

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 29 (1938)

Heft: 26

Artikel: Oelstrahlschalter für Innenraum

Autor: Scherb, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059427>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 16.02.2026

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

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

ADMINISTRATION:

Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telephon 51.742
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXIX. Jahrgang

Nº 26

Mittwoch, 21. Dezember 1938

Kurzvorträgeveranstaltung des SEV

vom 9. Juli 1938 in Freiburg.

An der Generalversammlung 1938, die am 9. und 10. Juli in Freiburg durchgeführt wurde, widmete der SEV erstmals einen ganzen Tag kurzen Vorträgen über freigewählte Themen aus allen Gebieten der Elektrotechnik. Zweck dieser Veranstaltung war, den Mitgliedern Gelegenheit zu geben, in Kurzreferaten aus ihrer Tätigkeit zu berichten. 15 Referate waren angemeldet, 2 konnten aus Zeitmangel nicht gehalten werden. Auch die Diskussion musste infolge Zeitmangel abgekürzt werden. Die Versammlung, der rund 300 Mitglieder und Gäste beiwohnten, stand unter dem Vorsitz von Herrn Dr. h. c. M. Schiesser, Präsident des SEV.

Wir veröffentlichten in dieser und in folgenden Nummern die Vorträge, auch einen der nichtgehaltenen, und die Diskussionen, wobei auch nachträglich schriftlich eingereichte Beiträge berücksichtigt sind; im besonderen wurde jedem Referenten Gelegenheit gegeben, ein Schlusswort zu formulieren, auch dann, wenn an der Versammlung aus Zeitmangel darauf verzichtet werden musste.

Lors de l'assemblée générale 1938, les 9 et 10 juillet à Fribourg, l'ASE consacra pour la première fois une journée entière à de brèves conférences sur des thèmes de tous les domaines de l'électrotechnique. Le but de cette journée était de donner aux membres l'occasion de présenter de brefs rapports sur leur activité scientifique ou technique. Quinze rapports étaient annoncés. Deux ne purent être produits, faute de temps. L'assemblée, à laquelle participèrent environ 300 membres, était présidée par M. M. Schiesser, Dr. h. c., président de l'ASE.

Nous reproduisons, dans ce numéro et les suivants, les conférences données, ainsi qu'un des deux rapports qui ne purent être présentés. Chaque conférence est accompagnée de la discussion qui suivit, ainsi que des votes écrits qui nous sont parvenus après coup. Chaque conférencier eut ainsi l'occasion de formuler des conclusions lors-même que le manque de temps ne lui permit pas de le faire lors de l'assemblée.

Oelstrahlschalter für Innenraum.

Referat, gehalten an der Kurzvorträge-Veranstaltung des SEV vom 9. Juli 1938 in Freiburg,

von E. Scherb, Sprecher & Schuh A.-G., Aarau,
und Diskussion.

621.316.57.064.25

Es wird empfohlen, den Oelstrahlschalter nicht nur in Außenanlagen, wofür er besondere Eignung besitzt, sondern auch in solchen Innenanlagen, wo die Wartung in der Regel fehlt, zu benützen. Für diesen Zweck hat Sprecher & Schuh einen Innenraum-Oelstrahl-Typ entwickelt, der im folgenden beschrieben wird.

L'auteur recommande d'utiliser les interrupteurs à jet d'huile non seulement dans les installations en plein air, pour lesquelles il se prête particulièrement, mais aussi dans les installations «indoor» où ils ne sont généralement pas sous une surveillance constante. Dans ce but, la maison Sprecher & Schuh a développé un type d'interrupteur à jet d'huile, qui fait l'objet de la description ci-dessous.

Als vor einigen Jahren die modernen Schalter auftauchten, stellte sich sofort die Frage: Druckluftschalter oder ölarme Schalter? Die Bedürfnisse des Betriebes schienen dann eine Zweiteilung anzubahnen, die jeder der beiden Typen ihr eigenes Gebiet zuwies, nämlich: Druckluftschalter für Innenraum, ölarne Schalter für Freiluft.

Der Druckluftschalter kommt den Wünschen derjenigen Betriebe entgegen, die im Innern des Gebäudes aus bekannten Gründen kein Öl haben wollen. Der ölarne Schalter, der vom klassischen Oelschalter die Vorteile des einfachen Aufbaues sowie der bewährten Oelisolation im Innern des Apparates übernommen hatte, vermochte sich überall dort einzuführen, wo die atmosphärischen Verhältnisse, vor allem die leidige Frage des Kondenswassers, gerade diese Vorteile in erster Linie verlangten. Tatsächlich hat in der Schweiz und in

vielen andern Ländern des europäischen Kontinents der ölarne Schalter auf seinem ureigensten Gebiet — höhere Spannungen in Freiluftanlagen — den klassischen Oelschalter vollständig verdrängt.

Das gleiche kann man einstweilen nicht vom Druckluftschalter sagen. Im Innenraum wird der alte Oelschalter für untere und mittlere Spannung immer noch häufig eingebaut. Der Grund dafür dürfte darin zu suchen sein, dass der Druckluftschalter an und für sich ein verhältnismässig komplizierter Apparat ist, was sich in vermehrter Wartung und in einem höheren Preis ausdrückt. Dazu kommt aber noch die Abhängigkeit von einer Drucklufterzeugungsanlage, die teuer ist und weitere Komplikationen hinzubringt. In grösseren Anlagen, in welchen an und für sich schon Personal vorhanden ist, wirken sich diese Nachteile nicht weiter aus, sie werden hier durch die anerkannten

Vorteile reichlich aufgewogen. Anders ist es in Stationen mit nur wenigen Gruppen oder wo normalerweise die Wartung fehlt. Hier wird eine Druckluftschalteranlage die Betriebssicherheit und Betriebsbereitschaft einfacher Oelschalter kaum erreichen. Dies gilt natürlich vor allem dort, wo man an und für sich mit Handantrieb auskommt.

Um diese Lücke, die der Druckluftschalter gelassen hat, auszufüllen, hat Sprecher & Schuh neben seinen Druckluftschaltern, in Anlehnung an

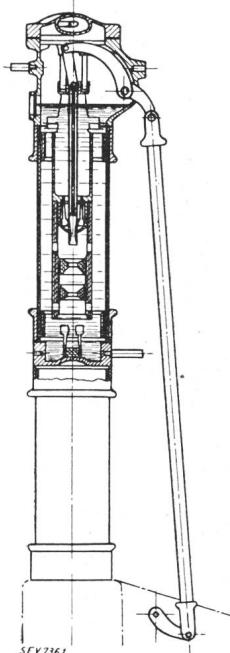


Fig. 1.
Oelstrahlschalter für
Innenraum, Schnitt
eines Pols.

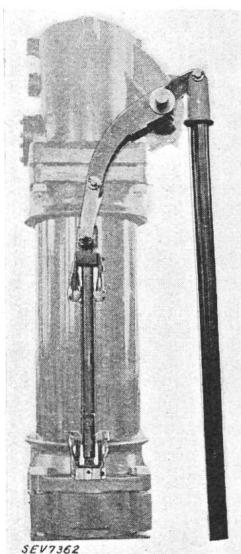


Fig. 2.
Oelstrahlschalter für
Innenraum, Mechanismus.

seine bewährten Oelstrahlschalter für Freiluft, auch einen besonderen Innenraum-Typ nach dem Oelstrahlprinzip entwickelt, der bestimmt ist, den klassischen Oelschalter in allen jenen Fällen zu ersetzen, in denen eine Druckluftanlage aus den erwähnten Gründen nicht in Frage kommt.

Gebaut wird diese Schalterreihe für die höhern Spannungen von 30 kV an aufwärts und eine Schaltleistung von 500 bis 1000 MVA. Entsprechend dem gedachten Zweck, wurde auf einen möglichst einfachen Aufbau Wert gelegt. Es hat sich auch gezeigt, dass gerade dieses Prinzip eine Schalterkonstruktion erlaubt, die an Uebersichtlichkeit und Einfachheit der Isolation, der Stromführung und des Mechanismus von andern Schalterarten bisher kaum erreicht wird.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch den Pol eines 60-kV-Schalters. Er besteht aus zwei gleichen Hartpapier-Zylindern, wovon der eine als Stützer dient, der andere, mit Oel gefüllt, die eigentliche Schaltkammer bildet und gleichzeitig Ein- und Ausgang voneinander isoliert. Die Schaltkammer ist abgeschlossen, unten durch den festen Kontaktträger, oben durch ein Gehäuse, an dem die obere Stromabnehmerkontakte und der zweite Anschluss befestigt sind und das gleichzeitig das Luftkissen enthält. Zwischen den Kontakten steht die Druckkam-

mer mit zwei Düsen, durch welche das bewegliche Kontaktrohr gleitet.

Als bewegliches System (Fig. 2) enthält der Schalter einzige eine durch einen einfachen Hebel betätigte Schaltstange mit einer Rückzugfeder. Alle andern Teile im Schalterinnern, auch die zur Erzeugung der Oelströmung dienenden Teile, wie Druckkammer, Düsen und der im Innern des Rohres sich befindliche Hilfskolben, sind vollkommen starr. Die drei Pole sind durch Hartpapier-Verbindungsstangen mit einer gemeinsamen Antriebswelle gekuppelt.

Die Durchbildung der Schaltkammer und auch der Abschaltvorgang sind übrigens genau gleich wie beim bisherigen Oelstrahlschalter für Freiluft. Ein Teil des Lichtbogens, von einer der betreffenden Spannung entsprechenden Länge, brennt frei im äussern Schalterraum und wird von einem aus der Druckkammer auf ihn gerichteten Oel- und Gasstrahl entionisiert. Für das Abschalten kleinsten Stromstärken, die einen ungenügenden Druck in der Druckkammer erzeugen würden, ist eine künstliche Oleinspritzung mittels eines im hohlen Kontaktrohr feststehenden Hilfskolbens vorgesehen.

Wichtig bei dieser Art von Schaltern ist ein guter Oelabscheider. Er ist im Deckel eingebaut und lässt auch bei stärksten Abschaltungen praktisch nur die Gase entweichen. Das Ausschalten wird, wie beim klassischen Oelschalter, durch Ausschalt-

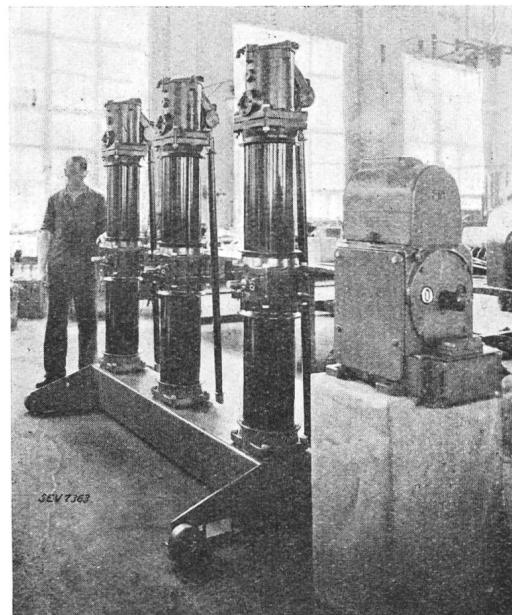


Fig. 3.
Oelstrahlschalter für Innenraum 60 kV, 750 MVA,
mit Motorantrieb.

federn bewirkt. Da die Masse der bewegten Teile sehr klein ist, lassen sich mit verhältnismässig kleinem Drehmoment grosse Geschwindigkeiten erzielen. Obschon bei diesem Schalter z. B. die Ausschaltgeschwindigkeit über 5 m/s erreicht, beträgt seine Einschaltarbeit nur etwa die Hälfte derjenigen der normalen Oelschalter, deren Geschwindigkeit vielleicht 2 m/s erreicht.

Der Schalter lässt sich bequem an Ort und Stelle auseinandernehmen und ebenso leicht wieder zusammensetzen, sind doch nicht mehr als etwa ein Dutzend einzelner Teile vorhanden, wovon keines über 15 kg wiegt. Das Gewicht des ganzen 60-kV-Poles beträgt leer nur 85 kg, also ca. $\frac{1}{8}$ desjenigen eines ältern Oelschalterpoles. Dazu kommen 20 Liter Öl, d. h. etwa $\frac{1}{40}$ der Ölmenge eines Oelschalters. Die Schalter für 30 und 50 kV sind entsprechend kleiner und leichter.

Die drei Pole sind normalerweise auf ein gemeinsames Fahrgestell montiert, können aber natürlich auch getrennt aufgestellt werden. Fig. 3 zeigt die Gruppe mit Motorantrieb, getrennt aufgestellt, Fig. 4 die gleiche Gruppe mit aufgebautem Primärauslösern und angebautem Luftantrieb, wobei die Luft nur zum Einschalten benötigt wird. Der Schalter kann natürlich auch durch irgend einen andern Antrieb betätigt werden: Magnet, Federkraft oder Hand. Der Vorteil dieser Auswahl wird besonders von sparsamen Betriebsleuten geschätzt werden, erlaubt er doch z. B. beim Ersatz alter Oelschalter von ungenügender Abschaltleistung, vorhandene Antriebe wieder zu verwenden, was um so eher möglich ist, als, wie schon bemerkt, sein Drehmoment kleiner ist als das der betr. Oelschalter.

Fig. 5 zeigt den Einbau der Gruppe in eine bestehende, umgebaute Schaltanlage. Sie erlaubt die

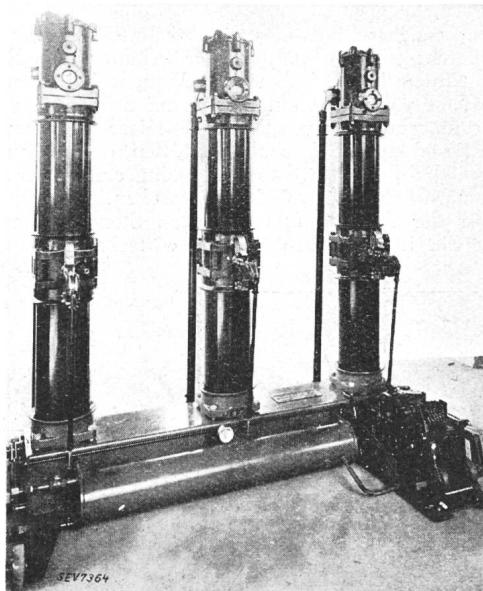


Fig. 4.

Oelstrahlschalter für Innenraum 60 kV, 750 MVA, Gruppe mit aufgebautem Druckluftantrieb.

vorteilhafte Leitungsführung, die modernen Schaltern eigen ist. Die Anschlüsse erfolgen wahlweise hinten oder vorne. Bemerkenswert ist auch die gedrängte Bauart der Gruppe.

Schliesslich bleibt noch der Einwand zu untersuchen, der gegen diese Schalterart — theoretisch wenigstens — erhoben werden kann, nämlich: Was geschieht, wenn die Leistungsgrenzen des Schalters überschritten oder durch Versagen irgendeines Tei-

les ein Stehlichtbogen entstehen würde. Für einen solchen Fall sind alle Teile des Schalters so bemessen, dass der Deckel, der den ganzen Querschnitt der Schalterröhre überdeckt, abgerissen wird. Bei Versuchen im Hochleistungsprüffeld bis über die Leistungsgrenze wurden eigentliche Ölbrände nicht beobachtet. Das herausgeschleuderte Öl ist jedenfalls so fein verteilt, dass es zum Teil augenblicklich verpufft oder dann bei Berührung mit andern Gegenständen selbsttätig löscht. Die Gefahr

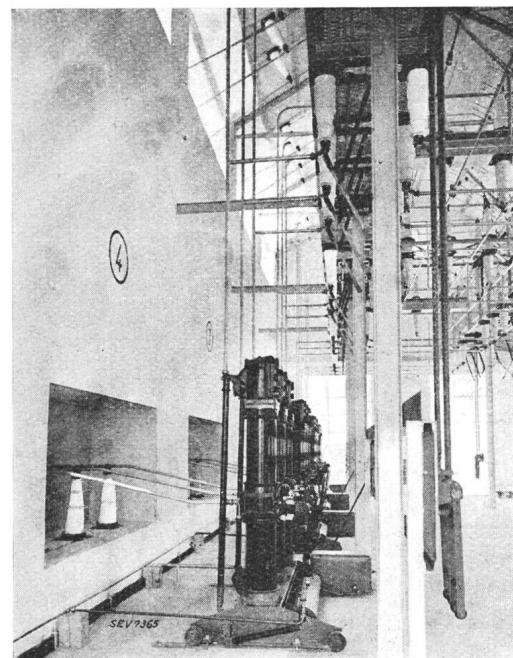


Fig. 5.

Oelstrahlschalter für Innenraum 60 kV, in der Schaltanlage Bramois der Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen.

eines Ölbrandes wird natürlich schon durch die kleine Ölmenge (20 Liter bei 60 kV, 15 Liter bei 50 kV je Pol) auf ein Minimum verringert. Im übrigen darf man nicht übersehen, dass, seit die Schalter in Hochleistungsprüffeldern entwickelt und geprüft werden können, ein Versagen infolge unzureichenden Abschaltvermögens kaum mehr vorkommt, sind doch bekanntlich fast alle Betriebsstörungen an Schaltern nur noch mechanischen Ursprungs.

Diskussion.

Der Vorsitzende verdankt das Referat aufs beste und macht darauf aufmerksam, dass die Frage der Schalterwahl Gegenstand einer ganztägigen Diskussionsversammlung des SEV sei, die im Herbst (am 26. 11. 38) stattfinden werde. Er eröffnet die Diskussion.

Herr W. Walty, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden: Herr Scherb hat einleitend zu seinem sehr interessanten Vortrag erwähnt, dass das Anwendungsgebiet des Druckluftschalters mehr bei Innenraum- und dasjenige des ölarmen Schalters mehr bei Freiluftanlagen liege. Aber auch bei Innenraumanlagen unterscheidet er zwischen solchen grösseren Umfangs, wo Bedienung sowieso vorhanden ist und kleineren Anlagen mit wenigen Schaltern, wo die Bedienung oft fehlt, wobei er für die zweiten die Anwendung des ölarmen Schalters befürwortet. Das Anwendungsgebiet des Druckluftschalters würde demnach nur noch Innenraumanlagen grösseren Umfangs umfassen. Diese Frage ist ganz

sicher wert, diskutiert zu werden, und ich glaube, wir alle wären der gleichen Auffassung, wenn das Öl im Schalter nur die Aufgabe der Isolation zu erfüllen hätte und, wenn der Schalter noch anderen Bedingungen entsprechen könnte, auf die ich noch zurückkommen möchte.

Der Schritt vom klassischen Oelschalter zum ölarmen Schalter ist ganz entschieden als grosser Fortschritt im Schalterbau zu bewerten. Leider aber haben wir damit das



Fig. 1.
Brand eines Liters Oel.

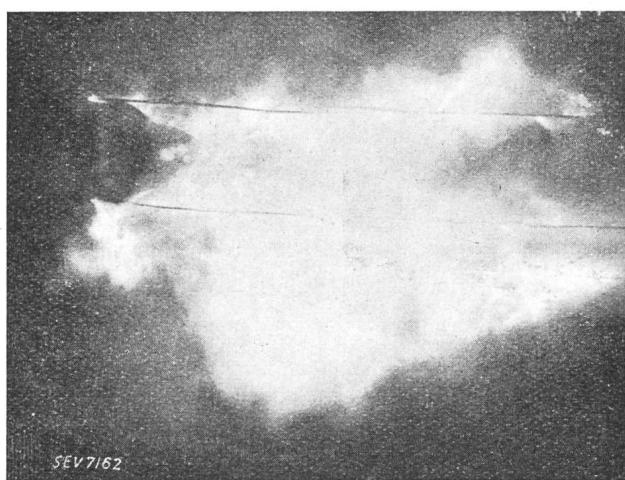
Öl gerade dort, wo es für die Schaltanlage gefährlich werden kann, nämlich im Schalter selbst, nicht entfernt. Der Umfang einer Störung, bei welcher das Öl in Mitleidenschaft gezogen wird, hängt gewiss von der Menge des Öles ab. Der Unterschied zwischen grossen und kleinen Ölbränden ist aber in der Auswirkung lange nicht so gross, wie man es sich gewöhnlich vorstellt. Ich möchte hier nur an Oelstromwandlerstörungen erinnern, wo kleine Oelmengen grosse Verheerungen angerichtet haben. Damit wir uns eine Vorstellung von einem wirklich kleinen Ölbrand machen können, habe ich ein Bild mitgebracht, das ich hier zeigen möchte. In einem Gefäss ist versuchsweise *ein einziger Liter* Öl unter der Wirkung eines elektrischen Lichtbogens in

gen praktisch nicht mehr vorkommen und dass solche eigentlich nur noch auf Versager mechanischer Natur zurückzuführen seien. Diese Ansicht ist ganz richtig und wird auch durch die Praxis bestätigt. Mechanische Störungen an Oelschaltern äussern sich meistens in einem Steckenbleiben der Schaltertraverse oder des Schaltstiftes, bzw. der mit ihnen kraftschlüssig verbundenen Antriebsteile. Die Folge davon ist fast immer Stehlicht, was beim Oelschalter wie beim ölarmen Schalter zur Explosion führt. — Es muss uns stets bewusst bleiben, dass der Druckluftschalter alle diese schwerwiegenden Nachteile nicht hat. Damit soll aber nicht gesagt sein, dass ein Druckluftschalter nicht auch einmal versagen könnte; die Auswirkung einer Störung ist aber unvergleichlich viel kleiner und zieht bei richtiger Anordnung die übrige Schaltanlage nicht in Mitleidenschaft.

Ich möchte nun noch auf jene andere Bedingung zu sprechen kommen, welche ich vorhin andeutete. Wir wissen alle, dass das Stabilitätsproblem immer noch zu den wichtigsten und aktuellsten Fragen gehört. Die Fachliteratur behandelt das Problem schon seit vielen Jahren, und es sind unzählige Methoden bekannt geworden, die angeben, wie man bei Störung die Netzzspannung und die synchronisierenden Kräfte aufrecht erhalten soll. Alle diese Methoden können die Verhältnisse verbessern; es gibt z. B. Stosserregungsschaltungen, mit denen gute Resultate erzielt werden, und es wäre alles in Ordnung, wenn *alle* Generatoren eines Netzes damit ausgerüstet wären. Diese Bedingung lässt sich aber in der Praxis überhaupt nicht oder nur sehr schwer erfüllen. — Das beste Mittel für die Aufrechterhaltung der Stabilität, auch bei Kurzschlüssen, ist ein raschwirkendes Selektiv-Schutzsystem. Wenn es nämlich gelingt, einen gestörten Netzteil in etwa 0,25 Sekunden vom übrigen gesunden Netz zu trennen, so kann das Aussertreffenfallen der Generatoren verhindert werden. Unter Berücksichtigung der Relaisstaffelung und der Relaisstaffelungssicherheit verbleiben für den grössten Teil der Leitungsstrecke nur noch 0,1 s als Relaiszeit plus Schalterauslösezeit. Es gibt heute Selektiv-Schutzrelais, welche vom Moment des Eintritts einer Störung an gerechnet nicht mehr als 0,05 Sekunden bis zum Schliessen ihrer Kontakte brauchen. Soll also die erwähnte Totalzeit von ca. 0,1 s erreicht werden, so darf der Schalter eine Eigenzeit von nicht mehr als 0,05...0,06 s haben, wobei unter Eigenzeit die Zeit von der Kontaktgabe am Schutzrelais bis zur Lichtbogenlöschung zu verstehen ist. Diese Bedingung kann nur der Druckluftschalter erfüllen, denn nur mit ihm ist es möglich, den Lichtbogen beim ersten Strom-Null-Durchgang, also nach ca. 0,01 s zu löschen. Die übrige Zeit wird von der Auslösespule und den Steuerventilen beansprucht. Sie könnte übrigens mit wirtschaftlichen Mitteln



a



b

Fig. 2.

Einfluss der Abschaltzeit auf die Ausbildung von Lichtbögen.

a

Schaltereigenzeit 0,06 s.

b

Schaltereigenzeit 0,12 s.

Brand geraten. Es ist kein Zweifel, dass die Rauchentwicklung und die Russablagerung imstande sind, eine ganze Anlage ausser Betrieb zu setzen.

Herr Scherb hat in seinem Vortrag gesagt, dass, seitdem Hochleistungsprüffelder zur Verfügung stehen, bei neueren Schaltern Störungen zufolge ungenügendem Abschaltvermö-

nicht eingehalten werden, wenn nicht Druckluft als willkommener Kraftspeicher in beliebiger Menge zur Verfügung stände. Demgegenüber haben Schalter mit selbsterzwungener Lichtbogenlöschung, je nach Spannung, eine Lichtbogendauer von 0,03...0,04 und mehr Sekunden und eine Eigenzeit, die günstigstenfalls das Doppelte, also $2 \times 0,06 = 0,12$ s,

beträgt. Der Druckluftschalter hat also den gewaltigen Vorteil kleiner Eigenzeit und löst zusammen mit schnellwirken- den Selektivrelais das Stabilitätsproblem. Durch ihn wird es also möglich sein, die Ausdehnung einer Störung auf den betroffenen Netzeil zu beschränken und die Auswirkung und den damit verbundenen Schaden auf ein Minimum zu reduzieren. Fig. 2 gibt einen Begriff vom Einfluss der Abschaltzeit. Auf einer improvisierten Freileitung wurde künstlich ein Kurzschluss eingeleitet. Dieser wurde unter dem Einfluss von momentan wirkenden Maximalstromrelais, einmal mit einer Schaltzeit von 0,06 s (linke Hälfte des Bildes) und einmal mit einer solchen von 0,12 s (rechte Hälfte des Bildes) abgeschaltet. Während sich bei der kurzen Eigenzeit der Druckluftschalters der Lichtbogen nicht einmal richtig ausbilden kann, beginnt er schon gefährlich zu werden und zu wandern, sobald die Eigenzeit grösser wird.

Man hört hier und da die Behauptung, der Druckluftschalter sei den anderen Schaltern gegenüber im Nachteil, weil er die Energie für die Lichtbogenlöschung nicht selbst erzeuge, also vom Vorhandensein der Druckluft abhängig sei. Dazu ist zu sagen, dass Drucklufterzeugeranlagen mindestens ebenso betriebsicher sind wie beispielsweise Akkumulatorenbatterien. Dabei spielt es gar keine Rolle, ob die Anlage bedient ist oder nicht. Schliesslich laufen in Kühlshränken Kompressoren zu Millionen ohne Wartung. Was die Betriebssicherheit und Betriebsbereitschaft anbetrifft, so muss diese als eine der vollkommensten angesprochen werden, sonst wäre die Druckluft im Bahn- und Bergwerkbetrieb, wo es doch in erster Linie auf Sicherheit ankommt, nicht schon seit Jahrzehnten verwendet worden. — Wir wollen uns aber trotzdem darüber Rechenschaft geben, was passieren würde, wenn die Druckluftzufuhr aus irgendeinem Grunde aufhören würde und die Druckluft im Schalterbehälter trotz Rückschlagventil entweichen könnte. In einem solchen Falle blockiert ein Druckwächter jede Art der Steuerung, so dass bei Kurzschluss der Schalter nicht auslöslen würde. Damit ist aber noch nichts Gefährliches passiert. Es wird in der Staffelung der nächstfolgende Schalter abschalten und die Störung ist mit einem Versager eines Schutzrelais vergleichbar. Würde ein Oelschalter bei Oelmangel abschalten, so bestände eine weit grössere Gefahr.

Diese und ähnliche Ueberlegungen führen ganz unzweideutig zur Erkenntnis, dass der Druckluftschalter der Schalter der Zukunft ist. Die Vorteile sind derart überzeugend, dass seine Anwendung in ausnahmslos sämtlichen Hochspannungsschaltanlagen sowohl für Innenraum wie für Freiluft gerechtfertigt ist.

Schlusswort¹⁾ des Referenten: Herr Walty wirft in seinem Votum die für den Bau von Schaltanlagen außerordentlich wichtige Frage der *Abgrenzung der Verwendungsgebiete von ölarmen- und Druckluftschaltern* auf. Da sie uns beschäftigt, seitdem wir den Bau dieser beiden Schalterarten aufgenommen haben, d. h. seit über 5 Jahren, möchte ich nicht unterlassen, zu seinen Ausführungen Stellung zu nehmen.

Herr Walty bezeichnet den Druckluftschalter als «den Schalter der Zukunft für ausnahmslos sämtliche Hochspannungsschaltanlagen, sowohl für Innenraum wie für Freiluft». Ich muss sagen, dass wir zu andern Schlussfolgerungen kommen; eine leichte Änderung in der Verteilung von Licht und Schatten führt gewiss zu einer etwas vorsichtigeren Beurteilung der Zukunft.

¹⁾ Nachträglich schriftlich eingereicht.

Jede der beiden Schalterarten hat nämlich ihre Vorteile: Sind beim Druckluftschalter die möglichen Folgen einer Störung weniger gefährlich, indem Brand und Explosion praktisch ausgeschlossen sind, so bedingt die Verwendung von Druckluft notwendigerweise einen komplizierten Mechanismus des Schalters (Ventile usw.) und die Verwendung einer automatischen Steuerung (Drucklufterzeugungsanlage). Der ölarme Schalter dagegen kann einen insbesondere auch mechanisch beispiellos einfachen Aufbau erhalten. Daraus ergibt sich, dass beim Druckluftschalter eher Störungen zu erwarten sind und dass er eine sorgfältigere und fachkundigere Wartung verlangt, dass beim einfachen und robusten ölarmen Schalter dagegen weniger Störungen erwartet werden dürfen, dass er weniger Wartung verlangt, dass aber Störungen schwerere Folgen haben können.

Allerdings sind diese Folgen wegen des geringen Oelvolumens mit denjenigen am klassischen Oelschalter in keiner Weise zu vergleichen. Im übrigen sind wir der Meinung, dass in Anbetracht der Betriebssicherheit moderner Schalter die Gefahrfrage nicht mehr dieselbe Rolle spielt, wie noch vor 10 Jahren.

Als wesentlichen Vorteil scheint Herr Walty die kurze Eigenzeit des Druckluftschalters hervorheben zu wollen («0,05...0,06 s gegenüber 0,12 s beim ölarmen Schalter»). Dazu möchte ich bemerken, dass der im Referat beschriebene Oelstrahlschalter eine Eigenzeit von 0,08 s (wovon 0,04 s Lichtbogendauer) aufweist, welche ohne weiteres auf 0,07 s heruntergesetzt werden könnte, wenn es verlangt würde (was übrigens bis jetzt nie der Fall war). *In bezug auf die Lösung der Stabilitätsfrage besteht also kein grundsätzlicher Unterschied zwischen Oelstrahl- und Druckluftschalter.*

Was die Bilder anbelangt, so ist uns ihre Bedeutung nicht klar. Fig. 1 soll 1 Liter brennendes Oel darstellen. Ein Lichtbogenüberschlag an einem beliebigen Oel- oder Druckluftschalter würde doch ganz gleich aussehen. — Fig. 2a bezieht sich auf Verhältnisse, welche nur im Versuchsräum, nicht aber im praktischen Betrieb vorkommen, indem nämlich momentan wirkende Relais verwendet wurden, im Gegensatz zum Betrieb, wo nach Angabe von Herrn Walty auch die besten Selektivrelais 0,05 s benötigen. Zusammen mit der Eigenzeit des Schalters (0,06 s) ergeben sich 0,11 s, also nicht die in Fig. 2a, sondern ungefähr die in Fig. 2b dargestellten Verhältnisse. Zudem beträgt, wie gesagt, der Unterschied zwischen Druckluftschalter und Oelstrahlschalter bei den heutigen Konstruktionen nicht 0,06, sondern 0,01 bis 0,02 s.

Unsere Erfahrungen beim Verkauf der beiden Schalterarten haben gezeigt, dass für Innenanlagen die angeführten Eigenschaften die Wahl der Betriebsleute zwischen den beiden Schalterarten im einzelnen Falle weitgehend bestimmen: Druckluftschalter an Orten, wo geschultes und spezialisiertes Personal ohnehin zur Verfügung steht, Oelstrahlschalter dort, wo auf Einfachheit des Betriebes Wert gelegt wird.

Gar nicht einig gehen können wir mit Herrn Walty, wenn er den Druckluftschalter auch für *Freiluftanlagen* empfiehlt. Gerade hier sind einfache Schalter am Platze. Die Verwendung von Druckluft würde wegen der bei den starken Temperaturschwankungen auftretenden Kondensation, welche im Winter noch von Eissbildung begleitet sein kann, zusätzliche Schwierigkeiten elektrischer (Kriechwege) und mechanischer Art (Antriebe) schaffen. Dieselben könnten unserer Ansicht nach nur dann in Kauf genommen werden, wenn ihnen Vorteile gegenüberstehen würden. Nun verlieren aber die Vorteile des Druckluftschalters (grössere Gefahrlosigkeit bei schweren Störungen) bei Freiluftaufstellung ihre Bedeutung.

Die Kennzeichnung der Arbeitsart von Wechselstrommaschinen.

Referat, gehalten an der Kurvvorträge-Veranstaltung des SEV vom 9. Juli 1938 in Freiburg,
von M. Landolt, Winterthur,
und Diskussion.

(Der Vortrag wurde im Bull. SEV 1938, Nr. 21, S. 581, veröffentlicht, siehe dort.)

Diskussion.

Der Vorsitzende verdankt das Referat bestens. Die Formulierungen des Referenten sind für den Betrieb und auch für die Maschinenkonstrukteure sehr wertvoll, und es ist zu wünschen, dass die Diskussion der vorgeschlagenen Bezeichnungsart bald zu einer sicher nützlichen Norm führt.

Herr F. Häberli, Brown, Boveri & Cie. A.-G., Baden: Herr Prof. Landolt basiert seine Kennzeichnung nicht auf einer symbolischen Darstellung von Strom und Spannung im Vektordiagramm, auch nicht auf einer sogenannten *Voreilung* oder *Nacheilung* des Stromes gegenüber der Spannung. Seine Kennzeichnung beruht auf *realen* Grössen, nämlich der Wirk-