

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 44 (1953)
Heft: 4

Artikel: Der Brown-Boveri-Druckluftschneckschalter für das 380-kV-Netz
Autor: Meyer, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058058>

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: 25.12.2024

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

Aus dem Diagramm in Fig. 4 ist aber auch ersichtlich, dass mit steigender Nennspannung die Kontaktdistanz praktisch linear zunehmen muss. Bei extrem hohen Nennspannungen ergibt sich daraus neben einem grossen Schaltweg auch eine lange und schwere Schaltstange. Bei einem langsam

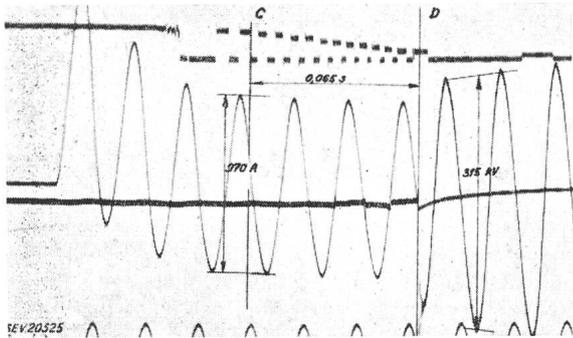


Fig. 5

Oszillogramm einer Stromunterbrechung mit einem ölarmen Schalter für 150 kV, wobei die wiederkehrende Spannung 315 kV beträgt, d. h. mehr als die Phasenspannung des 380-kV-Spannungssystems

schaltenden Schalter wäre dies alles nicht von Bedeutung. Da aber z. Z. nur noch schnellschaltende Schalter gebraucht werden, bedeutet dies, dass die schwere Schaltstange sehr rasch bewegt werden muss. Soll die Kontaktdistanz eines 380-kV-Schalters in einer Zehntelsekunde durchlaufen werden, so ist eine Beschleunigung nötig, welche beinahe 100mal grösser ist als die Fallbeschleunigung, und die Kraft zur Beschleunigung einer 6...7 kg schweren Schaltstange kommt in die Grössenordnung von 500 kg. Dass dies sehr grosse Anforderungen an den Mechanismus stellt, kann man sich leicht vorstellen. Es sind daher die mechanischen Probleme, die der Anwendung der Einfachunterbrechung bei hoher Spannung eine Grenze setzen.

Natürlich ergibt auch die Zweifachunterbrechung ihre besonderen Probleme. Wir denken vor allem an die Frage der Spannungsverteilung auf die beiden Schaltstrecken. Diese wird in erster Linie durch die Kapazitätsverhältnisse bestimmt, und zwar durch das Verhältnis der Kapazität C_1 (in Fig. 6) zwischen den offenen Kontakten zur Erdkapazität

C_0 der zwischen beiden Unterbrechungselementen liegenden Teile. Wenn die beiden Säulen an ihren oberen Anschlüssen miteinander verbunden werden, wie in Fig. 6, so sind die zwischen beiden Kontakten liegenden Teile von relativ geringer Ausdehnung und zudem weit von der Erde entfernt. Ihre

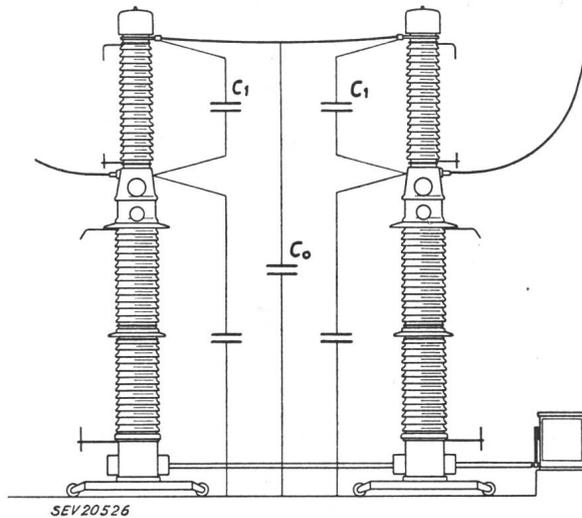


Fig. 6

Schematische Darstellung eines Schalterpoles für 380 kV mit den für die Spannungsverteilung auf beide Unterbrechungstellen massgebenden Kapazitäten

Erdkapazität C_0 ist daher gering, und dies ist für die Spannungsverteilung günstig. Im ungünstigsten Fall kann die Beanspruchung einer Unterbrechungsstelle noch $\frac{2}{3}$ der Gesamtspannung ausmachen. Durch die bei höheren Spannungen auftretenden Glimmströme wird aber die Spannungsverteilung noch im günstigen Sinn beeinflusst. Natürlich wäre es auch möglich, durch Steuerkondensatoren oder Steuerwiderstände eine praktisch gleichmässige Spannungsverteilung zu erzwingen. Solche Steuerelemente bedeuten jedoch nicht nur eine Verteuerung des Apparates, sondern sie sind auch eher störungsempfindliche Elemente, so dass wir lieber auf sie verzichten und dafür die Dimensionierung der einzelnen Unterbrechungstrecken etwas reichlicher wählen.

Adresse des Autors:

E. Vogelsanger, Oberingenieur der Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich 50.

Der Brown-Boveri-Druckluftschallschalter für das 380-kV-Netz

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 5. Dezember 1952 in Zürich,

von H. Meyer, Baden

621.316.57.064.45

Es werden kurz einige Merkmale des als Glied einer die Spannungen von 80 bis 380 kV umfassenden Baureihe gebauten Schalters gestreift. Durch Netzversuche konnte der Nachweis für die Erfüllung aller an solche Schalter gestellten Anforderungen erbracht werden. Das Verhalten im Betrieb bei zwar naturgemäss noch beschränkter Betriebsdauer war voll befriedigend und störungsfrei.

A. Der 380-kV-Schalter als Glied einer einheitlichen Baureihe

Der Brown-Boveri-Druckluftschallschalter für das 380-kV-Netz ist nicht eine Einzelkonstruktion, sondern ein Glied in einer organisch aus identischen

L'auteur décrit brièvement quelques caractéristiques de ce disjoncteur qui fait partie d'une série d'appareils dont les tensions nominales s'échelonnent de 80 à 380 kV. Des essais exécutés sur divers réseaux ont prouvé que les disjoncteurs de ce type répondent à toutes les exigences de l'exploitation des réseaux. Le comportement du disjoncteur à 380 kV installé dans le réseau suédois, dont la durée de fonctionnement est encore relativement courte, il est vrai, a donné la plus entière satisfaction.

Bauelementen aufgebauten Reihe, welche die Spannungen von 80...380 kV umfasst [1] ¹⁾. Es gelten daher auch für diesen Schalter alle die Erfahrungen mit den rund 400 Schaltern dieser Reihe, die

¹⁾ siehe Literatur am Schluss.

bis anhin geliefert worden sind, und die Resultate der Netzversuche, die mit solchen ausgeführt wurden. Wie Fig. 1 zeigt, besteht ein Schalterpol aus einzelnen, paarweise von einem Druckrohr gespeisten Löschkammern, die mit zunehmender Spannung in vermehrter Anzahl in Serie geschaltet wer-

dig waren, ist, um mehr Platz zu schaffen, die gegenseitige Anordnung der an sich identischen Elemente etwas geändert worden. Ein anderes zusätzliches Element, welches zum zunächst ungewohnten, aber charakteristischen Aussehen des Schalters beiträgt, sind die mechanischen Abspannstreben.

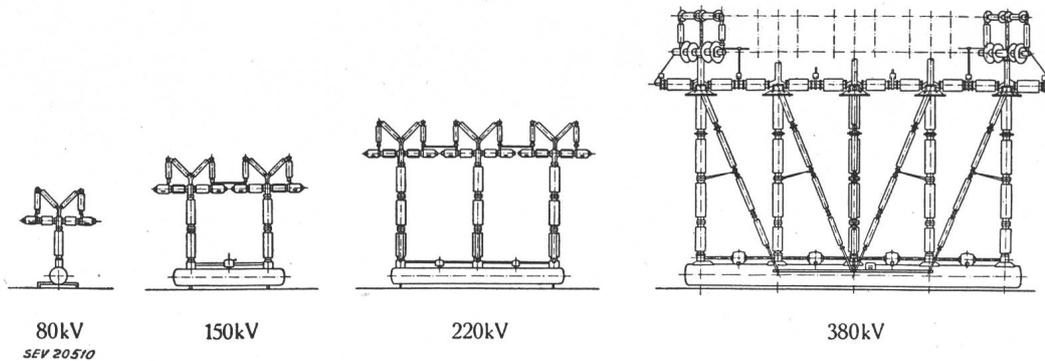


Fig. 1
Aufbau der Schalterreihe für Spannungen von 80 bis 380 kV aus identischen Elementen

den (2 bei 80, 4 bei 150, 6 bei 220 und 10 bei 380 kV) und ebenso wird die Anzahl der Druckrohrelemente entsprechend der erforderlichen Isolation gegen Erde vermehrt.

Da beim 380-kV-Typ aus spannungstechnischen Gründen zusätzlich einige Abschirmungen notwen-

Wenn auch mit Rücksicht auf die Vorgänge beim Schalten, dank der in sich ausgeglichenen Bewegungen und der Druckluftlöschung, keinerlei in Betracht fallende mechanische Kräfte aufzunehmen sind, so muss doch bei der durch die hohe Isolation gegebenen Bauhöhe mit anscheinlichen Beanspruchungen durch Windkräfte und Seilzug gerechnet werden. Die Ergänzung der aus funktionellen Gründen vorhandenen Glieder durch Abspannglieder zu einem Fachwerk ergab eine durchsichtig klare und solide Konstruktion aus leichten Einzelelementen, wie sie analog beim Bau von Leitungsmasten üblich ist, und welche alle Schwierigkeiten mit voluminösen keramischen Bauteilen umgeht. Um zu erreichen, dass für die zusätzlichen Abspannglieder das Knickproblem belanglos wird, wurde, wie Fig. 2 zeigt, durch entsprechende Bauart der oberen Knotenverbindungen dafür gesorgt, dass die Abspannungen keine Druckkräfte zu übernehmen haben.

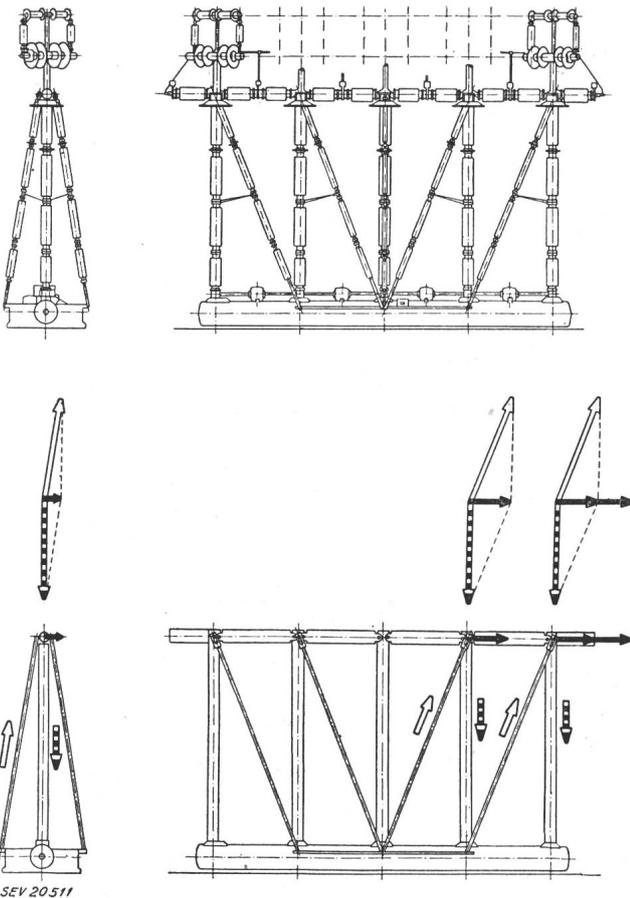


Fig. 2

Schematische Darstellung der mechanischen Kräfte bei Beanspruchung eines 380-kV-Schalterpols durch Winddruck und Seilzug

Durch Abspannglieder, welche nur auf Zug beansprucht sind, wird die Konstruktion zu einem Fachwerk ergänzt

schwarze Pfeile: äussere Kräfte; weisse Pfeile: Zugkräfte; gestreifte Pfeile: Druckkräfte

B. Die für einen Schalter massgebenden elektrischen Schaltfälle

Dies sind, entsprechend der Darstellung in Tabelle I oben, die Abschaltung von Kurzschlüssen, normal und bei Phasenopposition, die Abschaltung leerlaufender Leitungen und diejenige kleiner induktiver Ströme [2, 3]. Da wie erwähnt die ganze Baureihe aus identischen Löschkammern aufgebaut ist, kann man auch die Gesamtheit der im unteren Teil der Tabelle I aufgezählten und in bezug auf Anzahl und Vielseitigkeit der Beanspruchung eindrucksvollen Netzversuche zur Beurteilung heranziehen.

a) Leistungsversuche

Fig. 3 gibt einen Gesamtüberblick über die Resultate aller mit Schaltern dieser Baureihe ausgeführten Kurzschlussversuche in Netzen, dargestellt als Beanspruchung einer Unterbrechungsstelle [2, 4, 7]. Dabei darf noch darauf hingewiesen werden, dass auch bei den höchsten Leistungen die dem Druckluftschalter eigene kurze Abschaltzeit nachgewiesen werden konnte und dass diese Prüfungen mit dem Aus-Ein-Aus-Zyklus der raschen

Hauptfälle der Beanspruchungen eines Schalters

Tabelle I

Abschaltung	eines Kurzschlusses	mit Phasenopposition	einer leerlaufenden Leitung	eines kleinen ind. Stromes
Prinzipschema				
Massgebende Schaltergrößen	Abschaltleistung	Abschaltleistung	Überspannungen (Rückzündungen)	Überspannungen
Charakteristische Netzgrößen	Eigenfrequenz, Überschwingfaktor	Eigenfrequenz, Überschwingfaktor	Leitungslänge (Wanderwellenschwingung, Kapazität)	Starrheit des speisenden Netzes, Kapazität des abzuschaltenden Netzteiles
Ausgeführte Netzversuche	Fontenay (Paris) 220 kV Fontenay (Paris) 150 kV Villejuif (Paris) 60 kV Grand Coulee (USA)	Fontenay (Paris) 220 kV Fontenay (Paris) 150 kV	Fontenay (Paris) 220 kV Fontenay (Paris) 150 kV Grand Coulee (USA) Stadsforsen (Schweden)	Stadsforsen (Schweden) Bottmingen (Schweiz) Harsprånget (Schweden)

U_N Spannung auf der Netzseite; U_m maximale Spannung auf der abgeschalteten Seite; U_s Spannung über dem Schalter

Wiedereinschaltung und mit Pausenzeiten von nur 0,18 s ausgeführt wurden. (In diesem Zusammenhang ist auch noch zu bemerken, dass diese Schalter wegen der unabhängigen Bauart der einzelnen Pole [1] die Wiedereinschaltung ohne weiteres drei- oder einphasig auszuführen gestatten.) Bei den Ver-

Strömen bis zu 13 bzw. 19 kA geprüft werden; die Tatsache, dass die dabei erreichten Versuchspunkte, wie die Darstellung in Fig. 3 zeigt, mindestens den aus Versuchen an einer Kammer abgeleiteten Nennleistungen entsprechen, erbringt den Beweis dafür, dass die Leistungsaufteilung auf die Unterbrechungs-

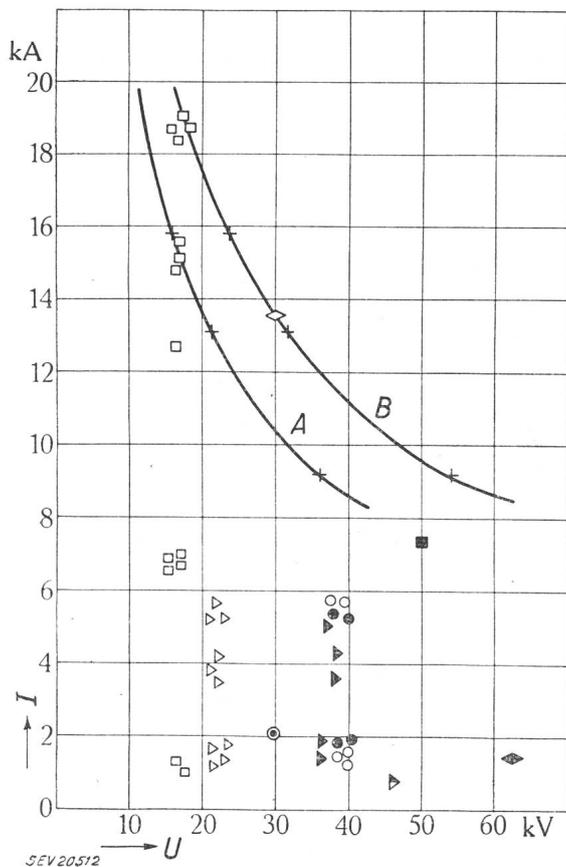


Fig. 3
Resultate der bei Netzversuchen erreichten Kurzschlussleistungen, dargestellt als Beanspruchung einer Löschkammer

- + A Punkte entsprechend der Nennleistung für nicht geerdete Kurzschlüsse
- + B Punkte entsprechend der Nennleistung für geerdete Kurzschlüsse im geerdeten Netz
- ⊙ Netzversuch Dixence mit Schalter Typ DCF 150 k 2500 Kurzschluss: Phase-Erde
- Netzversuch Fontenay mit Schalter Typ DCF 220 k 3500 Kurzschluss: Phase-Erde
- Netzversuch Fontenay mit Schalter Typ DCF 220 k 3500 Kurzschluss: Phase-Phase
- ▷ Netzversuch Fontenay mit Schalter Typ DCVF 220 k 5000 Kurzschluss: Phase-Erde
- ▶ Netzversuch Fontenay mit Schalter Typ DCVF 220 k 5000 Kurzschluss: Phase-Phase
- ▷ Netzversuch Fontenay mit Schalter Typ DCVF 220 k 5000 Kurzschluss mit Phasenopposition
- Netzversuch Grand Coulee mit Schalter Typ DCVF 220 m 6000 Kurzschluss: Phase-Erde
- ◇ Netzversuch Villejuif mit Schalter Typ DCF 60 k 1000 Kurzschluss: Phase-Phase
- Netzversuch Fontenay mit Schalter Typ DCF 150 k 2500 Kurzschluss: Phase-Erde
- ◆ Netzversuch Fontenay mit Schalter Typ DCF 150 k 2500 Kurzschluss mit Phasenopposition

suchen mit dem Schalter mit 2 Unterbrechungsstellen (Villejuif) und mit 8 Unterbrechungsstellen (Grand Coulee) konnte erstmals der ganze Schalter bis zu den höchsten Leistungsbeanspruchungen mit

stellen bei diesem Schaltertyp richtig erfolgt und dass deshalb auch der 380-kV-Schalter die garantierte Abschaltleistung von 8000 MVA bei 380 kV aufweist.

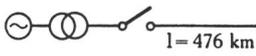
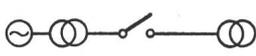
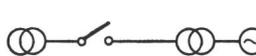
b) Netzversuche mit dem 380-kV-Schalter

Mit dem 380-kV-Schalter konnten im Kraftwerk Harspränget folgende Netzversuche ausgeführt werden (Tabelle II):

blem [2, 3, 4, 6, 7]. Die rückzündungsfreie Abschaltung, wie sie für die vorliegende Schalterreihe kennzeichnend ist, lässt keine Überspannungen auftreten und die Spannungserhöhungen auf der Leitung blei-

Netzversuche mit Druckluftschnellschalter 380 kV

Tabelle II

Art des Versuches	Prinzip-Schema	Effektivwert der Spannung vor der Schaltung kV	Effektivwert des Stromes A	Max. Spannungsbeanspruchung eines Poles (Scheitelwert) kV	Resultat
Abschaltung einer leerlaufenden Leitung		300...532	330...610	810	Keine Rückzündung Überspannung $\leq 1,26$ fach
Abschaltung einer am Ende mit leerlaufendem Transformator und Drosselspulen belasteten Leitung		300...400	124...328	595	Schaltung einwandfrei, Überspg. $\leq 1,34$
Abschaltung eines leerlaufenden oder mit Drosselspulen belasteten Transformators		380...437	134...31	750	Schaltung einwandfrei, Überspg. $\leq 1,77$

1. Abschaltung einer leerlaufenden Leitung von 476 km Länge bei Spannungen bis 532 kV;
2. Abschaltung derselben Leitung bei Belastung am sonst offenen Ende mit einem leerlaufenden Transformator mit oder ohne Drosselspulen;
3. Abschaltung eines leerlaufenden Transformators, ohne oder mit Belastung durch Drosselspulen.

Betrachten wir vorerst gerade den dritten Fall der Abschaltung des leerlaufenden oder mit Drosselspulen belasteten Transformators in Harspränget, wobei die Speisung über die 476 km lange Leitung von Süden her erfolgte, so interessiert hier vor allem die Grösse der dabei aufgetretenen Überspannungen. Den Angaben der Kolonne rechts aussen in Tabelle II ist zu entnehmen, dass im vorliegenden Fall eine maximale Grösse vom 1,77fachen des

ben auf dem theoretischen Minimum, welches durch die Ausgleichsvorgänge auf der abgetrennten Leitung bedingt ist [2, 3]. Das Oszillogramm in Fig. 4 von einer Schaltung bei 475 kV zeigt die absolut saubere Abtrennung der Leitung, wobei klar ersicht-

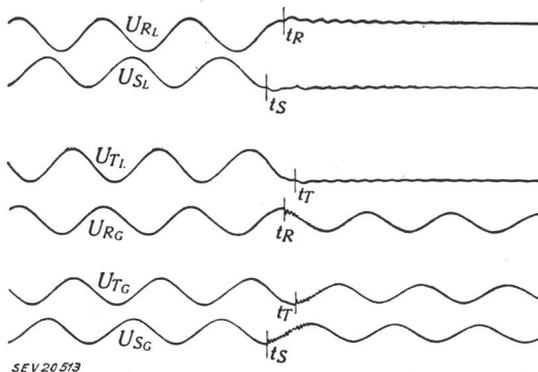


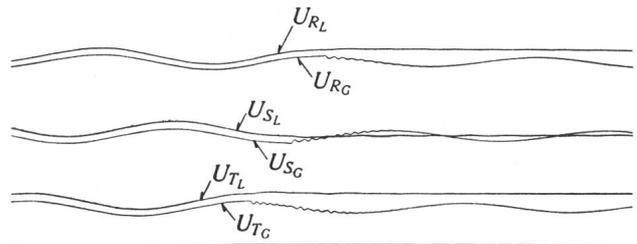
Fig. 4

Oszillogramm der Abschaltung einer leerlaufenden Leitung von 476 km Länge bei 475 kV mit dem 380-kV-Schalter in der Anlage Harspränget

- U_{RL}, U_{SL} und U_{TL} Spannungen der Phasen R, S und T auf der Leitungsseite des Schalters
- U_{RG}, U_{SG} und U_{TG} entsprechende Spannungen auf der speisenden Seite (Kraftwerk)
- t_R, t_S und t_T Zeitmomente der Stromunterbrechung in den drei Phasen der Leitung

Scheitelwertes der Phasenspannung vor der Schaltung gemessen wurde, wobei bemerkt werden muss, dass der relativ kleine Wert aber z. T. auf die günstigen Bedingungen in dieser Anlage zurückzuführen ist [3, 5, 6].

Die einwandfreie Abschaltung leerlaufender Leitungen ist für den Betrieb ein sehr wichtiges Pro-



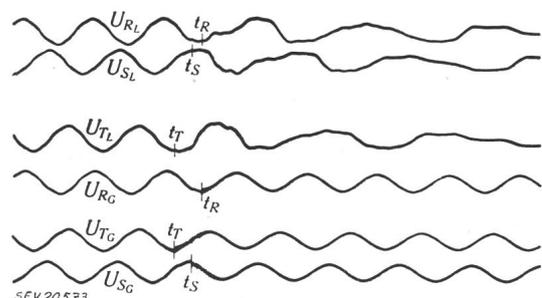
SEV20574

Fig. 5

Oszillogramm der Abschaltung einer leerlaufenden Leitung von 476 km Länge bei 532 kV mit dem 380-kV-Schalter in der Anlage Harspränget

Bezeichnungen siehe Fig. 4

lich ist, wie das Leitungspotential praktisch einfach auf dem im Schaltmoment vorhandenen Wert stehen bleibt. Fig. 5 gibt das Oszillogramm einer analogen Schaltung bei 532 kV wieder, diesmal in gestreckterem Zeitmaßstab, und zeigt das gleiche Verhalten



SEV20573

Fig. 6

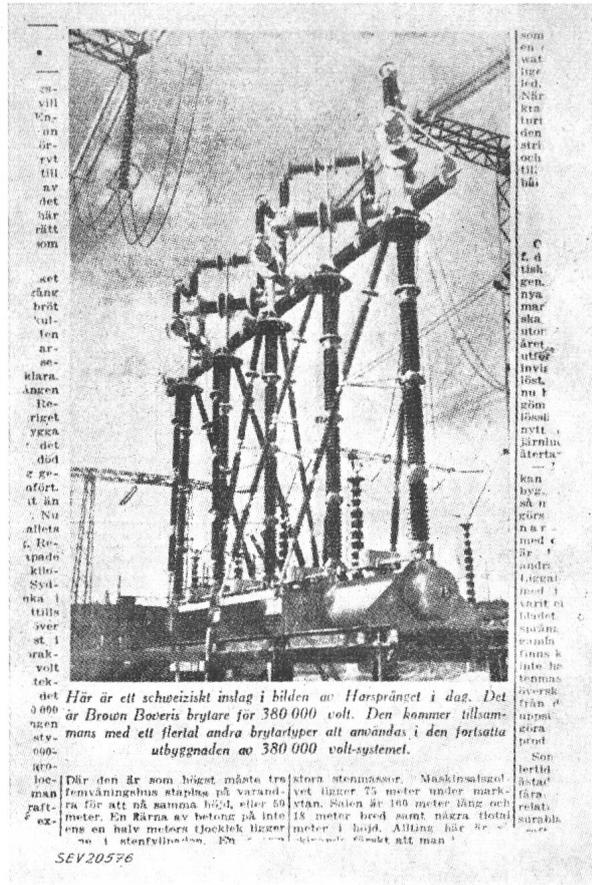
Oszillogramm der Abschaltung einer am Ende mit einem leerlaufenden Transformator belasteten Leitung bei 404 kV

Bezeichnungen wie in Fig. 4

des Schalters. Dass dies keine Ausnahmefälle sind, möge die Zusammenstellung in Tabelle III beweisen, in welcher von sämtlichen Netzversuchen mit Schaltertypen dieser Baureihe die leitungsseitigen maxi-

C. Der Schalter im Betrieb

Der erste von 10 zu liefernden Schaltern konnte am 17. Mai 1952 nach kürzester Montagezeit und ohne besondere Vorversuche im Kraftwerk Harsprånget in Betrieb gesetzt werden. Am 20. Oktober 1952 wurde er demontiert, um den Platz für die Prüfungen anderer Schaltertypen frei zu machen



svill
Vn-
on
är-
vrt
till
av
det
här
rätt
som

set
dine
brist
vul-
ten
ar-
se-
klara.
angen
Re-
riget
ygga
det
did
ge-
ofört.
it an
No
allena
Re-
spado
klo-
Svd-
nka i
tills
over
st i
rak-
vort
tek-
det
0 000
ngen
sv-
000-
gro-
loe-
man
raft-
ex-

son
en
vat
lge
led,
När
kra
huri
den
stet
och
till
bå

C
d
tisk
gen.
nya
mar
ska
utor
äret
utgå
invi
löst,
nu f
gion
löst
nytt.
järnlu
återta-
—
kan
byg.
så n
gore
när
när
är
ändr
Lagom
med i
svart
liadet
svåra
fms k
inte
hemas
svensk
från
uppsa
göra
prent
Som
berbi
åstad
fåra
relat
språk
svensk

Här är ett schweiziskt inslag i bilden av Harsprånget i dag. Det är Brown Boveris brytare för 380 000 volt. Den kommer tillammans med ett flertal andra brytar typer att användas i den fortsatta utbyggnaden av 380 000 volt-systemet.
Där den är som högst måste transformatorstämman. Maskinsatsen för att nå samma höjd, eller 50 meter. En Rättnings betong på 18 meter bred samt några stötpilar en halv meter tjocklek ligger i höjd. Allting här är i stenfärd. En...

Fig. 9

Der 380-kV-Druckluftschalter Brown Boveri im Spiegel der schwedischen Presse
(Sonderausgabe des «Svenska Dagbladet» vom 14. Juni 1952 zur offiziellen Eröffnung des Kraftwerkes Harsprånget durch den schwedischen König)

und um in der von Anfang an dafür vorgesehenen Anlage Storfinnforsen definitiv aufgestellt zu werden. Während dieser Betriebszeit hat er stets zur vollen Zufriedenheit des Bestellers und des Betriebspersonals gearbeitet. Fig. 7 gibt einen Blick in die Anlage Harsprånget, wobei links hinten die 3 Pole des beschriebenen Schalters zu sehen sind. Es ist daraus deutlich zu erkennen, wie zwanglos und leicht sich die Konstruktion in die Anlage einfügt. Fig. 8 zeigt den beschriebenen Schalter etwas mehr aus der Nähe.

D. Schluss

Fig. 9 möge abschliessend noch zeigen, dass die beschriebene Konstruktion die Beachtung der schwedischen Fachwelt gefunden hat. Zum Schlusse sei auch unseren schwedischen Kollegen und der schwedischen staatlichen Kraftwerkverwaltung unser Dank für die zuvorkommende Zusammenarbeit und unsere Hochachtung für die geleistete Pionierarbeit auf dem Gebiete der Höchstspannungsübertragung ausgedrückt.

Literatur

[1] Thommen, H.: Vereinfachte Druckluftschalter bis zu 380 kV Nennspannung für Freiluftaufstellung. Brown Boveri Mitt. Bd. 37(1950), Nr. 4/5, S. 123...136.
[2] Meyer, H.: Compte rendu des essais sur réseau exécutés avec un nouveau type de disjoncteur pneumatique à très haute tension. CIGRE 1952, Rapport Nr. 115.
[3] Meyer, H.: Die grundlegenden Probleme der Hochspannungsschalter. Brown Boveri Mitt. Bd. 37(1950), Nr. 4/5, S. 108...122.
[4] Killgore, C. L. und W. Wanger: Essais d'un disjoncteur pneumatique Brown Boveri à la centrale de Grand Coulee, 230 kV, 10 000 MVA. CIGRE 1952, Rapport Nr. 137.
Killgore, C. L., A. C. Conger und W. Wanger: Grossversuche mit einem 230-kV-Druckluftschalter im Kraftwerk Grand Coulee, USA. Brown Boveri Mitt. Bd. 38(1951), Nr. 12, S. 375...390.
Wanger, W.: Versuche mit einem 230-kV-Druckluftschalter im Kraftwerk Grand Coulee. Bull. SEV Bd. 43(1952), Nr. 1, S. 1...9.
[5] Baltensperger, P.: Surtensions lors du déclenchement de faibles courants inductifs. CIGRE 1950, Rapport Nr. 116.
[6] Baltensperger, P.: Abschaltung leerlaufender Leitungen und kleiner induktiver Ströme mit einem modernen 220-kV-Brown-Boveri-Druckluftschalter im schwedischen Kraftwerk Stadforsen. Brown Boveri Mitt. Bd. 38(1951), Nr. 12, S. 391...410.
[7] Amstutz, A. und H. Meyer: Netzversuche mit Druckluftschaltern. Brown Boveri Mitt. Bd. 37(1950), Nr. 4/5, S. 136...143.

Adresse des Autors:
Dr. H. Meyer, Oberingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).

Messwandler und Kompensationsmittel in 380-kV-Anlagen

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 5. Dezember 1952 in Zürich, von A. Métraux, Basel

621.314.224.8 + 621.316.727 : 621.319.4

Die Konstruktion magnetischer Messwandler für 380 kV kann nach den gleichen Richtlinien erfolgen, welche sich seit Jahren für die 220-kV-Typen bewährten. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es aber interessant, Messungen in 380-kV-Systemen mit Ersatzschaltungen zu machen, deren wichtigste wohl der kapazitive Spannungsteiler ist.

Zur Kompensation der Blindleistung sind sowohl Parallelkondensatoren in den Verteilanlagen, wie auch Seriiekondensatoren in 380-kV-Linien geeignet. Die Regeln für deren Dimensionierung und Schutz werden kurz erläutert.

380-kV-Messwandler

Es bereitet keine besonderen Schwierigkeiten, die bekannten Richtlinien für die Konstruktion von 220-kV-Messwandlern auf die 380-kV-Typen zu übertragen.

La construction des transformateurs de mesure magnétiques utilise les principes qui ont gouverné depuis des années la réalisation des types pour 220 kV. Pour des raisons économiques, il est intéressant de les remplacer par d'autres appareils de mesure, parmi lesquels le transformateur de potentiel capacitif jouera un rôle très important.

La compensation de la puissance réactive se fait autant par condensateurs parallèles dans les réseaux de distribution que par condensateurs séries sur les lignes de transport 380 kV. L'article résume les règles déterminant la construction de ces condensateurs séries et de leur protection.

Stromwandler für diese hohen Spannungen werden fast ausschliesslich mit einer Isolation aus ölpräpariertem Papier zwischen Primär- und Sekundärwicklung ausgeführt. Auch für 380 kV Betriebsspannung kann dieses Dielektrikum durch die