

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 30 (1939)
Heft: 14

Rubrik: Diskussion

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: 16.01.2026

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

störung des Schalterdeckels auch die daran befindliche Erdungsklemme abgerissen und damit die Erdleitung unterbrochen, so kann man sich lebhaft vorstellen, welche Verheerungen entstehen, wenn der Kurzschlußstrom seinen Rückweg durch das geerdete Steuerkabel des Schalters selbst sucht, ganz abgesehen von der Gefahr für das Personal wegen zu hoher Berührungsspannung. Die Erdung des Oelschalters muss daher sowohl am Kessel, als auch am Deckel so erfolgen, dass angenommen werden kann, eine von beiden bleibe bei Störungen sicher intakt (siehe Verordnung über Starkstromanlagen Art. 40). Verbinder oder Muttern aus Messing sind für Erdleitungen im Freien unbrauchbar, weil sie wegen kristallinischer Umlagerung des Gefüges zerfallen; sie sind durch Kupfer oder Bronze, ohne Zink, zu ersetzen.

Die Revision eines Speisepunktschalters erfolgt in der Regel nach ca. 20 normal verlaufenen Kurzschlussabschaltungen.

Seit zwei Jahren haben wir zwei 15-kV-Speisepunkte in einem Kraftwerk mit *Druckluftschaltern* ausgerüstet und festgestellt, dass diese Schalterart für $16\frac{2}{3}$ Hertz sich sehr gut eignet und im Betrieb bewährt hat (einfache Revision, wenig Kontaktabbbrand). Der Druckluftantrieb ist im Aufbau einfacher als der Magnetantrieb.

C. Schalterkurzschlussversuche im Betrieb.

Wie eingangs erwähnt, sahen sich die Bundesbahnen schon vor Jahren gezwungen, Kurzschlussversuche mit Schaltern im Netz durchzuführen. Die Versuchseinrichtungen sind heute einfach: Der Schalter wird auf einen Kurzschluss eingeschaltet und durch ein sofort wirkendes Relais wieder ausgeschaltet; für den Fall des Versagens des Versuchsschalters schalten der oder die den Versuchsschalter speisenden Schalter mit einer geeignet eingestellten Verzögerung von weniger als einer Sekunde ab. Als Messinstrument dient der Oszillograph; es ist

vorteilhaft, wenn er ein ablaufendes Band (Film oder Papier) besitzt, dann kann er beim Versuch mit dem Schalter von Hand ein- und ausgeschaltet werden, so dass die umständlichen Kupplungseinrichtungen der Steuerung des Schalters und des Oszillographen wegfallen. Wie verhält sich das Netz bei solchen Versuchen? Aus der mitgeteilten Störungstatistik geht hervor, dass es ziemlich viel «Erfahrung» darin hat und tatsächlich benimmt es sich bei den Proben auch «anständig». Ein Beispiel: Kurzschluss im 132-kV-System, abgeschaltete Leistung 278 MVA, Dauer des Kurzschlusses (Ein- und Ausschalten mit dem gleichen Schalter) 0,65 s, wiederkehrende Spannung 82 % der Anfangsspannung; nach 75 s Wiederholung des gleichen Versuches; das Netz bleibt intakt, keine andern Schalter haben ausgelöst; Schalter in Ordnung. Bei allen diesen Kurzschlussversuchen haben wir nie Defekte an Generatoren oder Transformatoren gehabt; liegt der Kurzschlussort vom Kraftwerk entfernt, so geht natürlich die Beanspruchung der speisenden Werke sehr zurück.

Wenn ich die Erfahrungen mit unsern Schaltern zusammenfasse, so darf ich sagen, dass sie den schweren Anforderungen des Bahnbetriebes im allgemeinen gewachsen waren, dass aber sehr wertvolle Erkenntnisse aus dem Betrieb und aus den Versuchen die Weiterentwicklung gefördert haben. Trotz der in den Fabriken heute möglichen systematischen Untersuchungen der Schalter werden aber gewisse Schalterfragen nur durch Netzversuche erschöpfend abgeklärt werden können und dazu müssen wir Betriebsleute den Herstellerfirmen unsere Netze zur Verfügung stellen.

Der Vorsitzende dankt das interessante Referat bestens. Die SBB verfügen über ein grosses, umfassendes Netz und entsprechend über grosse Erfahrungen. Besonderer Dank gebührt Herrn Sektionschef Habich für seinen beherzigenswerten Appell zur Zusammenarbeit zwischen Werken und Fabrikanten. Der Vorsitzende eröffnet die

Diskussion.

Herr L. Piller, Oberbetriebsingenieur der Entreprises Electriques Fribourgeoises, Freiburg: Die Angaben und statistischen Tabellen des Herrn Leuch sind sehr wertvoll. Der Vergleich der Anzahl Schalter jeder Kategorie (Oelschalter, ölarne Schalter, Druckluftschalter usw.) ist interessant, gibt aber nicht genügend Aufschluss über die Wichtigkeit der verschiedenen Arten und Typen. Es scheint mir deshalb wünschenswert, einen neuen Begriff einzuführen, nämlich den Begriff «Schalter \times kV», ähnlich dem Begriff «Tonnenkilometer» im Transportwesen. Ich würde sehr begrüßen, wenn es Herrn Leuch möglich wäre, seine Angaben noch in dieser Hinsicht zu vervollständigen¹⁾.

Der Vorsitzende dankt Herrn Piller und bittet Herrn Leuch, dem Wunsch Herrn Pillers Rechnung zu tragen¹⁾. — Es wäre nun interessant, von den Herren Betriebsleitern zu vernehmen, wie sich die Schalter bei grosser Kälte verhalten. Es ist denkbar, dass die Eigenzeit der Schalter von der Temperatur abhängig ist, bzw. von der Zahl der in einer gegebenen Konstruktion vorhandenen Gelenke, die bei grosser Kälte «schwerer gehen».

Herr H. Marty, Ingenieur der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern: Vor einigen Jahren machten wir eine sehr starke

Kälteperiode durch; es traten Temperaturen bis -25° auf. An den Schaltern beobachteten wir keine Störungen oder andere aussergewöhnliche Erscheinungen. Ueber die Eigenzeit der Schalter bei diesen Temperaturen machten wir allerdings keine Messungen. Ich habe zwar den Eindruck, dass sich die Auslösezeiten nicht merkbar ändern. Ungünstige Erfahrungen machten wir allerdings mit den neuen Antrieben, namentlich mit den Federspeicherantrieben. Es scheint mir, dass diese zu wenig Sicherheit aufweisen; das Ueberschussdrehmoment ist zu klein, weshalb sie hin und wieder versagen. — Die Verhandlungen mit den Konstruktionsfirmen zeigten, dass je nach Jahreszeit verschiedene Schmiermittel verwendet werden sollten.

Herr F. Aemmer, Betriebsleiter der Kraftwerke Oberhasli A.-G., Innertkirchen: In Innertkirchen wurden an 150-kV-Oelschaltern, Fabrikat Brown Boveri, die mit einer Oelheizeinrichtung ausgerüstet sind, Versuche durchgeführt, um zu bestimmen, bei welchen Aussentemperaturen die Heizeinrichtung in Betrieb gesetzt werden muss, um eine unzulässige Verlängerung der Ausschaltzeit zu verhindern. Dabei hat sich gezeigt, dass bis zu Oeltemperaturen von -10° C keine merkliche Verlängerung der Abschaltzeit eintritt. Auch bei tieferen Lufttemperaturen, die während einiger Stunden in kalten Nächten eintreten, wird die Oeltemperatur infolge

¹⁾ Ist im veröffentlichten Referat geschehen. (Red.)

der grossen thermischen Zeitkonstante der Oelschalter kaum unter -10°C sinken, so dass also die Oelheizeinrichtung überhaupt nicht benötigt wird. Der Stockpunkt des bei den Versuchen verwendeten Schalteröles beträgt ca. -30°C .

Herr Sektionschef **H. Habich**, Schweizerische Bundesbahnen, Bern: Unter den zahlreichen Fahrleitungs-Oelschaltern der SBB gibt es im Winter immer wieder, wenn auch recht selten, kleine Störungen, die auf tiefe Temperatur zurückzuführen sind, besonders wenn die Schalter lange nicht mehr gebraucht waren. Diese Störungen treten meistens im Mechanismus auf; oft ist das Schmiermittel schuld. Als solches verwenden die SBB kein Oel, sondern kältebeständige Fette, die bei grosser Kälte sehr dick werden. Neuerdings versagte auch ein pneumatischer Antrieb, weil die Dichtung der Kälte nicht standhielt. Es wäre zweckmässig, die Antriebe in Kühlhäusern systematisch zu untersuchen.

Der **Vorsitzende** dankt die Beiträge und regt an, die Frage der Eigenzeit des Schalters mit Rücksicht auf eine gute Selektivität des Ueberstromschutzes im Netz zu diskutieren.

Herr **A. Kleiner**, Generalsekretär des SEV und VSE, benützt die Gelegenheit, um auf das Netzmodell des VSE aufmerksam zu machen. Dieses Modell steht allen Werken zur Verfügung. Man braucht die Kurzschlussverhältnisse der Netze nicht mehr zu rechnen; mit dem Modell kann man alles messen, nachdem der Netzaufbau nachgebildet ist²⁾. — Wenn man die Referate der Herren Dr. W. Wanger und H. Leuch gehört hat, scheint es, dass es relativ leicht ist, die Schalterdaten zu berechnen. Es taucht nun die Frage auf, ob die Schalter in Zukunft auch noch nach der wiederkehrenden Spannung gestuft werden sollen. Es scheint fast, als ob man früher oder später bei der Wahl der Schalter auch die Eigenfrequenz der Netzteile und deren Einfluss auf die wiederkehrende Spannung berücksichtigen, ja vielleicht in Regeln festlegen müsse. Dazu müsste man allerdings vorher noch sehr viele Erfahrungen sammeln; bis das so weit ist, besteht aber die Gefahr der Unsicherheit bei den Bestellern.

Herr Dr. **A. Roth**, Direktor der Sprecher & Schuh A.-G., Aarau: Ich bin mit dem Herrn Vorsitzenden einig, dass man mit der Einführung der Ergebnisse der an sich sehr interessanten Studien über den Einfluss der Eigenfrequenz in die Praxis noch zuwarten muss. Wir hätten wohl besser getan, diese Frage überhaupt noch nicht in der Öffentlichkeit zu erörtern, denn es ist zu fürchten, dass die Betriebsleitungen, die ja ohnehin mit Sorgen aller Art belastet sind, hinsichtlich des guten Funktionierens der Schalter unsicher werden. Die Betriebsleitungen können jedoch ganz ruhig sein, da uns die Natur zu Hilfe kommt, denn in Wirklichkeit wirken sich diese Fragen nicht so schlimm aus, wie die Theorie vermuten lässt; warum, weiss man noch nicht, es bestehen hierüber nur Hypothesen. Bauen wir Forschung und Theorie vorläufig weiter aus und lassen wir sich die Sache noch während einiger Jahre entwickeln. Zweifellos werden wir später in der Lage sein, die Rückwirkung der wiederkehrenden Spannung zuverlässig zu überblicken. Vielleicht werden wir

²⁾ Siehe Bull. SEV 1927, Nr. 11, Seite 713, Bull. SEV 1937, Nr. 17, Seite 394.

sogar sehen, dass der Anstieg der wiederkehrenden Spannung keine so grosse Rolle spielt, wie wir heute annehmen.

Herr **A. Schmidlin**, Ingenieur des EW Basel: Ich möchte versuchen, darzustellen, wie die Frage der Schalterwahl vom Betriebsstandpunkt aus aussieht. Der massgebende Kurzschlussstrom an einer bestimmten Netzstelle kann besonders bei dem heute vorkommenden Zusammenschluss grosser Netze je nach Einspeisung und Schaltung sehr verschieden sein, ebenso die Eigenfrequenz des Netzes. Auf Grund dieser variablen Grössen und der wiederkehrenden Spannung ist der Schalter zu wählen, und zwar so, dass er mindestens 20 Jahre allen Anforderungen genügt. Die Entwicklung der Einspeisungsverhältnisse in dieser Zeit ist womöglich auch noch abzuschätzen. Nur sehr ausnahmsweise wird ein Schalter für ganz bestimmte Verhältnisse vorzusehen sein. Die Wahl eines Schalters wird deshalb nicht leicht. Im allgemeinen werden Schalter grosser Abschaltleistung verlangt werden. Dabei wird keine grosse Rücksicht mehr auf die Abschaltung bei kleinen Strömen genommen werden können. Vor 10 Jahren wurden im Basler 6-kV-Netz 150-MVA-Schalter eingebaut und vor kurzem wurden Schalter für dieses Netz für 300 MVA dimensioniert. Die Absicht besteht, in Zukunft Schalter von mindestens 400 MVA zu verlangen. Früher war die Kabelerwärmung für die zulässige Abschaltleistung im 6-kV-Netz massgebend; heute sind die Abschaltzeiten so kurz geworden, dass mit Rücksicht auf die Kabelerwärmung viel grössere Abschaltleistungen zugelassen werden können und der vorgesehene Einbau von Drosselspulen zur Kurzschlussbegrenzung deshalb wahrscheinlich nicht nötig wird. — Das EW Basel hat bisher für das 6-kV-Netz meist 24-kV-Schalter und für das 50-kV-Netz 73-kV-Schalter verwendet und mit dieser erhöhten Isolation gute Erfahrungen gemacht. — Es wäre noch interessant, zu vernehmen, welche Sicherheit in die Schalter einkalkuliert ist. Bewältigt ein Schalter von 300 MVA Nennleistung auch noch 400 oder mehr MVA?

Der **Vorsitzende**: Herr Schmidlin hat so richtig gezeigt, wie schwierig die ganze Schalterfrage sich für den Betriebsleiter stellt. Aber ich kann ihn versichern, dass die Wirklichkeit viel einfacher ist als die Theorie.

Herr **S. Rump**, Brown Boveri, Baden: Herr Schmidlin hat von der Isolationsfestigkeit der Schalter gesprochen; auch in dieser Beziehung kann er beruhigt werden. Gefährliche Schalterspannungen treten nur unter besonderen Umständen, d. h. in ganz vereinzelter Stationen auf und in diesen erreichen sie nur selten höhere Werte als 2mal verkettete Betriebsspannung. Für solche Ausnahmefälle ist es wirtschaftlicher, die Schaltüberspannungen durch geeignete Massnahmen, z. B. durch Vorschriften über die Reihenfolge, in welcher die Ober- und Unter-Spannungsschalter eines Transformators geschaltet werden müssen, oder durch Vorschaltwiderstände zu unterdrücken, als alle Schalter für die höchst-vorkommenden Schaltüberspannungen zu isolieren, d. h. bei Bemessung der Isolation der Schalter ist es technisch durchaus begründet, nur die wiederkehrende Spannung bei Kurzschlussabschaltungen, nicht die eventuell bei Abschaltung von kleineren Strömen ausnahmsweise entstehenden Ueberspannungen zu berücksichtigen.

(Fortsetzung des Berichtes folgt.)

Ueber den Einbau von Lautsprechern.

Von **W. Furrer**, Bern.

621.395.623.7

Der Einbau eines Lautsprechersystems in eine Schallwand hat den Nachteil, dass für eine gute Wiedergabe der tiefen Frequenzen grosse Abmessungen nötig sind; ferner wird die Frequenzkurve durch die Art der Aufstellung der Schallwand stark beeinflusst. Durch Einbau in einen geschlossenen Kasten, dessen Volumen und Dämpfung passend dimensioniert sind, lassen sich diese Nachteile vermeiden.

L'installation d'un système de haut-parleur dans une paroi acoustique présente l'inconvénient d'exiger, pour une bonne reproduction des basses fréquences, une paroi de dimensions encombrantes; d'autre part, la courbe de fréquence est fortement influencée par l'emplacement de la paroi acoustique. En installant le haut-parleur dans une caisse étanche ayant un volume et un amortissement appropriés, on arrive à supprimer ces inconvénients.

Ueber den zweckmässigsten Einbau von elektrodynamischen Lautsprechern herrscht heute noch vielfach grosse Unklarheit. Es soll hier der Fall

von separat einzubauenden Systemen besprochen werden, die häufig für hochwertige Wiedergabe von Musik verwendet werden. Für den Einbau von