

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 6 (1915)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Die Erhöhung der Sicherheit der Schaltanlagen und Kraftwerke gegen Brandgefahr aus inneren Ursachen  
**Autor:** Wyssling  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059631>

### **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:** 04.04.2026

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

## Die Erhöhung der Sicherheit der Schaltanlagen und Kraftwerke gegen Brandgefahr aus inneren Ursachen.

Auszug aus dem

*Referat von Prof. Dr. Wyssling.*

### Zweiter Bericht der Kommission für Hochspannungsapparate und Brandschutz des S. E. V. und V. S. E.

Der Vortragende bemerkt zunächst, dass ein Teil seines jetzigen Vortrags schon vorbereitet war für die Diskussionsversammlung des S. E. V. im Juni 1914 in Olten, wo dann aber die Behandlung dieses Themas wegen Zeitmangel verschoben werden musste.

Mit dem Titel ist die s. Zt. in Angriff genommene Arbeit der „Kommission für Hochspannungsapparate und Brandschutz“ genügend gekennzeichnet. Zum Studium dieser Aufgabe muss man sich zuerst die Frage überlegen:

#### Welches sind die Brandstifter?

Als solche können nur Anlageteile in Betracht kommen, bei denen hohe Temperaturen auftreten können, entweder durch Erhitzung bei Durchgang übermässigen Stroms, oder durch Funken- und Lichtbogenbildung, und bei denen sich ausserdem brennbare Stoffe befinden.

Die Gefahren der Uebertemperatur durch *Stromwärme* lassen sich bekanntlich im allgemeinen durch Schutzeinrichtungen zum Abschalten des Stroms, wie Schmelzsicherungen und Automatschalter, leicht vermeiden, wenn auch durch Versagen dieser Schutzmittel ausnahmsweise auch hier Brände auftreten können. Andererseits sind diese Mittel z. T. nicht anwendbar gegen Erhitzungen in den Elektrizitätsquellen, und sind Brandstoff liefernde Drahtisolierungen der Generatoren- und Transformatorenwicklungen natürliche Brandherde bei Störungen. *Generatorenbrände* lokalisieren sich aber im allgemeinen wegen der grossen Wärmekapazität der Metallmassen und der Art der Aufstellung der Maschinen leicht; ebenso ist wohl Ausbreitung von Bränden, verursacht durch Fehler oder Stromüberhitzung *kleinerer Apparate* mit (trockenen) Wicklungen, wie Stromwandler, Auslösespulen etc. sehr selten und kaum zu befürchten. Die in Schaltanlagen vorkommenden Leiter werden im allgemeinen weniger selbst durch erhöhte Stromwärme zu Brandstiftern, als vielmehr durch ihre Isolierhülle etwa zu *Verbreitern* von durch Lichtbogen an anderen Apparaten entstandenen Entzündungen. (Brand der alten Schaltanlage Chèvres-Genf.)

Dieser Brandgefahr ist leicht zu begegnen; man hat nur mit der alten aber doch heute noch da und dort geübten *Gewohnheit zu brechen*, die Sammelschienen und besonders Verbindungsleitungen in den Schaltanlagen als isolierte Drähte auszuführen. Der gelegentlich für diese Ausführungsart prätendierte „bessere Schutz des Personals“ ist bei den angewandten Spannungen ohnehin illusorisch. Man verlege Sammelschienen und Verbindungsleitungen der Schaltanlagen als Nacktleiter auf genügend grossen Porzellanisolatoren. Damit soll nicht etwa gemeint sein, dass in den Schaltanlagen nirgends eigentliche *Kabel* (Erdkabel) verwendet werden sollen; solche sind oft direkt unvermeidlich in Werken mit vielen Zu- und Ableitungen, sie bilden überdies mit ihrer Kapazität z. B. für den Anschluss der Generatoren und Transformatoren einen Ueberspannungsschutz. Aber auch Erdkabel sollen in den Schaltanlagen und Werken sorgfältig so verlegt werden, dass bei Durchschlägen Uebertragung von Lichtbogen und Hitze auf benachbarte Teile vermieden wird, durch Bettung in Sand oder Verlegung auf und zwischen feuerfeste Wände aus Beton, Backstein oder dgl. Auch der Verlegung der *Hilfs-, Mess- und Lichtleitungen* ist Sorgfalt angedeihen zu lassen, um jeder Brandverbreitung durch ihre Isolierhülle entgegenzuwirken. (Verlegung in Metallmantel-Röhren, bei grosser Zahl in Kanäle in Sand eingebettet oder dgl.)

Während die Leiter mehr die Rolle von *Brandverbreitern* spielen, treten als ursächliche, eigentliche Hauptbrandstifter die Apparate auf, bei denen *betriebsmässig* Funken und Lichtbogen auftreten: die Schalter; seltener Schmelzsicherungen und Blitzschutzapparate, weil diese wenig brennbares Material enthalten. Bei Blitzschutzapparaten und im allgemeinen

auch bei Sicherungen ist die Verhinderung von grösseren Bränden verhältnismässig leicht und sicher zu erreichen durch Aussparen eines Raumes um diese Apparate, der genügt, damit nicht brennbare Stoffe von ihnen erreicht werden können.

Die meisten aufgetretenen grösseren Brände rührten von *Oelschaltern* her, da bei diesen gewissermassen *betriebsmässig* Entzündungen im Innern stattfinden und ausserdem reichlich Brennstoff da ist; durch Zündungen infolge *innerer Fehler* wissen wir auch von grössern Bränden, hervorgerufen durch *Transformatoren, Widerstände und Drosselspulen die in Oel* liegen.

### Die Abhülfsmittel im allgemeinen.

Als erstes und naheliegendstes Abhülfsmittel sind die *Löschmittel und Löscheinrichtungen* zu nennen. Besser und gründlicher helfen die *Massnahmen zur Verhütung* der Brände. Diese können sein: *Verbesserungen der Anordnung und Einrichtung der ganzen Anlage*, oder weitergehend und das Uebel an der Wurzel fassend: *Verbesserung der Apparate* die bisher direkt als Hauptbrandstifter auftraten, besonders der *Oelschalter*.

Als vor einigen Jahren die Oelbrände und Explosionen bei Schaltern anfangen häufiger aufzutreten, erblickten manche im Oelschalter den einzigen und unverbesserlichen Störefried. Man zögerte nicht mit Vorschlägen wie: „Weg mit allen Oelschaltern“ und dgl. Andere Schalterarten haben aber auch ihre Mängel, z. T. bisher unüberwindliche, und völlig entbehren kann man die Schalter auch nicht. Die gemachten Erfahrungen berechtigen den Ingenieur, der den Schwierigkeiten nicht aus dem Wege gehen sondern sie zu lösen suchen soll, noch keineswegs, die Flinte ins Korn zu werfen, da Verbesserungen offenbar sehr wohl möglich sind. Denn wir hatten bisher noch sehr geringe Kenntnisse der Vorgänge im Oelschalter.

Die „*Brandschutzkommission*“ unserer beiden Verbände hatte entsprechend diesem Stande der Sache beschlossen, folgende drei Programmpunkte zu studieren:

1. *Löschmittel und Löscheinrichtungen.*
2. *Verbesserung der Anlagen nach allgemeiner Anordnung und baulicher Ausführung*, unter der Annahme bisheriger, z. T. ungenügender Qualitäten der Oelschalter;

endlich auf besondere Darlegungen und Vorschlag des Vortragenden:

3. *Wissenschaftlich-technisches Studium der Vorgänge im Oelschalter*, behufs Gewinnung von Leitsätzen für die Verbesserung dieser Apparate.

Mit den heutigen Referaten soll gleichzeitig über die bisherige Behandlung dieser Programmpunkte der Kommission berichtet werden.<sup>1)</sup>

*Versuche mit verschiedenen Löschmitteln* wurden auf Veranlassung des V. S. E. im Juli 1913 in Neuchâtel veranstaltet. Der darüber an die Kommission gerichtete Bericht ist im Bulletin 1913 No. 11, Seite 393 enthalten. Die Versuche werden später von der Kommission in mehr systematischer Weise wieder aufgenommen werden; aus den bisherigen Ergebnissen sei nur folgendes erwähnt:

Die *festen Löschmittel* haben sich im allgemeinen am besten bewährt überall da, wo sie auf horizontalen Flächen liegen bleiben können: *Sand*, in Kisten aufgestellt, mit Holzschaukeln zum Aufwerfen auf das in Brand befindliche Objekt; sehr gut auch doppelkohlensaures Natron, der Bestandteil gewisser „geheimer“ Löschmittel (Dir. Fischer, Schaffhausen, besonders auch in Mischung mit Ziegelmehl vorteilhaft befunden). An vertikalen Flächen, Leitungen etc. bleiben feste Mittel nicht haften, da kommen *flüssige Löschmittel* in Betracht. Bei verschiedenen vorgekommenen Bränden konnte nur noch mit Wasser gelöscht werden, natürlich erst nachdem die ganze Anlage stromlos gemacht worden und nicht ohne grossen Wasserschaden. Andere flüssige Löschmittel werden angeboten, doch wird die Chemie hier sicher noch besseres finden. Von einigen unserer Werke wird dem unter dem verwirlichen Namen „Nafta“ in den Handel gebrachten Mittel gute Wirkung

<sup>1)</sup> In Ergänzung des Spezialberichts betr. Oelschalter, Bulletin No. 8, Seiten 141 bis 212.

zugeschrieben, dem nach oben erwähnten Versuchen aber starke Rauchentwicklung anhaftet. Die *gasförmigen Löschmittel* könnten vom physikalischen Standpunkt aus vielleicht als die besten bezeichnet werden. Denkbar ist z. B. Kohlensäure, in geschlossene Apparaten-Zellen eingeführt durch Sprinkler-Anlagen, ähnlich wie in manchen Fabriken für Wasserlöschung ausgeführt, ein Rohrsystem das an eine Presskohlendioxid-Anlage angeschlossen ist und dessen Oeffnungen in den Zellen bei Entstehung von Brand daselbst, eventuell thermo-automatisch, geöffnet würden.

In Bezug auf das *Studium der Oelschalter*, den *dritten Programmpunkt*, weisen die Arbeiten der Kommission in dem im Bulletin No. 8 veröffentlichten Berichte einen namhaften Erfolg auf, über den der Autor, Herr *Bauer*, im zweiten heutigen Referat zusammenfassend und ergänzend selbst sprechen wird.

Dagegen soll der *zweite Programmpunkt* nun Hauptgegenstand *dieses* Referates bilden: Welche *Verbesserungen der Anlagen* sind durchführbar, um unter möglichster Beibehaltung bestehender Einrichtungen, besonders unter Verwendung der *bisherigen* bzw. gegenwärtig schon *vorhandenen Oelschalterkonstruktionen*, die Brandgefahr zu vermindern. Aus finanziellen oder baulichen Gründen sind viele Zentralen nicht in der Lage, ihre Schalter durch andere zu ersetzen, ganz abgesehen davon, dass bis zur Klaglosigkeit verbesserte Oelschalter immerhin noch einige Zeit auf sich warten lassen werden.

Die Kommission hat vorgesehen, Material darüber, *wie* die Anlagen nach dieser Richtung verbessert werden könnten, durch Veranstaltung einer *Enquête* bei den Kraftwerken *über die genauen Umstände vorgekommener Schäden* zu sammeln. Diese Arbeit wurde vom Starkstrominspektorat bzw. Herrn Oberingenieur *Nissen* übernommen; dieser wird s. Zt. über die Resultate an die Kommission Bericht erstatten. Bis heute war dies noch nicht möglich, doch konnten wir die gesammelten Daten bereits benützen.

#### **Die Abhülfsmittel durch entsprechende Verbesserungen im Bau und in der Anordnung der Schaltanlagen**

können wir entsprechend dem praktischen Bedürfnis wie folgt einteilen:

1. *Verbesserungen im Einbau der Apparate, besonders der Oelschalter*, wie sie leichter oder schwieriger in bestehenden Anlagen ausgeführt werden können;
2. *zweckentsprechendere allgemeine bauliche Anordnungen der Anlagen*, wie sie mehr für Neu- und Umbauten in Frage kommen, und
3. *verbesserte Anordnungen im Schema der Anlagen und Verwendung besonderer Hülfsmittel*, wie sie bei Neuanlagen oder auch bei Umbauten anwendbar sind.

##### *1. Verbesserungen im Einbau von Oelschaltern u. dgl.*

Die Erfahrung hat vor allem gezeigt, dass bei gewissen Beanspruchungen der Oelschalter Oel aus Deckel und Kasten erhitzt oder brennend herausgespritzt wird und sich unter Umständen brennend am Boden weiter ausbreitet. Dadurch wurden Nebenapparate entzündet oder der Brand weiter über ganze Stockwerke ausgebreitet. (Alte Schaltanlage Werk Beznau, Brand des Werks Bannwil, Brand der alten Unterzentrale Seebach). Gegen das Absprengen des Oelkastens oder Zersprengen des Schalterkastens haben sich nun kleine Klappen oben am Schalterdeckel oder offenbleibende Spalte zwischen diesem und dem Oelkasten als notwendig erwiesen. Die Verbreitung des hier heraustretenden Oels, besonders aber das Herumfliessen der grösseren Oelmengen, die bei Zerstörung der Oelkasten austreten, muss nun verhütet werden, was leicht möglich: Das *Zellensystem* mit *dichten* Wänden schützt *hiergegen* sicher; es findet sich aber noch vielerorts nicht konsequent durchgeführt. Wo in älteren Anlagen Schwierigkeiten für dessen Einführung bestehen, werden als Ersatz schon einfache, dünne, aber *dichte Zwischenwände* aus Eisen, Eternit oder Pressgipsplatten genügen, die sich fast überall in bestehende offene Eisengestelle einbauen lassen. Ausserdem muss ein *Oelfang* am Boden unter dem Schalter angebracht werden, der sich ebenfalls meist leicht in den einzelnen Abteilungen bestehender Schaltgestelle unterbringen lässt,

z. B. nach der in Fig. 1 a dargestellten Konstruktion: Ein einfacher Eisenkübel mit dichten Wänden, unten in der Abteilung eingestellt. Oder es lassen sich nach Fig. 1 b zwischen den Eisenständern auf dem bestehenden Boden mit Backstein oder in Beton niedrige Wände aufbauen, die mit dem Boden eine feuersichere Oelgrube bilden. In Neuanlagen wird man diese Oelgruben von vornherein ausführen, in Beton, organisch mit dem Boden und den Zellenwänden verbunden, sei es durch teilweise Versenkung in den Boden (Fig. 2) oder über demselben (Fig. 3). Fig. 4 zeigt eine Anordnung

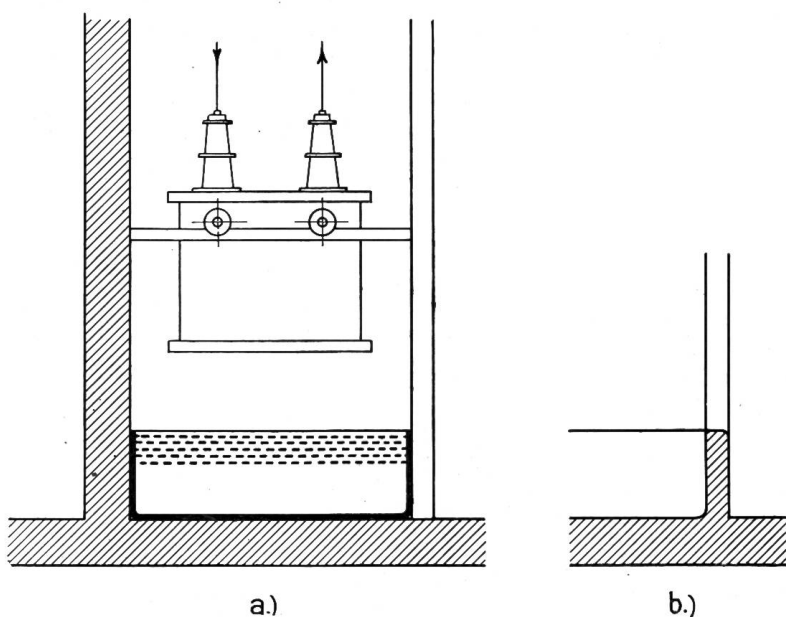


Fig. 1.

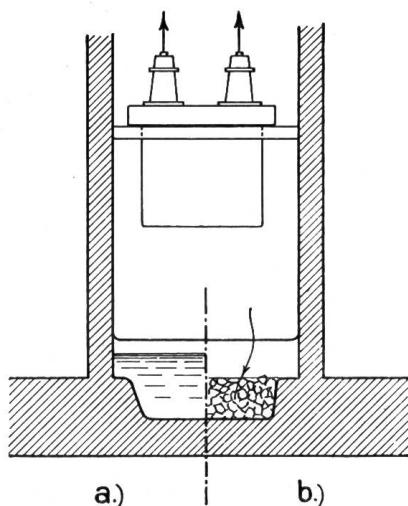


Fig. 2.

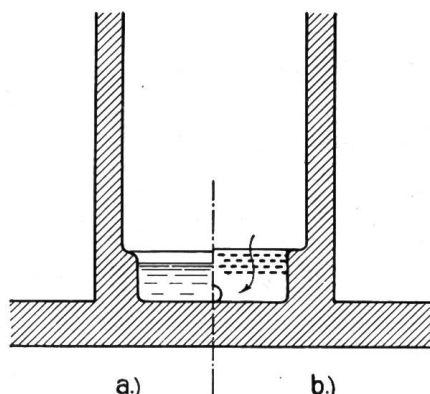


Fig. 3.

für stehend aufgestellte Schalter, wofür zwei Rippen aus der Grube aufsteigen. Das bloße Auffangen des Oels genügt aber nicht immer, da das Oel sowohl in der Oelgrube wie im allenfalls unten stehengebliebenen Schalterkessel weiterbrennen und bei grösseren Schaltern durch die bedeutende Wärmeentwicklung selbst Eisenbetonbauten teilweise zerstören kann, abgesehen von der Rauch- und Russbildung. (Brand des Schalthauses Wyhlen der Kraftwerke Rheinfelden, siehe „Bulletin“ Jahr 1913, No. 6, Seite 153). Es müssen also Mittel gesucht werden, das erhitzte, bezw. brennende Oel abzukühlen und zu löschen. Einbauten zu diesem Zwecke sind in den Fig. 1 a, 2 b, 3 b und 4 eingezeichnet: Durch Füllung der Gruben mit Kies oder Sand, die grosse Wärmekapazität besitzen, lässt man die Wärme des Oels aufnehmen (Fig. 2 b und 4). Oder man bringt wie in Fig. 1 a und Fig. 3 b ein mehrfaches Metallgitter über dem Oelfang an; das Oel kühlt sich beim Durchfluss durch die (gegeneinander versetzten) Gitter sehr gut ab bezw. löscht (Ausführungen bes. in Frankreich).

Wirksamer ist vielleicht noch die direkte *Abfuhr des brennenden oder erhitzten Oels* mittels Röhren nach Gruben im Freien, siehe Fig. 5 a und 5 b; eine Ausführung wie sie für mehrstöckige Bauten denkbar ist, zeigt Fig. 6. Zur Ableitung werden Röhren mit guter innerer Wärmeleitfähigkeit und

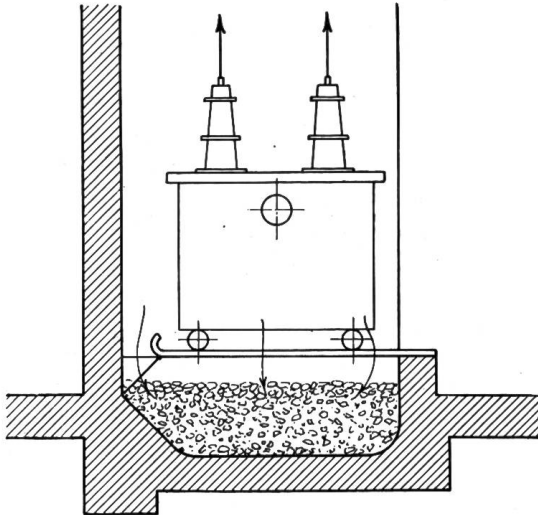


Fig. 4.

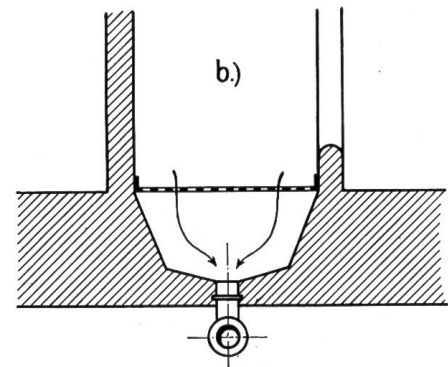
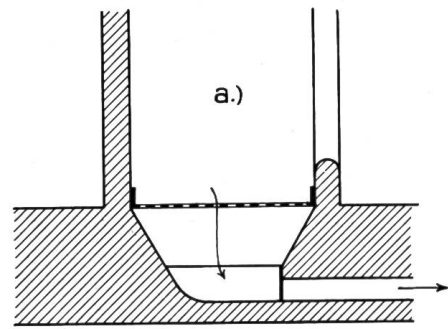


Fig. 5.

grosser Wärmekapazität, z. B. also aus Gusseisen, das passende sein. Solche sind denn auch in verschiedenen Werken verwendet (Luzern, Wangen a. A.); auch Zementröhren. Die Wegschaffung des heissen Oels kann übrigens verschiedenartig geschehen: Nach

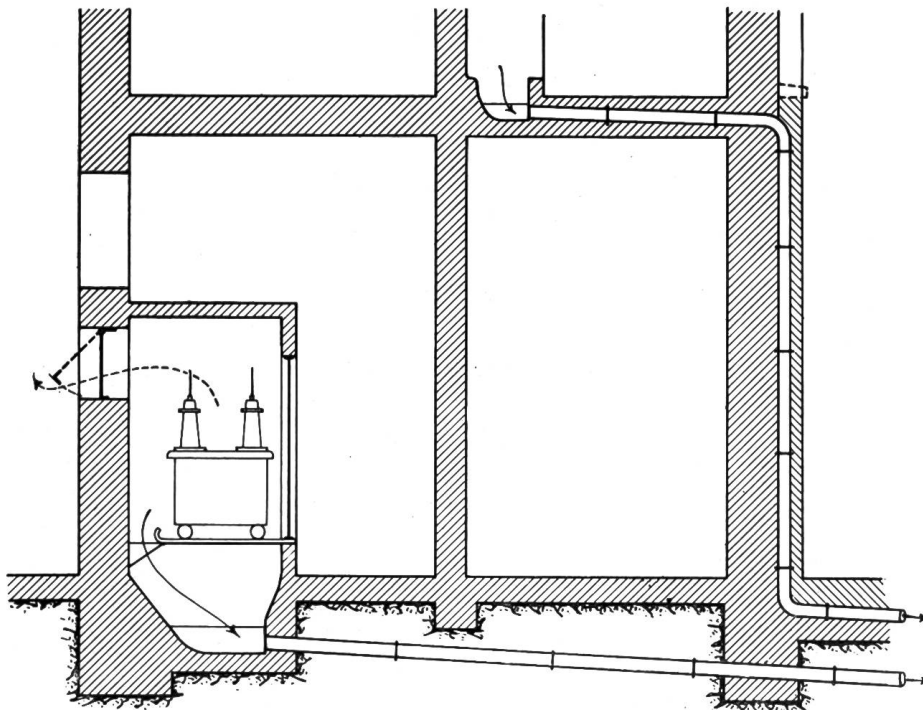


Fig. 6.

Zementgruben im Freien zur Wiederbenützung, unter Wasser zur sicheren Kühlung (Wangen a. A., Abwasser der Transformatorenkühlung), oder einfach in Kies-Sickerungen in der Erde (Campocologo).

Ein weiteres Vorkommnis bei Oelbränden ist die starke *Rauchentwicklung*, die nicht nur das Eingreifen des Menschen verunmöglicht, sondern auch durch starke *Verrussung* der Anlagen längere Betriebsstörungen zur Folge haben kann (Brand im Schaltheis Wyhlen, mit tagelanger Ausserbetriebsetzung). Als notwendiges Mittel zur *Verhütung der Ausbreitung des Rauches* ist die *Abschliessung der Schalterräume* von den anderen Räumen (Maschinen-saal und „Kommandostelle“) zu nennen: Eine längst bekannte und geforderte, aber nicht überall genügend durchgeführte Massnahme. Eine *weitgehende Unterteilung grosser Schaltanlagen* überhaupt, in dicht abschliessende Einzelräume, wird für Neubauten eine weitere Richtlinie sein. Um aber die Ausbreitung des Rauches aus den Zellen heraus in Gänge und andere Räume von vornherein zu verhüten, wird man dazu schreiten müssen, die *Zellen auch nach vorn*, d. h. gegen den Bedienungsgang *abzuschliessen*. Dazu ist nicht unbedingt Mauerwerk nötig; Wände aus Eternit, aus Pressgipsplatten und anderen unverbrennlichen Materialien werden zumeist auch genügen. Viele der vorgekommenen Fälle (vor allem Wyhlen) zeigten mit Bestimmtheit, dass grosse Oelschalter, selbst wenn der Brand selbst nicht über ihre Zelle hinausgreift, durch Rauch- und Russbildung weitherum Schaden und längere Betriebsstörungen bringen. Will man dies verhüten, so muss mit dem System der vorne offenen oder nur durch Drahtgeflecht, perforiertes Blech und dgl. geschlossenen Zellen gebrochen werden. Scheiben aus Glas oder Drahtglas in der Vorderwand können trotz dichtem Abschluss Einsicht gewähren. Im weiteren müssen aber auch die offenen *Boden- und Wanddurchführungen* nach Räumen, in denen ausgesprochene „Brandstifter“-Apparate sich befinden, verschwinden und den dichten Porzellandurchführungen Platz machen.

Nach diesen Richtungen entsprechen noch sehr wenige Anlagen unseren Anforderungen, selbst recht neue noch nicht. Allein die genannten Erfahrungen sind eben meist noch jüngeren Datums. *Zweifelloos lassen sich aber auch in den meisten bestehenden Anlagen relativ leicht Verbesserungen in diesem Sinne anbringen.*

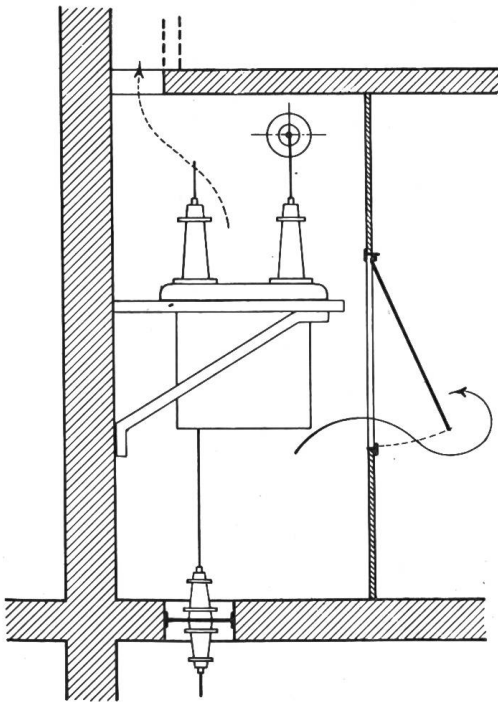


Fig. 7.

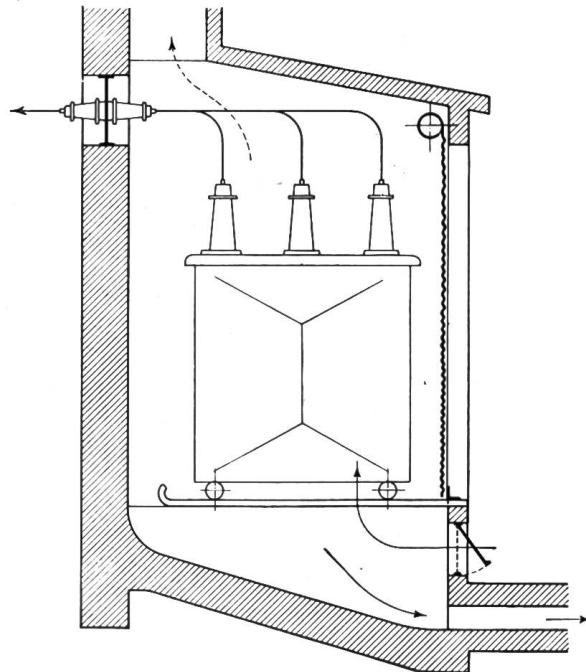


Fig. 8.

Ein *vollständiger Abschluss der Zellen* könnte nun aber bei Schalterexplosionen leicht zur Zertrümmerung der Zellenwände führen. Dieser Gefahr kann und muss begegnet werden durch *Schaffung von Oeffnungen aus der Zelle*, die ständig oder bei Explosion wirken. Eine Lösung hierfür liefert die Anbringung eines Kamins für Rauchabfuhr aus jeder Zelle ins Freie. Dies lässt sich z. B. ohne Schwierigkeiten bei Transformatorenzellen oder Schalterzellen einrichten, die in einem besonderen Anbau untergebracht sind. Aber auch bei Zellen im Innern der Gebäude lassen sich Rauchabfuhrkamine, sei es direkt ins Freie, sei es durch die Stockwerke über das Dach gut ausführen, allerdings wohl meist nur bei Neuanlagen. Die Fig. 7, 8 und 9 stellen solche Anordnungen dar. Bei Transformatorenzellen ist dabei dafür zu sorgen, dass die Frischluftzufuhr im Falle der Gefahr durch Hand- oder Fernbetätigung von aussen geschlossen werden kann (s. Fig. 8).

Dies bringt auf den Gedanken, überhaupt die Luft abzuschliessen, vom ersten Moment an auf die *Feuererstickung* hinzuarbeiten. Die Verhinderung der Sauerstoffzufuhr kann aber der Sprenggefahr wegen wieder nicht durch absolut dichten Abschluss geschehen, sondern es sind dazu *Sicherheitsklappen* notwendig, die einen plötzlichen Ueberdruck hinauslassen und nachher sofort wieder schliessen.

Nach der einen Art (Beznau-Löntscherwerke) wird diese Sicherheitsklappe dicht beim Oelschalterkübel seitlich angebracht (Fig. 10) und mittels einer Eisenplatte dicht über dem Schalterdeckel nur der untere Teil der Zelle abgesperrt, sodass die Einführungsisolatoren der Schalter selbst im freien Teile ausserhalb des Abschlusses (und event. Oelbrandes) liegen. Man könnte indessen diese „Explosionsklappe“ auch im Rauchabzugkamin direkt nach dem Freien hin anbringen (Fig. 6 und Fig. 9).

Verschiedene Ausführungen dieser Ideen zeigen die Fig. 9 und 10. Fig. 9 stellt die Einbauart eines Schalters der Maschinenfabrik Oerlikon, kombiniert mit Oel- und Rauchabfuhr dar, Fig. 10 einen Brown, Boveri-Schalter mit Explosionsklappe nach Art der Beznau-Löntscherwerke und Oelabfuhr; beide Schalter waren in ihrem Einbau an der Landesausstellung in Bern ausgestellt.

Schliesslich ist die Frage zu untersuchen, ob nicht *Oelschalter mit sehr wenig Oel* geeignet wären, durch die geringe Menge Brennstoff überhaupt die Brandgefahr zu beseitigen und dennoch wiederholt und dauernd gut zu schalten. Von den sogenannten

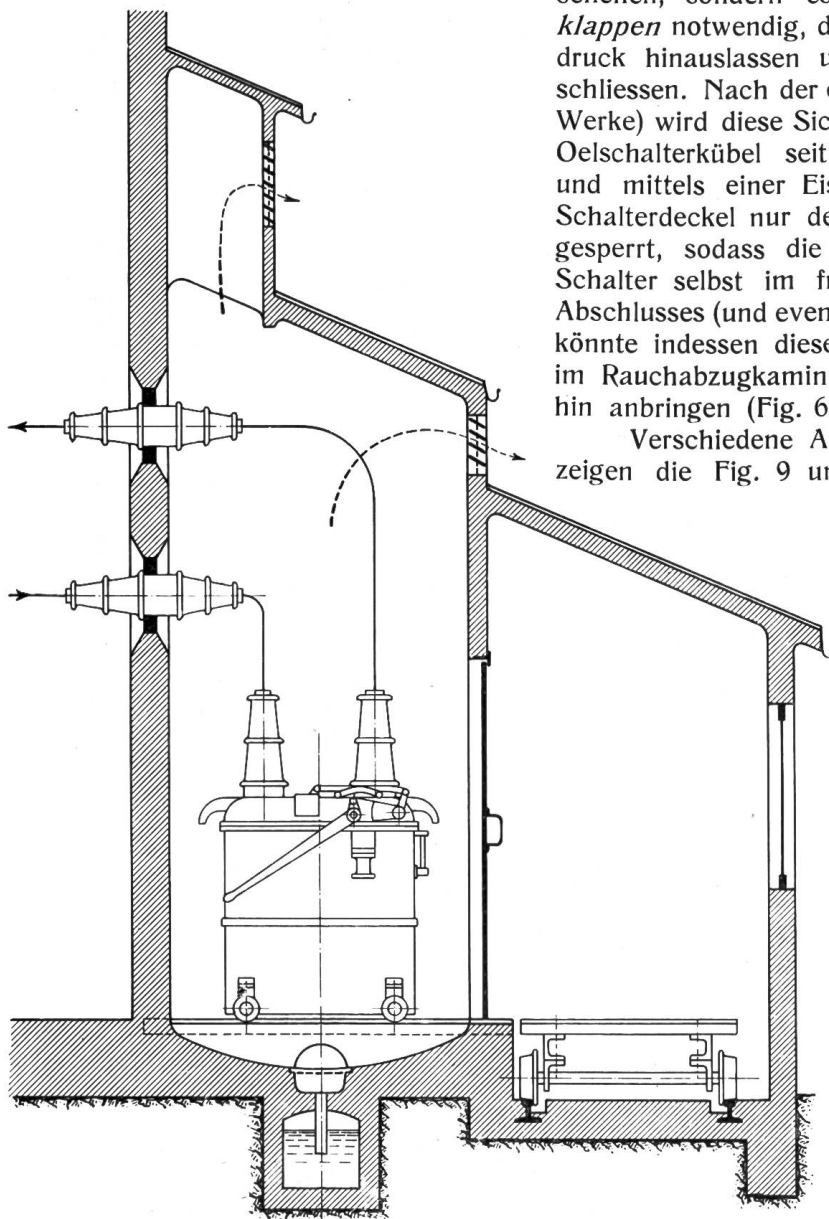


Fig. 9.

*Topfschaltern*, wie sie z. B. die Maschinenfabrik Oerlikon baut, sind in der Schweiz eine grössere Zahl aufgestellt (Luzern-Engelberg, Albulawerk). Es sollen bei diesen noch keine Schalterbrände vorgekommen sein. Ob dabei grössere und ungünstigste Beanspruchungen der Schalter vorgekommen sind, ist nicht sicher. Nach dem, was man hier erfahren, wäre aber doch vielleicht zu untersuchen, ob nicht neue Schalterkonstruktionen mit sehr wenig Oel herstellbar wären, die den Anforderungen an die schwierigsten Abschaltfälle genügen, da doch für die *momentane* Wärmeaufnahme nur ein geringes Oelquantum im Schalter in Betracht kommt. Ob das wenige Oel bei wiederholten Schaltungen nicht in schädlichem Masse verrusst, wird eine Hauptfrage sein.

## 2. Zweckentsprechendere allgemeine bauliche Anordnungen der Anlagen.

Die unter diesem Titel anzuführenden Brandschutzmittel kommen zunächst für Neubauten in Betracht.

Die absolute Durchführung des *Zelensystems*, sowohl für Schalter als auch für Transformatoren, ergibt sich nach unserm bisherigen Gedankengang als erste Forderung.

(In Nord-Amerika hat man sich neuerdings bei einzelnen sehr grossen Anlagen allerdings gewissermassen durch das gegenteilige Prinzip geholfen, indem man die genannte Apparatur nebst Transformatoren etc. ganz einfach ins Freie stellte und nur die Mess- und Fernsteuerapparate in geschlossenen Räumen unterbrachte. Es ist kaum anzunehmen, dass unsere Begriffe über die öffentliche Sicherheit, die Bequemlichkeit für die Bedienung und die Aesthetik bald zur Nachahmung dieser „gebäudelosen“ Werke bei uns führen werden).

Die *Trennung der Schalthäuser von den „Kommandostellen“ und Maschinen-sälen* muss, um gut und sicher zu sein, durch eigentliche Feuermauern und ausserdem durch jederzeit bedienbare (Wyhlen!) feuersichere Türen, besser als bisher, durchgeführt werden.

Die *Unterteilung grösserer Schaltanlagen* in sich sollte auch noch in höherem Masse angestrebt werden. Es sind Quer-Unterteilungen nach dem Prinzip der Querschotten bei Schiffen denkbar, welche die Möglichkeit böten, bei Brand einzelne Gebäudeteile durch Fernbetätigung momentan von den andern abzuschliessen, den Brand auf einen Teil zu beschränken und den andern im Betrieb zu halten. Die Durchführung des Gedankens bietet wohl verschiedene Schwierigkeiten, ist aber nach Studien des Redners nicht unmöglich. Für grosse Anlagen, in denen sich viele Apparate mit grossen Oelmengen befinden, ist sodann, wo Platzes halber angängig, die *einstöckige Bauart* für diese Schaltanlagenteile zu empfehlen.

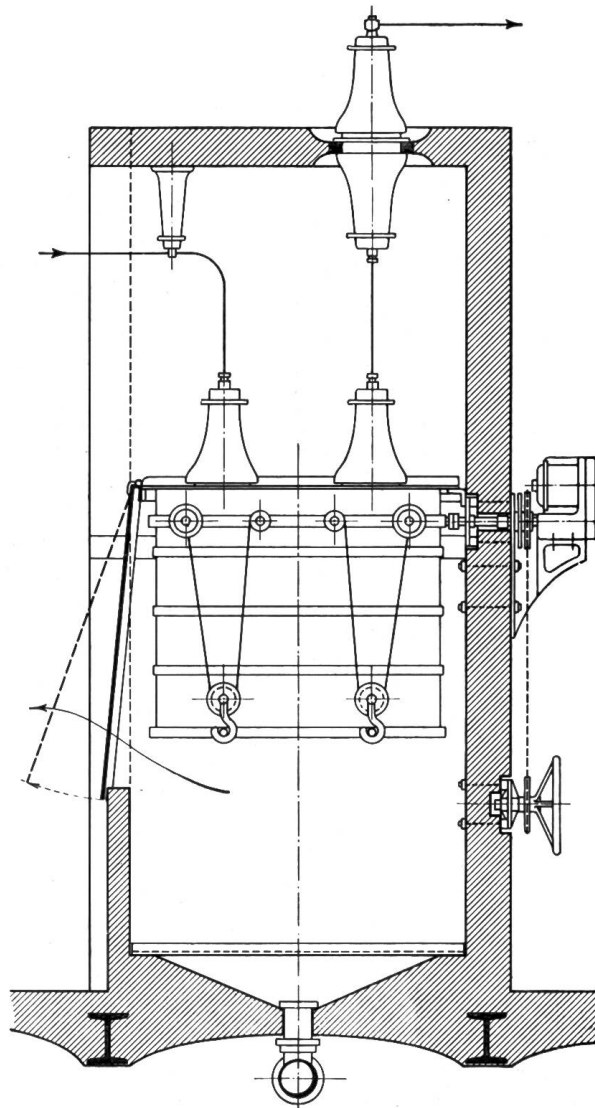


Fig. 10.

### 3. Verbesserte Anordnungen im Schema der Anlagen und Anwendung besonderer Hilfsmittel.

Die schwersten Schalterschäden werden gewöhnlich verursacht durch Abschalten von Kurzschlüssen. Wenn es also möglich wäre, die *Kurzschlussleistung* herabzusetzen, so wäre schon viel erreicht. Im Prinzip ist die Sache einfach und das Verfahren bekannt: Man schaltet den Kurzschluss nicht unmittelbar ab, sondern vorerst eine Selbstinduktion oder noch besser einen Ohm'schen Widerstand in den Kreis, um Kurzschlussstrom bzw. Kurzschlussleistung zu verkleinern. Die Anordnung geschieht meist nach Fig. 11, wobei die Widerstände im Schalter selbst gedacht sind (z. B. Silitwiderstände, auch Metallwiderstände im Oel). In schon bestehenden Anlagen bedingt dies daher neue, so gebaute Schalter. Statt dessen wird auch die Anordnung nach Fig. 12 mit zwei gewöhnlichen Schaltern in Reihe, der eine mit parallel geschal-

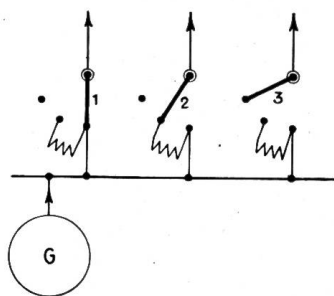


Fig. 11.

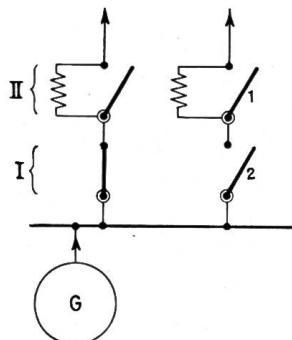


Fig. 12.

tetem Widerstande angewendet, wobei die beiden Schalter mit Relais so gesteuert werden, dass zuerst Schalter 1 und dann 2 (Fig. 12) ausschaltet. Die Anordnung braucht mehr Platz, hat aber manche Vorzüge und liesse sich auch da und dort in bestehenden Anlagen noch anbringen. In manchen Fällen werden sich diese beiden besprochenen Arten günstiger ausführen lassen, wenn für alle Linien ein *gemeinsamer* Vorschaltwiderstand angewandt wird, was möglich ist nach Fig. 13 und 14.

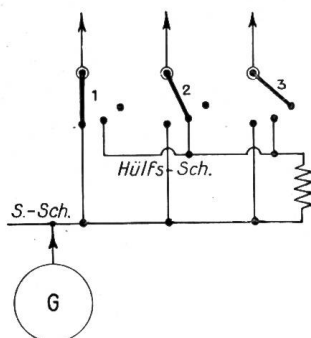


Fig. 13.

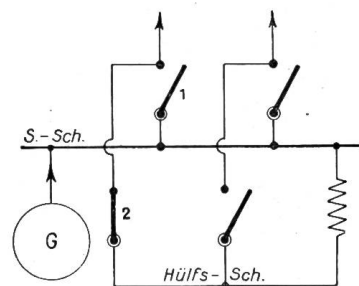


Fig. 14.

Es ist auch der Einbau von *Gruppenschaltern* und *Gruppenverteilschienen* (Fig. 15)

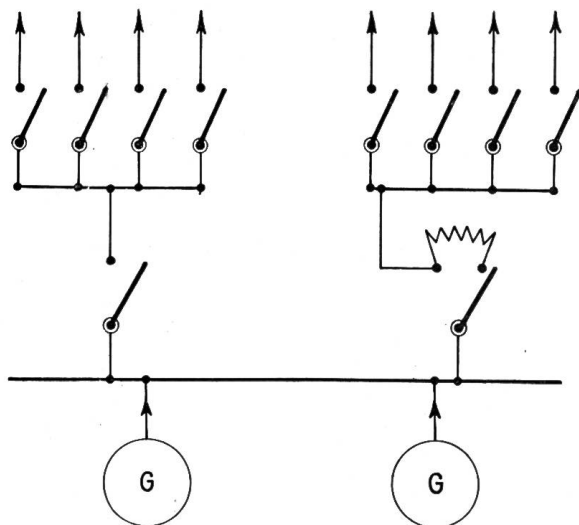


Fig. 15.

vorgeschlagen worden, derart, dass an die letztern Linien-schalter anschliessen, die nur für die Leistung der betr. Linie gebaut sind, während der Gruppenschalter zwischen Gruppen- und Hauptschienen für Abschaltung der ganzen in Betracht kommenden Kurzschlussleistung des Werks genügt. Im Falle eines Kurzschlusses wird der betroffene Linien-schalter durch ein Relais blockiert und es schaltet nur der Gruppenschalter aus. Diese Anordnung kann wohl nur bei Neuanlagen eingeführt werden; sie ist auch nur da von Vorteil, wo viele Linien abgehen, und es ist ein schwerwiegender Nachteil, dass diese Lösung keine völlige Lokalisierung der Störung ergibt.

Eine andere Gruppe von Mitteln zur Herabsetzung der Kurzschlussleistung liefert

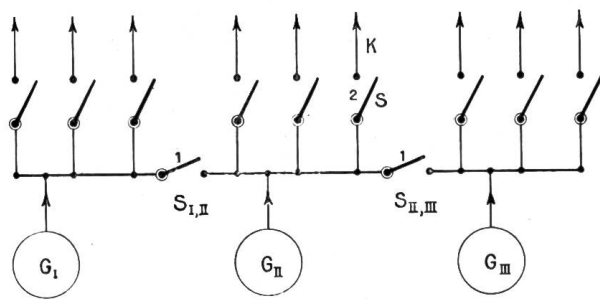


Fig. 17.

einer Linie hat der betr. Linienschalter dann nur die volle Kurzschlussleistung des an den betr. Sammelschieneenteil angeschlossenen Generators und reduzierte Leistungen der andern Generatoren abzuschalten. Der Nachteil der unvollkommenen Verwertbarkeit der Generatoren auf den entfernteren Sammelschiene-Abteilungen kann vermieden werden durch die ebenfalls in Amerika öfter verwendete Anordnung nach Fig. 17, bei welcher

die je einem Generator zugeordneten Abteilungen der Sammelschiene durch Selbstschalter statt Reaktanzen verbunden sind. Bei Kurzschluss auf einer Linie bei K schalten vermöge entsprechender Relais zuerst die Schalter S I,II und S II,III und dann der Schalter S 2 aus. Dieser Linienschalter ist dann nur für die Kurzschlussleistung *eines* Generators zu bauen. Sowohl bei dieser wie bei der vorhergehenden Anordnung wird die Störung vollständig lokalisiert. Diese Anordnungen sind in Amerika auch schon für Doppel- und für Ring-Sammelschiene ausgeführt worden, ebenso Kombinationen beider. (Hudson & Manhattan Rd.; Keokuk). Im

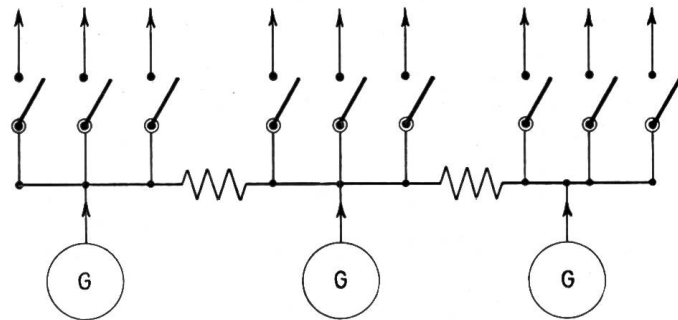


Fig. 16.

der Gedanke, zu verhindern, dass sich die volle Kurzschlussleistung *aller* Generatoren auf die Kurzschlussstelle stürzt. Bekannt ist hier das besonders aus Nordamerika empfohlene und dort angewandte Verfahren der *Unterteilung der Sammelschiene mittels Reaktanzen* wie in Fig. 16 angedeutet; statt durch Reaktanzen könnten wir grundsätzlich auch *Ohm'sche Widerstände* anwenden. (Darüber wird das zweite Referat sich besonders aussprechen.) Durch einen Kurzschluss auf

### Schlusswort

weist der Referent darauf hin, dass selbst der cursorische Ueberblick, den die Zeit leider nur gestattete, gezeigt haben dürfte, dass in sehr vielen elektrischen Zentralen noch lange nicht alle Mittel angewandt und erschöpft sind, um die Brandgefahr erfolgreich zu bekämpfen, dass sich auch in bestehenden älteren Anlagen ohne allzugrosse Kosten noch viel und zumeist genügendes erreichen liesse, selbst unter Verwendung der bisherigen Oelschalter. Das Hauptübel an der Wurzel zu fassen erfordert allerdings die Verbesserung der Oelschalter. Dass auch nach dieser Richtung sehr vieles geschehen kann, zeigen die auf Vorschlag des Referenten von der Brandschutzkommission veranlassten Oelschalterstudien, deren bereits veröffentlichte erste Resultate Ingenieur Bauer im zweiten heutigen Vortrag zusammenfassen und ergänzen wird.

Allgemein darf also wohl gesagt werden, dass wir bei Anwendung der gefundenen Mittel über die zukünftige Brandsicherheit unserer Schaltanlagen und Werke durchaus beruhigt sein dürfen.

\* \* \*

Der *Präsident* spricht Prof. Dr. Wyssling im Namen der Zuhörer für seinen interessanten Vortrag den besten Dank aus, dem sich die Versammlung mit Akklamation anschliesst, und erteilt hierauf das Wort an Ingenieur Bauer zum zweiten Vortrag.

\* \* \*