

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 26 (1935)

**Heft:** 17

**Artikel:** Lösung von Oelbränden in elektrischen Anlagen

**Autor:** Müller, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060327>

#### 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:** 13.01.2026

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

Der Vortragende hat ferner vorgeschlagen, die Voruntersuchung von Höchstspannungsgleichrichtern ohne volle Leistung durchzuführen, in der Art, dass einmal das Ventil nur auf höchste Spannung beansprucht wird, während ein zweiter Versuch bei geringer Spannung, aber vollem Strom gemacht wird. Diese Methode kann keine Anhaltspunkte für das Verhalten eines Ventils im regulären Betrieb geben, da Rückzündungen auf diese Weise kaum auftreten. Eigene Versuche, die derart durchgeführt wurden, dass ein Ventil bei kleiner Spannung mit vollem Strom belastet und während der Sperrzeit der Anode diese mit Synchronkontakt an Hochspannung gelegt wurde, ergaben selbst bei diesen wesentlich schärferen Prüfbedingungen keine Rückzündungen. Die Brauchbarkeit eines Ventils kann deshalb nur bei Prüfung mit voller Leistung festgestellt werden.

Der Vortragende macht zum Votum von Herrn Benz folgende Bemerkungen: Die mehrphasige Gleichrichtung in einem Hochvakuumgefäß liegt kaum im Bereich der technischen Möglichkeit. Im Vortrag war auch nicht daran gedacht, sondern an so viel Hochvakuumgefässe als Phasen

vorhanden sind; deren Vereinigung zu einem Aggregat wurde als Einheit bezeichnet.

Die Vorprüfung durch getrennte Spannungs- und Strombeanspruchung ist zur Abklärung der Grundprobleme durchaus genügend. Prof. Marx hat seine Ventile<sup>1)</sup> auch so geprüft und war damit erfolgreich. Es ist selbstverständlich, dass alle diese Apparate eine betriebsmässige Prüfung mit voller Leistung aushalten müssen. Zur ersten Orientierung dürfte jedoch die getrennte Spannungs- und Stromprüfung ausreichend sein, denn die Bedingungen sind hier günstiger als im Dampfapparat; es besteht während der Sperrzeit keine Nachionisation und auch der Gasdruck bleibt dauernd sehr niedrig.

Der Vorsitzende dankt den Diskussionsrednern für die Mitwirkung an dieser Aussprache und gibt der Hoffnung Ausdruck, dass die Schweizer Industrie durch allseitige und verständnisvolle Zusammenarbeit, besonders auch mit der Hochschule, an der Abklärung dieses Neulandes erfolgreich mitwirke.

<sup>1)</sup> Bull. SEV 1933, S. 270; 1935, S. 80.

## Lösung von Oelbränden in elektrischen Anlagen.

Von der Materialprüfanstalt des SEV (Bearbeiter P. Müller, Zürich).

614.845:621.315.615

Im Auftrage der Brandschutzkommision des SEV und VSE führte die Materialprüfanstalt des SEV Löscharbeiten durch, über welche im folgenden berichtet wird. Die Versuche verfolgten als Hauptzweck, die Leistungsfähigkeit der verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Handfeuerlösch-Apparate festzustellen; im Laufe der Untersuchung wurden auch Proben mit Wasser als Löschmittel durchgeführt.

La Station d'essai des matériaux de l'ASE a effectué, sur l'ordre de la commission de la protection contre l'incendie, des essais d'extinction. Le but principal de ces essais était d'étudier le rendement des différents appareils extincteurs se trouvant sur le marché; ils furent complétés par des essais à l'aide d'eau.

### 1. Versuchsanordnung.

Die Versuche sind im ausgeräumten Kesselhaus der ursprünglichen Dampfzentrale Letten des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich (EWZ) durchgeführt worden. Die Grundfläche des Raumes beträgt  $10 \times 11 \text{ m}^2$ , die Höhe 12 m.

Als Brandherd wurde ein rechteckiger Schalterkessel mit einer freien Oberfläche von  $910 \times 380 \text{ mm}^2$  gewählt; der 560 mm tiefe Kessel stand auf einem 400 mm hohen Eisengestell und war mit gebrauchtem Transformatoren-Mineralöl gefüllt. Auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Kübels waren Wellblechwände von 850 mm Breite und 2000 mm Höhe aufgestellt, während über der Versuchseinrichtung in 2,1 m Höhe über Boden (minimale Höhe von Bedienungsgängen in elektrischen Anlagen) ein horizontales Dach von  $3,4 \times 3,5 \text{ m}^2$  errichtet wurde. Die ganze Versuchseinrichtung, welche eine beidseitig offene Schalterzelle nachahmen sollte, wurde in eine Blechwanne von  $1,3 \times 2,8 \text{ m}^2$  mit 100 mm hohen Seitenwänden gestellt, welche dazu diente, das aus dem Kessel ausfliessende Öl aufzufangen. Zum Abzug der Rauchgase wurde zwischen dem Dach über der Schalterzelle und der Wand des Kesselhauses ein Abstand von 1 m eingehalten; der Oelkessel selbst war mit einem Scharnierdeckel ausgerüstet, welcher dazu diente, nach Abschluss ergebnisloser Löscharbeiten die brennende Oeloberfläche zu decken und damit das Feuer zu ersticken. Die Anordnung der Versuchseinrichtung ist aus Fig. 1 und 2 ersichtlich.

Aus der Praxis ist bekannt, dass die Löscheinrichtungen für heiße Oelmassen wesentlich schwerer

sind als jene für Öl, bei dem nur ein geringes Quantum in der eigentlichen Brandzone auf Flammtemperatur gebracht ist<sup>1)</sup>.

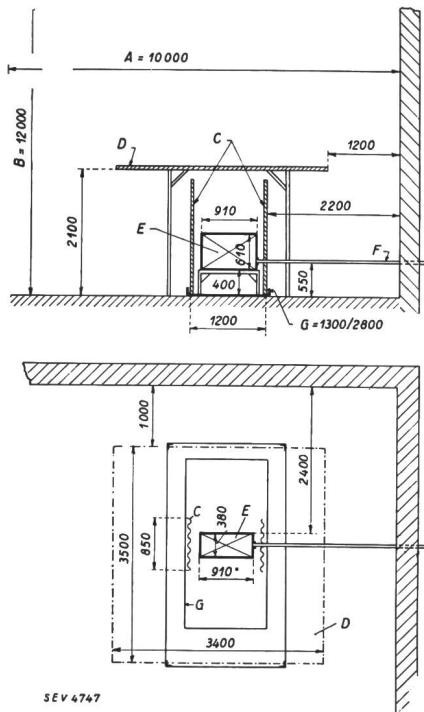


Fig. 1.  
Anordnung der Versuchseinrichtung.  
 A Gebäudebreite  
 B Höhe bis First  
 C Seitenwände  
 D Dach  
 E Oelkessel (Brandherd)  
 F Oelzuführrohr  
 G Auffangwanne.

<sup>1)</sup> Schalterbrand in der Usine du Chanet in Neuchâtel, Bull. SEV 1933, S. 201.

Eine erste Versuchsreihe wurde, in Nachahmung schwerer Löschbedingungen, in der Weise durchgeführt, dass das im Kessel befindliche Öl vor der Entzündung auf ca. 170° C erhitzt wurde. Diese Versuchsreihe zeigte mit aller Deutlichkeit die Begrenztheit des Löschvermögens der heute auf dem Markt erhältlichen Apparate und liess die Durch-

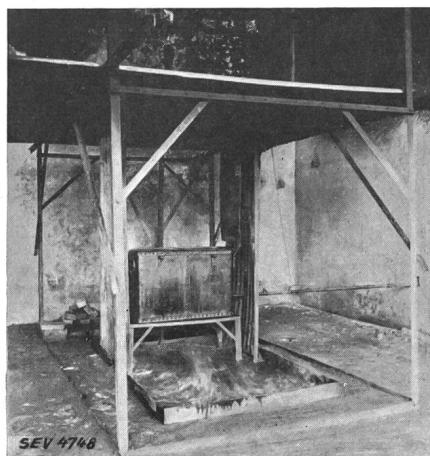


Fig. 2.  
Anordnung der Versuchseinrichtung.

führung einer zweiten Versuchsreihe, bei der das Öl im Kessel nicht mehr vorerwärmte wurde, wünschenswert erscheinen. Im übrigen wurde bei der zweiten Versuchsgruppe die allgemeine Versuchsanordnung beibehalten.

## 2. Die Löschverfahren.

Die heute marktgängig erhältlichen Handfeuerlöschgeräte scheiden sich in folgende Hauptgruppen:

### a) Kohlensäureapparate.

Bei diesen Geräten wird die natürliche Sauerstoffzufuhr zum Brandobjekt durch eine Kohlensäure-Hülle, die um die Brandstelle gelegt wird, verhindert. Gleichzeitig kann die Kühlwirkung der aus dem Behälter ausströmenden Kohlensäure zur Abkühlung der brennenden Stoffe nutzbringend verwendet werden. Die Apparate sind besonders zur Bekämpfung von Bränden in geschlossenen Räumen geeignet.

### b) Tetrachlorkohlenstoffapparate.

Bei diesen Apparaten wird das Ersticken des Brandes durch eine Dampfhülle von Tetrachlorkohlenstoff bewirkt. Das Austreiben des Löschmittels aus dem Löschgerät erfolgt in der Regel durch Kohlensäure.

### c) Schaumlöschergeräte.

Bei diesen Geräten endlich werden die brennenden Objekte mit einer Schaumschicht zugedeckt. Die Schaumerzeugung erfolgt aus einem Schaumbildner, durch Luft oder auch auf chemischem Wege.

### d) Löschung mit Wasser.

Obwohl ausserhalb des eigentlichen Rahmens der Versuche liegend, ist die Löschung mit Wasser in fein verteilter Form vergleichsweise geprüft worden.

## 3. Ergebnis der Versuche.

### Versuche mit Vorerwärmung des im Kessel befindlichen Oels.

Zu Beginn des Versuches wurde der Inhalt des Kessels, ca. 155 l Öl, mit eingesetzten Metallwiderständen auf eine Temperatur von 160 bis 170° C gebracht, der Heizeinsatz hiernach entfernt und die fehlende Ölmenge durch Zufuhr von 20 l kaltem Öl ersetzt, derart, dass der Kessel bis an den Rand gefüllt war. Das Öl wurde darauf an der Oberfläche entzündet und während 8 Minuten brennen gelassen. Dann wurden mit einer Pumpe weitere 30 l kaltes Öl unten in den Oelkessel eingeführt, wodurch der brennende Inhalt zum Ueberfliessen kam und sich brennend in der Auffangwanne verteilte. Nach Ablauf von 11 Minuten, gerechnet vom Beginn der Entzündung an, wurde mit den Löschversuchen begonnen. Hitze- und Rauchentwicklung waren recht beträchtlich (Fig. 3). Die Flammen füllten die ganze Schalterzelle aus und schlug zeitweise ca. 1 bis 1,5 m über das Blechdach der Versuchsanordnung hinaus.

Der Angriff auf den Brandherd erfolgte von der innern offenen Seite der Zelle aus. Für den Abstand des Bedienenden vom Brandobjekt wurde



Fig. 3.  
Die Rauchentwicklung.

keine Vorschrift aufgestellt, jedoch war es zu Anfang eines Löschversuches infolge der erzeugten Hitze unmöglich, näher als ca. 1,5 m an den Rand der Auffangwanne heranzugehen. Bei zunehmender Löschwirkung wurde die erzeugte Hitze geringer und erlaubte ein weiteres Vorrücken gegen den Brandherd. Die zur Verfügung gestellten Löschapparate wurden von Angestellten des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich bedient, nachdem diese vor den Versuchen über den Gebrauch der Apparate durch die Fabrikanten unterrichtet worden waren. Das Bedienungspersonal wurde jeweils gewechselt, um eine in der Praxis auch nicht vorhandene allzu grosse Übung in der Feuerbekämpfung zu vermeiden.

### a) Kohlensäureapparate.

Die Löschversuche wurden mit zwei Fabrikaten durchgeführt; das eine enthält 6 kg, das andere, wesentlich grössere, 20 kg flüssige Kohlensäure. Bei

beiden Fabrikaten wird die Kohlensäure über ein Ventil entspannt und mit einem Wurfrohr als Kohlensäureschnee auf das Brandobjekt geschleudert. Die erreichte Wirkung war äusserst bescheiden. Es konnte keine merkliche Schwächung des Brandes erreicht werden. Dieser Misserfolg dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die Kohlensäure durch den starken Auftrieb der Flammen weggetragen und sofort durch Frischluft ersetzt wurde.

*b) Apparate mit Tetrachlorkohlenstoff-Füllung (Tetralöscher).*

Bei einem kleinen Apparatetyp von 1 und 2 l Inhalt für einhändige Bedienung steht die Löschflüssigkeit ständig unter Druck; eine Anzeigevorrichtung ermöglicht die Kontrolle der Gebrauchsfähigkeit des Apparates. Das Gerät wird durch Niederdrücken eines Hebels pistolenartig betätigt. Mit dem Einsatz von 2 Apparaten, die von einem Mann gleichzeitig bedient wurden, konnte das Feuer in der Auffangwanne fast vollständig ersticken werden. Trotz gleichzeitigem Einsatz von vier Apparaten konnte jedoch das Feuer im Kessel nicht eingedämmt werden; im ganzen sind bei einem Versuch 10 Apparate erfolglos verwendet worden.

Bei einem zweiten Fabrikat von Apparaten wurde die Lösung zunächst mit einem Modell, das 10 kg Löschflüssigkeit enthält, anschliessend mit einem solchen von 5 kg und zuletzt mit einem Gerät von 3 kg versucht. Bei dieser Apparaten-Type steht die Löschflüssigkeit ständig unter einem Druck von  $8 \text{ kg/cm}^2$ . Das Ausströmen erfolgt über ein abstellbares Ausströmventil. Das grosse Modell wird am Rücken getragen, die Spritzdüse ist durch ein kurzes Schlauchstück mit dem Gerät verbunden. Bei beiden kleineren Modellen ist die Spritzdüse am Apparat selbst angebracht.

Es gelang, das Feuer in der Auffangwanne mit dem zuerst verwendeten 10 kg-Modell zu löschen; eine wirksame Bekämpfung des Kesselbrandes hingegen war nicht möglich.

Die beim Löschen entstehenden Dämpfe lassen die Verwendung einer Gasmaske für den Bedienenden sehr ratsam erscheinen. Bei der ersten Versuchsreihe wurde diesem Umstand nicht Rechnung getragen, demzufolge mehrere der Beteiligten unter leichten Vergiftungserscheinungen litten. Die auch schon von anderer Seite<sup>2)</sup> erwähnte Tatsache, dass Eisenteile unter dem Einflusse der entstehenden heissen Gase oxydieren, bestätigte sich.

*c) Schaumlöscher.*

Bei einer Ausführung werden durch Kippen des 9 l enthaltenden Apparates Löschmittel und Austriebsflüssigkeit miteinander in Verbindung gebracht; die hierbei entstehende Kohlensäure treibt die Löschschaumflüssigkeit aus. Die Geräte sind durch ein Sicherheitsventil gegen zu grosse Drucksteigerung geschützt. Sie sind nach erfolgter Inbetriebnahme abstellbar, können im übrigen mit Spritz-

düse oder Giessrohr verwendet werden. Mit einem ersten Apparat war es möglich, das Feuer in der Auffangwanne zu löschen, drei weitere Apparate ergaben jedoch nur eine Schwächung des Feuers im Kessel. Die Ueberdeckung der Oeloberfläche im Kessel mit Schaum wurde in der Weise versucht, dass mit der Spritzdüse gegen den auf der Schmalseite des Kessels aufgeklappten Deckel gespritzt wurde, so dass der daraus herabfliessende Schaum eine Decke über das Oelgefäß bilden sollte. Das Feuer wurde allmählich ziemlich abgeschwächt, dann trat jedoch, vermutlich infolge Mischung des Schaumes mit dem Oel, ein Ueberkochen mit heftiger Feuergarbe auf, was zum erneuten Aufleben des Brandes führte.

Bei einer zweiten Ausführung von Schaumlöscheren mit 8 l Inhalt, die auf dem gleichen Prinzip beruht, gelang es unter Aufwendung von zwei Löschgeräten, das Feuer in der Auffangwanne zu ersticken und mit Einsatz von drei weiteren Geräten vollständig zu löschen. Der Inhalt des fünften Gerätes war zwar zur Lösung nicht mehr vollständig nötig.

Bei einer dritten Ausführung endlich erfolgt die Schaumerzeugung mit einer Luftschaumspritze. Das Gefäß, dem ein Schaumextrakt zugesetzt wird, fasst 20 l Wasser. Die den Schaum erzeugende Handpumpe ist in den Apparat eingebaut; während des Gebrauches kann nachgefüllt werden. Der Apparat ist mit einer etwa 3 m langen Schlauchleitung versehen; es wird mit Giessrohr oder Spritzdüse gearbeitet.

Mit einer Füllung konnte unter Verwendung von Giessrohr und Spritzdüse das Feuer in der Auffangwanne gelöscht werden; hingegen war es nicht möglich, den Kesselbrand zu löschen.

**Versuche ohne Vorerwärmung des im Kessel befindlichen Oeles.**

Zu Beginn des Versuches wurde der Inhalt des eingangs beschriebenen Oelkessels mit Benzin an der Oberfläche entzündet und während 7 Minuten sich selbst überlassen. Nach Ablauf dieser Zeit wurden mit einer Pumpe 30 l kaltes Oel unten in den Oelkessel eingeführt, wodurch der brennende Inhalt zum Ueberfliessen kam. Die Entzündung des Oeles in der Auffangwanne musste in der Regel mit Benzin erfolgen, da das brennend aus dem Kessel in die Wanne herabfliessende Oel infolge Abkühlung erloschte. Mit der Lösung wurde begonnen, sobald die ganze Fläche der Wanne in Brand stand. Die Zeit vom Beginn der Zündung bis zum Einsatz der Löschapparate war bei dieser Versuchsdurchführung naturgemäß verschieden; doch bleibt die Dauer des Kesselbrandes ohne gleichzeitiges Brennen in der Auffangwanne von geringem Einfluss, da sich ohne gleichzeitigen Brand in der Auffangwanne nur die oberste Oelschicht des Kessels stark erwärmt.

Die von den Fabrikanten zur Verfügung gestellten Löschapparate wurden auch bei diesen Versuchen von Angestellten des Elektrizitätswerkes der

<sup>2)</sup> Rapport Uytborek, UIPD 1934 II—14.

Stadt Zürich bedient. Bei den Apparaten mit Tetrachlorkohlenstoff-Füllung war der die Geräte Bedienende mit einer Gasmaske ausgerüstet; bei Anwendung der übrigen Apparate wurden keine besondern Schutzmassnahmen für den Bedienungsmann getroffen.

Die Feuerbekämpfung erfolgte von der offenen Seite der Schalterzelle aus. Zuerst wurde aus ca. 1 bis 2 m Distanz der Angriff auf das Feuer in der Auffangwanne begonnen und hiernach die schwierigere Löschung des Kesselbrandes unternommen.

#### a) Kohlensäureapparate.

Es wurde nur ein Versuch mit dem 6 kg-Modell der ersten Versuchsreihe ausgeführt; auch diesmal konnte keine Löschwirkung erreicht werden.

#### b) Tetrachlorkohlenstoffapparate.

Mit dem kleinen Typ von 2 l Inhalt konnte durch Einsatz von zwei Apparaten das Feuer in der Auffangwanne gelöscht werden; drei weitere Apparate reichten aber nicht aus, um auch das Feuer im Schalterkessel zu löschen.

Ein anderes Modell mit 5 l Löschflüssigkeit, die mit einer angebauten kleinen Kohlensäure-Druckflasche ausgetrieben wird, ergab trotz Anwendung von drei Apparaten keine Löschung. Es ist zwar anzunehmen, dass bei einwandfreier Bedienung der Wannenbrand gelöscht worden wäre. Die Betätigung war aus zu kurzer Distanz erfolgt.

Bei einem dritten Typ von Tetrachlorkohlenstoff-Löschernden endlich, entsprechend Fabrikat 2 der ersten Versuchsreihe (10 kg- und 3 kg-Modell), gelang die Löschung des Brandes in der Auffangwanne; doch trat später wieder eine Zündung ein, da ein kleiner Rest im hintern Teil des Bleches nicht gelöscht war. Die Löschung des Kesselbrandes war nicht möglich.

#### c) Schaumlöscher.

Mit zwei Geräten entsprechend Typ 1 der ersten Versuchsreihe gelang die Löschung sowohl des Wannen- als auch des Kesselbrandes. Das bei den früheren Versuchen festgestellte Ueberkochen trat nur in sehr geringem Masse auf.

Auch mit Apparaten des zweiten Types gelang es unter Aufwendung von zwei Geräten, den Brand vollständig zu löschen. Diese Geräte waren die einzigen, die schon beim ersten Versuche erfolgreich eingesetzt worden waren. Die dritte Luftschaumtype ermöglichte ebenfalls die Löschung des Wannenbrandes nach 70 Sekunden und die vollständige Löschung nach 3 Minuten 50 Sekunden.

#### d) Löschversuche mit Wasser.

Die guten Resultate, welche mit Wasser in feinster Verteilung (Steinsche Düse, Lechlerdüse) zur Löschung von Oelbränden erzielt wurden, liessen die Durchführung eines Versuches mit Wasser als interessant erscheinen. Zur Verwendung gelangte ein Strahlrohr, das sich durch Drehen verstetzen lässt (Körtingsche Streudüse); der Wasserdurch-

fluss betrug bei der angewandten Düseneinstellung 14 l/m. Nach 35 s war das Feuer im vorderen Teil der Auffangwanne gelöscht, nach weiteren 35 s auch das Feuer im Oelkessel und nach 1 m 35 s war die Löschung überhaupt beendet.

#### 4. Das elektrische Verhalten der Löschergeräte und weitere charakteristische Eigenschaften.

Für den Betriebsmann ist eine klare Antwort auf die Frage: Darf ich unter Spannung löschen oder nicht? recht wichtig. Durch zahlreiche Untersuchungen belegt ist die Tatsache, dass Tetrachlorkohlenstoff und Kohlensäure in der bei Löschergeräten verwendeten Form als Nichteileiter zu bewerten sind. Beziiglich Schaumlöscher waren keine Angaben betreffend Leitfähigkeit erhältlich, während die Frage des Wasserspritzens durch Versuche in Deutschland<sup>3)</sup>, England<sup>4)</sup> und in besonders eingehender Weise auch in Frankreich<sup>5)</sup> abgeklärt worden ist.

Die Prüfung der Schaumlöscher erfolgte in einer gemäss Fig. 4 skizzierten Anordnung. Das isoliert aufgehängte Blech von der Grösse 1400×850 mm<sup>2</sup> berührte mit dem untern Rande einen Porzellanisolator mit 10 Rippen und einer Isolierhöhe von

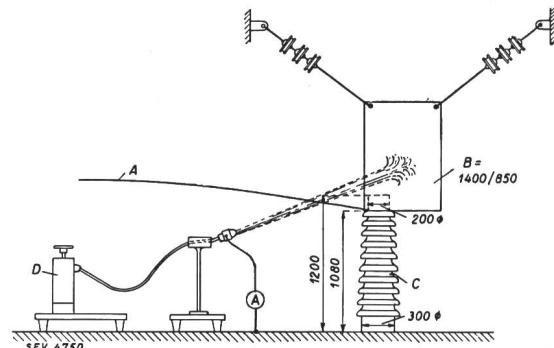


Fig. 4.  
Einrichtung zur elektrischen Prüfung der Schaumlöscher.

- A Spannungszuführung
- B Isoliert aufgehängtes Blech
- C Porzellanisolator
- D Schaumlöschergerät.

1080 mm. Als Schaumerzeuger wurde eine Handschaumpumpe benutzt, deren Düse über ein empfindliches Ampèremeter an Erde gelegt war; Pumpe und Zuleitung selbst waren von Erde isoliert. Die Verwendung einer Pumpe erwies sich als vorteilhaft, weil ein Unterbrechen des Spritzens jederzeit möglich war. Die Spannung zwischen Platte und Erde wurde für verschiedene Abstände zwischen Düse und Platte von 20 auf 100 kV gesteigert. Bei 100 kV war es jedoch nicht möglich, einen geschlossenen Strahl auf die Platte zu bringen. Erst bei einem Abstand von nur 1 m und einer auf 50 kV reduzierten Spannung gelang es, intermittierend die Platte mit völlig geschlossenem Strahl zu bespritzen.

<sup>3)</sup> Elektrizitätswirtsch., Febr. 1928, vgl. Bull. SEV 1934, S. 749.

<sup>4)</sup> Electr. Review, July 1933.

<sup>5)</sup> Rev. Gén. Electr., Sept. 1934, vgl. Bull. SEV 1934, S. 749.

Spritzdistanz 5 m:	Spannung 100 kV. Berührungsstrom $0,2 \cdot 10^{-3}$ A. Am Isolator, der auf einer Seite von herabfliessendem Schaum bedeckt war, traten Ueberschläge ein.
Spritzdistanz 2 m:	Spannung 100 kV. Berührungsstrom $0,2 \cdot 10^{-3}$ A.
Spritzdistanz 1 m:	Spannung 100 kV. Ohne Spritzen Berührungsstrom ca. $0,2 \cdot 10^{-3}$ A. Beim Spritzen ca. $0,25 \cdot 10^{-3}$ A. Spannung 50 kV. Beim Spritzen mit geschlossenem Strahl fliest kurzeztig ein Strom von $1,1 \cdot 10^{-3}$ A.

Um auch die Verhältnisse der Handlöschgeräte mit chemischer Schaumerzeugung einigermassen zu erfassen, wurde zur normalen Schaumflüssigkeit eine gleiche Menge 5prozentige Natriumsulfatlösung zugesetzt und diese auf 1 m Distanz gespritzt. Bei 50 kV Spannung konnten im Erdstrominstrument  $0,1$  bis  $0,15 \cdot 10^{-3}$  A nachgewiesen werden.

In gleicher Weise wurden auch Versuche mit Wasser als Löschmittel ausgeführt. An das geerdete Wasserleitungsnetz wurde zu diesem Zwecke der bei den Löschversuchen im Letten benützte Schlauch von 10 m Länge (lichte Weite 19 mm) mit dem zugehörigen Strahlrohr angeschlossen. Durch Drehen der Regulierung kann ein vollständig zerstäubter oder auch ein geschlossener Strahl erhalten werden. Die Distanz zwischen Düse und unter Spannung befindlicher Platte wurde ausgehend von 5 m auf 2 m verringert.

Beim Abstande von 2 m betrug der Berührungsstrom ca.  $0,1 \cdot 10^{-3}$  A, wenn zwischen Platte und Erde eine Spannung von 100 kV angelegt war und der geschlossene Wasserstrahl auf die Platte auftraf. Beim Spritzen von zerstäubtem Wasser floss kein messbarer Strom; die Düsenregulierung und das Spritzen war möglich, ohne dass der Bedienende irgendwelche Elektrisierung verspürte. Das zum Spritzen verwendete Leitungswasser wies einen spezifischen Widerstand von 3900 Ohm · cm auf; die 10 m lange Gummischlauchleitung bleibt infolge des hohen Widerstandes von  $10^5$  bis  $10^6$  Ohm ohne Einfluss auf die Anzeige des zur Messung benützten Ampèremeters (300 Ohm Widerstand).

Die elektrische Festigkeit der Anlageteile wird durch Anspritzen von Wasser selbstverständlich verminderst. An einem Porzellanstützer für 50 kV Betriebsspannung sank die Ueberschlagsspannung von trocken 135 kV beim Auftreffen des vollen Strahles aus oben beschriebener Düse auf 45 bis 50 kV, an einem solchen für 20 kV von 81 kV auf 40 kV.

Die Ueberschlagsspannung zwischen zwei parallelen Drähten von 0,8 mm Durchmesser im Abstande von 120 mm sank von 64 kV im trockenen Zustand auf 45 bis 50 kV; 40 kV wurden dauernd ohne Ueberschläge ausgehalten.

Die Beurteilung des elektrischen Verhaltens der Löschgeräte gliedert sich gemäss vorstehendem in zwei Fragen: Gefährdung des die Apparate Bedienenden und Minderung der Isolationsfestigkeit der Anlage. Das Löschen unter Spannung ist für den

Bedienenden sicher ungefährlich, es sei denn, er komme direkt mit spannungsführenden Teilen in Berührung. Eine gewisse Vorsicht ist lediglich bei Löschen mit Wasser und grossen Düsen am Platze<sup>6)</sup>.

Die Isolationsfestigkeit der Anlage wird durch den Einsatz von Kohlensäure- und Tetrachlorkohlenstoff-Apparaten nicht beeinflusst. Schaumlöscher sind wesentlich gefährlicher, da der Schaum an den Isolatoren anhaftet und in zusammenhängender Schicht zu Erdschlägen und Kurzschlägen führen kann. Verwendung von Schaumlösichern in Anlagen, die unter Spannung stehen, ist daher nicht zu empfehlen. Durch die Anwendung von Wasser wird die elektrische Festigkeit zwar reduziert, aber doch nur in so geringem Umfange, dass, wie die Versuche zeigten, noch genügende Sicherheit besteht. Wenn es in feiner Verteilung gebraucht wird, sind die Ueberschlagsspannungen wesentlich höher als die gemessenen Werte.

Die Gefahr in einer unter Spannung stehenden Anlage zu löschen, beruht somit fast ausschliesslich in der Möglichkeit einer zufälligen Berührung spannungsführender Anlageteile.

Die Spritzdauer der Apparate beträgt bei den mittleren Modellen 50 bis 60 s, bei den kleinen 2 kg-Tetralöschen etwa 30 s. Die Löschedauer wurde bei den einzelnen Prüfungen nicht angeführt, da ziemlich viel Zufälligkeiten das Resultat beeinflussen, z. B. Art des Spritzens und besonders das Auswechseln der einzelnen Löschapparate.

Die nützliche Reichweite der einzelnen Apparate schwankt zwischen 5 m bei der Luftschaumpumpe und etwa 10 m bei Tetralöschen. Sie ist für die praktischen Bedürfnisse ausreichend.

Tetralöscher können unter dem Einfluss der Hitze Oxydation an Eisenteilen herbeiführen, ein Nachteil, welcher den übrigen Geräten in geringer Masse anhaftet.

Die erfolgreiche Technik der Anwendung der Schaumlöschergeräte besteht darin, von einem Ende der brennenden Oberfläche aus eine Schaumschicht allmählich auszubreiten, ohne grosse Wirbelung der Oelmasse zu bewirken. Zu diesem Zweck eignet sich das Giessrohr oder das in unserm Falle zur Feuerbekämpfung im Kessel immer verwendete Verfahren, den Schaum von einer steilen Fläche aus langsam in das Gefäß abfliessen zu lassen.

## 5. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

a) Von den zur Zeit auf dem Markte erhältlichen Hand-Feuerlöschgeräten sind Kohlensäureapparate zur Bekämpfung von Oelbränden nicht geeignet. Tetrachlorkohlenstoff-Apparate können nur in jenen Fällen genügen, wo die Temperatur der brennenden Flüssigkeit nicht hoch ist und wo die Ausbreitung einer Gaswolke über den Brandherd möglich ist. Am leistungsfähigsten sind die Schaumlöschergeräte, die aber ebenfalls versagen können, wenn relativ grosse Oelmengen auf hohe Temperaturen vorerhitzt worden sind. Wasser ist bei rich-

<sup>6)</sup> Rev. Gén. Electr. 1. c.

tiger Verwendung in feinzerstäubter Form ein durchaus beachtliches Löschmittel.

b) Die Frage, ob in einer Anlage, die unter Spannung steht, gelöscht werden darf, ist nach folgenden Gesichtspunkten zu beurteilen:

1. Objektive Gefährdung des Löschen den infolge der elektrischen Leitfähigkeit des Löschmittels ist in keinem Falle vorhanden.
2. Einleitung von Erd- und Kurzschlüssen durch das Löschmittel ist möglich bei Schaumlösichern, wenn der Schaum die Oberfläche von Isolatoren vollständig bedeckt; bei Wasser ist diese Gefahr

praktisch nicht vorhanden; Kohlensäure und Tetrachlorkohlenstoff sind völlige Nichtleiter.

3. Die subjektive Gefahr zufälliger Berührung von Anlageteilen, die unter Spannung stehen, ist stets vorhanden; sie ist vielleicht das zwingendste Argument gegen Löschversuche in spannungsführenden Anlageteilen.
4. Tetra-Apparate sind bei Anwendung in grösserem Umfang unbedingt mit Gasmaske zu bedienen. Die übrigen Geräte lassen sich, ausgenommen bei grösserer Rauchentwicklung, sehr wohl ohne Maske anwenden.

## Grundlagen der Fernüberwachung elektrischer Betriebe.

Von W. Howald, Winterthur \*).

621.398.2 : 621.317.0-3.7

*Die immer stärkere Zentralisierung der Energieerzeugung und die für den Energieaustausch nötig gewordene enge Vermaschung der Hochspannungsnetze stellten die Elektrotechnik vor die neuen Aufgaben der Fernüberwachung und Fernbedienung. Die grosse geleistete Entwicklungarbeit zeigt sich im Anwachsen der einschlägigen Literatur, die dem Nichtspezialisten kaum mehr den Ueberblick gestattet. Es dürfte daher von allgemeinem Interesse sein, wenn im nachfolgenden versucht wird, die Grundprinzipien, auf denen sich die gewählten Lösungen aufbauen, klarzulegen, ohne auf Einzelheiten einzugehen.*

Die Betriebsleitung elektrischer Anlagen erforderte schon frühzeitig die Nutzbarmachung der bekannten Nachrichtenmittel<sup>1)</sup> und ihre Anpassung an die spezielle Verwendungsart. Neben dem üblichen Staatstelephon mit normaler Amtsvermittlung kamen gemietete Leitungen in Betracht, welche dann ausschliesslich zur betriebsmässigen Nachrichtenübermittlung dienstbar waren. Diese Leitungen sind aber infolge der hohen Mietgebühr kostspielig und wie alle Schwachstromleitungen, sofern sie nicht verkabelt sind, den Unbilden der Witterung und damit Störungen stark unterworfen.

Die Werke gingen bald dazu über, längs ihrer Hochspannungsstränge werkseigene Telefonleitungen zu erstellen. Diese Leitungen werden aber durch die Vorgänge im Hochspannungsnetz stark beeinflusst. Der nötige Schutz gegen Induktions- und Berührungsspannungen macht die Apparate unhandlich. Fig. 1 (S. 478) zeigt die für eine solche Station nötigen Sicherungseinrichtungen.

Die im Kriege gemachten Erfahrungen mit der Hochfrequenz-(HF)-Telephonie machte man sich auch für den Netzbetrieb zunutze. Neben anderen Firmen hat hier Telefunken bahnbrechend gewirkt. Das Prinzip besteht darin, dass zwei elektromagnetische Wellen, von denen je eine als Sprechwelle für jede Station dient, über grosse Kondensatoren auf die Hochspannungsleitung aufgedrückt werden und dieser bis zur Gegenstation folgen. Damit diese Wellen nicht abfließen können, werden die gekoppel-

*La production de l'énergie électrique se centralise de plus en plus, et l'interconnexion des réseaux devient plus compliquée. Les échanges d'énergie entraînent la télémesure et la surveillance à distance, c'est-à-dire elle-même centralisée. Ces systèmes sont assez compliqués, et les descriptions s'adressent en général aux spécialistes. On lira donc avec intérêt et avantage l'exposé suivant qui donne les principes fondamentaux d'une façon très claire, sans entrer dans des détails inutiles.*

ten Phasen des Netzes durch HF-Sperren, welche aber die Betriebsfrequenz durchlassen, abgesperrt. In gleicher Weise werden auch Schaltstationen überbrückt, so dass die Verbindung vom Schaltzustand unabhängig ist. Fig. 2 zeigt die schematische Darstellung einer HF-Anlage.

Für die Kopplung dienen wie vorerwähnt Kondensatoren. Diese bestehen entweder aus Mika für Innenaufstellung, Porzellan oder neuerdings aus Pa-

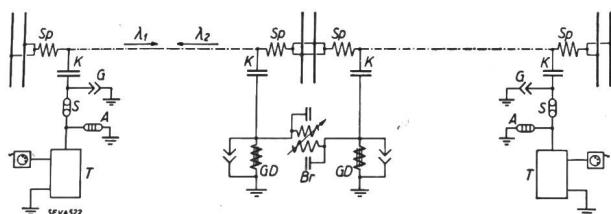


Fig. 2.  
Schema einer Hochfrequenztelephonieanlage mit Stationsüberbrückung.

T	Zweiwellen-Telephoniegerät.	Sp	Hochfrequenzsperre.
A	Luftleerableiter, 600 V.	GD	Großspannungsableiter mit Ableitdrosselspule.
S	Hochspannungssicherung, 24 kV.	Br	Brückengerät.
G	Großspannungsableiter, 2000 V.	λ <sub>1</sub>	Sprechwelle der rufenden Station.
K	Kopplungskondensator, C = ca. 1000 cm.	λ <sub>2</sub>	Sprechwelle der gerufenen Station.

pier in einem Oelgefäß für Aussenaufstellung. In Fig. 3 ist eine solche Ankopplung an ein 110-kV-Netz dargestellt; es sind darin auch die aufgehängten HF-Sperren ersichtlich. Wie das Bild zeigt, wird nur eine Phase der Hochspannungsleitung benutzt.

Die neuesten Sprechgeräte von Siemens arbeiten mit vollem Netzanschluss; sie sind ferner mit einer

\*) Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Technischen Verein Winterthur am 11. Januar 1935.

<sup>1)</sup> H. Leuch. Bull. SEV 1929, S. 784.