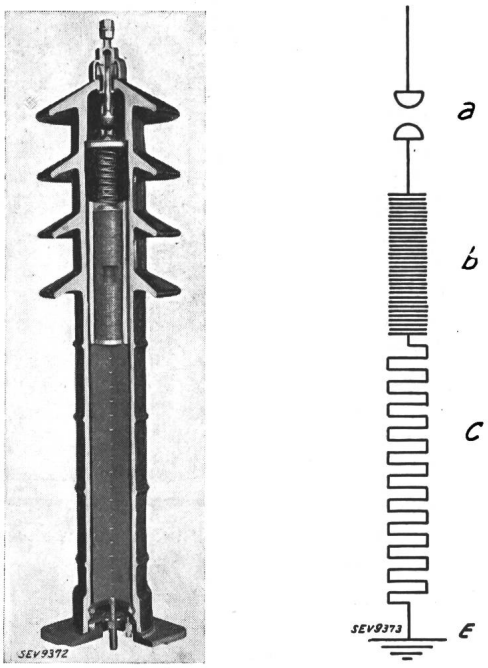

Fig. 4.
Ueberspannungsableiter für 50 kV mit selbstlöschender Löschfunkenstrecke.
Links: Ansicht und Schnitt. Rechts: Prinzipschema.
a Vor-Funkenstrecke. *b* Löschfunkenstrecke.
c Spannungsabhängiger Widerstandsblock. *E* Erde.

zur Zerstörung geprüft werden, da die zur Verfügung stehende Grenzleistung schon zu klein ist.

Wir möchten hier die Anregung machen, die Stossanlage der FKH zu verdoppeln, um der Schweiz den gewonnenen Vorsprung im Bau der spannungsabhängigen Widerstandsmaterialien zu sichern. Wir sollten die grossen Blitzströme von 100 000...150 000 A nachahmen können.

Zum Abschluss dieser Widerstandsfragen möchte ich kurz 3 Grössen erwähnen, die für die Güte eines Widerstandsmaterials entscheidend sind:

1. *Spannungsabhängigkeit:* Die Restspannung-Strom-Charakteristik lässt sich annähernd als Potenzfunktion darstellen, d. h. der Strom folgt ungefähr der Formel $i = k_1 \cdot u^n$. Je grösser n wird, desto grösser ist die Spannungsabhängigkeit und desto besser ist der Widerstand für Ueberspannungsableiter geeignet. Die Werte für n sind für die bisherigen Widerstände von der Grössenordnung 3...6, je nach Herstellung. Da die Grösse der Hysteresisschleife für die Güte des Widerstandsmaterials ebenfalls eine grosse Rolle spielt, so gibt das Verhältnis:

$$k_2 = \frac{\text{Restspannung}}{\text{Löschspannung}}$$

eine gute Kennziffer. Bei den bisherigen Widerständen beträgt k_2 ca. 2. Man ist bestrebt, k_2 möglichst klein zu machen.

2. *Energieaufnahmefähigkeit pro cm³:* Bei gleicher Spannungsabhängigkeit ist jenes Material das bessere, das pro cm³ mehr Energie aufnehmen kann, ohne dass es zerstört wird. Durch die Imprägnierung wird die Energieaufnahmefähigkeit ganz wesentlich gesteigert.

Zum Beispiel: Energieaufnahmefähigkeit pro cm³ Material in Luft ca. 12 Ws; dasselbe Material imprägniert 138 Ws.

3. *Beständigkeit:* Das Mass für die Beständigkeit eines Materials lässt sich ebenfalls durch einen Faktor B angeben. Der Faktor B stellt die Zahl der Stromstösse mit der vorgeschriebenen Halbwertzeit von ca. 30 μs dar, mit welcher das Material zerstört wird oder eine nennenswerte bleibende Veränderung erfährt. Dieser Zahlenwert wird für Stromstösse von 5 kA mit B_5, 10 kA mit B_{10}, 20 kA mit B_{20} usw. bezeichnet.

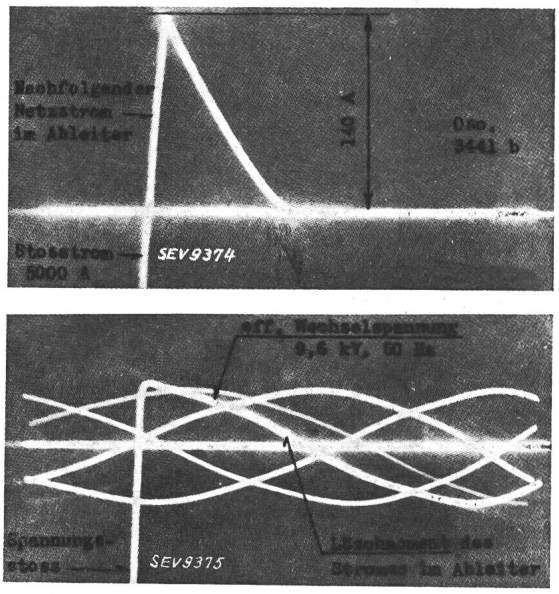

Fig. 5.
Löschversuch mit Ueberspannungsableiter mit selbstlöschender Löschfunkenstrecke (Kathodenstrahloszillogramm).
a Stromoszillogramm eines Löschversuchs an einem 8-kV-Ableiter bei einem Effektivwert der Netzspannung von 9,6 kV. Der Stoßstrom betrug 5000 A bei Welle 1/30.
b Spannungsoszillogramm des Löschversuchs nach Fig. 5a.

Die grossen Fortschritte in der Weiterentwicklung der spannungsabhängigen Widerstände wären nutzlos, wenn nicht auch bei den Löscheinrichtungen die entsprechenden Verbesserungen folgen würden.

2. Löscheinrichtungen für Ueberspannungsableiter.

Die bisher gebräuchlichen Ueberspannungsableiter arbeiten mit *selbstlöschender Funkenstrecke.* Sie bestehen aus einer grossen Anzahl Löschplatten, die nach dem Ableiten der Ueberspannung den nachfolgenden Netzstrom löschen müssen. Der Aufbau eines solchen Ableiters geht aus Fig. 4 hervor. Der

nachfolgende Netzstrom darf, damit er von den Löschplatten noch mit Sicherheit unterbrochen wird, eine bestimmte Grösse nicht überschreiten. Beim Ableiten der Ueberspannung soll der Ohmwert des Widerstandes möglichst klein sein. Nachdem aber diese Ueberspannung verschwunden ist, soll der Ohmwert möglichst gross werden, damit der nachfolgende Netzstrom von der Löschfunkenstrecke beim Nulldurchgang des Stromes sicher gelöscht wird. Es ist daher der Wunsch nach einem möglichst stark spannungsabhängigen Widerstand sehr verständlich.

Wir haben unsere Ueberspannungsableiter mit selbstlöschender Funkenstrecke durch den SEV für ein Nennableitvermögen von 1500 A, 2500 und 5000 A prüfen lassen, und zwar mit synchronisiertem Stoss nach dem neuesten Entwurf zu den Leitsätzen des SEV für Ueberspannungsableiter. Fig. 5 gibt das Spannungs- und Strom-Oszillogramm eines solchen Löschversuches wieder.

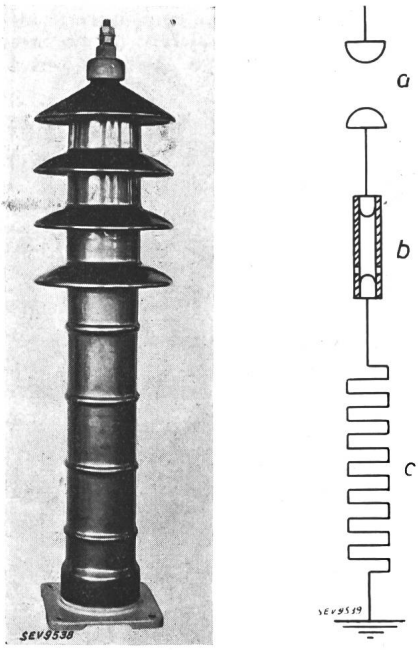

Fig. 6.
Druckgasableiter mit Selbsterzeugung des Druckgases.
Links: Ansicht. Rechts: Prinzipschaltung.
a Ansprech-Funkenstrecke.
b Löscheinrichtung mit Selbsterzeugung des Druckgases.
c Spannungsabhängiger Widerstand.

Der Grösse des Nennableitvermögens wird durch die Löschfunkenstrecke eine Grenze gesetzt. Erstens werden die Löschplatten durch die grossen Ableitströme stärker angebrannt. Zweitens bedingt ein grösseres Ableitvermögen auch einen grösseren nachfolgenden Netzstrom. Dieser würde aber von der üblichen Funkenstrecke nicht mehr gelöscht. Um die neuesten Widerstandsmaterialien voll ausnützen zu können, muss deshalb eine bessere Löscheinrichtung geschaffen werden. Eine Lösung liegt im *Druckgasableiter* von dem wir folgende zwei Arten unterscheiden:

a) *Druckgasableiter mit Selbsterzeugung* des Druckgases durch den entstehenden Lichtbogen.

Fig. 6 zeigt dessen schematischen Aufbau und Ansicht. Die Unterbrechung des nachfliessenden Netzstromes erfolgt hier durch das vom Lichtbogen in einem Löschrohr erzeugte Druckgas.

Bei grossen Stoßströmen wird bereits während dem Stossvorgang ein derart hoher Gasdruck erzeugt, dass der Gesamtstrom bei synchronisiertem Stoss schon beim ersten Nulldurchgang gelöscht wird und überhaupt kein nachfolgender Netzstrom entsteht.

b) *Druckgasableiter mit fremderzeugtem* Druckgas.

Wir haben auch diese Ausführung gebaut und eingehend geprüft. Fig. 7 zeigt dessen schematischen Aufbau und Ansicht.

Zur Löschung des nachfolgenden Netzstromes dient *Druckluft* von ca. 7 kg/cm². Da in neuen grösseren Anlagen meistens schon Kompressoren für Druckluftschalter oder -Antriebe vorhanden sind, so steht dieses Löschmittel praktisch kostenlos zur Verfügung. In Anlagen, wo kein Kompressor vorhanden ist, kann die Druckluft — weil der Ableiter nur selten anspricht und eine nur sehr geringe Luftmenge benötigt wird — von einer Hochdruckflasche über ein Druckreduzierventil geliefert werden.

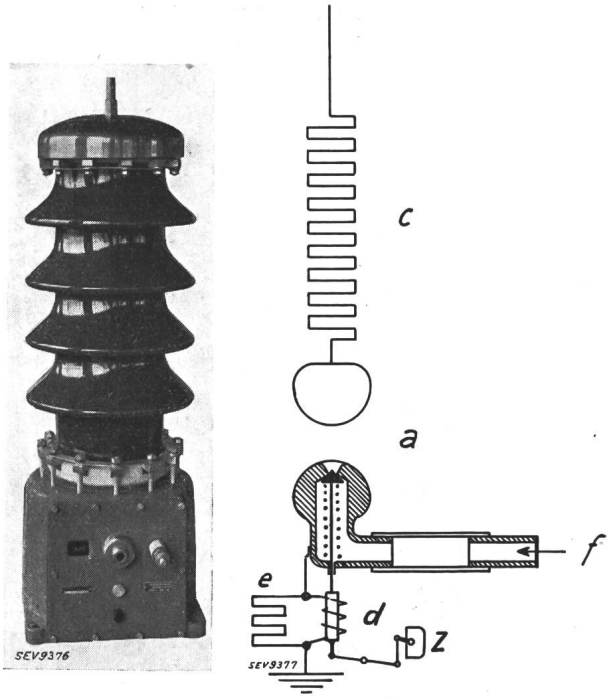

Fig. 7.
Druckgasableiter für 50 kV mit fremderzeugtem Druckgas.
Links: Ansicht. Rechts: Prinzipschaltung.
a Ansprech- und Löschfunkenstrecke.
c Spannungsabhängiger Widerstandsblock.
d Pneumatisches Ventil mit Elektromagnet.
e Spannungsabhängiger Shuntwiderstand zur Magnetwicklung *d*.
f Druckgas-Eintritt.
Z Ansprechzähler.
} Elektroventil

Die Widerstände und der Anschluss an das Netz befinden sich im oberen Teil eines Isolators, während dessen unterer Teil und die Fussplatte die Funkenstrecke und das Elektroventil mit Ansprechzähler enthalten. Wie bei den Ueberspannungsablei-

tern mit selbstlöschender Funkenstrecke ist auch hier die Anschlussklemme der Erdleitung von der Grundplatte und dem Druckluftanschluss isoliert, entsprechend dem Bundesgesetz über elektrische Anlagen. Das Elektroventil wird durch einen kleinen Elektromagneten betätigt, dessen Wicklung durch spannungsabhängige Widerstände überbrückt ist, damit beim Ableiten des Stoßstromes die Spannung an der Wicklung nicht zu gross wird. Das Elektroventil betätigt einen Differentialkolben von einigen Grammen Gewicht, wodurch in wenigen

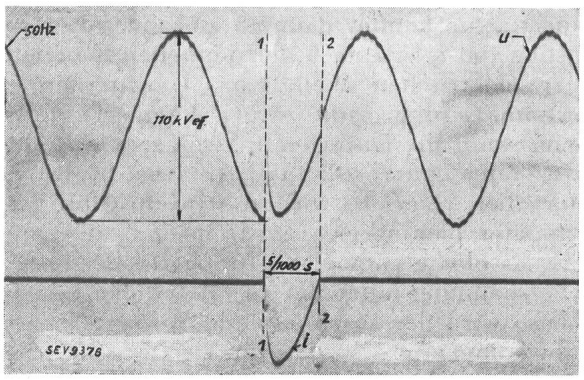

Fig. 8.
Löschversuch mit Ueberspannungsableiter mit druckgasbeblasener Löschfunkenstrecke.

Löschspannung 110 kV (Effektivwert).
u Spannung am Ableiter. *i* Nachfliessender Netzstrom.
1 Ansprechen des Ableiters. *2* Löschung des nachfliessenden Netzstromes.

Tausendstelssekunden ein starker Luftstrom freigegeben wird. Durch die hohle Elektrode bebläst er den Lichtbogen und löscht ihn in einer Halbwelle. Schon das Verkleinern dieser Eigenzeit war ein Studium für sich. Fig. 8 zeigt das erreichte Resultat. In weniger als $^5/_{1000}$ s vermag diese Funkenstrecke den nachfolgenden Netzstrom zu löschen. Wir haben eine grosse Anzahl solcher Löschversuche mit synchronisiertem Stoss nach dem neuesten Entwurf zu Leitsätzen des SEV für Ueberspannungsableiter durchgeführt.

Mit dem lichtbogenlöschenden Druckluftstrom wird pneumatisch ein Zählwerk betätigt, das eine Kontrolle über die Ansprechhäufigkeit des Ableiters ermöglicht. Der Luftverbrauch pro Schaltung ist äusserst gering. Er beträgt, bezogen auf den Arbeitsdruck des Ableiters, 2...3 Liter. Der Druckgasableiter ist überall da am Platze, wo auch bei direkten Blitzschlägen keine Zerstörung des Ableiters riskiert werden darf oder wo wertvolle, jedoch schwach isolierte Anlageteile gegen atmosphärische Störungen zuverlässig geschützt werden sollen. Selbst direkte Blitzschläge vermögen an dieser robusten Löschfunkenstrecke keine schädlichen Verbrennungen zu erzeugen, welche die Ansprechspannung des Ableiters merklich beeinflussen.

Der grosse Vorteil der Druckgasbeblasung der Löschfunkenstrecke liegt aber darin, dass der nachfolgende Netzstrom viel grösser sein darf als bei der selbstlöschenden Funkenstrecke. Bei Anlagen mit schwacher Isolation darf deshalb die Zahl der in Serie geschalteten spannungsabhängigen Widerstandsblöcke zugunsten einer kleinen Restspannung verkleinert werden. Im weitern ist mit den heutigen Widerständen eine Parallelschaltung zulässig, da dieselben sehr gleichmässig hergestellt werden können.

Versuche haben gezeigt, dass sich der Druckgasableiter auch für Ueberspannungsableiter für Höchstspannung sehr gut eignet. Fig. 8 zeigt nämlich eine Löschung bei 110 kV und einen nachfliessenden Netzstrom von einigen hundert Ampère. Der Vorteil liegt darin, dass bei dieser Löschfunkenstrecke der Stossfaktor praktisch 1 ist. Er kann durch Zusatz-Widerstände, bzw. -Kapazitäten in speziellen Fällen auch kleiner als 1 gemacht werden.

Die in der letzten Zeit von verschiedenen Firmen durchgeführten Versuche haben die Schweiz mit an die Spitze im Ueberspannungsableiterbau geführt. Es sind aber speziell beim spannungsabhängigen Widerstand noch verschiedene physikalische Vorgänge weiter abzuklären. Gerade hier wäre ein Gebiet, wo die Hochschule, der SEV, die FKH und die Industrie sich in gemeinsamer Arbeit wertvoll ergänzen könnten.

Vorsitzender: Ich danke Herrn Gantenbein für seinen temperamentvollen Beitrag zu unserem Thema. Herr Gantenbein hat noch ein neues Element hineingebracht; er hat Ihnen einigermassen durchblicken lassen, was es eigentlich braucht, um solche Ableiter zu machen.

Die andern Herren haben uns bis jetzt nichts gesagt von den Schwierigkeiten, die sie hatten, um die Widerstände zu bauen; aber Herr Gantenbein hat Ihnen nun wenigstens einen ganz kleinen und, bezogen auf das ausserordentlich grosse Gebiet, bescheidenen Ueberblick gegeben. Sie können daraus ersehen, wie unendlich viel Arbeit in nur diesem einen kleinen Detail liegt.

Herr Gantenbein hat Ihnen sehr nett die Erweiterung der Konstruktion im Ueberspannungsableitergebiet gezeigt: zu der selbstlöschenden Funkenstrecke noch die mit Druckgasblasung.

Nun gebe ich Herrn Dr. Berger das Wort.

Der Ueberspannungsschutz von Hausinstallationen.

Referat, gehalten an der Kurzvorträgeveranstaltung des SEV vom 21. Juni 1941 in Zürich,
von *K. Berger*, Zürich. 621.316.93 : 621.315.37

Die Isolationsfestigkeit von Hausinstallationsmaterial und angeschlossenen Apparaten beträgt meistens nur wenige kV und liegt jedenfalls beträchtlich unter der Stossfestigkeit der speisenden Niederspannungsleitungen. Es wird untersucht, welchen Bedingungen Niederspannungsableiter genügen müssen, um einen Schutz der Gebäudeinstallation zu bewirken. Es zeigt sich, dass mindestens gleich wichtig wie die Eigenschaften des Ableiters dessen Einbauart in die Gebäudeinstallation ist. Bevor definitive Regeln für den

La rigidité diélectrique du matériel pour les installations intérieures et des appareils qui y sont raccordés n'atteint généralement que quelques kV; elle est en tout cas très inférieure à la résistance au choc des lignes d'alimentation à basse tension. L'auteur examine quelles sont les conditions auxquelles doivent satisfaire les parafoudres à basse tension montés pour protéger efficacement les installations intérieures. Le genre de montage dans l'installation est pour le moins aussi important que les propriétés du parafoudre.