Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 43 (1952)

Heft: 6

Artikel: Gekapselte Schaltanlagen von Sprecher & Schuh A.-G., Aarau

Autor: Bosshardt, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1059146

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: 09.01.2026

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

Elemente erwähnt, die sich für den Bau solcher Anlagen in besonderer Weise eignen, nämlich Apparate und Isolierteile, die unter Verwendung der sog. Giessharze gebaut werden.

Ausser den guten dielektrischen Eigenschaften weist das neue Material im Vergleich zum Porzellan eine ca. 8...10fache Schlagbiegefestigkeit auf. Es ist ausserdem kriechstromfest, unempfindlich gegen hohe Temperaturdifferenzen und masshaltig.

Fig. 7 zeigt Stützisolatoren aus Giessharz für 3 und 10 kV und als Vergleich zum Isolator für 10 kV den in Bezug auf die Masse koordinierten Porzellanisolator.

5

Die gemäss den aufgestellten Richtlinien entwickelte Zellenkonstruktion Fig. 8 repräsentiert eine Gruppe von 3 Schalterzellen, also z. B. den Hochspannungsteil einer Transformatorenstation in einem geschlauften Netz.

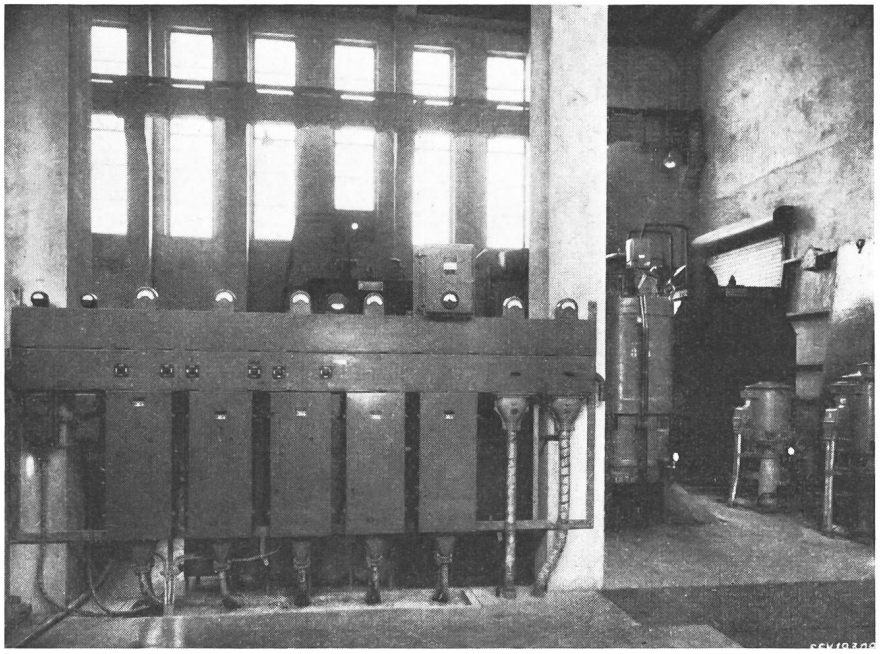

Fig. 10
Niederspannungs-Schaltkastenbatterie für die Pumpstation eines thermischen Kraftwerkes

Fig. 9 stellt die Anlage mit einem zwecks Revision vollständig ausgefahrenen Apparatewagen dar. Dank der automatischen Bewegung zweier Flügeltüren und deren Verriegelung durch den Apparatewagen wird die Zelle noch vor gänzlicher Freigabe der Frontwand komplett abgeschlossen. Es handelt sich um eine Konstruktion, die nicht nur den Leistungsschalter mit den angebauten Trennkontakten aufzunehmen hat, sondern auf welcher auch die Strom- und Spannungswandler, sowie die für diese notwendigen Sicherungen untergebracht werden.

Der Vollständigkeit halber sei schliesslich noch erwähnt, dass die MFO seit Jahrzehnten auch gekapselte Niederspannungsanlagen baut, deren eine in Fig. 10 dargestellt ist.

Adresse des Autors:

H. Benninger, Ingenieur der Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich 50.

Gekapselte Schaltanlagen von Sprecher & Schuh A.-G., Aarau

Auszug aus dem Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV über gekapselte Schaltanlagen vom 22. November 1951 in Biel

von *C. Bosshardt*, Kilchberg

621.316.364

Schon im Jahre 1923 haben Sprecher & Schuh ihre ersten gekapselten Hochspannungsanlagen erstellt. Es handelte sich um zwei Anlagen für Betriebsspannungen von 33 und 66 kV. Sie waren für Kraftwerke in England bestimmt, entsprachen dem «Cellular Type» mit vollständiger Phasenkapselung und stehen noch heute im Betrieb (Fig. 1).

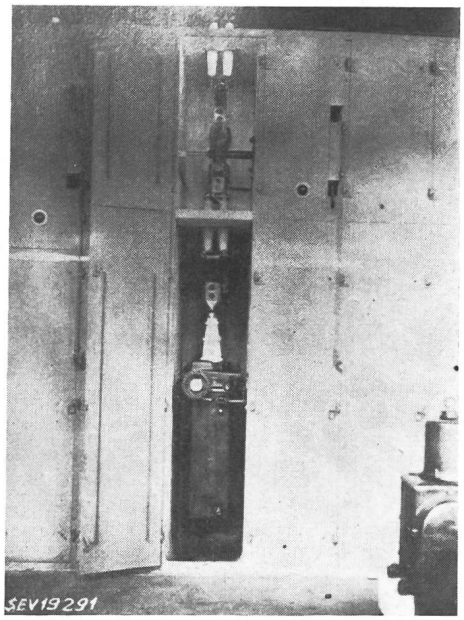

Fig. 1
Anlage mit vollständiger Phasenkapselung
Betriebsspannung 33 kV; Baujahr 1923

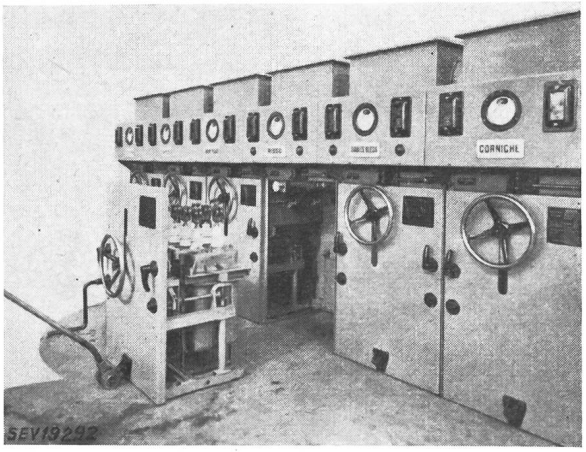

Fig. 2
Ausfahrbare Schalterzelle
Anlage Nizza; Baujahr 1931

Wenn auch in den nun folgenden acht Jahren im Bau der gekapselten Hochspannungsanlagen eine Pause eintrat, weil sich die schweizerischen Fachkreise zu diesen Systemen abwartend verhielten, so ruhte in unserer Konstruktionsabtei-

lung die Fortsetzung der Entwicklungsarbeiten keinesfalls. 1931 wurden zwei grössere gekapselte Hochspannungsanlagen für Nizza und Strassburg gebaut. In Fig. 2 ist der gänzlich geänderte Aufbau zu erkennen; er entspricht dem «Truck Type» mit senkbarem, herausfahrbarem Schalter.

Nun folgte wieder eine längere Pause im Bau gekapselter Anlagen. Wir sahen uns in die Rolle des Propheten gedrängt, dessen Stimme im eigenen Lande nicht gehört wird. Diese Pause wurde aber benützt, um die weitere Entwicklung aufmerksam zu verfolgen.

Fig. 3
Block-Station an der Mustermesse 1951
Nennspannung 20 kV/380 V
Transformatorleistung 400 kVA

Heute sind wir zur Überzeugung gelangt, dass sich auch in der Schweiz ein wachsender Bedarf für gekapselte Anlagen herausgebildet hat. Es geht uns jetzt aber nicht mehr darum, einzelne gekapselte Hochspannungsanlagen herzustellen, sondern unsere Bemühungen richten sich nach einer weitesten Kreisen dienenden Serienfabrikation solcher Anlagen. Wir entwickelten die neue Blockanlage für Nennspannungen von 10, 20 und 30 kV. An der Mustermesse 1951 in Basel traten wir erstmals mit einer Hoch- und Niederspannungs-Blockanlage an die Öffentlichkeit. Fig. 3 zeigt den Mustermessestand 1951 mit der Blockstation. Von links nach rechts folgen sich:

Die Zelle des ankommenden Kabels mit dem Endverschluss, die Schalter- und Sicherungszelle, die Messzelle mit den eingebauten Zählern, die Transformatorzelle mit je einem Voltmeter hoch- und niederspannungsseitig und der Niederspannungsteil mit 6 Abgängen.

Die abgebildete Bauart ermöglicht den Einbau jeder beliebigen Transformatorengrösse bis 600 kVA. Auf der Vorderfront ist deutlich das Schaltbild zu erkennen, welches eine einwandfreie Übersicht über den Leitungsverlauf ermöglicht. Der durch die Kapselung aller spannungführenden Teile erreichte Personenschutz wird noch erhöht durch die Verriegelung der Türen mit den Schalterstellungen. Die Hochspannungs-Sicherungen lassen sich, wie in Fig. 4 zu erkennen ist, durch Schwenken und Vorziehen eines besonderen Patronenhalters gefahrlos auswechseln.

Was ist mit dieser Blockanlage erreicht?

A. Für die Industrie

1. Vollständiger Personenschutz. Bedienung durch ungeschultes Personal.
2. Lieferung von fertigen, mit der gesamten inneren Verdrahtung montierten Anlagen. Äusserst kurze Montagezeit, Wegfall der teuren Regiearbeiten.
3. Aufstellung der Blockstation praktisch in jedem beliebigen, allgemein zugänglichen Raum möglich. Zuleitung der Energie bis direkt an die einzelnen Verbraucherzentren kann hochspannungsseitig mit kleinen Kupfer-Querschnitten geführt werden, wodurch ein grosser Spielraum für allfällige Erweiterungen gegeben ist. Die Länge der grosse Querschnitte erfordernden Niederspannungskabel wird erheblich herabgesetzt.
4. Raumeinsparung.

B. Für die Elektrizitätswerke

1. Vollständiger Personenschutz, Bedienung durch ungeschultes Personal.
2. Wegfall der zeitraubenden detaillierten Planungsarbeiten. Sehr bedeutende Entlastung der Montageleitung. Staubfreie Montage durch Wegfall der montagebedingten Maurerarbeiten.
3. Besondere Eignung für Unterflur- und Kelleranlagen. Aufstellung in Mauernischen und Höfen. Wegfall eines Gebäudes bei Freiluftanlagen.

Die Fig. 5...9 zeigen neueste Anlagen, welche die Vorteile besonders eindrücklich vor Augen führen. Es handelt sich

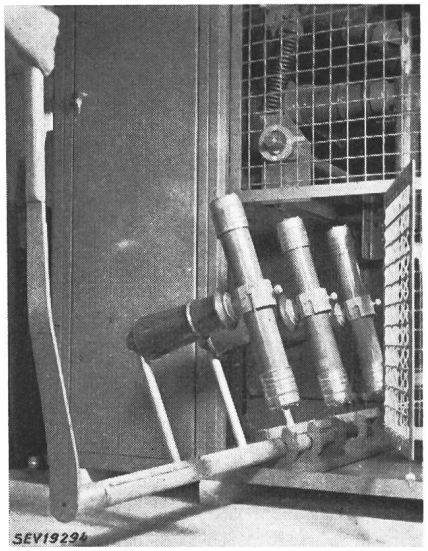

Fig. 4
Block-Station an der Mustermesse 1951
Ausfahren des Patronenhalters zwecks gefahrloser Auswechslung der Sicherungspatronen

hierbei zum Teil um Bilder unserer eigenen Produktion, zum Teil um Bilder von Anlagen, welche durch die «Ateliers de Constructions Electriques de Delle» (ACED), mit der wir in enger technischer Zusammenarbeit stehen, erstellt worden sind.

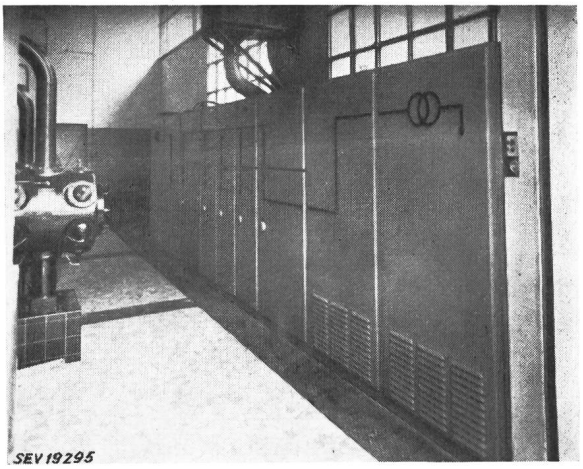

Fig. 5
Die platzsparende Block-Anlage in einem Kompressorenraum
Nennspannung 10 kV

Fig. 5 zeigt eine Anlage, welche sich in einem Kompressorenraum befindet, mit gemeinsamem Bedienungsgang für Kompressoren und Blockanlage. Eine offene Anlage mit gleicher Raumausnützung ist hier kaum vorstellbar.

Fig. 6 zeigt eine Block-Station mit einem 320-kVA-Transformator, Nennspannung 10 kV. Die Bedienung der Anlage kann durch ungeschultes Personal gefahrlos erfolgen. Mit der günstigen Anordnung der Lüftungsöffnungen und geschickter Ausnützung der Kaminwirkung wird eine ausgezeichnete Kühlung des Transformators erreicht.

Noch anschaulicher zeigt Fig. 7 die Vorteile der Blockstation. Frei im Produktionssaal einer Autofabrik stehen die Blockanlagen im Zentrum des Energiebedarfes. Die Niederspannungsverteilung ist in kurzen Einzelkabeln mit mittleren Querschnitten möglich.

Verlangt eine Produktionsumstellung die Verlegung der Hochspannungsanlagen, so können die Blockstationen mit

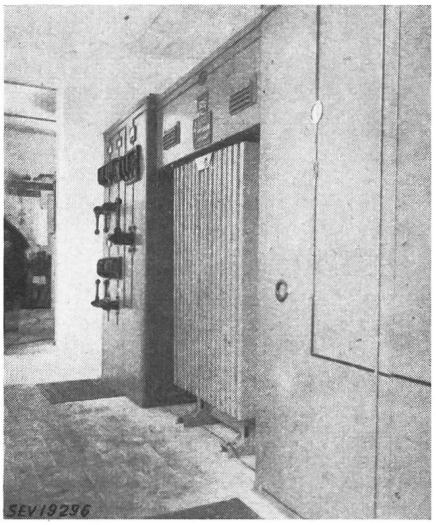

Fig. 6
Transformatoren-Block-Station, Nennspannung 10 kV
Transformatorenleistung 320 kVA

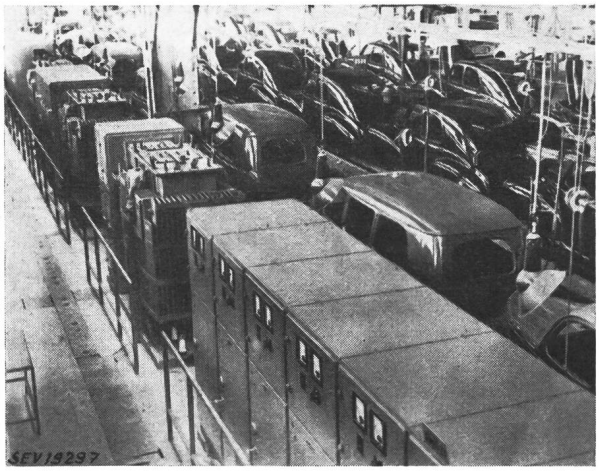

Fig. 7
Block-Stationen direkt im Produktionsraum einer Automobilfabrik
Nennspannung 10 kV

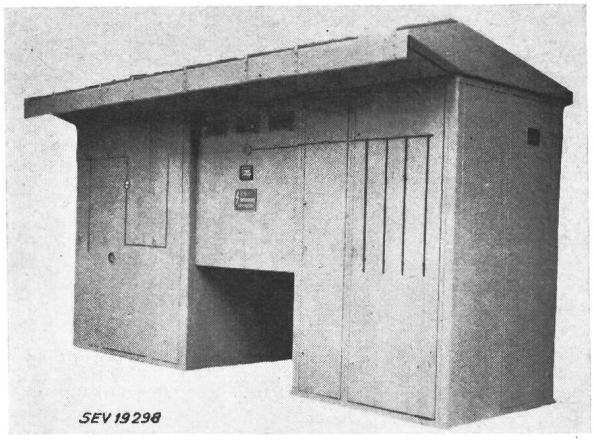

Fig. 8
Freiluft-Block-Station
Nennspannung 20 kV

sehr geringen Montagekosten als Ganzes versetzt und wieder verwendet werden.

Fig. 8 ist eine Aufnahme unserer ersten Freiluftstation vor dem Einbau des Transformators. Von ein paar Büschen und Bäumen umgeben, kann die Anpassung an das Landschaftsbild erreicht werden. Die enormen Einsparungen leuchten sofort ein. Es ist kein gemauertes Haus mehr erforderlich, die Station als solche wird frei aufgestellt. Sie besitzt einen speziellen Farbanstrich für Freiluft, ist abgedichtet gegen Schnee und Regen und doch genügend belüftet zur Vermeidung der Kondenswasserbildung.

Fig. 9. Die Kombiniermöglichkeiten kennen praktisch keine Grenzen. Diese Blockanlage mit 4 Transformatoren, 2 mit oberer Abdeckung, 2 geschlossen, zeigt eine Anordnung in 4 Blockkombinationen, verbunden durch eine über alle Einheiten quer verlegte Sammelschiene.

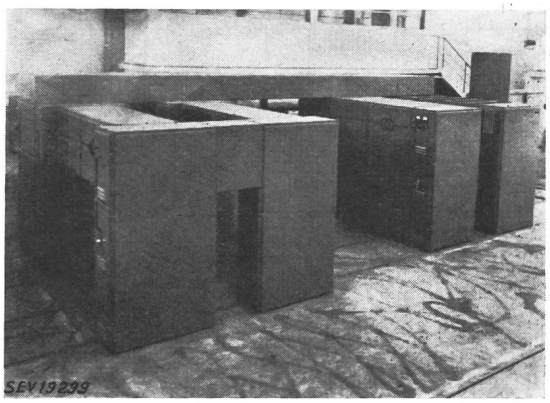

Fig. 9
Gross-Block-Anlage für 4 Transformatoren mit Quersammelschiene
Nennspannung 10 kV

Jedermann ist der bewährte Grundsatz bekannt, der für das Betreten offener Hochspannungsanlagen gilt: «Hände in die Taschen!» Das allein zeigt schon, wie gefährlich unsere offenen Anlagen sind. Wenn man heute in eine unbekannte offene Hochspannungsanlage tritt, so erhebt sich der Blick zunächst einmal zu den Sammelschienen und dann sieht man sich gezwungen, von Feld zu Feld zu gehen und die Anschriften zu lesen, damit klar wird, was ankommende und was abgehende Leitungen sind.

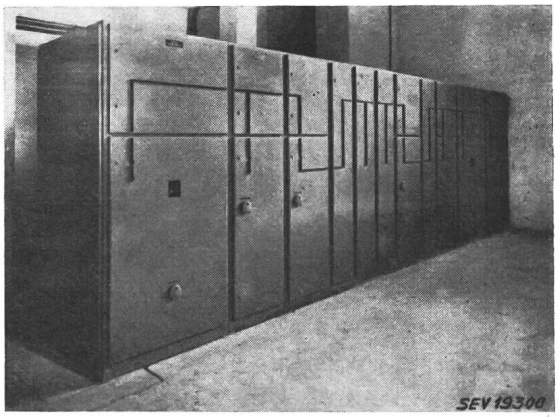

Fig. 10
Hochspannungs-Verteil-Block-Station mit klarem Schaltbild und eingebauten Schalterstellungs-Anzeigern
Nennspannung 10 kV

Beim Betrachten der Fig. 10 ist dank dem klar dargestellten Schaltbild auf den ersten Blick die Hochspannungsverteilanlage zu erkennen; in der Mitte zwei ankommende Leitungen einer Schlaufe, rechts drei, links zwei Hochspannungsabgänge.

Es ist schon der Einwand erhoben worden, bei der gekapselten Hochspannungsanlage gehe die Übersicht verloren, die Stellung der Trenner sei nicht sichtbar, und die einzel-

nen Apparate seien schlecht auswechselbar. Was bei der Blockstation scheinbar störend wirkt, hat mit Übersicht nichts zu tun, es ist vielmehr der verwehrte ungehinderte Blick auf die Apparate. Es stellt sich die Frage: Wozu muss denn der Schalter gesehen werden? Seine Schaltstellung ist ohnehin in den meisten Fällen nur an Stellungsanzeigern, wie farbigen Klappen, Stellungspfeilen usw., zu sehen, und das Schaltbild der Blockanlage mit eingebauten Stellungsanzeigern vermittelt noch eine wesentlich klarere Übersicht. Und der Trenner? Erstens kann er in der Blockstation unter Last schon gar nicht gezogen werden. Er ist ja immer verriegelt. Bedenken wir nur, wieviele Unfälle dadurch hätten vermieden werden können. Wenn Wert darauf gelegt wird, den offenen Trenner zu sehen oder den Zustand der Isolatoren zu kontrollieren, so ist es dem Fachpersonal möglich, die Türe zu öffnen. Es ist auch ohne weiteres möglich, eine Beleuchtung in der Blockstation zu installieren. Und die Rückspannung über die Niederspannungsseite? Die Gefahr des Auftretens einer Rückspannung kann durch eine einfache Verriegelung ausgeschlossen werden. Ein Sicherheitsschlüssel bleibt unter dem Niederspannungsschalter stecken und kann nur bei geöffnetem Schalter gezogen werden. Und die Auswechselbarkeit der Apparate? Es stimmt, die Auswechselbarkeit mag erschwert sein, aber doch ist sie recht gut möglich. Durch Zwischenschieben von Isolierplatten kann auch der mit der Montage beauftragte Monteur zuverlässig geschützt werden. In den meisten Fällen wird die Auswechslung der einzelnen Apparate nur bei ausgeschalteter Anlage vorgenommen werden, genau wie auch heute bei den offenen Anlagen.

Es bedurfte ausgedehnter Studien, um die äusserst gedrängte Bauart zu erreichen. Der Erfolg dieser Bemühungen ist im Vorangegangenen dargestellt. Wir glauben in der Annahme nicht fehl zu gehen, dass die Betriebsleiter heute fast ausnahmslos stark überlastet sind. Sie sind gezwungen, sich neben ihren betriebstechnischen Aufgaben auch noch mit konstruktiven Fragen über die innere Gestaltung von Hochspannungsanlagen zu beschäftigen, sich mit tausend Detailfragen der Montage herumzuschlagen. Wir sind überzeugt, dass ihnen die fabrikmässig hergestellte Blockanlage eine ganz erhebliche Entlastung bringen wird. Dem Fabrikanten wird das Schema der Anlage vorgelegt, und er wird über die Platzverhältnisse orientiert. Mit der detaillierten Ausarbeitung des inneren Ausbaues muss der Fabrikant beauftragt werden. Aber auch er braucht nicht jede Anlage wieder von Grund auf neu zu konstruieren. Die immer wiederkehrenden ähnlichen Dispositionen erlauben ihm die weitgehende Verwendung normaler Teile.

Es stellt sich zum Schluss noch eine Frage: Warum kapseln wir schon seit Jahren Niederspannungsanlagen und bauen die weit grössere Gefahren bietenden Hochspannungsanlagen offen? Etwa weil die Niederspannungsanlagen meistens allgemein zugänglich sein müssen und die Hochspannungsanlagen nicht? Ist es nicht vielmehr so, dass wir selber die Niederspannungsanlagen allgemein zugänglich gemacht haben und bisher davor zurückschreckten, den gleichen Schritt auch bei den Hochspannungsanlagen zu tun?

Adresse des Autors:
C. Bosshardt, Techniker der Sprecher & Schuh A.-G., Seestrasse 162, Kilchberg (ZH).

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Schutz von Seriekondensatoren gegen externe Störungen und interne Defekte

621.316.91:621.319.4

[Nach *R. Pélissier:* La protection des condensateurs série contre les perturbations externes et les défauts internes. Bull. Soc. franç. Electr. Bd. 7(1951), Nr. 8, S. 492...497.]

Wird ein Kondensator durch Netzstörungen anomal beansprucht, so kann sein Dielektrikum zerstört werden, oder es zeigen sich Ermüdungserscheinungen, die eine Verkürzung der Lebensdauer hervorrufen. Hohe Überspannungen an den Klemmen des Kondensators müssen daher vermieden werden. Zusätzlich soll eine Abschaltung der Batterie bei Durchschlag einer Einheit erfolgen.

I. Externe Störungen

Überspannungen an den Klemmen des Seriekondensators sind oft von kurzer Dauer. Der Schutz erfolgt deshalb durch Funkenstrecken, deren Konstruktion und Überschlagsspannung den Verhältnissen angepasst werden muss. Überspannungen treten vor allem aus folgenden Gründen auf:

a) Leitungsüberströme infolge Kurzschluss im Netz,
b) Schwingungen zwischen Synchron-Maschinen,
c) kleine Überspannungen, aber von langer Dauer.

a) Höhe der Überspannung infolge Netzkurzschlusses

Der Kurzschlußstrom I_c kann ohne Schwierigkeit berechnet werden, wenn die Impedanz des Netzes und des Kondensators bekannt ist. In der Praxis zeigt sich, dass I_c den Wert von 2...10 I_n und sehr oft ca. 5 I_n erreichen kann. Dieser Kurzschlußstrom bewirkt eine Spannungserhöhung an den Kondensatorklemmen im Verhältnis wie I_c zu I_n. Zusätzlich können sich jedoch Überspannungen von kurzer Dauer beim Übergang vom Normalbetrieb auf den Kurzschluss mit oszillierendem Charakter ergeben. Wenn die Betriebsspannung des Kondensators diesen Überspannungen angepasst würde, so müsste dies zu einer unwirtschaftlichen Überdimensionierung führen. Es ist deshalb eine Kurzschliessung (Shunten) der Batterie bei einer bestimmten Überspannung vorzuziehen. Für Hochspannungsleitungen ist es von Vorteil, im Interesse der Übertragungsstabilität, dass die Kondensatorbatterie raschmöglichst wieder zugeschaltet wird. Deshalb werden die Schutzfunkenstrecken so eingestellt, dass deren Ansprechspannung der vom Kondensator während einiger Perioden noch zu ertragenden Spannung entspricht, d. h. auf das 2,5- bis 3fache der Nennspannung.

In bestimmten Fällen soll die Batterie eingeschaltet bleiben. Wenn mehrere Hochspannungsleitungen parallel arbeiten, so muss deren eine, welche eine grössere Länge hat, kompensiert werden, um ein Gleichgewicht zwischen den einzelnen Leitungen herzustellen. Wenn eine Störung auf der kompensierten Leitung auftritt, so ist die Abschaltung der Batterie ohne Nachteile, da die Leitung selbst abgeschaltet wird. Wenn jedoch die Störung auf einer unkompensierten Leitung auftritt, ist es wichtig, dass die Batterie unter Spannung bleibt, um eine Unstabilität im Übertragungsverhältnis zu vermeiden.

Dieser Fall bietet sich in Schweden, mit 5 Leitungen von 400 km Länge zwischen Midskog und Stockholm. Eine dieser Leitungen weist eine Länge von 480 km auf und wurde deshalb mit 20% kompensiert. Ihre Impedanz beträgt 200 Ω, was einer max. Leistung von 240 MVA entspricht, wenn ein Kurzschluss auf einer der anderen Leitungen erfolgt. Die Überspannungen können bis zu 2,6 U_n steigen, so dass die Funkenstrecke auf einen Wert über 2,6 U_n eingestellt wurde.

b) Überspannung infolge Pendeloszillationen zwischen Synchronmaschinen

Störungen im Netz können zu Synchronisierungsstörungen zwischen den Speisegeneratoren führen. Es entstehen in diesem Fall langsame Schwingungen längs der Hochspannungsleitungen, die Ströme vom doppelten Wert des Nennstromes zur Folge haben. Es ist wichtig, dass in einem solchen Fall die Kondensatorbatterie eingeschaltet bleibt, die Schutzfunkenstrecken müssen aber entsprechend eingestellt werden.

c) Kleine Überspannungen von langer Dauer

Werden die Kondensatoren während langer Dauer mit höherer Spannung als die Nennspannung belastet, so ist eine raschere Alterung des Dielektrikums die Folge. Gegen solche Überspannungen werden die Kondensatoren mit Trennschalter oder Kurzschlußschalter geschützt.

II. Schutzeinrichtungen gegen extreme Überspannungen

a) Kondensatorbatterien in Hochspannungsleitungen

Die zwei z. Z. bekannten Seriekondensatoren in 220-kV-Leitungen sind:

1. die Batterie von Alfta in Schweden [1]) (Nennspannung 30 kV);
2. die Batterie von Chehalis (USA) (Nennspannung 8 kV).

Diese Anlagen sind sehr verschieden, und die Untersuchung der Schutzeinrichtungen ist nicht uninteressant.

[1]) siehe Bull. SEV Bd. 42(1951), Nr. 14, S. 510...512.