Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 30 (1939)

Heft: 6

Artikel: Betriebsuntersuchungen an einem Lasttrenner mit selbsttätiger Drucklufterzeugung

Autor: Ruegg, G.F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1060813

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: 15.12.2025

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

hat uns die Konstruktion der Fahrleitung und des Rollmaterials bis heute voll befriedigt. Das neue Fahrzeug erfreut sich auch beim Publikum grosser Beliebtheit, und es scheint, als ob die Frequenz des Trolleybus, auch nach der Zeit der ersten Neugierde, grösser als bei der Strassenbahn sein werde. Der Abonnementsverkauf hat ziemlich stark zugenommen.

Betriebsuntersuchungen an einem Lasttrenner mit selbsttätiger Drucklufterzeugung.

Von *G. F. Ruegg*, Sissach.

621.316 57.064.45

Im Hochspannungsraum des Fernheizkraftwerkes wurden von Herrn Prof. Dr. Bruno Bauer Untersuchungen über den Abschaltvorgang in Lasttrennern durchgeführt. Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Prüfprotokolle über die Hauptergebnisse auszugsweise berichtet.

Dans le local à haute tension de la centrale de chauffage à distance de l'EPF, le professeur Bauer a procédé à des recherches sur le phénomène de rupture dans les sectionneurs en charge. L'étude ci-après, basée sur les procès-verbaux d'essai, donne un aperçu des principaux résultats.

Während noch vor wenigen Jahren in den Schaltanlagen von Kraft- und Unterwerken bis hinaus in die letztverzweigte Ortstransformatorenstation der Oelschalter anzutreffen war, zeigt sich heute bei Neuanlagen ein vollständig verändertes Bild. Das Bestreben, jeder Schaltstelle im Verteilnetz den technisch und wirtschaftlich günstigsten Schaltertyp zu geben, führte neben der Weiterentwicklung des Oelschalters zur Schaffung neuer Schalterkonstruktionen mit Luft als Löschmittel. Es kommen daher in modernen Verteilanlagen je nach Eigenart der örtlichen Betriebsverhältnisse der betreffenden Schaltstelle folgende Schalterarten zur Verwendung:

Oelschalter längstbewährter Konstruktionen,
Oelarme Schalter,
Lasttrenner mit selbsttätiger Drucklufterzeugung,
Druckluftschalter mit separater motorischer Drucklufterzeugung.

Ein besonderes Anwendungsgebiet schuf sich der Lasttrenner in den letzten Jahren überall dort, wo in Orts- und Fabriktransformatorenstationen, sowie in kleineren Verteilstationen geringer Schalthäufigkeit, auf die Vermeidung jeglicher Brandgefahr und eine einfache, übersichtliche und platzsparende Anordnung der Schalter Wert gelegt wird.

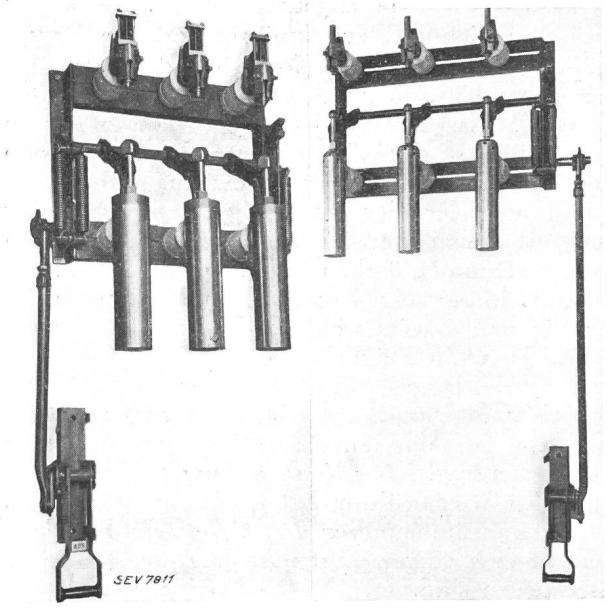

Fig. 1.
R & S Lasttrenner der Reihe STML.
Links: Typ für 3000 V Nennspannung und 200 A Nennstrom. Rechts: Typ für 6000 V Nennspannung und 200 A Nennstrom. Beide Lasttrenner wurden untersucht und schalten 4000 kW bei $\cos \varphi = 1$ anstandslos ab. Die Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird, beziehen sich auf den Prüfling rechts.

Da im Lasttrenner Schalter und Trenner im gleichen Apparat vereinigt sind, erübrigen sich separate Trenner. Wird ein spezieller Kurzschluss-Schutz verlangt, so können Hochleistungs-Sicherungen am Schalter angebaut werden.

Der Aufbau eines R & S-Lasttrenners [1]) ist aus Fig. 1 zu erkennen. Der bewegliche Kontakt des Schalters ist mechanisch direkt mit einem Leichtmetallkolben verbunden. Beim Ausschalten bewegt sich dieser Kolben in einem Luftzylinder und erzeugt dort Druckluft, welche durch einen Kanal in der Kolbenstange direkt in die Mitte des unteren Kontaktklotzes gelangt und dort aus einer Düsenöffnung gegen den oberen festen Kontakt ausgeblasen wird. Im Zylinder wird die Luft auf einen Druck von ca. 0,3 kg/cm² verdichtet. Sie strömt aus der Düse mit einer mittleren Geschwindigkeit von ca. 150 m/s.

Die Abschaltgeschwindigkeit wird möglichst gross gehalten, indem die Handbetätigung des Schalters durch ein Hebelsystem mit zwischengeschalteten starken Federn bewerkstelligt wird. Dieses Hebelsystem ist so disponiert, dass beim Abschalten zunächst die Federn gespannt werden, worauf nach Erreichen einer bestimmten Hebelstellung mit Hilfe der aufgespeicherten Zugkraft der Feder über einen geschwindigkeitsvergrössernden Hebel das Trennen der Kontakte stattfindet. Die Ausschaltfeder ist also in dieser Konstruktion bei ein- und ausgeschaltetem Lasttrenner dauernd im ungespannten Zustand, wodurch jede Ermüdungserscheinung der Feder vermieden wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher der untere Kontakt sich vom oberen entfernt, beträgt ca. 0,7 m/s. Fig. 2 zeigt das Weg-Zeitdiagramm dieser Kontaktbewegung.

Zur Verbesserung des Stromüberganges im eingeschalteten Zustand sind die eigentlichen Abschaltkontakte durch stark federnde flache Fingerkontakte überbrückt. Die Zuleitung des Stromes von der unteren Klemme zum beweglichen unteren Kontakt ist durch ähnliche Kontakte für den eingeschalteten Zustand ebenfalls gesichert.

Ein Lasttrenner dieser Konstruktion wurde im Hochspannungsraum des Fernheizkraftwerkes der

[1]) Fabrikat der Firma Rauscher & Stoecklin A.-G., Sissach.

Eidg. Techn. Hochschule in vertikaler Anordnung im praktischen Betrieb geprüft.

Als Belastung werden ein, bzw. zwei Elektrokessel von je 2000 kW Vollast, System Revel, verwendet. Der Belastungskreis bestand somit aus einem rein ohmschen, hydraulischen dreipoligen Widerstand, wobei die Wassermasse, d. h. der Sternpunkt, über das Kesselgehäuse dauernd geerdet war. Die Grösse der Belastung wurde einerseits durch Veränderung des Wasserniveaus in den Kesseln ein-

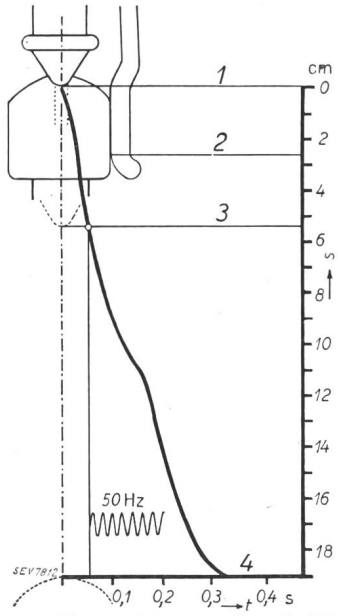

Fig. 2.

Weg-Zeit-Diagramm der Kontaktbewegung mit rotierender Trommel, graphisch aufgenommen.

1 Eingeschaltet.
2 Hauptkontaktablauf.
3 Vorkontaktablauf, Lichtbogenbeginn, Ventilöffnung.
4 Ausgeschaltet.

gestellt, anderseits durch Verwendung eines Kessels allein oder beider Kessel parallel.

Die für die Abschaltversuche nötige Energie wurde vom 6000-V-Netz der Stadt Zürich bezogen. Die während der Versuche auf den Belastungswiderstand arbeitenden Generatoren zeigen folgende Leistungen und Verbindungen:

Aus Kraftwerk Wettingen: 3 Maschinen mit total 24 000 kW.

Aus Kraftwerk Albula: 7 Maschinen mit total 11 000 kW.

Obwohl die an den Klemmen des geprüften Schalters angelegte Belastung als rein ohmisch angesprochen werden darf, ist ohne weiteres anzunehmen, dass die Induktanz der langen Fernleitungen und der Auf- und Abtransformatoren eine Nacheilung des Belastungsstromes gegenüber der Leerlaufspannung zur Folge hatte, welche Phasenverschiebung bekanntlich für den Verlauf des Abschaltvorganges wesentlich ist. Es war nicht möglich, bei den Versuchen den Betrag dieser Phasenverschiebung mit Sicherheit zu messen; jedenfalls stellt aber die gewählte Anordnung schwierigere Abschaltbedingungen, als diejenige, welche üblicherweise unter dem Begriff $\cos \varphi = 1$ verstanden wird.

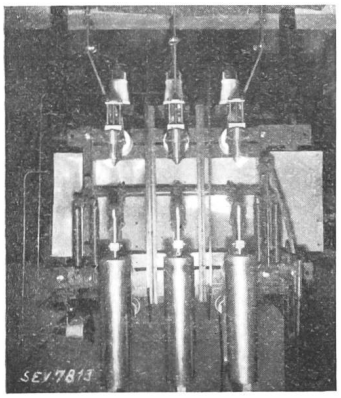

Fig. 3.

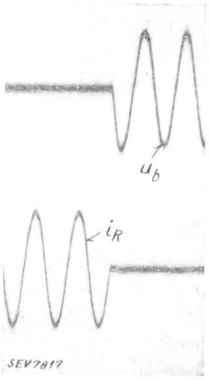

Fig. 4.

Halblastversuch.
Abschaltung einer Leistung von 1040 kW bei 6000 V und 100 A, $\cos \varphi = 1$.

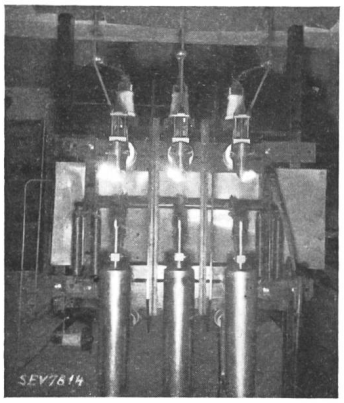

Fig. 5.

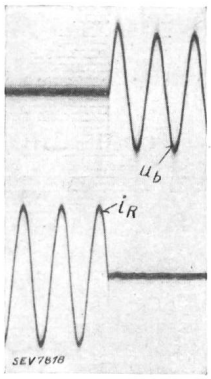

Fig. 6.

Vollastversuch.
Abschaltung einer Leistung von 2080 kW bei 6000 V und 200 A, $\cos \varphi = 1$.

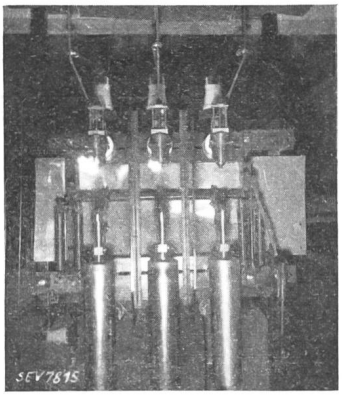

Fig. 7.

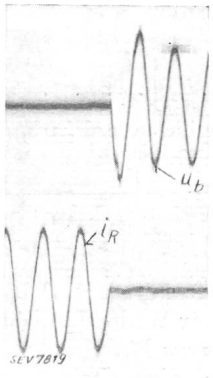

Fig. 8.

50 % Ueberlast.
Abschaltung einer Leistung von 3120 kW bei 6000 V und 300 A, $\cos \varphi = 1$.

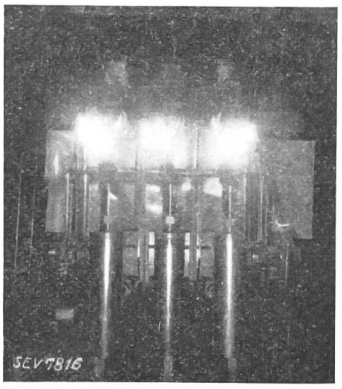

Fig. 9

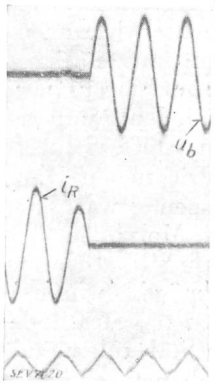

Fig. 10.

100 % Ueberlast.
Abschaltung einer Leistung von 4160 kW bei 6000 V und 400 A, $\cos \varphi = 1$.

Fig. 3 bis 10.
Abschaltversuche mit einem Lasttrenner der Reihe STML, Nennspannung 6000 V, Nennstrom 200 A, Frequenz 50/s.

Das Verhalten des Schalters während der Lastschaltung wurde praktisch folgendermassen untersucht:

1. Messung der Spannungen, Belastungsströme und Wirkleistungen mit Präzisionsinstrumenten in allen drei Phasen an den Klemmen des Prüfobjektes kurz vor der Abschaltung.
2. Oszillographische Aufnahme des Abschaltvorganges, d. h. des zeitlichen Verlaufes des Belastungsstromes und der Spannung zwischen den Trennkontakten.
3. Photographische Aufnahme des Lichtbogen-Lichteffektes mit einer normalen Photokamera.

Die Versuch und Messresultate sind in Fig. 3 bis 10 zusammengestellt.

Die oszillographischen Aufnahmen zeigen als wesentliches Ergebnis:

a) Das Löschen des Lichtbogens erfolgt bei Abschaltleistungen bis 3000 kW stets innerhalb einer halben Periode (0,01 s). Dabei betrug die maximal erreichte Lichtbogenlänge ca. 7 mm.

b) Bei Abschaltleistungen von ca. 4000 kW erstreckt sich der Lichtbogen im betrachteten Fall über $1^1/_2$ Perioden (0,03 s), entsprechend einer maximalen Lichtbogenlänge von ca. 20 mm.

Die Abschaltlichtbogen weisen auch bei der grössten untersuchten Stromlast von 400 A bei 6000 V keine Tendenz zum Abirren auf. Die Schmelzspuren der Lichtbogen-Ansatzstellen zeigten keine abnormale Form und Ausdehnung.

Ueber die Selbstregelung von Widerstandsöfen für hohe Temperaturen (Stratit-Oefen).

Von *A. von Engel*, Berlin.

621.365.4.036 9

Es wird gezeigt, dass bei Verwendung von Stoffen mit positivem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes für Heizleiter eine Selbstregelung der Ofentemperatur in einem gewissen Umfange erfolgt, verglichen mit einem Stoff konstanten Widerstandes. Die prozentualen Temperaturschwankungen sind aber nur dann geringer als die Netzspannungsschwankungen, wenn die induktiven Spannungsabfälle im Ofenkreis ein bestimmtes Mass unterschreiten. Aehnliche günstige Verhältnisse ergeben sich bei wechselnder thermischer Belastung des Ofens. Von der Neigung der Widerstandstemperatur-Linie ist die Selbstregeleigenschaft praktisch wenig abhängig.

Die Selbstregelung wird als Ersatz für eine Grobregelung in vielen Fällen einen besonderen Temperaturregler überflüssig machen. Aber auch dann, wenn ein Temperaturfeinregler nötig wird, sind weniger umfangreiche Regelschaltungen hier erforderlich, da die ohne Regler auftretenden Temperaturschwankungen bereits kleiner sind.

L'auteur montre que, lorsqu'on utilise des matières à coefficient de température positif de la résistivité électrique pour les conducteurs de chauffe, il se produit, dans une certaine mesure, une autorégulation de la température du four, par rapport aux matières à résistivité constante. Les variations relatives de la température ne sont cependant inférieures aux variations de la tension du réseau que si les chutes de tension inductives dans le circuit du four restent inférieures à une certaine valeur. Une situation favorable analogue se reproduit lorsque c'est la charge thermique du four qui est variable. La propriété d'auto-régulation est pratiquement indépendante de l'inclinaison de la courbe de résistivité en fonction de la température.

Dans bien des cas de réglage grossier l'auto-régulation peut remplacer un thermostat spécial. Mais même lorsqu'un réglage fin par thermostat est nécessaire, l'auto-régulation diminue le nombre et l'importance des écarts à compenser, car les variations de température qui se produiraient sans thermostat sont plus faibles en elles-mêmes.

1. Entwicklung von Hochtemperaturöfen und ihre Temperaturschwankungen.

In jüngster Zeit wurde die Entwicklung elektrischer Widerstandsöfen vorzugsweise nach vier Richtungen hin vorwärtsgetrieben: angestrebt wurde einmal eine Steigerung der Ofentemperatur oder — was damit eng verknüpft ist — eine Erhöhung der Lebensdauer der Heizelemente bei hoher Temperatur, weiterhin der Fortfall von Umwandlungen im Heizelement (Alterung) sowie von chemischen Wechselwirkungen zwischen Glühgut und Heizelement und endlich die Unempfindlichkeit der Heizkörper gegenüber Einwirkungen gewisser, bisher gemiedener und gefürchteter Gase und Dämpfe wie Sauerstoff, Schwefel, Ammoniak usw.

Die neuen Heizelemente, welche diesen Forderungen gewachsen sind, bestehen im wesentlichen aus Molybdänstäben, die in Röhren aus Aluminium-Silikat-Keramiken mit grossem Abstrahlungsvermögen vakuumdicht eingeschlossen sind. Sie heissen «Stratit»-Heizelemente. Die wassergekühlten Stabenden sind so ausgeführt, dass trotz der erheblichen thermischen Ausdehnungen merkliche Wärmespannungen in der Keramik nicht auftreten.

Mit solchen Elementen wurden eine Reihe von einphasigen Einkammer-Oefen für etwa 5 kW Nennleistung versehen. Sie wurden zum Teil dauernd, zum Teil aussetzend, einige tausend Stunden betrieben und dabei sorgfältig vermessen. Die Ofenraumtemperatur betrug hierbei 1500...1600° C (Farbtemperatur); die Muffel war in den meisten Fällen luftgefüllt. Auch die Versuche, die an anderen Stellen [1]) mit verschiedenen Gasen und Dämpfen ausgeführt wurden, bewiesen die Widerstandsfähigkeit der Stratit-Heizelemente.

Bei der Erprobung des neuen Heizsystems trat u. a. die Frage der Temperaturregelung in einer von der üblichen etwas abweichenden Form auf. Es zeigte sich nämlich, dass unter gewissen Bedingungen im stationären Betrieb Schwankungen der Netzspannung relativ geringe Aenderungen der Ofentemperatur auslösten. Qualitativ lässt sich diese Erscheinung so verstehen, dass eine Erhöhung der Netzspannung bei (angenommen) festem Widerstand durch das gleichzeitige Ansteigen des Widerstandes infolge des positiven Temperatur-Koeffizienten des Molybdäns eine Verrringerung der ursprünglich vergrösserten Leistung erfolgt. Man ist also berechtigt, in einem gewissen Umfange hier von einer Selbstregelung der Temperatur zu sprechen. Prinzipiell verbleibt natürlich bei Aenderungen der Ofenspannung eine Temperaturänderung, deren Grösse für verschiedene einfache Schaltungen in der folgenden Arbeit bestimmt werden soll. Weiterhin soll untersucht werden, wie sich eine Aenderung

[1]) W. Trinks, Industrial Heating Bd. 5 (1938), S. 74.