

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 31 (1940)  
**Heft:** 23  
  
**Artikel:** Ueber Kontakte an Trennern, insbesondere für Hochspannung (150 kV)  
**Autor:** Schaer, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061393>

### **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:** 17.02.2026

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

einem Vergleich des Diagramms dieses Wandlers mit demjenigen eines gewöhnlichen Wandlers (Fig. 6a und b). Schon beim landläufigen Spannungswandler trennt man im Diagramm die Fehler des Leerlaufes von denjenigen der Belastung. Im Diagramm kommt dies durch das Spannungsabfalldreieck CDE im Leerlauf, welches wir schlechthin als Leerlauffehlerdreieck bezeichnen, zum Ausdruck <sup>4)</sup>.

In den Diagrammen sind:

OA =  $I_0$  der Leerlaufstrom,

OB =  $-I_2$  der umgeklappte Vektor des Sekundärstromes,

OC =  $U_{2k}$  die sekundäre Klemmenspannung,

OG =  $U_{1k}$  die primäre Klemmenspannung.

Entsprechend dem geringen Leerlaufstrom und der geringen primären Streuung ist das Leerlauffehlerdreieck klein. Das Fehlerdreieck der Belastung EFG überwiegt.

Ganz anders ist es beim Diagramm des Spannungswandlers mit Kernsäule. Der relativ hohe Leerlaufstrom und die relativ hohe primäre Streuung (die allerdings wesentlich geringer ist als die sekundäre Streuung der am Ende der Säule befindlichen Sekundärspule) bedingen das überwiegende Leerlauffehlerdreieck CDE in Fig. 6b, während das Belastungsfehlerdreieck EFG jetzt geringer erscheint.

Da das Leerlauffehlerdreieck durch die Kompensation zum Verschwinden gebracht wird, bleibt

<sup>4)</sup> Goldstein, Messwandler S. 147.

für die Fehlereinhaltung nur die Ueberwindung des Dreiecks EFG übrig, welches durch eine kapazitive Kompensation der Streuspannung bei Belastung in den zulässigen Grenzen gehalten werden kann. Dadurch ist die Eichfähigkeit in Klasse 0,5 gewährleistet.

Eine tiefeschürfende Untersuchung von Willheim <sup>5)</sup>, einem Förderer des Säulenwandlers, über «Streuung bei Transformatoren und Wandlern in Spezialfällen» enthält auch den Fall des Kernsäulenwandlers.

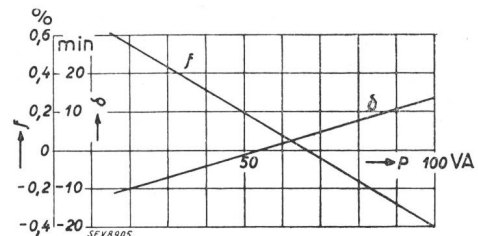


Fig. 7.

Fehlerkurven des Kernsäulenwandlers.

Fig. 7 zeigt die im Amt für Mass und Gewicht in Bern aufgenommenen Fehlerkurven an einer Wandlergruppe für die Entreprises électriques fribourgeoises für eine Netzspannung von 62 500 V. Man sieht aus der Lage der Fehlerkurven, dass die Fehler und Fehlwinkel durch die Kompensations- und Abgleichmittel sich gut auf positive und negative Werte verteilen lassen.

<sup>5)</sup> E. u. M. 1937, Nrn. 36 und 37.

## Ueber Kontakte an Trennern, insbesondere für Hochspannung (150 kV).

Von F. Schaer, Olten.

621.316.5.066.6

*Trenner, die lange Zeit nicht betätigt werden, können unter Umständen durch chemische Veränderung der Kontaktfläche sehr hohe Uebergangswiderstände bilden, die zu starker Erwärmung führen. In einem praktischen Fall wurden die Kontakte mit Silberplatten versehen, was einen einwandfreien Betrieb ergab.*

Für den Trennerkontakt wird, wie für andere Schaltgeräte, meistens Kupfer verwendet, obschon Kupfer nicht in allen Fällen genügt. Bekanntlich oxydiert dieses an der Luft und überzieht sich im Laufe der Zeit mit einer schlecht leitenden Schicht von Kupferoxyd. Bei vielen betriebsmässigen Schaltungen wird der Kontakt immer wieder gereinigt und die Kontaktfläche von der Oxydschicht befreit. Dies wird jedoch um so unsicherer, je weniger der Trenner betätigt werden kann, was im allgemeinen um so mehr zutrifft, je höher die Spannung ist. Und bei grossen Uebertragungsleitungen von 150 kV kann es vorkommen, dass die Trenner jahrelang nicht gebraucht werden. Die noch vorkommenden Abststellungen werden meistens so bemessen, dass die Zeit gerade ausreicht, um evtl. Leitungsstörungen zu beheben, jedoch für allgemeine Revisionen nicht mehr hinreicht. Bei so wenig Schaltungen vermag der Trennerkontakt, auch wenn er noch eine Relativbewegung ausführt, sich

*Les sectionneurs, n'ayant pas été actionnés pendant longtemps peuvent, par suite de modifications chimiques de la surface des contacts, être la cause de résistances de passage très élevées qui occasionnent un fort échauffement. Dans un cas pratique les contacts furent munis de plaques d'argent assurant un service impeccable.*

vielfach nicht mehr selbst zu reinigen. Besonders gut kann dies der Fall sein, wenn etwa die Luft noch Verunreinigungen, von chemischen Fabriken herrührend, mit sich führt.

In einer Freiluftanlage für 150 kV zeigten sich an den Kontakten nach vierjähriger Betriebszeit Erwärmungserscheinungen bei einer Belastung von bloss ca. 110 A, obschon die betreffenden Kontakte für einen Nennstrom von 300 A dimensioniert waren und im Versuchsstand über 600 A dauernd ohne irgendwelche Erwärmung ertragen hatten. Die Kontakte zeigten die braune Farbe, wie die aller andern Kupferteile, welche längere Zeit in einer Freiluftanlage unter Spannung standen. Der Kontaktdruck war normal geblieben; er betrug 8 bis 10 kg. Beim Versuch, die Kontaktflächen etwas zu reinigen, zeigte sich jedoch, dass die Kontakte mit einem ganzen Belag bedeckt waren, der grünlich verfärbte. Es handelte sich hier also nicht bloss um das gewöhnliche Kupferoxyd, sondern vermut-

lich um eine Schwefel-Kupfer-Verbindung. Ein anderer beweglicher Kontakt wurde abmontiert und es wurde der Übergangswiderstand auf eine blanke Kupferschiene bei 10 kg Druck mit einer Messspannung von 4,5 V gemessen. Er betrug über 1000 Ohm. Der Kontakt wurde hierauf von der chemischen Fabrik, welche in ca. 2 bis 3 km Entfernung (Luftlinie) Schwefelwasserstoff als Abgas ins Freie lässt, untersucht, wobei festgestellt wurde, dass der Belag, welcher sich auf der Kontaktfläche gebildet hatte, aus Schwefelkupfer bestand.

Da für Kontakte gegen Oxydbildung vielfach Silber verwendet wird, das zwar auch oxydiert, dessen Oxyd aber im Gegensatz zu Kupferoxyd gut leitet, wurde versucht, durch Aufbringen von Sil-

berplatten auf die Trennerkontakte dem Uebel abzuweichen. Die Trenner stehen seit dieser Aenderung wieder seit mehreren Jahren in Betrieb, wobei sich trotz absichtlicher Unterlassung der Reinigung kein Kontakt mehr erwärmt hat. Die Kosten für Silberplatten sind ein Kleines gegen den Energieausfall, welcher eintreten würde, wenn nur einmal während zwei Stunden der Betrieb zur Revision eines Trenners unterbrochen werden müsste. Der Ausfall würde, nieder gerechnet, bei einer Belastung von 15 000 kW schon 300 Fr. ausmachen. Es lohnt sich also, Trennerkontakte, insbesondere für höhere Spannungen, also im allgemeinen für wichtige Anlageteile oder Leitungen, mit besserem Kontaktmaterial als Kupfer auszurüsten.

## Einiges über Fragen der Elektrizitätswirtschaft.

Von F. Ringwald, Luzern.

Bulletin SEV 1940, Nr. 22, S. 505.

### B e r i c h t i g u n g.

In der Aufstellung über die voraussichtlich in den nächsten Jahren nötigen Energiemengen, Seite 508, hat sich ein Missverständnis eingeschlichen, indem der Bedarf der Landwirtschaft von 300 Millionen kWh ungefähr den Endbedarf in zehn Jahren darstellen soll, während die andern Zahlen

die jährliche Zunahme an kWh wiedergeben. Für die Landwirtschaft hat Herr Härry jährlich nur 10 Millionen kWh errechnet, wogegen Herr F. Ringwald mindestens 30 Millionen kWh annimmt.

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Das elektrische Auftauen eingefrorener Wasserleitungen.

621.364.6 : 621.646.972

Das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt, Sektion für Chemie und Pharmazeutika, macht uns darauf aufmerksam, dass infolge der knappen Kohlenzuteilung Wasserleitungen diesen Winter in vermehrtem Masse einfrieren werden. Die Installationsfirmen tauen eingefrorene Leitungen meistens mit Lötlampen auf. Das hiezu nötige Benzin kann aber kaum zur Verfügung gestellt werden und das Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt wünscht deshalb, dass eingefrorene Wasserleitungen elektrisch aufgetaut werden. Hiezu dienen bekanntlich spezielle Transformatoren; es können aber auch ganz gewöhnliche Schweisstransformatoren oder andere Apparate erfolgreich verwendet werden.

Wir laden deshalb die Elektrizitätswerke ein, in ihrem Versorgungsgebiet die Spengler und Installationsfirmen auf diese Tatsache aufmerksam zu machen und ihnen zugleich mitzuteilen, wo am Ort Schweisstransformatoren oder sonst geeignete Apparate leihweise zum Auftauen eingefrorener Wasserleitungen bezogen werden können. Zweifelloso findet sich beinahe in jedem Dorf ein Schweisstransformator oder ein ähnlicher brauchbarer Apparat.

Ueber das Technische des Auftauens eingefrorener Wasserleitungen orientiert das Bulletin des SEV 1929, Nr. 6, S. 174, Nr. 7, S. 196, und Nr. 9, S. 271, ferner Bulletin SEV 1930, Nr. 21, S. 707.

### Allerlei Neues aus der Elektrotechnik.

#### Windkraftwerke.

621.311.24

Im deutschen Altreich allein wurden bereits vor ca. 10 Jahren die Windkräfte auf 15 Millionen kW geschätzt. Nun liegen gründliche Studien über die Ausnutzungsmöglichkeiten für elektrische Energieerzeugung vor. Prinzipiell ist zwischen selbständigen Kleinkraftwerken für 5...100 kW und Grosskraftwerken für 10 000...20 000 kW zu unterscheiden. Die kleinen dienen der Energieversorgung abgelegener Höfe oder Häusergruppen, die gar nicht oder nur sehr unwirt-

schafflich an ein öffentliches Netz angeschlossen werden können. Als günstigster Typ hat sich die Grösse von 20 kW erwiesen, für die sich bei 2500 jährlichen Betriebsstunden 8...10 Pfennig als Kosten pro kWh ergeben. Hier kommt man mit einem Turm von 15...20 Meter Höhe aus, der an der Spitze in torpedoartiger Hülle die Luftturbine und die Dynamo trägt. Grosskraftwerke können nur in Frage kommen für die allgemeine Versorgung, in Zusammenarbeit mit hydraulischen oder thermischen Werken. Für 10 000 kW liegen bereits ausführliche Pläne vor. Die Verwirklichung scheitert aber an drei Punkten: Hohe Erstellungs- und Gesteungskosten (800...1000 Mark pro kW Ausbaugrösse, 3...4 Pfennig pro kWh, während bei Braunkohlenwerken nur mit 1,50, bzw. bei Steinkohlenwerken mit 1,75 Pfennig zu rechnen ist), konstruktive Schwierigkeiten (für 10 000 kW ein Turm von 250 Meter Höhe und ein Rad von ca. 125 Meter Durchmesser) und die Unmöglichkeit der vorherigen rechnerischen Erfassung sämtlicher massgebender Faktoren (als Beispiel sei nur der Einfluss der Vereisung genannt). — (Elektrizitäts-Wirtschaft, 15. 10. 40.)

#### Photoelektrische Ueberwachung von Drehhöfen.

621.383.9 : 66.041.57

Stehen langsam rotierende Drehhöfen still (sie kommen in Frage in Zementfabriken und Betrieben der chemischen Industrie), so sintert der Inhalt rasch zu einer starren Masse zusammen, die schwer zu entfernen ist. Sofortige Alarmierung in solchen Fällen ist von Wichtigkeit. Das automatische photoelektrische Verfahren beruht darauf, dass an einer Stirnseite des Ofens in gleichen Abständen 8 etwa handbreite radiale Bleche angebracht sind, die den auf eine Photozelle fallenden Strahl einer Glühlampe schneiden. Während einer Umdrehung wird also der Strahl 8mal unterbrochen und 8mal freigegeben. In Verbindung mit dieser Anordnung stehen zwei Zeitrelais. Das eine spricht nur bei freiem, das andere nur bei unterbrochenem Lichtstrahl an. Für beide Relais sind die ca. 3 Sekunden betragenden Auslösezeiten länger als die Dauer einer Strahlfreigabe, bzw. Strahlunterbrechung. Bei Normalbetrieb kommt folglich nie ein Relais zur Auslösung. Bei Stillstand dagegen bewirkt unfehlbar ein Relais nach 3 Sekunden die Auslösung der Alarmvorrich-