Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 26 (1935)
Heft: 21

Artikel: Die Entwicklung eines Druckluftschnellschalters
Autor: Thommen, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058483

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: 12.12.2025

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

Die Entwicklung eines Druckluftschnellschalters.

Von *H. Thommen*, Baden.

621.316.57.064.45

Eingehende analytische Untersuchungen des Löschvorganges haben zur Konstruktion eines neuartigen Druckluftschnellschalters geführt, welcher technisch und wirtschaftlich eine besonders günstige Lösung darstellt. Die abschaltbare Leistung wird durch den aufgewendeten Luftdruck sowie durch die Bohrung der durchblasenen Kontakte weitgehend beeinflusst. Die Feststellung, dass einem bestimmten Spannungsbereich eine für die Lichtbogenlöschung günstigste Distanz zwischen den geöffneten Schalterkontakten entspricht, gab Anlass zur Unterteilung des Ausschaltorganes in einen Löschkontakt und einen sichtbaren Trennkontakt. Der erste besitzt nur kleine Masse; die auf ihn einwirkenden Kräfte sind jedoch sehr gross, so dass die Unterbrechung ausserordentlich rasch erfolgt. Für die drei Schalterpole ist ein einziges Blasventil vorhanden, wodurch grosse Dichtigkeit der Apparate erzielt wird. Die Einbauart kann bestehenden Verhältnissen weitgehend angepasst werden; besonders wurde auf leichte Ersatzmöglichkeit älterer Oelschalter durch Druckluftschnellschalter geachtet. Die Druckluft als solche stellt den einfachsten Kraftspeicher dar und ist als Antriebs- und Löschmittel sehr billig und sauber.

L'étude analytique poussée du phénomène d'extinction de l'arc a permis de construire un interrupteur rapide à air comprimé d'un nouveau genre qui représente une solution particulièrement favorable au point de vue technique comme au point de vue économique. La puissance de coupure est influencée dans une large mesure par la pression de l'air ainsi que par l'alésage des contacts parcourus par l'air de soufflage. La constatation que, à une étendue de tension définie correspond une distance entre contacts ouverts optima pour l'extinction de l'arc, a entraîné une séparation des organes de coupure en un contact d'extinction et un sectionneur visible. Le premier possède une masse très faible et les forces qui agissent sur lui sont considérables, de sorte que la coupure est extrêmement rapide. Pour les trois pôles de l'interrupteur il n'est prévu qu'une seule soupape de soufflage, ce qui augmente d'une façon appréciable l'étanchéité de l'appareil. La construction de l'interrupteur est telle qu'il peut s'adapter dans de larges limites aux conditions existantes; elle a été tout particulièrement étudiée en vue du remplacement d'anciens interrupteurs à huile par ce nouveau type. L'air comprimé est sans contredit le plus simple accumulateur de force; comme moyen de commande et d'extinction il ne coûte pas cher et présente l'avantage d'une absolue propreté.

In den ersten Entwicklungsjahren der Hochspannungstechnik half man sich zum Unterbrechen der Stromkreise allgemein mit gewöhnlichen Hebelschaltern. Die Praxis zeigte jedoch bald, dass bei solchen Schaltern schon bei mässigen Strömen und Spannungen Lichtbogenlängen von über 30 m entstehen können. Aus diesem Grunde entfaltete sich um die Jahrhundertwende eine intensive Erfindertätigkeit auf dem Gebiet der Lichtbogenlöschung. Von den vielen bekannt gewordenen, teilweise sehr interessanten Schaltapparaten konnte damals einzig der Oelschalter seinen Anwendungsbereich erobern. Er wurde im Jahre 1897 von Charles Brown anlässlich von Versuchen im Kraftwerk Porta Volta in Mailand vorgeschlagen. Aus Patentschriften kann entnommen werden, dass in jener Epoche auch der Druckluftschalter erfunden wurde, jedoch ohne dass damals praktische Ausführungen für Hochspannung bekannt geworden wären.

Die Sicherheit der Oelschalter konnte in den letzten Jahren ausserordentlich gesteigert werden. Sie nehmen jedoch gegenüber andern ölgefüllten Apparaten deshalb eine besondere Stellung ein, weil das Oel betriebsmässig mit sehr hohen Temperaturen in Berührung kommt und einer Verrussung unterworfen ist. Aus diesem Grunde geht die Tendenz im Schalterbau dahin, das Oel völlig zu vermeiden, oder doch die Oelmenge auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Verwendung von Luftschaltern mit magnetischer Blasung ist infolge isoliertechnischer Schwierigkeiten für höhere Spannungen nicht geeignet. Der Vakuumschalter stellt schalttechnisch eine ideale Lösung dar. Für einwandfreies Arbeiten ist aber ein sehr hohes Vakuum erforderlich, das mit praktisch verwendbaren Mitteln nur schwer erreicht und dauernd aufrecht erhalten werden kann.

Der Wasserschalter hat den Nachteil, dass er nur bis zu Spannungen von ca. 30 kV entwickelt werden kann, so dass man darüber wiederum zum Oel als Löschflüssigkeit zurückgreifen muss. Im Vergleich zum Oelschalter enthält der Wasserschalter keine brennbare Schaltflüssigkeit. Wie bei jedem Flüssigkeitsschalter wird jedoch beim Versagen durch einen Stehlichtbogen unter Umständen Dampf in solcher Menge erzeugt, dass ein Zerspringen der Schalterteile die Folge sein kann. Demgegenüber arbeitet der Druckluftschalter mit einem gegebenen, nicht überschreitbaren Betriebsdruck.

Die wichtigsten Forschungsergebnisse mit Druckluftlöschung.

Bereits im Jahre 1922 wurde im Versuchsraum der A.-G. Brown, Boveri & Cie. ein Pressluftschalter mit Erfolg ausprobiert. Da die damals zur Verfügung stehende Abschaltleistung nur 15 000 kVA betrug, musste auf die Weiterentwicklung vorläufig verzichtet werden. Erst nachdem im Jahre 1930 die Hochleistungsversuchsanlage in Betrieb gesetzt war, wurden die Forschungsarbeiten an solchen Schaltern sofort wieder aufgenommen und auf grösste Leistungen ausgedehnt.

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, dass der beste Löscheffekt dann erzielt wird, wenn der Luftstrom den mehrere 1000 Grad warmen Lichtbogen umfassend einzwängt und sehr kräftig bebläst, wie in Fig. 1 angedeutet ist. Auf diese Weise werden die entstehenden Metalldämpfe sicher weggespült und die erzeugte Abkühlung ist äusserst intensiv, so dass das Löschen des Lichtbogens ausserordentlich rasch erfolgt. Um die günstigste Kontaktanordnung zu erhalten, war es notwendig, viele tausend Abschaltversuche durchzuführen.

Steigert man Abschalt-Strom und -Spannung bei gegebenen Verhältnissen allmählich, so wird schliesslich ein Grenzwert erreicht, bei dem die Abschaltungen nicht mehr sicher erfolgen können. Die nachfolgend aufgezählten Versuchsresultate lassen erkennen, dass dieser Grenzwert durch Veränderung der Kühl- und Spülwirkung des Luftstromes in weitgehendem Masse beeinflusst wird. Einwandfreie Abschaltungen sind in den entsprechenden Diagrammen als Kreuze, Versagerschaltungen hingegen als Kreise eingetragen. Wie Fig. 2 zeigt, wächst die Grenzabschaltleistung ungefähr proportional mit dem aufgewendeten Luftdruck. An Stelle von Luft könnten Löschgase mit günstigeren Kühleigenschaften verwendet werden. Tatsächlich wurde mit Kohlensäure die ca. 2,5fache Leistungsfähigkeit erhalten. Solche Gase kommen jedoch wegen der Komplikation in der Gasversorgung kaum in Betracht, wenigstens in allen jenen Fällen nicht, in denen brauchbare Lösungen mit Druckluft möglich sind.

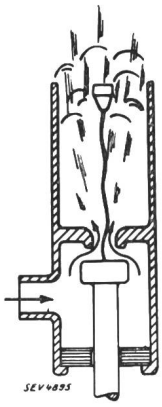

Fig. 1.
Kontaktanordnung mit allseitiger Luftbeblasung des Lichtbogens.

Es war nötig, den Einfluss der Kontaktbohrung besonders weitgehenden Studien zu unterwerfen; durch ihre Wahl sind der Luftverbrauch und die Dimensionen eines Schalters festgelegt. Es zeigte sich, dass die Abschaltleistung durch Vergrösserung des Durchmessers der hohlen Kontakte stark gesteigert werden kann (Fig. 3). Interessant ist auch

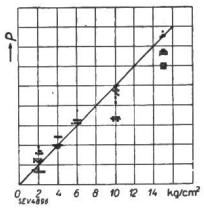

Fig. 2.

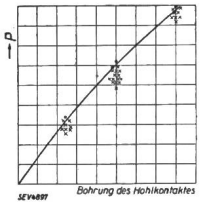

Fig. 3.

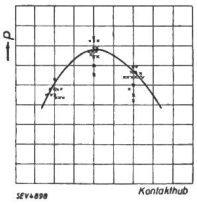

Fig. 4.

Fig. 2.
Ansteigen der Leistungsfähigkeit eines mit Luft beblasenen Kontaktes in Abhängigkeit des Druckes.

Fig. 3.
Ansteigen der Leistungsfähigkeit von Druckluftschaltern in Abhängigkeit des Durchmessers der Hohlkontakte.

Fig. 4.
Einfluss der Unterbrechungsdistanz auf die Leistungsfähigkeit eines mit Druckluft beblasenen Kontaktes.

die Feststellung, dass die Leistungsfähigkeit eines Luftschalterkontaktes bei verhältnismässig kleiner Oeffnungsdistanz der Kontakte ein Maximum aufweist (Fig. 4). Diese Tatsache hängt mit dem Löschvorgang durch Strömung zusammen und muss bei der Konstruktion von Druckluftschaltern besonders berücksichtigt werden.

Da bei kleiner Betriebsfrequenz vom Strommaximum bis zum Stromnulldurchgang vermehrte Zeit zum Herausspülen der Metalldämpfe zur Verfügung steht, ist der Druckluftschalter für Bahnbetrieb mit $16\frac{2}{3}$ Per./s besonders gut geeignet, im Gegensatz zu allen andern bekannten Schalterarten, in welchen die Abschaltungen durch kleinere Betriebsfrequenzen gewöhnlich erschwert werden.

Die bis jetzt gezeigten Kurven basieren jeweils auf konstanter Eigenfrequenz des Kurzschlußstromkreises. Diese übt einen grossen Einfluss auf das Schaltvermögen von mit Druckluft beblasenen Kontakten aus. Der Dimensionierung der Schalter wurden Eigenfrequenzwerte zugrunde gelegt, welche im Betrieb mit höchster Wahrscheinlichkeit nie auftreten werden. Das Arbeiten der Schalter an ihrem Einbauort erfolgt aus diesem Grunde mit stark erhöhter Schaltsicherheit.

Durch theoretische Ueberlegungen lässt sich zeigen, dass beim Schalten von kleinen Strömen trotz heftiger Beblasung keine Ueberspannungen entstehen. Um auch den praktischen Beweis zu besitzen, wurden in einem schweizerischen Unterwerk Versuche durchgeführt, wobei man verschiedene Transformatorentypen mit einem Druckluftschalter leer abschaltete. Trotzdem teilweise sehr schwache Isolationsstellen vorhanden waren, traten beim Abschalten keinerlei Kurzschlüsse oder anderweitige Störungen auf.

Die Konstruktion des Druckluft-Schnellschalters.

Gestützt auf die beschriebenen Forschungsergebnisse konnte an die Konstruktion eines neuen Druckluftschalters gegangen werden, dessen prinzipieller Aufbau in Fig. 5 schematisch dargestellt ist.

An den obern Stützisolatoren befindet sich die Löschkammer 1 mit aufgebautem Auspuffkühler. Der untere Stützisolator trägt den Drehpunkt eines Trennkontaktes 2.

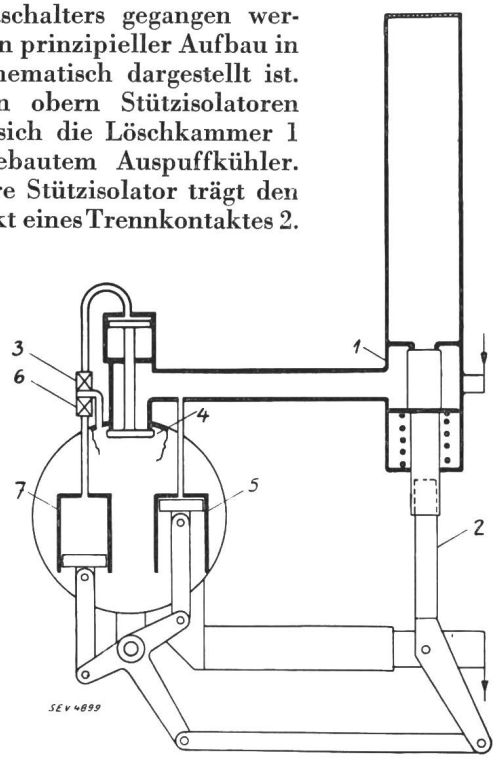

Fig. 5.
Prinzipieller Aufbau des Druckluft-Schnellschalters.

Beim Ausschalten wird über ein elektropneumatisches Ventil 3 der Blasventilkolben mit Druckluft beaufschlagt, wobei das Blasventil 4 sich öffnet. Dadurch strömt Druckluft in grosser Menge in die

Löschkammern 1 und zugleich in den Ausschaltzylinder 5 der Trennkontakte. Sobald der Druck in den Löschkammern ansteigt, werden die Löschkontakte, welche als Kolben ausgebildet sind, in ihre Ausschaltstellung geworfen. Die entsprechende Bewegung ist eine einfache geradlinige Verschiebung. Durch die dargestellte Vereinigung von Lösch- und Trennkontakt ohne Zwischengestänge erhält der bewegte Teil nur kleine Masse. Die auf ihn wirkenden Kräfte sind jedoch derart gross, dass die Unterbrechung ungewöhnlich rasch und pneumatisch zwangsläufig erfolgt. Beim Oeffnen der Kontakte entsteht der Lichtbogen, welcher von der Druckluft gelöscht wird. Gleichzeitig mit diesem Vorgang wird auch der Ausschaltzylinder 5 der Trennkontakte beaufschlagt. Da ihre Oeffnungszeit gegenüber derjenigen der Löschkontakte gross ist, unterbrechen sie stromlos, d. h. erst eine gewisse Zeit nach der Löschung des Lichtbogens. Das Blasventil ist so gesteuert, dass es kurz vor der Ausschaltlage des Trennkontaktes wieder in seine

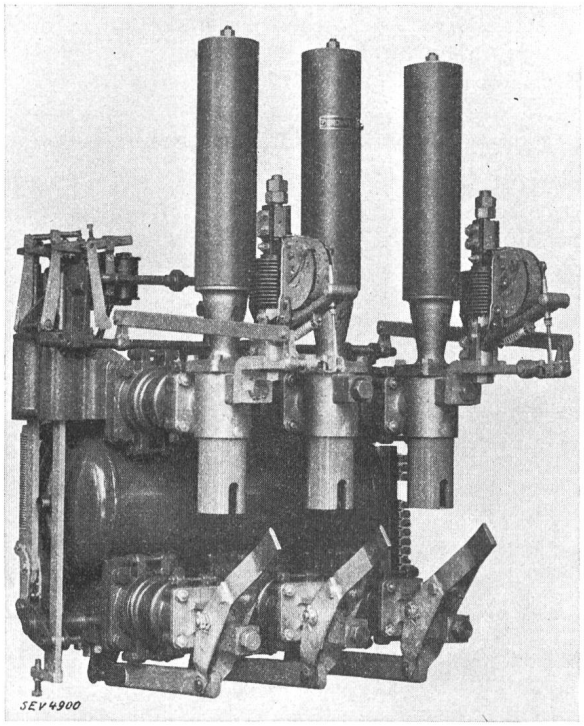

Fig. 6.
Druckluftschnellschalter mit aufgebautem Maximalstromrelais.
Nennspannung 6,4 kV; Abschaltleistung 100 MVA.

Schließstellung zurückgeht. Da der Löschkontakt mit einer Feder versehen ist, geht dieser ebenfalls wieder in seine ursprüngliche Lage zurück und wird an den festen Kontakt angepresst.

Für das Einschalten wird über ein zweites Steuerventil 6 dem Einschaltzylinder 7 der Trennkontakte Druckluft zugeführt. Dadurch bewegt sich der Trennkontakt mit grosser Geschwindigkeit in die Einschaltstellung, so dass der Stromkreis geschlossen ist. Das Einschalten erfolgt also stets in Luft. Ausgedehnte Versuche hierüber haben bewiesen, dass bei geeigneter Konstruktion der Kontakte und bei richtig gewählter Einschaltgeschwindigkeit ohne weiteres auf Kurzschluss eingeschaltet werden kann. Funkenbildung und Kontaktabbrand sind bei richtig gewählten Verhältnissen sehr gering.

Fig. 6 zeigt den konstruktiven Zusammenbau des dreipoligen Schalters mit aufgebautem Maximalstromrelais. Die Basis bildet das Luftreservoir.

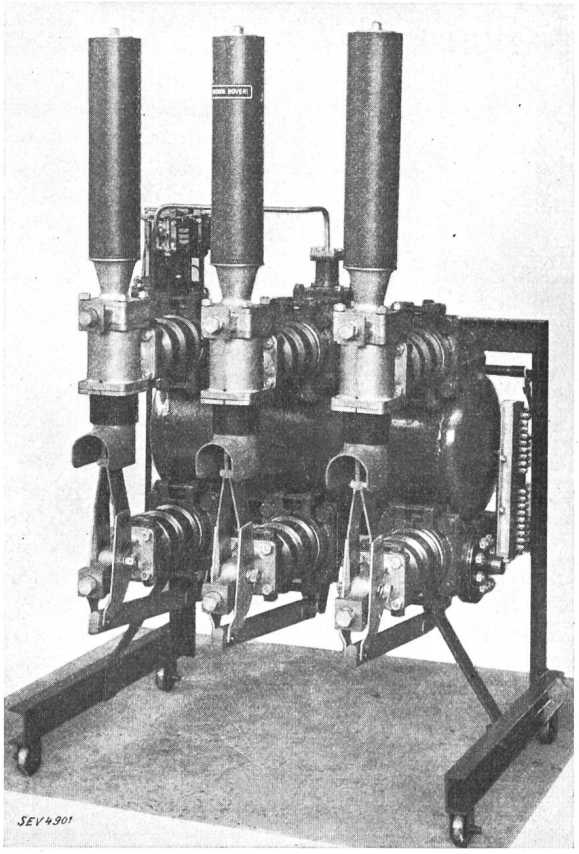

Fig. 7.
Druckluftschnellschalter in einem Fahrgestell.
Nennspannung 24 kV; Abschaltleistung 500 MVA.

Oben sind die Schaltkammern, unten die mechanisch miteinander gekuppelten Trennkontakte zu sehen. Die geöffnete Stellung ist durch die sichtbare Trennstrecke deutlich kenntlich gemacht. Fig. 7 ist ein 24 kV-Schalter in der geschlossenen Stellung mit Fahrgestell.

Einfache Verriegelungen sorgen dafür, dass eine einmal eingeleitete Schaltbewegung unter allen Umständen zu Ende geführt wird. Eine Vorrichtung im Einschaltmechanismus verhindert das «Pumpen» des Schalters.

Abgesehen von den beiden Steuerventilen, besitzt der Schalter nur eine einzige bewegliche Dichtungsstelle am zentral gelegenen Blasventil. Es ist dies eine einfache, leicht zugängliche, gewöhnliche Aufsatzdichtung, die seit Jahrzehnten überall Verwendung findet. Der Dichtungsdruck wird durch die Druckluft im Behälterinnern selbst erzeugt, so dass Veränderungen der Elastizität des verwendeten Materials keine Rolle spielen. Alle andern im

Schalter noch vorhandenen Dichtungen werden nur im Moment des Ausschaltens beansprucht.

Die Bedienung des Schalters ist denkbar einfach. Das Freilegen der Kontakte und deren Auswechslung kann in wenigen Minuten bewerkstelligt werden. In diesem Zusammenhang sei hervorgehoben, dass der Druckluftschalter im Vergleich zu den Oel- und Wasserschaltern wegen der kurzen Löschzeit den kleinsten Kontaktverschleiss hat. Die Kontakte müssen deshalb nur äusserst selten ausgewechselt werden.

Die Arbeitsweise im Oszillogramm.

Die Wirkungsweise des Schalters lässt sich an Hand einer oszillographischen Aufnahme besonders schön verfolgen. In Fig. 8 ist ein Oszillogramm einer Abschaltung bei 50 kV Spannung mit 745 000 kVA Einschalt- und 550000 kVA Abschaltleistung[1]) wiedergegeben. Die Zeit zwischen Einschaltung und Abschaltung, d. h. die Kurzschlussdauer wurde absichtlich gross gewählt, um Ein- und Abschaltvorgang deutlich voneinander zu trennen. Auf dem Oszillogramm sind ersichtlich: die Spannungen über den drei Schalterpolen, die Kurzschlußströme, der Druck in den Löschkammern, der Bewegungsverlauf des Blasventils und der Trennkontakte. Die treppenartige Form der letztgenannten Kurven hängt mit dem Aufnahmeverfahren zusammen. Die Reihenfolge der Schaltvorgänge ist deutlich erkennbar.

Der Verlauf des Kurzschlußstromes und der Spannung zeigt das absolut einwandfreie Einschalten auf Kurzschluss. Die Lichtbogendauer beim Abschalten war weniger als $^1/_{100}$ s. Die Zeit vom Beginn der Oeffnungsbewegung des Blasventils bis zum Ende der Abschaltung beträgt etwa $^{1,5}/_{100}$ s. Derart kurze Schaltzeiten wurden mit andern Bauarten noch nie erreicht und sind auch in der Literatur über praktisch ausgeführte Schalter nirgends zu finden. Der Schalter hat somit die ausgesprochenen Merkmale eines Schnellschalters und erfüllt in vollkommener Weise die hohen Anforderungen an Schaltgeschwindigkeit, die heute im Zusammenhang mit Stabilitätsfragen in Netzen gestellt werden. Das Oszillogramm zeigt, dass die Trennkontakte stets stromlos öffnen, denn ihre Bewegung beginnt erst etwa $^2/_{100}$ s nach dem Stromunterbruch. Etwas vor Erreichen ihrer Ausschaltstellung wird die Luft abgestellt.

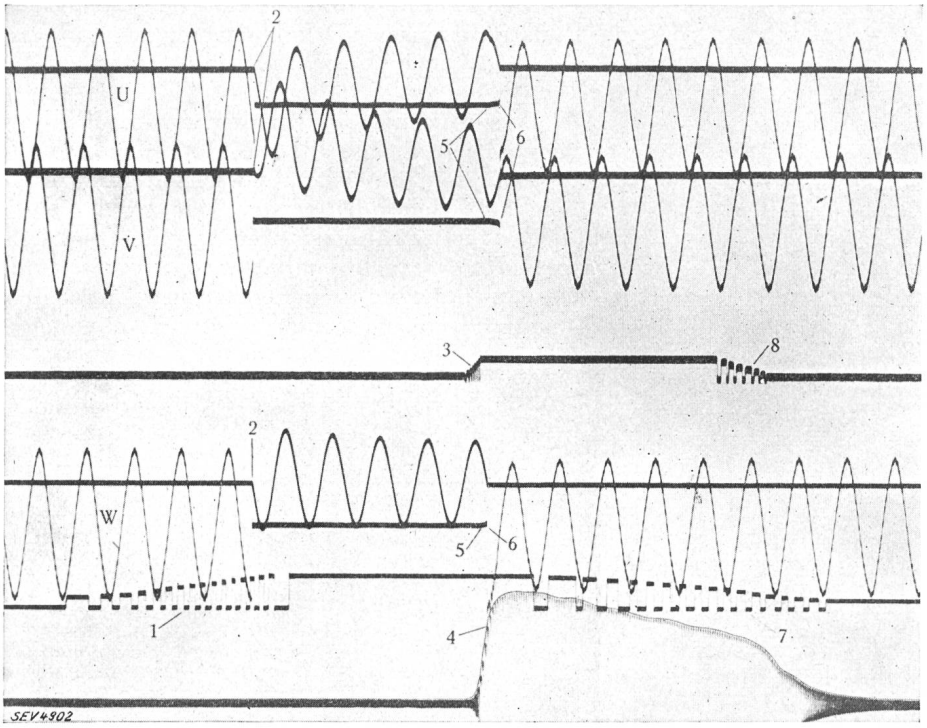

Fig. 8.
Oszillogramm der dreiphasigen Ein- und Abschaltung eines 50 kV-Druckluftschnellschalters bei Frequenz 50/s.

Spannung vor dem Kurzschluss 56 kV; dreiphasige Einschaltleistung 745 MVA.

Wiederkehrende Spannung 48,1 kV.

Abschaltstrom 6600 A.

Dreiphasige Abschaltleistung 550 MVA.

Lichtbogendauer ca. 0,005 s.

1 Einschaltung der Trennkontakte.
2 Beginn des Kurzschlusses.
3 Oeffnen des Blasventiles.
4 Druckanstieg in den Löschkammern.
5 Beginn der Abschaltung.
6 Ende der Abschaltung.
7 Ausschalten der Trennkontakte.
8 Schliessen des Blasventiles.

Einbau der Druckluftschnellschalter in den Anlagen.

Die Schalter können entweder an der Wand befestigt oder auf den Boden gestellt werden. Im einen Fall ist der Schalter vertikal und gestattet die Stromzuführung von unten und oben (Fig. 6 und 7), im andern Fall, bei horizontaler Aufstellung, ist die Möglichkeit geschaffen, alle sechs Anschlüsse von oben zu machen (Fig. 9). Die Einbauart kann somit bestehenden Verhältnissen weitgehend angepasst werden, und es wurde besonders auf leichte Ersatzmöglichkeit älterer Oelschalter durch Druckluftschalter geachtet. Beim Druckluftschalter sind eigentliche Schaltzellen nicht mehr nötig, wodurch die Schaltanlage an Uebersichtlichkeit gewinnt.

Schaltstationen mit mehreren Schaltern werden von einer zentralen Drucklufterzeugeranlage, welche vollautomatisch arbeitet, mit Luft versorgt. Einzeln

[1]) Nach SEV.

zu verwendende Schalter sind mit einer kleinen Kompressoranlage direkt vereinigt, was auch für diesen Sonderfall eine einfache und wirtschaftliche Lösung darstellt.

Um eine Anzahl Schaltungen rasch hintereinander durchführen zu können, muss die dazu nötige Druckluft aufgespeichert sein. Eingehende Ueberlegungen haben ergeben, dass es von grossem Vorteil ist, den Schalterkessel selbst nur mit Rücksicht auf eine einzige Ein- und Aus-Schaltung vorzusehen. Die Abmessungen der Schalter werden dadurch auf ein Minimum reduziert, während der Aufstellungsort sowie die Bemessung der Reservebehälter den bestehenden Verhältnissen weitgehend angepasst

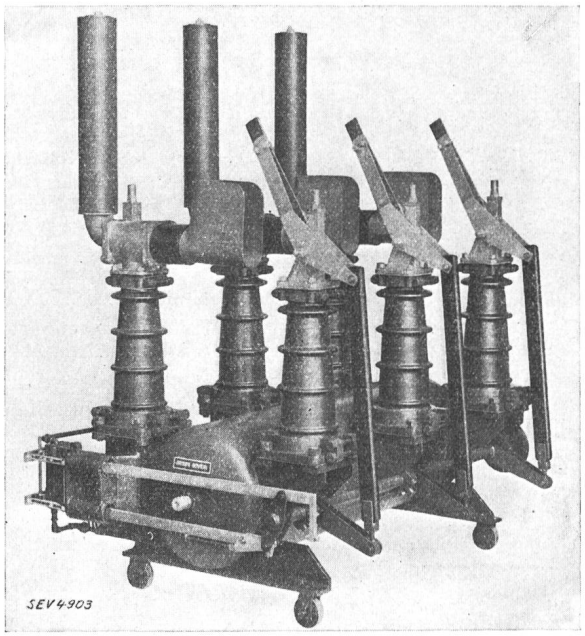

Fig. 9.
Druckluftschnellschalter in liegender Anordnung.
Nennspannung 50 kV; Abschaltleistung 600 MVA.

werden kann. Da die Schalter mit der Druckluftversorgung dauernd verbunden sind, wird die für eine Abschaltung gebrauchte Luft sofort wieder ersetzt. In einer ausgeführten Schaltstation mit 12 Druckluftschnellschaltern, die nach Fig. 10 mit der Druckluftversorgungsanlage in Verbindung standen, wurden z. B. folgende Nachfüllzeiten gemessen:

a) Mit Steigleitungen von 10 mm l. W. am Schalter 1 : 2,0 s.
am Schalter 12 : 2,6 s.

b) Mit Steigleitungen von 19 mm l. W. am Schalter 1 : 0,6 s.

Durch die Wahl entsprechender Rohrleitungen können diese Zeiten beliebig reduziert werden. Obige Grössenordnung genügt jedoch in der weitaus grössten Zahl der Fälle den Anforderungen des Betriebes. Es ist hervorzuheben, dass die meisten andern Schalterarten ein so rasches Wiedereinschalten nicht erlauben.

Der normale Betriebsdruck der Schalter beträgt je nach der Garantieleistung 8 oder 13 kg/cm². In Anlagen mit beiden Druckstufen wird die Druckluftverteilung für die tiefere Stufe über Reduzierventile angeschlossen. Die einzelnen Schalter sind mit einem Rückschlagventil ausgerüstet. Dadurch können sie den Druck noch längere Zeit aufrechterhalten, auch wenn der Anlagedruck auf unzulässige Werte zurückgehen sollte. Es sei jedoch ganz besonders darauf hingewiesen, dass solche Störungen in der Druckluftversorgungsanlage bei den heute

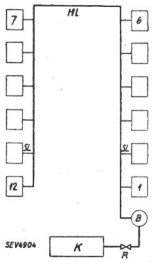

Fig. 10.
Druckluftversorgung von 12 installierten Druckluftschnellschaltern.

K Kompressoranlage mit Luftbehälter.
R Reduzierventil.
B Druckluftbehälter.
HL Hauptleitung, 19 mm lichte Weite.
SL Steigleitungen zu den Druckluft-Schnellschaltern, wahlweise 10 oder 19 mm lichte Weite.
1—12 Druckluft-Schnellschalter.

zur Verfügung stehenden technischen Mitteln eine ausserordentliche Seltenheit sind. Die Sicherheit des Funktionierens von Drucklufterzeugungsanlagen ist ebenso gross wie die jeder andern Energiequelle zur Betätigung von Schaltern.

Die Auspuffkühler haben den Zweck, die entstehenden heissen Gase für die Hochspannungsanlage unschädlich zu machen. Gleichzeitig bewirken sie eine gute Schalldämpfung. Der verbleibende Schalleffekt ist sowohl bei Leer- wie auch bei Leistungsschaltungen nicht knallartig, sondern zischend, so dass Gebäudeteile, wie Fenster usw., praktisch nicht durchdrungen werden. Fig. 11 zeigt eine

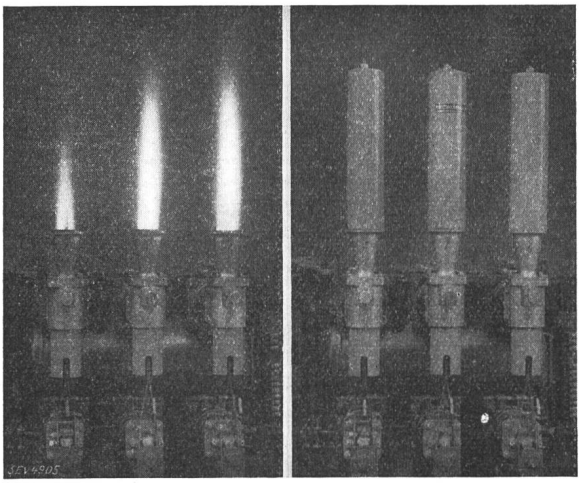

Fig. 11.
Aeussere Erscheinung an einem 100 MVA-Druckluftschnellschalter, links ohne, rechts mit aufgesetzten Auspuffkühlern.
Eff. Abschaltsrom in beiden Fällen 10 000 A. Die Ungleichheiten an den drei Polen sind auf verschiedene Phasenlage des Stromes im Augenblick der Kontakttrennung zurückzuführen.

Löschkammer beim Abschalten von 10 000 A, links mit freiem Auspuff, rechts mit aufgesetztem Versuchskühler. Der Unterschied in der äussern Erscheinung ist deutlich erkennbar.

Schlussbetrachtungen.

In sehr vielen Werken und Verteilungsnetzen sind Oelschalter von veralteter Konstruktion eingebaut. Diese stellen für den Betrieb einen grossen Unsicherheitsfaktor dar und bedeuten für das Personal

eine nicht zu unterschätzende latente Gefahr. Der Ersatz solcher Apparate durch moderne Leistungsschalter kann nur eine Frage der Zeit sein.

Der beschriebene Druckluftschnellschalter ist für die Modernisierung von Schaltanlagen besonders gut geeignet. Seine Gestehungskosten bewegen sich in wirtschaftlich annehmbaren Grenzen. Durch die grosse Anpassungsfähigkeit beim Einbau und wegen des geringen Platzbedarfes ist es möglich, auch schwierige Fragen der Schaltanlagendisposition auf einfache Weise zu lösen. Bei der Erstellung von Neuanlagen besteht die Möglichkeit, die Gebäudekosten einzuschränken.

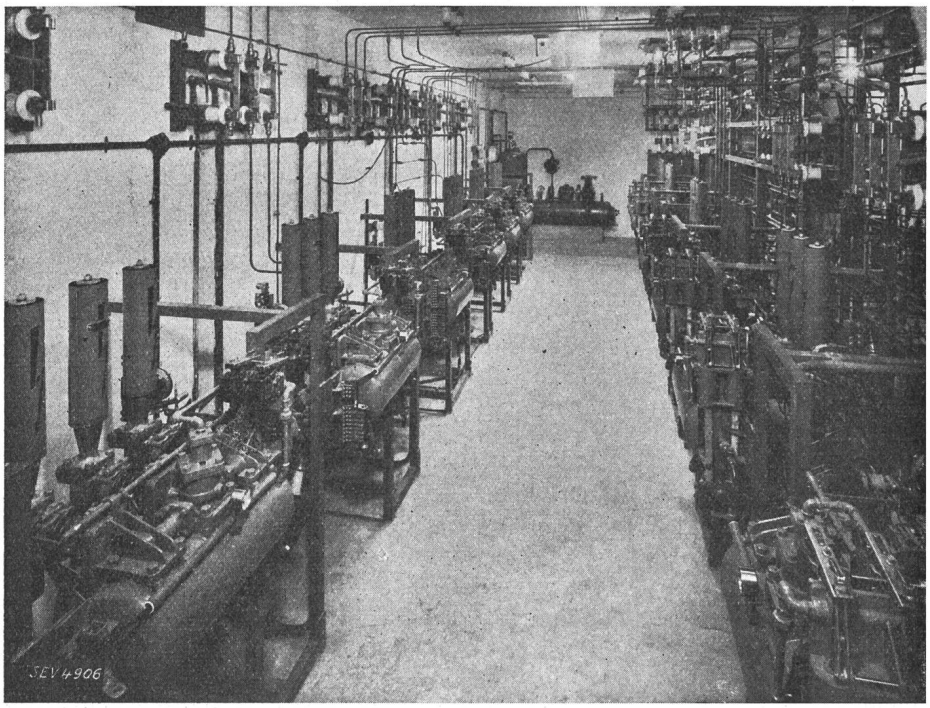

Fig. 12.
Schaltanlage des E. W. der Stadt Winterthur mit eingebauten Druckluft-Schnellschaltern. Im Hintergrund ist die Druckluft-Versorgungsanlage ersichtlich.

Fig. 12 zeigt eine Schaltanlage des E. W. Winterthur, welche als erste in der Schweiz mit 12 Druckluftschnellschaltern ausgerüstet wurde. Im Hintergrund ist die dazugehörige Drucklufterzeugungsanlage zu sehen. Bei der Inbetriebnahme dieser Schaltstation wurden einige Versuche durchgeführt. Die Behälter sind so bemessen, dass nacheinander 18—24 Ein-Ausschaltungen gemacht werden können. Der Druckverlust während 24 Stunden beträgt ca. 0,25 kg/cm². Sofern keine Ausschaltungen vollzogen werden, läuft der Kompressor bei der vorgesehenen automatischen Regulierung jede Woche nur einmal während 4—5 Minuten. Selbst wenn der Kompressor 3—4 Wochen ausser Betrieb wäre, könnte man nach dieser Zeit mit jedem Schalter noch einwandfrei ausschalten. Vorstehende Zahlen beweisen die sehr grosse Dichtigkeit der beschriebenen Apparate und der dazugehörigen Druckluftversorgungsanlage.

Die Druckluft als solche stellt den weitaus einfachsten Kraftspeicher dar und ist als Antriebs- und Löschmittel sehr billig und sauber. Die Kosten zur Erzeugung der für eine Schaltung benötigten Luft sind um ein Mehrfaches kleiner als entsprechende Betriebskosten für die Oelwartung in Oelschalteranlagen.

La fabrication des poteaux sulfatés.

Par *Max Lacher*, Genève.

621.315.668.1.0044

Le Bulletin n° 18 de cette année renferme un rapport sur les divers procédés destinés à prolonger la durée des poteaux en bois. Les lecteurs qui s'intéressent à cette question, mais qui ne sont pas spécialisés dans la fabrication des poteaux imprégnés, trouveront dans cet article quelques renseignements utiles. Il s'agit de la fabrication des poteaux sulfatés selon le procédé Boucherie et de la description d'une installation suisse d'imprégnation. Dans les autres chantiers suisses, les méthodes utilisées pour la fabrication de ces poteaux sont presque identiques.

Nachdem im Bulletin Nr. 18 d. J. über die verschiedenen Mittel zur Verlängerung der Lebensdauer von Holzmasten berichtet wurde, dürfte für diejenigen Leser, die sich für diesen Gegenstand interessieren, aber als Nichtspezialisten die Einzelheiten der Holzstangenimprägnierung nicht kennen, eine Orientierung über die Fabrikation der Kupfersulfatstangen nützlich sein. Im folgenden wird über die Herstellung dieser Stangen nach dem Verfahren von Boucherie berichtet und eine hiefür eingerichtete schweizerische Anlage beschrieben. Alle andern Schweizer Sulfatstangen-Fabriken arbeiten nach ganz ähnlichen Grundsätzen.

Dans un très intéressant rapport paru récemment dans ce Bulletin [1]), M. W. Leimgruber a traité la question de l'imprégnation des poteaux pour lignes électriques, au point de vue de leur application. Il ressort de cet article que les poteaux les plus couramment utilisés en Suisse sont ceux qui ont été imprégnés au sulfate de cuivre, selon le procédé Boucherie.

[1]) W. Leimgruber, Expériences faites avec les poteaux en bois imprégnés. Rapport présenté à l'Assemblée des chefs d'exploitation de l'UCS à Bienne. Bull. ASE 1935, No. 18, p. 497.