Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 7 (1916)
Heft: 8

Artikel: Schmelzsicherungen für Starkstrom
Autor: Roth, G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057171

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich mit den Jahres-Beilagen **„Statistik der Starkstromanlagen der Schweiz"** sowie **„Jahresheft"** und wird unter Mitwirkung einer vom Vorstand des S. E. V. ernannten Redaktionskommission herausgegeben.

Alle den Inhalt des „Bulletin" betreffenden Zuschriften sind zu richten an das

Generalsekretariat
des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins,
Neumühlequai 12, Zürich 1 - Telephon 9571

Alle Zuschriften betreffend Abonnement, Expedition und Inserate sind zu richten an den Verlag:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G.,
Hirschengraben 80/82 Zürich 1 Telephon 6741

Publié sous la direction d'une Commission de Rédaction nommée par le Comité de l'A. S. E.

Ce bulletin paraît mensuellement et comporte comme annexes annuelles la **„Statistique des installations électriques à fort courant de la Suisse"**, ainsi que l'**„Annuaire"**.

Prière d'adresser toutes les communications concernant la matière du „Bulletin" au

Secrétariat général
de l'Association Suisse des Electriciens
Neumühlequai 12, Zurich 1 - Téléphone 9571

Toutes les correspondances concernant les abonnements, l'expédition et les annonces, doivent être adressées à l'éditeur:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A.
Hirschengraben 80/82 Zurich 1 Téléphone 6741

Abonnementspreis
für Nichtmitglieder inklusive Jahresheft und Statistik:
Schweiz Fr. 15.—, Ausland Fr. 25.—.
Einzelne Nummern vom Verlage Fr. 1.50 plus Porto.

Prix de l'abonnement annuel (gratuit pour les membres de l'A. S. E.), y compris l'Annuaire et la Statistique, Fr. 15.— pour la Suisse, Fr. 25.— pour l'étranger.
L'éditeur fournit des numéros isolés à Fr. 1.50, port en plus.

VII. Jahrgang
VII^e Année

Bulletin No. 8

August
Août 1916

Schmelzsicherungen für Starkstrom.

Von *Gottfr. Roth,* Aarau.

Artikel 25 der schweiz. Vorschriften betreffend Erstellung und Instandhaltung elektrischer Starkstromanlagen umschreibt Zweck und Verwendung von Schmelzsicherungen folgendermassen:

„Leitungen und Apparaten, welche sich durch Aufnahme zu starker Ströme in für sich oder die Umgebung gefährlicher Weise erwärmen können, sind Schmelzsicherungen oder selbsttätige Ausschalter derart vorzuschalten, dass schädliche Wirkungen zu starker Ströme verhindert werden."

Die Sicherungen und selbsttätigen Schalter kommen daher als Ueberstrom-Schutzapparate nur solange in Frage, als es nicht gelingt, die *Entstehung* aller möglichen Ueberstromerscheinungen in der gegebenen Anlage mit Sicherheit zu verhindern.

Die Schmelzsicherung ist im Vergleich zum selbsttätigen Schalter das weitaus ältere Schutzmittel dieser Art. Wenn schon aus bekannten Ursachen heute die Tendenz dahin geht, die Unterbrechung des unzulässigen Ueberstroms im selbsttätigen Schalter vorzunehmen, so hat sich doch die moderne Schmelzsicherung überall da behaupten können, wo die ihrer Arbeitsweise anhaftenden Nachteile praktisch nicht ins Gewicht fallen. Es betrifft dies insbesondere den Schutz von Netzteilen kleiner Leistungskapazität, in denen auch beim Unterbrechen des Kurzschluss-Stroms relativ kleine Energiemengen ins Spiel treten. In allen diesen Fällen machen der geringe Preis und Platzbedarf und die einfache Bedienung die Sicherung zu einem für den Betrieb sehr wertvollen Apparat.

Es soll nicht Aufgabe dieses Aufsatzes sein, die Theorie der Schmelzsicherung zu erörtern, die nach allen Richtungen hin schon ausgebaut ist. Es sei nur daran erinnert, dass eine wesentliche Voraussetzung für das einwandfreie Arbeiten des Apparates in der richtigen Bestimmung der Schmelzeinlage in Material, Querschnitt, Form und Länge liegt. An Hand

der später beschriebenen Konstruktionen soll gezeigt werden, dass Länge und Form der Einlage von der Art der Konstruktion und diese selbst von derjenigen ihrer Verwendung wesentlich abhängen.

Die früher gebräuchliche Bezeichnung „Bleisicherung" sagt schon, dass zu deren Abschmelzung Drähte oder Lamellen aus Blei verwendet wurden, dessen geringe Leitfähigkeit aber einen verhältnismässig grossen Materialaufwand bedingte. Die beim Durchschmelzen dieser Metallmasse erzeugten Dämpfe und das herumspritzende glühende Material bildete eine grosse Gefahr für Anlage und Personal. Auch gaben infolge der Weichheit dieses Materials Formänderungen, insbesondere solche des Querschnittes Anlass zu Ungenauigkeiten im Schmelzpunkt der Sicherung.

Heute werden wohl Einlagen aus Silber ganz allgemein bevorzugt. Die hohe Leitfähigkeit und der daraus folgende relativ geringe Materialaufwand und die Beständigkeit dieses Materials in mechanischer und chemischer Hinsicht verdienen diese Bevorzugung. Für geringe Stromstärken z. B. bis 5 Ampère, für welche Einlagen aus Silber so geringe Querschnitte ergeben, dass die mechanische Festigkeit darunter leiden könnte, wird mit Vorteil auch Nickelin-, Rheotan- oder Kupferdraht verwendet.

In erschöpfender Weise hat Prof. Ing. R. Edler, Wien, in seiner Arbeit „Zur Theorie und Berechnung der Schmelzsicherungen" die Verfahren abgeleitet, die zur Berechnung der Schmelzdrähte verschiedenen Materials angewendet werden können.

Für die Berechnung von Schmelzeinlagen aus Silber, dem fast allgemein gebräuchlichen Material, gibt für kreisförmigen Querschnitt und Sicherungen in offener Ausführung folgende bekannte Formel, die auch der Abkühlung durch die Anschlußstücke Rechnung trägt, für die Praxis recht zuverlässige Werte:

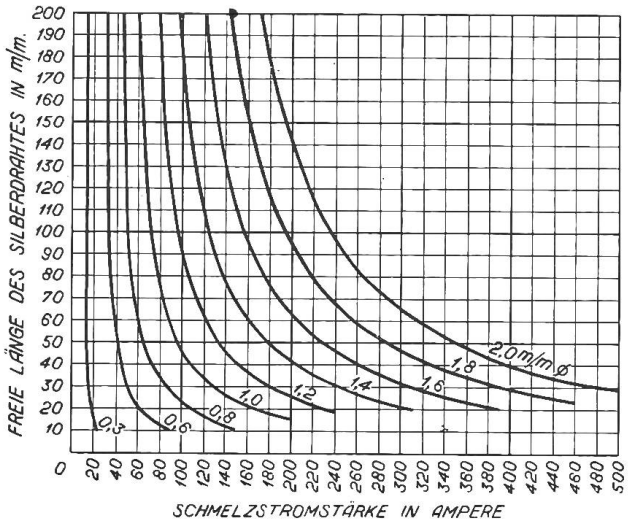

Abb. 1. Schmelzstromstärken für Silberdrähte.

$$J = \sqrt{2300 \cdot d^{2,34} + \frac{60\,000}{l^{1,35}} \cdot d^4}$$

wobei bedeuten:

J = Schmelzstrom während den ersten 2 Minuten.
l = Freie Länge des Silberdrahtes in cm.
d = Durchmesser des Silberdrahtes in mm.

Im Kurvenblatt Abb. 1 sind die in der Ordinate aufgetragenen freien Drahtlängen in ihrem Zusammenhang mit den in der Abscisse liegenden Schmelzstromstärken zeichnerisch dargestellt. Aus diesen Kurven geht deutlich hervor, dass bei gegebener Stromstärke die freie Länge des Schmelzdrahtes für dessen Durchmesser sehr bestimmend wirkt. Die eingetragenen Werte gelten auch für Schmelzstreifen, wenn zwei oder mehrere Drähte nebeneinander liegen, wobei natürlich Durchmesser und Schmelzstrom sich auf den einzelnen Draht zu beziehen haben. Sind die Drähte in wärmeisolierende Röhren eingeschlossen, so erniedrigen sich die angegebenen Schmelzstromstärken bei gleichbleibender Schmelzdauer entsprechend, z. B. für einen Draht auf 92 %, für zwei auf 84 %, für drei Drähte auf 78 % u. s. w.

Es empfiehlt sich im Interesse einer ausgiebigeren Materialausnützung, den Schmelzstreifen in mehrere Einzeldrähte zu unterteilen. In fabrikationstechnischer Hinsicht bringt dieses Verfahren ausserdem den Vorteil der grösseren Einheitlichkeit in den Drahtsorten.

Wenn wir die Schmelzsicherungen nach ihrer Verwendung und der Art der Konstruktionen einigermassen klassieren wollen, so können wir folgende Einteilung vorsehen:

a) Offene Streifen-Sicherungen bis 250 Volt.
b) Halboffene Griff-Sicherungen bis 350 Volt.
c) Röhren-Sicherungen bis 750 Volt.
d) Hochspannungs-Röhren-Sicherungen.
e) Oel-Sicherungen.
f) Weitere Sicherungsarten (Hörnersicherungen, Sicherungen mit magnetischer Funkenlöschung).

In der Reihenfolge dieser Einteilung sei nun der heutige Stand dieser Apparate von konstruktiven und praktischen Gesichtspunkten aus etwas näher betrachtet.

a) Offene Streifen-Sicherungen (Abb. 2).

Die Verwendung dieser Sicherungs-Type sollte nur da statthaft sein, wo geschultem Personal, wie in Schaltanlagen, die jederzeitige Trennung derselben von der Stromquelle durch geeignete Schaltapparate möglich gemacht wird, denn die Schmelzeinlagen können nur in spannungslosem Zustand gefahrlos ausgewechselt werden. Sie sind auch dann noch auf der Rückseite der Apparatewand anzubringen und mit Schutzkasten aus schwer brennbarem Isoliermaterial abzudecken, um ein Herumspritzen schmelzender Metallmassen und die Begünstigung von Ueberschlägen an benachbarte Eisenteile durch leitende Gase zu verhindern. Weil das Einsetzen einer neuen Schmelzeinlage verhältnismässig viel Zeit beansprucht, können diese Sicherungen für solche Installationen nicht mehr in Frage kommen, wo der betriebmässige Zustand sofort auch von nicht geschultem Personal wieder hergestellt werden muss.

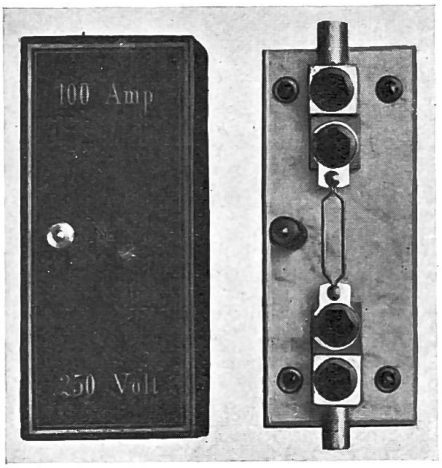

Abb. 2. Offene Streifensicherung, 100 Amp. 250 V., der A.-G. Sprecher & Schuh.

Nimmt man von den nicht wesentlich voneinander abweichenden Konstruktionen verschiedener Fabrikanten die Mittelwerte der Abmessungen der Schmelzstreifen und bezieht diese, insbesondere bezüglich der freien Drahtlänge auf vorstehende Tabellen, so erhält man folgende Schmelzstreifen:

Dauerstrom Amp.	Stichweite a mm	Freie Länge b mm	Anzahl Drähte	Durchmesser d	Klemmschrauben Φ e
10	50	25	1	0,35	5
25	50	25	1	0,60	5
60	70	35	1	1,00	6
100	80	45	2	1,00	8
160	95	55	2	1,35	10
200	110	66	2	1,60	1/2"
300	110	66	3	1,60	1/2"
400	110	54	4	1,45	1/2"
500	110	50	6	1,35	1/2"
600	110	50	6	1,55	1/2"

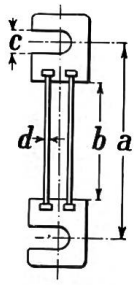

Abb. 3.

Für die kleineren Stromstärken bestehen die sog. Polschuhe meistenteils aus Messing und die Schmelzdrähte sind an diese angelötet; von ca. 100 Amp. an wird jedoch Kupfer mit aufgenieteten Schmelzdrähten verwendet.

b) Halboffene Griffsicherungen bis 350 Volt.

Der Schmelzstreifen ist an einem Porzellanstück befestigt, dessen Vorderteil als Handgriff ausgebildet ist. Es ist dies eine der ältesten Formen der sog. ausschaltbaren Sicherungen (Abb. 4).

Das Auswechseln durchgegangener Sicherungen kann mittelst Reservegriffen rasch und gefahrlos geschehen. Diese Sicherungen versehen auch den Dienst von Trennstücken an Stelle von Ausschaltern in Sekundär-Verteilungsleitungen, die nicht betriebsmässig abgeschaltet werden müssen.

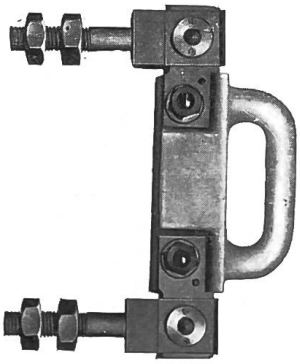

Abb. 4.
Griff-Sicherung mit offenen Kontakten
(A.-G. Sprecher & Schuh).

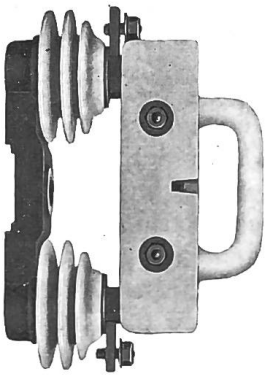

Abb. 5.
Griff-Sicherung mit gedeckten Kontakten
(A.-G. Sprecher & Schuh).

Um ein zufälliges Berühren stromführender Teile und ein Ueberschlagen der Lichtbogen zweier benachbarter Sicherungen zu verhindern, führt die A.-G. Sprecher & Schuh eine Type mit vollständig abgedeckten Kontaktteilen (Abb. 5). Der Schmelzstreifen liegt in dem kanalartig ausgebildeten Porzellanstück; zwecks Zuführung der nötigen Kühlluft für den Schmelzstreifen ist dieses immerhin oben und unten offen. Ein Schauloch ermöglicht die Besichtigung des Schmelzdrahtes. Die Abmessungen in der Tabelle unter a) gelten auch für die Einlagen dieser Type.

c) Geschlossene Röhrensicherungen bis 750 Volt.

Diese Bauart wird für Betriebe kleiner und mittlerer Leistungen (bis 600 kW) am meisten bevorzugt. Der Schmelzdraht liegt in einer Isolierröhre, meistens aus Porzellan, deren Hohlraum vorteilhaft mit einer wärmeisolierenden Substanz angefüllt wird, um das Rohr gegen direkte Berührung des Lichtbogens zu schützen und im weitern den Schmelzdraht nur mit einer verhältnismässig geringen Luftsäule zu umgeben, die ein längeres Stehenbleiben des Lichtbogens nicht gestatten soll. Als Füllmaterial wird mit Erfolg Asbest, Gips und Talkum angewendet, wie dies Abb. 6 und 10 zeigen.

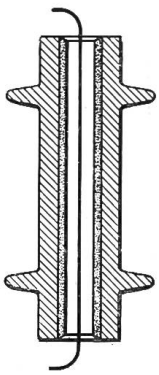

Abb. 6.
Schmelzpatrone mit Auskleidung aus Gips.

Auf was der Konstrukteur speziell hinweist ist die Sorge um einen ausreichenden Kontakt zwischen Patrone und festem Anschlusstück. Kontaktmesser und Kontaktfedern sollten immer reichlich bemessen sein, wie bei Schaltern oder ähnlichen Apparaten, so dass diese nicht selbst Wärme erzeugen, sondern solche aufnehmen und an die Luft abgeben können. Die Wärme, die sich vom Schmelzstreifen her in reichlichem Mass auf den ganzen Apparat ausbreitet, muss rasch an die Umgebung abgegeben werden können.

Bis zu Stromstärken von 350 A werden fast allgemein noch sog. Federkontakte nach Abb. 7 angewendet, während für höhere Stromstärken die sog. Klemmkontakte sich als notwendig erwiesen haben. Der Nachteil liegt hiebei darin, dass die Sicherungspatrone mittelst isolierten Schlüssels besonders mit dem feststehenden Kontaktsockel verschraubt werden muss;

der höher anzuschlagende Vorteil liegt hingegen in der Gewährleistung eines einwandfreien Kontaktschlusses. Abb. 8 zeigt diese gebräuchliche Anordnung.

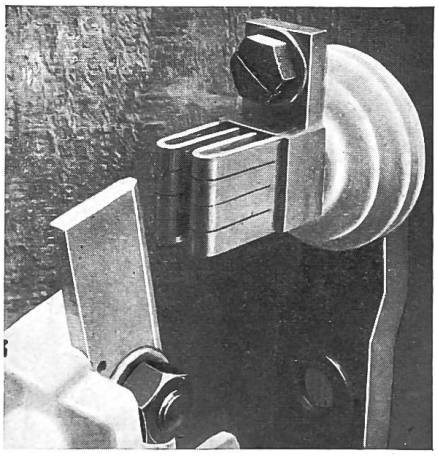

Abb. 7.
Federkontakt für 350 Amp.

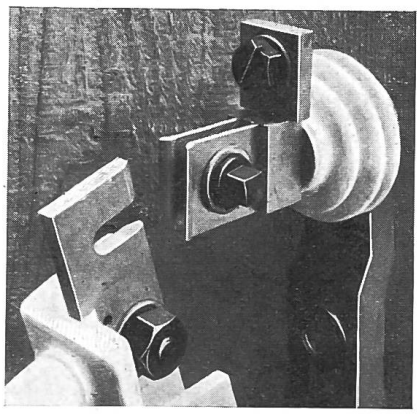

Abb. 8.
Klemmkontakt für grössere Stromstärken.

Nachstehend geben wir noch einige Konstruktionen der in diesem Abschnitt erwähnten Röhrensicherungen:

Die Maschinenfabrik Oerlikon fabriziert eine sog. Shunt-Sicherung mit offenem Schmelzstreifen, dem aber ein zweiter von bedeutend geringerem Querschnitt parallel liegt (Abb. 9). Bei eintretendem Schmelzstrom geht zuerst der frei liegende aus Zinkblech bestehende Hauptstreifen durch, welchem der in der Röhre eingeschlossene Nebenstreifen zeitlich nachfolgt. Der Letztere wirkt infolge seines geringen Querschnittes wie ein Vorschaltwiderstand,

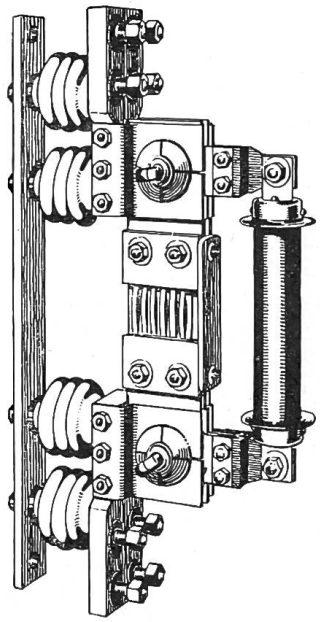

Abb. 9.
Shunt-Sicherung
der M.-F. O.

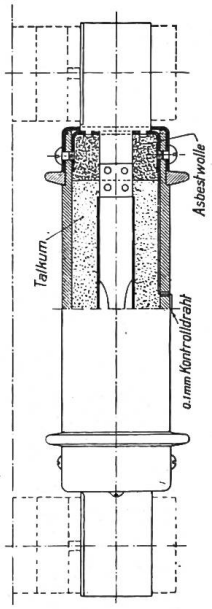

Abb. 10.
Schmelzpatrone der Shunt-Sicherung
der M.-F. O.

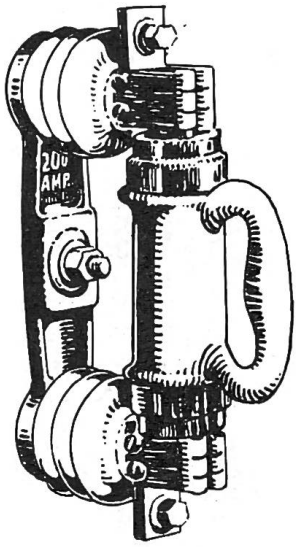

Abb. 11.
Griff-Sicherung mit geshlossener Patrone
der M.-F. O.

wodurch die Kurzschluss-Stromstärke abgedrosselt wird; der auftretende Lichtbogen erlischt in der Schmelzpatrone.

Zur besseren Aufnahme der beim Durchschmelzen entwickelten Wärme ist die Röhre mit Talkum gefüllt, an ihren beiden Enden ist sie ausserdem mit Asbestwolle gefüllt (Abb. 10).

Die Porzellanröhre der Sicherung (Abb. 11) (M. F. O.) ist an beiden Enden verschlossen und ihr Inneres mit Talkum gefüllt. Sie ist mit speziellem Handgriff versehen.

Eine erwähnenswerte Konstruktion hat Voigt & Haeffner auf dem Markt (Abb. 12). Die stark ausgeweiteten Porzellanrohre umschliessen die Schmelzstreifen. Diese bestehen aus sog. Gewebebändern (System Hesselmann, Abb. 13) mit gewundenen Drähten zur Erzielung besserer Abkühlung.

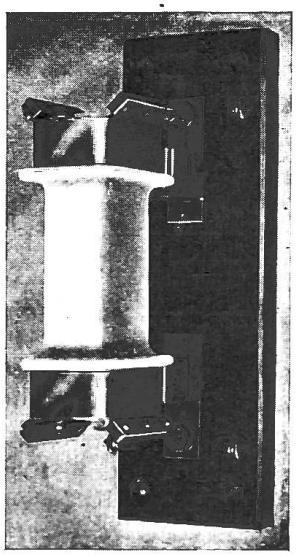

Abb. 12.
Schmelzsicherung V. & H.

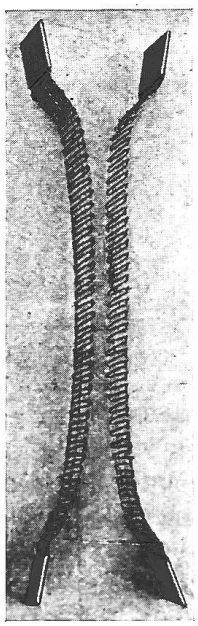

Abb. 13.
Gewebe-Einlage zur Sicherung V. & H.

Mehr an das Prinzip der Hochspannungs-Sicherungen sich anlehnend baut die A.-G. Sprecher & Schuh Röhrensicherungen auf Porzellanisolatoren und mit abgedeckten Kontakten bis 750 Volt und 350 Amp. (Abb. 14). Eine Zusammenstellung der hiefür gebräuchlichen Schmelz-Einlagen verzeichnet folgende Angaben:

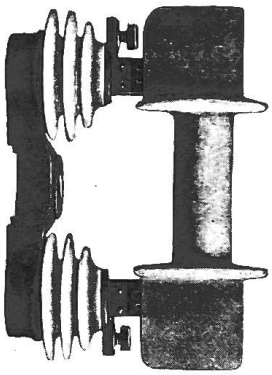

Abb. 14.
Röhrensicherung bis 750 V. 350 A. mit abgedeckten Kontakten der A.-G. Sprecher & Schuh.

Dauer-strom Amp.	Stich-weite mm	Freie Länge mm	Anzahl Drähte	Draht Φ mm	Klemm-schraube Φ mm
6	160	105	1	0,30	5
10	160	105	1	0,40	5
25	160	105	1	0,80	5
60	160	105	1	1,35	6
100	160	105	1	1,80	8
160	180	125	2	1,70	10
200	220	120	3	1,70	10
250	280	180	4	1,80	1/2"
300	280	180	6	1,65	1/2"
350	280	180	6	1,80	1/2"

d) Hochspannungs-Sicherungen.

Das betriebssichere Arbeiten von Hochspannungssicherungen stellt naturgemäss bedeutend höhere Anforderungen an deren Konstruktion. Einerseits wächst bei ein und der-

selben unterbrochenen Leistung die Lichtbogenlänge in der Sicherung mit der Betriebsspannung. Hiezu kommt, dass mit dieser auch die Gefahr der Zündung von Ueberschlagslichtbogen durch die Metalldämpfe grösser wird, sodass deren Wegführung oder Unschädlichmachung besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Die nachfolgende Abbildung 15 zeigt eine Hochspannungs-Sicherung von Voigt & Haeffner. Sie ist mit Abreisshörnern ausgerüstet zwecks Aufnahme des Ausschalt-Lichtbogens, der selbst auch beim Abtrennen einer unbelasteten Leitung auftreten kann. Eine Anzeigevorrichtung, bestehend aus einem vom Schmelzdraht getragenen Fallgewicht dient zur raschen Ermittlung der defekten Sicherung.

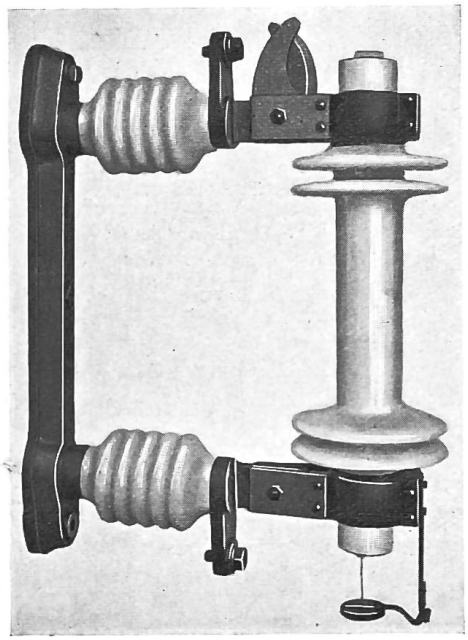

Abb. 15.

Hochspannungs-Sicherung von V. & H.

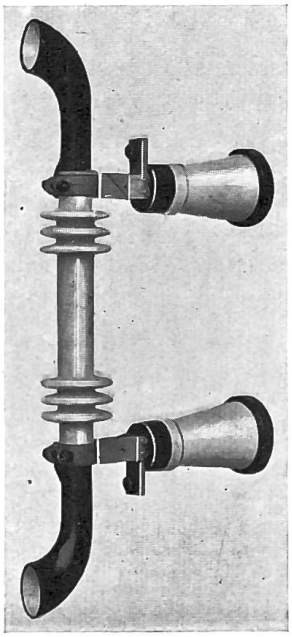

Abb. 16.

Hochspannungs-Sicherung BBC mit Blasrohr.

Bekannt sind die Sicherungen von Brown, Boveri & Co. mit Ausblasevorrichtung (Abb. 16). Die Porzellanrohre tragen an ihren beiden Enden Verlängerungen aus Papier- oder Porzellanröhren, die sich gegen ihr Ende zu immer mehr ausweiten. Der Lichtbogen wird so stets nach der Vorderseite ausgeblasen, wo hiefür gewöhnlich freier Platz vorhanden ist. Wir geben in nachstehender Tabelle die wichtigsten Abmessungen einer ganzen Spannungsreihe dieser Sicherungen (Abb. 17).

Hochspannungs-Sicherungen B B C. Masse in Millimeter.

Nennspannung Volt	Nennstrom Amp.	A	B	C	D	E	F	G	I	M	N	O	Q	S	r	r_1
750	200	200	106	40	360	135	115	60	75	55	25	115	30	45	5/8"	1/2"
	350	200	106	50	360	135	115	70	75	60	25	141	30	60	3/4"	5/8"
3000	100	250	116	30	410	135	115	50	75	45	25	100	200	70	1/2"	3/8"
	200	250	116	40	410	135	115	60	75	55	25	115	200	70	5/8"	1/2"
6000	100	250	116	30	410	160	140	50	80	45	25	100	200	70	1/2"	3/8"
12000	50	300	136	30	480	185	165	50	90	45	25	100	200	70	1/2"	3/8"
24000	25	350	136	30	530	255	235	50	110	45	25	100	200	70	1/2"	3/8"

Die Hochspannungs-Sicherung der Masch.-Fabrik Oerlikon (Abb. 18), bietet insofern hohes Interesse, als diese an dem untern Ende der Porzellanröhre einen Gaskühler besitzt, durch den die glühenden Gase stark abgekühlt werden, ähnlich dem Plattenschutz für Schlagwetter-Sicherungen. Die Porzellanröhre ist mit Fermit ausgefüttert. Der Schmelzdraht wird mittelst grossen, leicht von Hand verstellbaren Muttern festgeklemmt; besondere Werkzeuge hiefür sind folglich nicht nötig. Abb. 19 zeigt die Einzelausführung des Gaskühlers und der Klemmutter für den Schmelzdraht.

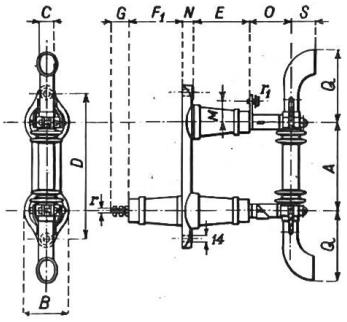

Abb. 17.
Maßskizze der Hochsp.-Sicherungen BBC.

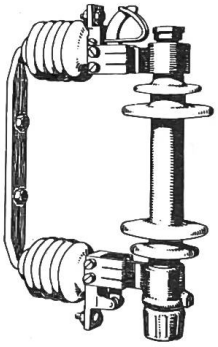

Abb. 18.
Hochsp.-Sicherung der M.-F. O.

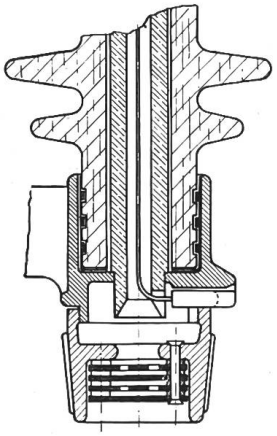

Abb. 19.
Gaskühler der Hochsp.-Sicherung M.-F. O.

Von besonderer Einfachheit ist die Sicherung der A.-G. Sprecher & Schuh in Abb. 20. Kontaktstück und Befestigungsbolzen sind nicht in üblicher Art mit dem Isolator verkittet, sondern aufgeklemmt; ein defekter Isolator kann folglich innert sehr kurzer Zeit ersetzt werden und zwar unter voller Ausnützung aller übrigen Armaturteile. Die Einzeldarstellung der Befestigung des Kontaktes und des Befestigungsbolzens zeigt Abb. 21. An seiner Basis hat der Isolator einen Boden mit Längsloch, durch welches das Klemmstück eingeführt wird. Durch Drehen desselben um 90° und Anlegen der äussern Druckplatte werden beide Teile derart fest gehalten, dass ein Verschieben oder Verdrehen derselben während des Festziehens der Befestigungsschraube ausgeschlossen ist.

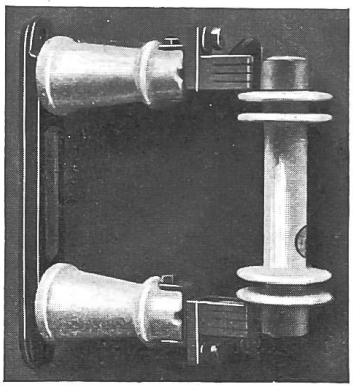

Abb. 20.
Hochsp.-Sicherung der A.-G. Sprecher & Schuh mit aufgeklemmten Kontakten.

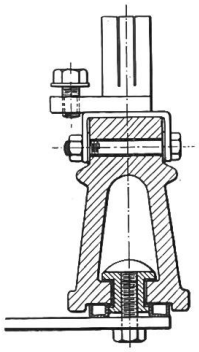

Abb. 21.
Aufgeklemmte Kontakt- und Befestigungsteile der Hochsp.-Sicherung der A.-G. Sprecher & Schuh.

Eine besondere Vorrichtung für die Ableitung der Gase besteht nicht; die Porzellanröhre ist nur mit Gips ausgefüttert, um diese vor zu starker Erwärmung während des Schmelzvorganges zu schützen. Besondere Abreisshörner wurden als entbehrlich erachtet in Anbetracht der Tatsache, dass Hochspannungs-Sicherungen nur mehr in spannungslosem Zustande gewechselt werden sollten.

e) Oel-Sicherungen.

Wir haben früher schon erwähnt, dass sowohl die Niederspannungs- als auch die Hochspannungs-Sicherungen nur für ganz begrenzte Abschaltleistungen (ca. 300 kW) zu verwenden sind. Ein Mehreres in dieser Richtung übernimmt in beiden Stromarten die

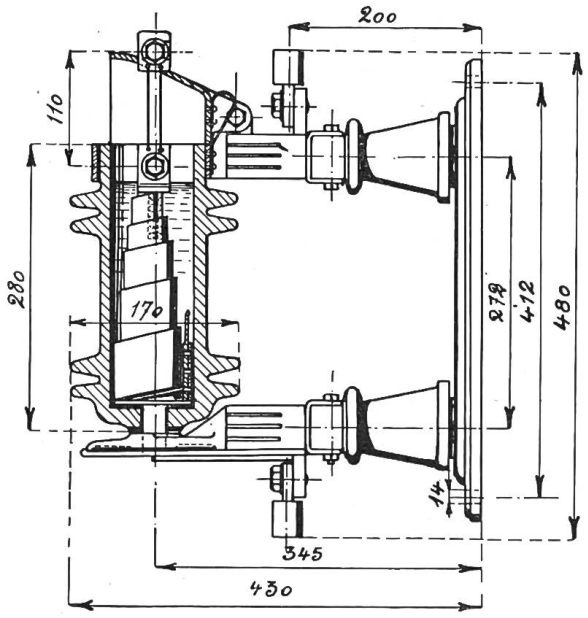

Abb. 22.
Oelsicherung der A.-G. Sprecher & Schuh (Schmelzdraht eingezogen).

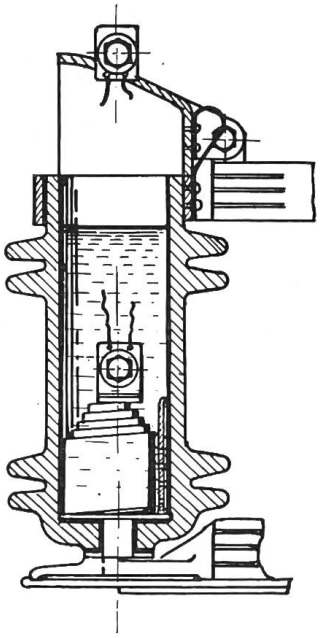

Abb. 23.
Schmelzpatrone einer Oelsicherung mit durchgeschmolzener Einlage.

Oelsicherung; es befinden sich solche für Leistungen bis zu 3000 kW im Betrieb. Was diese Apparate zur Abschaltung solcher Leistungen befähigt, ist das rasche Zerreissen des Schmelzdrahtes infolge Federwirkung und die damit zusammenhängende künstliche Verlängerung der Funkenstrecke, ferner und hauptsächlich das Eintauchen eines Poles unter Oel, was den Abreisslichtbogen verhindert, dem fliehenden Polstück durch die Oelschicht hindurch nachzufolgen. Die heute noch vielfach verbreitete Ansicht, dass der Schmelzstreifen vollständig unter das Oel tauche, war wohl nur für die ersten Konstruktionen dieser Art zutreffend. In der Folge hat sich aber gezeigt, dass es sowohl für den Abschaltprozess als auch für den betriebsmässigen Zustand empfehlenswerter ist, die Schmelzeinlage direkt über dem Oelspiegel anzuordnen. Das Eintauchen derselben in das Oel hat dieses schon im betriebsmässigen Zustand so stark erwärmt, dass es sich beim Durchschmelzen der Einlage leicht entzündete, zum mindesten ist der Schmelzvorgang oft explosionsartig aufgetreten, sodass stets Oel zum Topf herausgeschleudert wurde. Die auch im normalen Betrieb stets heissen Schmelzeinlagen hatten schliesslich eine sehr rasche Zersetzung des Oels zur Folge.

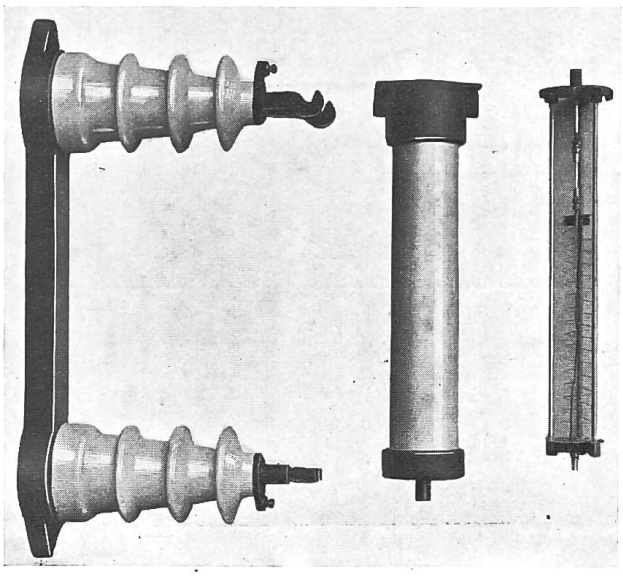

Abb. 24. Oelsicherung von V. & H.

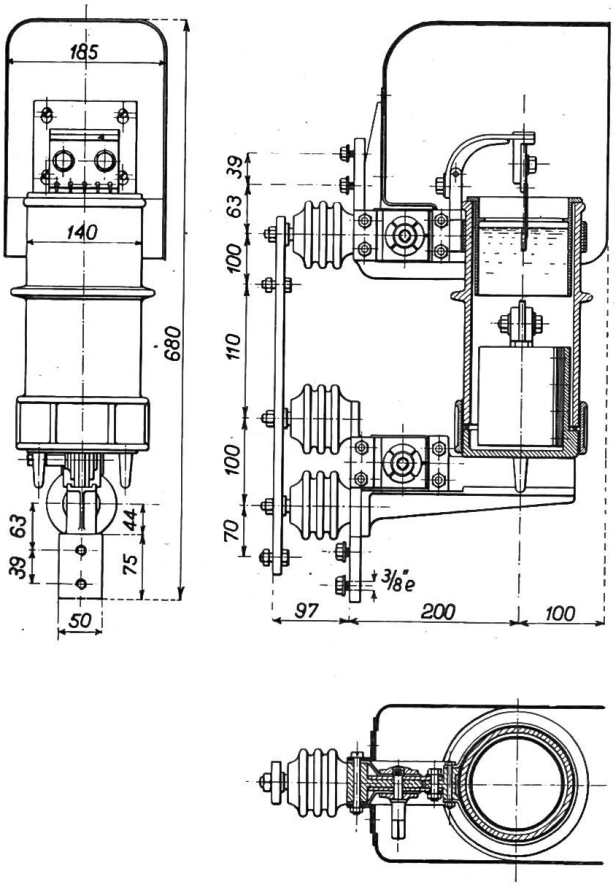

Abb. 25. Oelsicherung 800 A. 6000 V. der M.-F. O.

Die wichtigsten Teile einer Oelsicherung zeigen vorstehende Abbildungen; Abb. 22 den Apparat mit eingezogenem Schmelzdraht und Abb. 23 die Stellung der Kontaktteile bei durchgeschmolzener Einlage. Normalerweise steht diese unter dem Federzuge der Kontaktfedern; beim Reissen der Schmelzdrähte ziehen diese Federn die beiden Polstücke mit grosser Geschwindigkeit auseinander und schaffen zwischen diesen eine Distanz mit dem Oel als Zwischenmittel, die ein längeres Stehenbleiben des Lichtbogens nicht aufkommen lässt. Weil das Abschmelzen der Einlage in Luft geschieht, so kommen die glühenden Gase und der entwickelte Druck in der Hauptsache ausserhalb des Oeltopfes zum Ausgleich, so dass für diesen selbst und für das Oel keine unmittelbare Gefahr besteht. Wenn kleine Mengen Oel bei grossen Kurzschlüssen aus dem Oeltopf herausgeschleudert werden, so ist dies bei der offenen Bauart und der Arbeitsweise der Apparate weiter nicht verwunderlich, hat man doch bei Oelschaltern mit diesen kleinen aber viel gefährlicheren Unannehmlichkeiten zu rechnen. Im Nachstehenden geben wir die Hauptmerkmale einiger Erzeugnisse in dieser Sicherungsart:

Abb. 24: Oelsicherung, Fabrikat Voigt & Haeffner. Das obere Kontaktstück des feststehenden Untersatzes besitzt einen hakenförmigen Fortsatz, um ein Herausfallen der Röhre zu verhindern und zugleich eine leichte Einführung des untern Kontaktstückes zu ermöglichen. Der Oelbehälter besteht aus einem Glaszylinder in dessen Inneren sich die Schmelzeinlage befindet, die zusammen mit der Zugfeder an einem Traggestell befestigt ist.

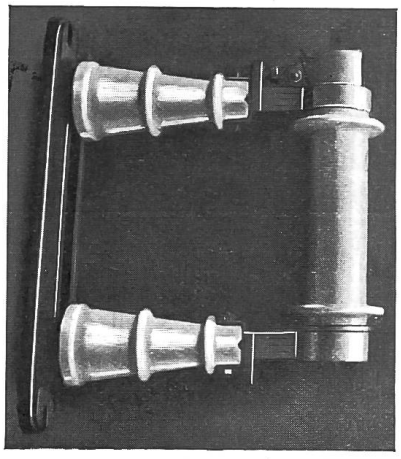

Abb. 26.
Oelsicherung 50000 Volt
der A.-G. Sprecher & Schuh.

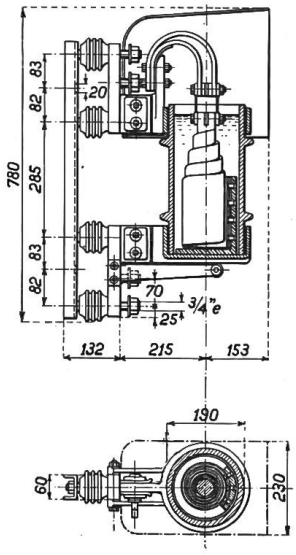

Abb. 27.
Oelsicherung 2000 Amp.
der A.-G. Sprecher & Schuh.

Die in Abb. 25 zeichnerisch dargestellte Sicherung ist eine Konstruktion der Maschinenfabrik Oerlikon. Der Kontaktschluss zwischen Untersatz und Röhre geschieht vermittelst Klemmkontakten. (800 Amp. 6000 V.) Der Schmelzstreifen liegt über dem Oelspiegel und steht unter dem Zuge eines zur Feder gewundenen Kontaktbandes. Gegen herumspritzendes Oel und Metallteile schützt eine aus Isoliermaterial bestehende Schutzhaube. Auch die A.-G. Sprecher & Schuh hat der Herstellung von Oelsicherungen besondere Aufmerksamkeit entgegengebracht. Eine Oelsicherung dieser Firma für 50 000 Volt Normalspannung zeigt Abb. 26, eine solche für 2000 Amp. Abb. 27. Bei der ersten Konstruktion tritt natürlich die Sorge für gute zweckentsprechende Isolation in den Vordergrund, bei der zweiten bilden Leiterquerschnitte und Kontaktflächen das Hauptmoment.

f) Weitere Sicherungsarten.

Die verschiedenartigen Betriebsverhältnisse bringen es naturgemäss mit sich, dass auch bei den Schmelzsicherungen nach Konstruktionen gesucht wird, die bezüglich Anpassungsmöglichkeiten an Raum, Ort, Stromart, Anschaffungs- und Unterhaltungskosten das Günstigste bieten.

Entfernte Gehöfte und Weiler, die nicht über 20 kVA konsumieren, werden kaum einen Gewinn abwerfen, wenn zu den verhältnismässig hohen Kosten der Primärzuleitungen noch eine Schaltstation in Mauerwerk erstellt werden sollte. Mit dem Anwachsen dieser Installationen sind auch die *Freileitungs-Sicherungen* wieder mehr zu Ehren gekommen. Die einfachste Art einer solchen Sicherung zeigt Abb. 28. Ihre Bedienung macht die Aufwendung eines besondern Freileitungsschalters nötig, der auf der nächstliegenden Stange montiert werden kann.

Eine Anordnung wie in Abb. 29 dargestellt, macht diesen entbehrlich, indem die einzelnen Phasen mittelst Schaltstange von einem Podium aus geschaltet werden können. Das abgetrennte Sicherungsstück hängt dann soweit nach unten, dass der Schmelzdraht bequem ausgewechselt werden kann.

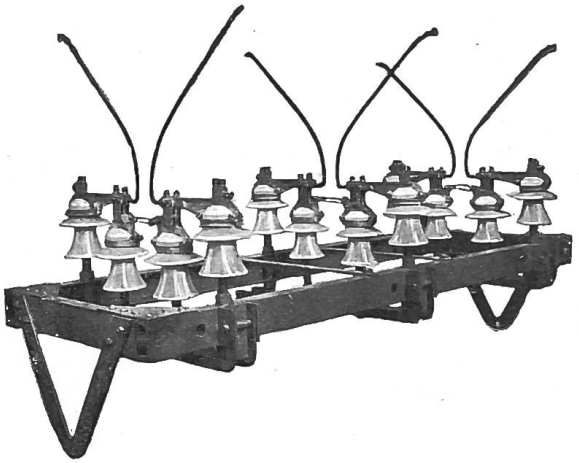

Abb. 29. Ausschaltbare Freileitungs-Sicherung der A.-G. Sprecher & Schuh.

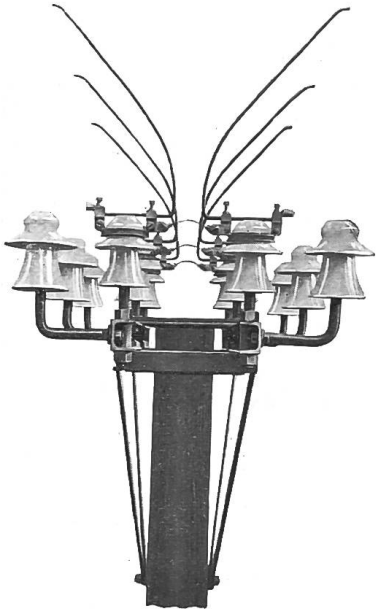

Abb. 28. Freileitungs-Sicherung der A.-G. Sprecher & Schuh.

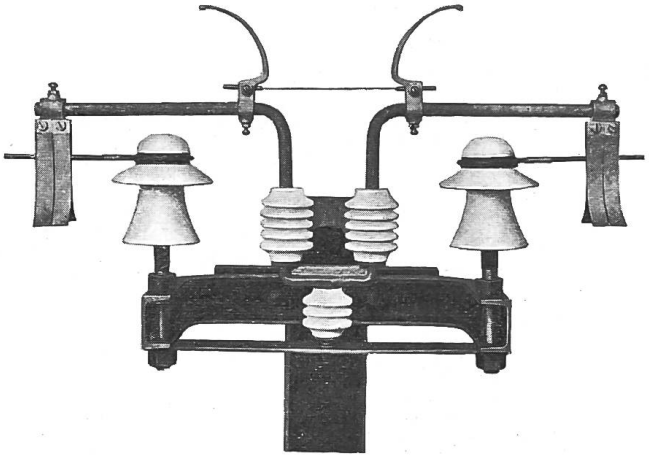

Abb. 30. Aushängbare Freileitungs-Sicherung der A.-G. Sprecher & Schuh.

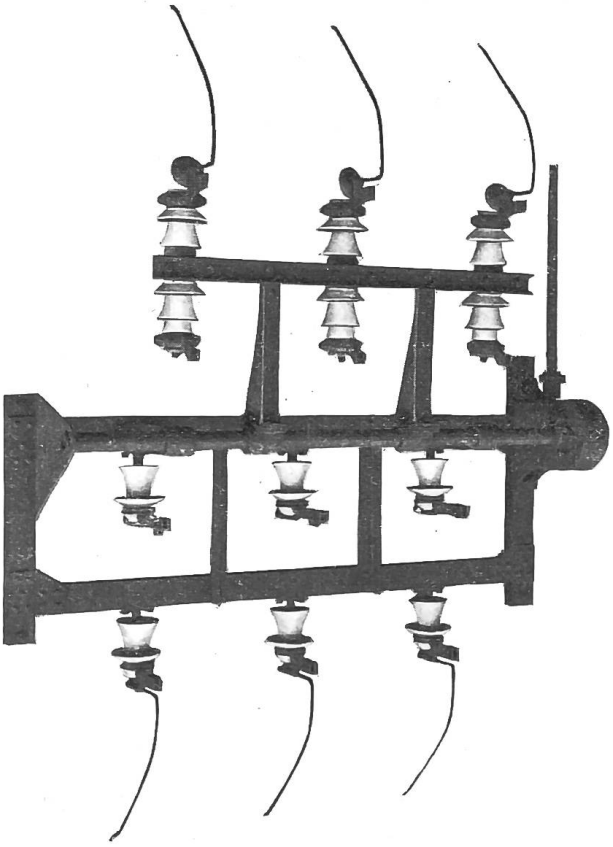

Abb. 31.
Sicherungs-Schalter für Freileitungen der A.-G. Sprecher & Schuh.

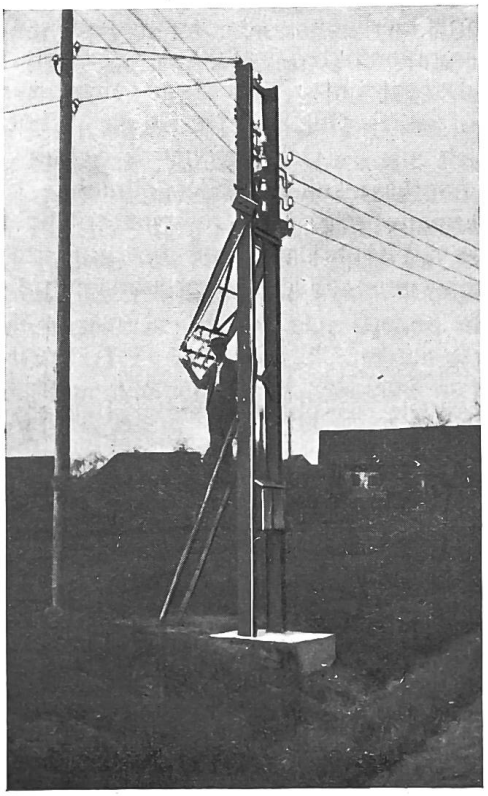

Abb. 32.
Ausschaltbare Freileitungs-Sicherung des E. W. des Kantons Thurgau.

Eine originelle und einfache Konstruktion zeigt Abb. 30. Sie wird, wie auch die beiden vorgenannten Typen, fabriziert von der A.-G. Sprecher & Schuh. Die Primärdrähte sind an Isolatoren abgespannt und zwischen diesen unterbrochen. Dieser Unterbruch wird aber überbrückt durch die an beide Leitungsdrähte aufgehängte Sicherung, deren Schmelzdraht frei zwischen Funkenabreisshörnern liegt. Das Ein- und Aushängen des Apparates geschieht vom Mast aus mittelst einer Schaltstange. Es wird dabei angenommen, dass die Leistung ca. 10 kVA, ohne einen besonderen Schalter zu benötigen, direkt durch das Aushängen der Sicherung unterbrochen werden kann.

Gewöhnlicherweise wird jedoch der Apparat überhaupt nur bedient, wenn die Sicherung durchgeschmolzen ist. Die Firma fabriziert auch eine Verbindung von Freileitungsschalter und Sicherung, ein Apparat, der auch als Trennschalter vom Boden aus bedient werden kann. Die Schmelzdrähte liegen in Porzellanröhren, die am beweglichen Schalterteil zugleich die Stelle der Poltrennstücke versehen. Die Schwenkung dieser Schmelzpatronen vom eingeschalteten in den ausgeschalteten Zustand beträgt 180°, sodass in letzterer Stellung das Einsetzen der Schmelzdrähte weit unterhalb der festen, an der Stromquelle liegenden Kontaktstücke geschehen kann. Eine unmittelbare Gefahr für den Bedienenden ist dabei ausgeschlossen. Eine geeignete Anzeigevorrichtung (Fallrohr) lässt vom Boden aus die durchgeschmolzene Phase erkennen. Abb. 31 zeigt den Apparat im ausgeschalteten Zustand. Eine im Prinzip ähnliche Schalter-Sicherung ver-

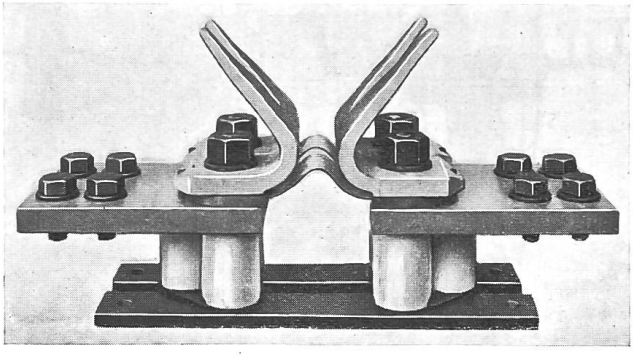

Abb. 33. Hörner-Sicherung von V. & H.

wendet das Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau nach einer Konstruktion von Oberingenieur Elsener (Abb. 32). Sie dient ebenfalls zur Sicherung von Abzweigen geringer Leistung. Zwischen Eisenmasten sitzt mit diesen zu einem Ganzen fest verbunden der Schalterrahmen. Die Schmelzröhren spielen zugleich die Rolle von Trennmessern. Sie sitzen an einem langen, mittelst Gegengewichten ausgeglichenen Hebelarm, so dass die Sicherungen vom Boden aus unter Zuhilfenahme einer Leiter bedient werden können.

Sicherungen für Gleichstrom-Betriebe grosser Stromstärke verlangen besondere Aufmerksamkeit.

Um ein energisches Löschen des Gleichstrom-Lichtbogens herbeizuführen, werden mit Erfolg die sog. Hörner-Sicherungen angewendet, wobei die Anschlusstücke bezw. die Hörner genügend weit auseinander stehen, um einem längeren Verbleiben des Lichtbogens schon bei seiner Ausbildung zu wehren. Durch entsprechende Form der Hörner, sie laufen in der untern Partie zuerst etwas gegeneinander, wird der Lichtbogen auf diese übernommen, um dann in bekannter Weise zwischen diesen emporgetrieben und abgerissen zu werden (Abb. 33).

Sehr oft wird auch die magnetische Funkenlöschung für Gleichstrom-Sicherungen angewendet (Abb. 34). Eine oder mehrere Blasspulen liegen mit den Abreisshörnern parallel zum Schmelzstreifen. Im Augenblick des Durchschmelzens erhalten diese den vollen Strom und erzeugen ein starkes Magnetfeld, das auf bekannte Weise den Lichtbogen

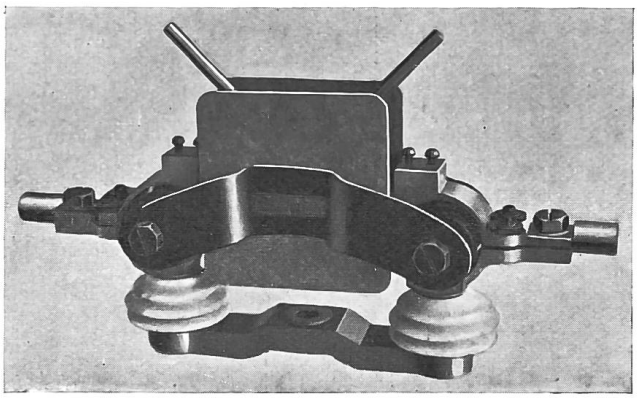

Abb. 34.
Sicherung mit magnet. Funkenlöschung
der A.-G. Sprecher & Schuh.

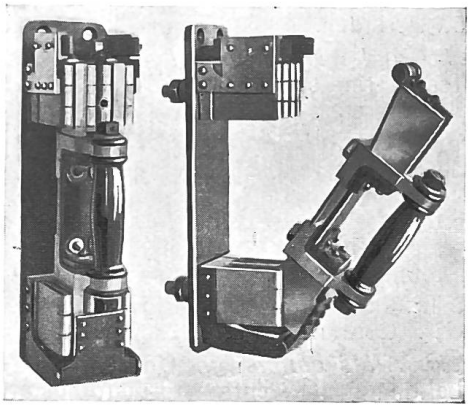

Abb. 35.
Schalt-Sicherung für Schiffsanlagen
der A.-G. Sprecher & Schuh.

augenblicklich auslöscht. Der ohmsche Widerstand dieser Blasspulen ist derart hoch bemessen, dass durch ihr Zuschalten in den Stromkreis die Kurzschlusstromstärke herabgemindert wird. Die Spulen versehen somit als zweite Aufgabe diejenige eines Schutzwiderstandes.

Zum Schlusse sei noch eine Sicherung erwähnt für 1000 Amp., die zugleich als Trennmesser benützt werden kann, und eigens für maritime Anwendung von der A.-G. Sprecher & Schuh fabriziert wird (Abb. 35). Raumersparnis und beste Ausnützung des Materials im Interesse eines geringen Gewichtes bilden dem Konstrukteur die Hauptrichtlinien für solche Konstruktionen. Erwähnter Apparat besitzt Kohlenfunkenzieher und ein Drehstück am untern Kontaktteil, das ein Schwenken des Kontaktmessers gestattet bis zu einer Stellung, in welcher dieses ausgehängt werden kann.

Damit schliessen wir unseren kurzen Abriss über den heutigen Stand der Schmelzsicherungs-Konstruktionen.