

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 53 (1962)
Heft: 10

Artikel: Betriebserfahrungen mit Innenraumschaltern und Einbaufragen
Autor: Strehler, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916941>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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

Fig. 6 zeigt einen Hartgasschalter mit einer Rohr-löschkammer, die als Zubehör auf einen normalen Trenner aufgebaut werden kann.

Fig. 7 zeigt einen Hartgasschalter mit Plattenlöschkammer und direkt aufgebauten Sicherungen, beide Elemente als Zubehör eines normalen Trenners.

Der Lastschalter mit Luft als Löschmittel erzeugt die Strömung im allgemeinen mit einem eingebauten Blaskolben. Die Luft strömt zur Löschung durch eine Düse, in der der Lichtbogen gezogen wird. Auch hier sind Haupt- und Abbrennkontakt getrennt, so dass der Hauptkontakt keinem Abbrand unterworfen ist. Die

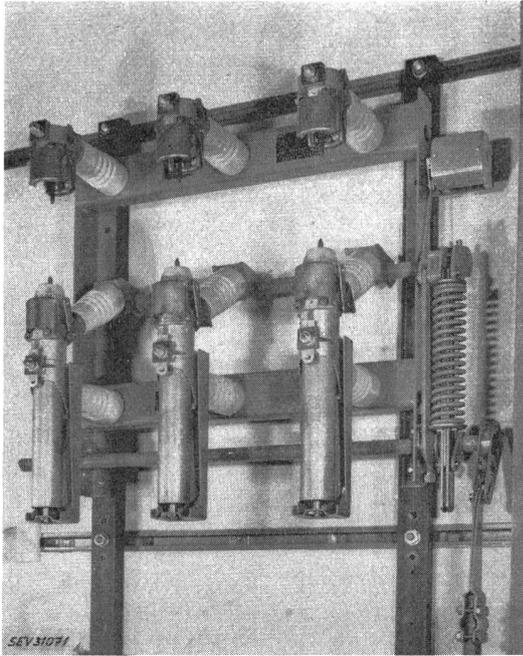


Fig. 9
Lastschalter

Kompression der Luft geschieht während der Ausschaltbewegung, wobei die Luft vorkomprimiert wird, bis der Abbrennkontakt die Düse freigibt. Im Gegensatz zum Hartgasschalter muss die Blasenergie vom Schalterantrieb aufgebracht werden. Das Schaltvermögen ist also u. a. eine Funktion des Energie-Inhaltes des Antriebes, d. h. der Grösse der Ausschaltfeder, falls wie üblich ein mechanischer Antrieb verwendet wird. Andererseits ist das Schaltvermögen praktisch unabhängig vom $\cos \varphi$, und die zulässige Anzahl Schaltungen auch bei Vollast grösser als beim Hartgasschalter, immerhin auch begrenzt durch den Abbrand der Löschkontakte und der Blasdüse. Das Abschaltvermögen erreicht im allgemeinen 1...2 mal Nennstrom, und die meisten Konstruktionen sind fähig, dank des kräftigen Antriebes, auf Kurzschluss einzuschalten.

Die Schalter können ohne weiteres mit einem Kraftspeicherantrieb, Primärrelais oder einfachen Thermoauslösern ausgerüstet werden und bilden so einen vollkommenen, automatischen Überlastschutz. Der Kurzschluss-Schutz kann auch hier z. B. von angebauten Sicherungen übernommen werden oder durch einen für mehrere Abgänge gemeinsamen Leistungsschalter.

Ein solcher Schalter ist nun schon weit entfernt vom ursprünglichen Trenner und sein Preis entsprechend gross, so dass man sich überlegen muss, ob nicht an seiner Stelle ein richtiger Leistungsschalter eingesetzt werden soll.

Zwei Beispiele solcher Schalter zeigen Fig. 8 und 9: Fig. 8 zeigt einen Lastschalter mit Blasung durch den Stützer, Federkraftspeicher, aufgebauten Thermoauslösern und angebauten Sicherungen, Fig. 9 einen Lastschalter auf dem Prinzip des Schubtrenners, wobei der Blaskolben im stromführenden Teil untergebracht ist.

Diese Beispiele sollen zeigen, dass heute den Anlagenbauern eine grosse Auswahl von Apparaten zur Verfügung stehen, die unter Wahrung der Einfachheit allen Anforderungen genügen.

Adresse des Autors:

Dr. sc. techn. R. Rutz, Sprecher & Schuh AG, Aarau.

Betriebserfahrungen mit Innenraumschaltern und Einbaufragen

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 30. und 31. Januar 1962 in Zürich, von A. Strehler, St. Gallen

621.316.57-744

An Hand einer Umfrage, die bei einer grösseren Anzahl schweizerischer Elektrizitätswerke erhoben wurde, wird auf gute und schlechte Erfahrungen mit Innenraumschaltern hingewiesen, die an verschiedenen Typen in elektrischer und mechanischer Hinsicht gemacht worden sind. Es werden auch die Schalterantriebe und die Art des Einbaues behandelt.

Une enquête auprès d'un grand nombre d'entreprises électriques suisses a permis d'être renseigné sur les expériences, bonnes ou mauvaises, faites avec des disjoncteurs pour l'intérieur, de différents types, aux points de vue électrique et mécanique. L'auteur traite également des commandes de ces appareils et du mode de montage.

Es ist mir der Auftrag gegeben worden, kurz über die Betriebserfahrungen mit Innenraumschaltern und deren Einbaufragen zu referieren. Ich stütze mich dabei neben meinen bescheidenen eigenen Erfahrungen auf das Ergebnis einer Umfrage, die ich bei einer grösseren Anzahl von Kraftwerken erhoben habe. Vorerst möchte ich all denen danken, die mir bereitwillig ihre Erfahrungen mitgeteilt haben. Ich habe nach den folgenden Belangen gefragt:

1. Erfahrungen über das elektrische Funktionieren der Schalter;
2. Erfahrungen über ihr mechanisches Verhalten und ihre konstruktive Gestaltung;
3. Erfahrungen mit Schalterantrieben;
4. Erfahrungen hinsichtlich der Einbauart der Schalter.

Die Rundfrage beschränkte sich auf Schalter der Nachkriegszeit, da frühere Konstruktionen durch die Entwicklung vielleicht schon als überholt betrachtet werden müssten und vielfach im Betrieb nicht restlos befriedigen konnten. Die Konstrukteure und Fabrikanten mögen es mir nicht übel nehmen, wenn sich meine Ausführungen vielfach auf Mängel beziehen, die sich in der Praxis im Laufe der Zeit ergeben haben. Es liegt in der Natur der Sache, dass man von Anlageteilen, die sich bewähren, eigentlich wenig spricht, obschon sie weit in der Mehrzahl sind. Die Kritik bezieht sich also meistens auf Einzelfälle, aus denen die Konstrukteure wie die Betriebsfachleute lernen sollen.

Die Umfrage zeigt, dass grössere Elektrizitätsunternehmungen Druckluftschalter in Unterwerken und Kraftwerken, ölarme Schalter dagegen in Schaltsta-

tionen und Transformatorstationen bevorzugen. Die Überlegungen, die zu dieser Differenzierung führen, sind die folgenden: Druckluftschalter weisen eine grössere Kurzschlussabschaltleistung bei kürzerer Lichtbogendauer auf. Die Installation einer Druckluftherzeugungs- und -verteilanlage mit allen Hilfseinrichtungen rechtfertigt sich besonders bei einer grösseren Anzahl von Schaltern. Allenfalls spielt der Schaltknall beim Druckluftschalter eine gewisse Rolle bei der Auswahl.

Im Verhältnis zur grossen Zahl der eingebauten Schalter geben sowohl die Druckluftschalter als auch die ölarmen Schalter in elektrischer Hinsicht wenig Anlass zu Störungen. Die Umfrage zeigt, dass die Leistungsschalter praktisch nie in die Lage kommen, Kurzschlüsse im Bereiche des Nennabschaltvermögens zu bewältigen. Es sind nur wenige Fälle bekannt, wo ein neuzeitlicher Schalter einen Kurzschluss nicht bewältigen konnte. Auch über das Schaltvermögen von kapazitiver Last oder leerlaufender Leitungen und Transformatoren sind keine ungünstigen Erfahrungen festzustellen. Grössere Blindleistungskondensatoren erfordern rückzündungsfreie Schalter, dafür eignen sich besonders Druckluftschalter. Zum Leerschalten grosser Transformatoren in Unterwerken werden vorteilhaft Schalter mit angepassten Parallelwiderständen verwendet.

Die Kontaktabnutzung ist gering. Immerhin empfiehlt es sich, nach schweren Abschaltungen eine Kontaktkontrolle vorzunehmen. Die wenigsten Kraftwerke beanspruchen ihre Schalter während längerer Zeit im Bereiche des Nennstromes, so dass über eine allfällige Überhitzung der Kontakte bei höherer Strombelastung wenig Erfahrung vorliegt. Es muss betont werden, dass eine übermässige Kontaktwärmerung oft auf eine mangelhafte Regulierung oder zu stark abgebrannte Kontakte zurückzuführen ist. An Trennern von Druckluftschaltern mussten Trennkontakte unterteilt werden, um den mechanischen Widerstand beim Öffnen und ein allfälliges Klebenbleiben der Messer zu verhindern. Ein gelegentliches Schmieren der Kontaktflächen mit Graphitöl ist unerlässlich. In Anlagen mit Druckluftschaltern sind die Druckluftherzeugungs- und Verteilrichtungen vorsichtig zu disponieren. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass durch eine zweckmässige Anordnung von Wasserabscheidern in den Druckluftverteilungen, in den Steuerventilblöcken oder in den Druckluftgefässen der Schalter kein Kondensat abgeschieden wird. Bei tiefen Temperaturen besteht die Gefahr der Eisbildung; Störungen im Ablauf der normalen Schaltfunktionen sind die Folge.

Die Druckluftventile erfordern besondere Aufmerksamkeit. An älteren Schaltertypen musste gelegentlich ein Kleben der Hauptventildichtungen festgestellt werden. Neuere synthetische Gummiarten scheinen dieser Tücke gewachsen zu sein. Es wird betont, dass die Revision eines Druckluftschalters wegen des fehlenden Öls rascher erledigt ist als eine solche an einem ölarmen Schalter. Druckluftkompressoren verlangen dagegen mehr Unterhalt und Kontrolle als die übrigen Installationen und geben gelegentlich Anlass zu Störungen.

Es wird auch beanstandet, dass die Druckluftgefässe durch das eidg. Dampfkesselinspektorat periodischen Kontrollen unterworfen sind. Ölarme Schalter, die mit kleinem Schaltstrom, aber sehr häufig betätigt werden, neigen zu Störungen, die auf ein Verkohlen der relativ

kleinen Ölmenge zurückzuführen sind und zu einer Bildung von Stehlichtbogen im Innern der Löschkammern führen können.

Die Wahl des geeigneten Materials für die Stützisolatoren der ölarmen Schalter war für einige Kraftwerke ein besonderes Problem. So bildeten sich an glatten Isolatorenoberflächen aus Hartpapier gelegentlich Kriechwege, die zu Überschlügen führten. Staubablagerung in Verbindung mit Feuchtigkeit, besonders aber eine unterkühlte Isolatorenoberfläche bei hoher Luftfeuchtigkeit, können zu gefährlicher Kriechwegbildung führen. Seitdem die Hartpapierstützer durch keramisches Material oder Giessharz ersetzt wurden, sind keine derartigen Störungen mehr festzustellen. Auch die Bildung von Haarrissen im Oberflächenlack des geschichteten Materials kann Kriechwege einleiten. Gleichermassen neigen Schaltstangen und Löschkammern aus solchen Stoffen zur Bildung von Kriechwegen. Schaltstangen aus geschichtetem Hartpapier waren in vielen Fällen den schlagartigen Beanspruchungen nicht gewachsen. Unter dem Einfluss der schlagartigen Beanspruchungen ist es auch vorgekommen, dass zylindrisch geschichtetes Hartpapier sich in einzelnen Zylindern axial verschoben hat.

Neuartige Stoffe auf der Basis der Epoxidharze mit Glasfasereinlagen sollen sich besser eignen und gaben bis jetzt zu keinen Beanstandungen Anlass. Solche Giessharze eignen sich, wie die Praxis zeigt, auch gut für die Herstellung von Stützisolatoren, die gegen Lichtbogeneinwirkungen weniger empfindlich sind als beispielsweise Porzellan. Ein äusserer Kurzschlusslichtbogen im Bereiche von Porzellanstützern eines Schalters kann für diesen verheerend wirken. Einwandfrei gebranntes keramisches Material zeigt dagegen eine geringe Alterung und ist bei richtiger konstruktiver Verwendung den schlagartigen Beanspruchungen gewachsen.

In konstruktiver Hinsicht sind einige Wünsche anzubringen über folgende Details:

Um die Ölstandsgläser besser reinigen zu können, wird das Anbringen eines Abstellhahns empfohlen. Andererseits wird oft gerügt, dass Ölablasshähne nicht dicht schliessen. Schaugläser werden bei gewissen Typen als zu klein empfunden, und es wird beanstandet, dass Ölstandsgläser oft zu exponiert montiert sind und beim Transport gelegentlich auch zerstört werden. Es wird aber auch betont, dass bei neuen Schalterkonstruktionen die Kontrollmöglichkeit und Auswechselbarkeit der Schaltkontakte und der Ölfüllung zweckmässig ist und geringen Zeitaufwand erfordert. Ölstandszeiger, bestehend aus Schwimmer und Holzknopf im Schauglas, sind bei Ölschaltern oft unzuverlässig. Bei Kurzschlussabschaltungen wird der Holzknopf gewöhnlich weggerissen oder das Gerät verklemmt. Schwierigkeiten bereiten gelegentlich die Dichtungen an den ölarmen Schaltern. Sie verlangen ein sauberes Arbeiten bei Schalterrevisionen, wenn die Pole bei der Kontaktkontrolle oder beim Ölwechsel geöffnet werden müssen.

Der Auslösemechanismus von Hauptstromrelais gibt Anlass zu gewisser Kritik. Die Konstrukteure sind bestrebt, moderne Schalter mit sehr kurzen Abschaltzeiten herzustellen. Der Auslösemechanismus dagegen mit Hebeln, Stangen, Hülsen und Federn hat gewöhnlich viel toten Weg, so dass wiederum Verzögerungszeiten beim Auslösevorgang die Folge sind. Es wird auch erwähnt, dass die Einstellung der Schalterauslösegestänge bei Verwendung von Hauptstrom-Thermorelais bei ge-

wissen Schaltern heikel sei, dann nämlich, wenn diese Schalter mit Auslösekräftspeicher ausgerüstet sind.

Die Verwendung von Hauptstrom-Thermorelais in Leitungen mit automatischer Wiedereinschaltung ist nur dann möglich, wenn die Schalter mit einer Rückstellvorrichtung zum Wiederaufladen des Thermorelais-Kräftspeichers ausgerüstet sind. Ohne diese Einrichtung würde eine selbsttätige oder ferngesteuerte Wiedereinschaltung zwangsläufig zur wiederholten Ausschaltung führen.

Einige besondere Vorkommnisse an Leistungsschaltern sind erwähnenswert:

Aus Versehen wurde irgendwo ein ölarmen Schalter neuer Konstruktion ohne Ölfüllung in Betrieb genommen und mehrmals damit betriebsmässige, jedoch keine kurzschlussartigen Schaltungen vorgenommen. Bei einer nachfolgenden Schalterrevision zeigte sich, dass die Kontakte und Löschkammern in durchaus einwandfreiem Zustande waren. Für einen ölarmen Schalter ist das immerhin eine bemerkenswerte Tatsache. Bei einer Kurzschlussabschaltung nach einer erfolglosen Wiedereinschaltung wurde ein Schaltstift verklemmt. Die Folge davon war eine Schalterexplosion mit erheblichen Schäden an Anlagen und Gebäudeteilen. Die Ursache der Störung waren Kupferperlen, die sich zwischen Schaltstift und Löschkammeröffnung verkeilten. Durch nachträgliches Anbringen von Filzdichtungsringen kann für die Zukunft eine solche Störung vermieden werden.

Dass auch der Ölschalter seine Existenz nicht ganz ausgespielt hat, beweist die Tatsache, dass er noch in sehr zahlreichen Exemplaren in Hochspannungsnetzen in Betrieb steht und vornehmlich da, wo die Kurzschlussleistung relativ klein ist, gute Dienste leistet. Da die Ausschaltzeit der Ölschalter relativ lang ist, können keine extrem kurzen Zeitstaffelungen bei den Maximalstromrelais vorgenommen werden. Dieser Umstand spricht in vielen Fällen zu Gunsten der ölarmen oder der Druckluftschalter.

Der neuzeitliche Ölschalter stellt geringe Ansprüche an den Unterhalt. Sein einziger Nachteil liegt in der grossen Ölfüllung und im beschränkten Kurzschlussabschaltvermögen. Verschiedene Kraftwerke begegnen diesem Umstand dadurch, dass die Netzkurzschlussleistung durch Netzunterteilung begrenzt wird und leistungsschwache Schalter in entsprechende Netzabschnitte eingebaut werden. In den Fabrikationsprogrammen der Industrie spielen die Ölschalter nur noch eine sehr untergeordnete Rolle.

Zum Antrieb von Schaltern wird heute neben Druckluft vorwiegend die potentielle Energie einer gespannten Feder verwendet. Im allgemeinen bewähren sich diese Federkräftspeicherantriebe sehr gut. Immerhin sei auf einige Punkte hingewiesen, die sich im Betriebe zeigten. Für Einschalten auf Kurzschluss sind Handantriebe ungeeignet. Besonders bewährt haben sich aber solche mit Federspeicher, da damit ein zögerndes Betätigen ausgeschlossen ist. Vielerorts wird immer noch beanstandet, dass Reihenklemmen für den Anschluss

von Hilfsschaltern und der Antriebsorgane bei gewissen Konstruktionen zu schwach sind und die Schrauben beim Anziehen abgedreht werden. Oft lockern sich unter dem Einfluss von Erschütterungen die Klemmschrauben und fallen heraus. Aus dem gleichen Grunde eignen sich Schraubversicherungen nicht für den Einbau in Schalterantriebe. Sie sollten durch Stecksicherungen ersetzt werden.

Mechanische Antriebe sind in vermehrtem Masse Störungen durch Verschmutzung und Verkrustung unter dem Einfluss von Staub und Fett ausgesetzt. Klinken, Gelenke und Getrieb müssen daher sorgfältig überwacht und periodisch revidiert werden. Verschiedene Berichte weisen auf Funktionsstörungen an Antrieben hin, die auf eine Verschmutzung zurückzuführen sind.

Die Auffassungen über den zweckmässigen Einbau von Leistungsschaltern in Innenraumanlagen sind von Kraftwerk zu Kraftwerk verschieden. Einige bevorzugen den offenen Einbau in Schaltgerüste. Dabei werden die Eisenkonstruktionen so gewählt, dass bewegliche Platten zum Schutze der Arbeitenden zwischen spannungsführende und nichtspannungsführende Zellen eingeschoben werden können. Andersorts werden die einzelnen Schaltfelder durch festmontierte Gitter voneinander getrennt. Meistens aber werden heute für Spannungen bis etwa 20 kV feste, in Eisenrahmen fixierte Bauplatten als Trennwände gewählt.

Für höhere Spannungen wird die offene Bauweise oft bevorzugt. Diese Bauart hat den Vorteil der Übersichtlichkeit über die ganze Anlage. Das Wandern eines allfälligen Kurzschlusslichtbogens kann nicht verhindert werden. Ein massgebendes Kraftwerk allerdings vermutet, dass bei offener Bauweise die Explosionsschäden geringer seien als bei der Zellenbauart. Feste Trennwände bilden nicht nur einen sicheren Schutz für das Personal, sondern auch gegen die Lichtbogenauswirkungen. Allseitig geschlossene Zellen und gekapselte Anlagen werden in Kraftwerkbetrieben nicht oft angetroffen, da die Übersicht und die Kontrollmöglichkeit schlechter sind. Sie sind da am Platze, wo nicht-instruiertes Personal in Schalträumen zu tun hat. Ölarme Schalter mit Steckkontakten auf ausfahrbaren Schaltwagen werden in Anlagen mit geringer Raumhöhe bevorzugt. Sie eignen sich daher besonders gut für unterirdische Anlagen. Ihr Einbau bedingt eine genaue Montage, damit beim Einfahren der Schalter ein richtiges Kontaktgeben gewährleistet ist.

Weil Erschütterungen an allen Leistungsschaltern beim Schaltvorgang nicht zu vermeiden sind, sollen die Hochspannungsanschlüsse flexibel gestaltet werden.

Abschliessend darf festgestellt werden, dass sich die neueren Schalterkonstruktionen sowohl der Druckluft- als auch der ölarmen Schalter bewährt haben.

Wenn einzelne Mängel kritisch beleuchtet worden sind, so diene diese Kritik einem gegenseitigen, sehr willkommenen Erfahrungsaustausch.

Adresse des Autors:

A. Strehler, dipl. Ingenieur, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt St. Gallen, St. Gallen.

Diskussionsbeiträge

A. Brunner, Ingenieur der Bernischen Kraftwerke AG, Bern: In der Aera der Kesselölschalter bauten die BKW ihre Mittelspannungs-Schaltanlagen (16 kV) ab 1925 sozusagen ausschliesslich als Freiluftanlagen, um die bekannten, dem Kesselölschalter eigentümlichen Gefahren auf ein Minimum zu reduzieren.

Seit der Einführung der ölarmen und öllosen Schalter hat sich nun die Praxis radikal geändert, indem sämtliche neu erstellten Mittelspannungs-Schaltanlagen als Innenraumanlagen ausgeführt werden. Die offene Bauart hat sich (Fig. 1) wegen ihrer Übersichtlichkeit durchgesetzt; die Schalter sind einheitlich auf