

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 43 (1952)

**Heft:** 6

**Artikel:** Gekapselte Schaltanlagen der Maschinenfabrik Oerlikon

**Autor:** Benninger, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059145>

#### 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:** 03.02.2026

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

men Aufstellung finden, so dass sich nicht nur viel kleinere, sondern auch viel einfache Gebäude ergeben.

Gekapselte Anlagen werden in den Fabriken vollständig fertig fabriziert, am Montageort als Ganzes aufgestellt, angeschlossen und in Betrieb genommen. Montageschwierigkeiten wegen Fehlens von Bestandteilen, Ungenauigkeiten von Zeichnungen oder Baufehler stellen sich dabei selten ein. Diese Schwierigkeiten fallen vielleicht in der Schweiz weniger ins Gewicht als in überseeischen Gebieten, doch sind auch bei uns Montagekosten und Montagezeit für gekapselte Anlagen wesentlich geringer als für Anlagen offener Bauweise.

Erweiterungen gekapselter Anlagen sind viel einfacher als jene offener. Die Aufstellung neuer Felder erfolgt ganz unabhängig von den bestehenden. Die bessere Kontrollmöglichkeit der Apparate bei den ausfahrbaren Anlagen und die rasche Auswechselbarkeit sind selbstverständlich. Über den besseren Schutz gegen Verstaubung, Insekten und Kleingetier braucht man auch nicht zu sprechen.

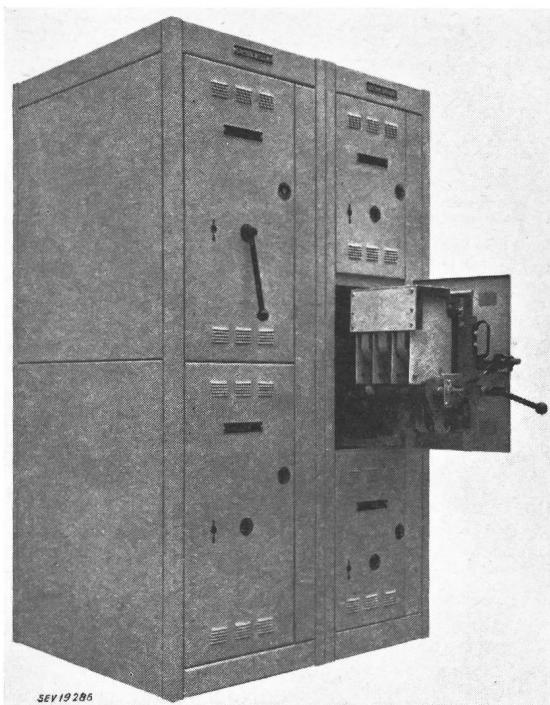


Fig. 4

#### Zwei Felder einer gekapselten Niederspannungs-Verteilanlage

Im Feld links ist die Türe einer Schaltkammer geöffnet. Schalter mit Trennern sind herausgezogen, so dass alle Teile betätigkt und gut kontrolliert werden können

Die Projektierungsarbeit ist einfach. Die genormten Schalfelder können in jedem Raum aufgestellt werden, der genügend gross ist. Es ist nur dafür zu sorgen, dass die abgehenden Kabel richtig angeordnet sind.

Störungen infolge falscher Bedienung oder Materialfehler wirken sich in geringerer Masse aus. Der gefährliche Lichtbogen soll sich in der gleichen Kammer austoben, in der er entstanden ist, und er kann nur beschränkten Schaden anrichten.

Für den Vergleich der beiden in Konkurrenz stehenden Bauformen sind natürlich noch die Baukosten und die Wirtschaftlichkeit von grösster Bedeutung. Die Preise ab Werk

der gekapselten Einrichtungen sind nur unwesentlich höher als diejenigen von gleichem Material in offener Ausführung. Bei Berücksichtigung der kleineren Montage- und Gebäudekosten werden die Gesamtkosten der neuartigen Anlagen niedriger sein.

Sicher haben die gekapselten Anlagen auch ihre Nachteile. Die bisher erstrebte Übersichtlichkeit über die einzelnen Apparate geht zum Teil verloren. Alle Hochspannungsapparate befinden sich hinter einer Wand aus Stahlblech, so dass sie im Betrieb nicht überblickt werden können. Es ist daher nicht möglich, kleine Schäden an Isolatoren, an Kontaktstellen usw. im Betrieb von aussen festzustellen. Die Wärmeabfuhr der Apparate ist ungünstiger. Auch sind die Konstruktionen weniger an Spezialwünsche anpassungsfähig als bei offenen Anlagen. Trotzdem geht aus der Gegenüberstellung hervor, dass sowohl Zahl, als auch Bedeutung der Vorteile die Nachteile überwiegen und es somit begründet ist, wenn die Weltproduktion gekapselter Anlagen grösser ist als die offener Einrichtungen. Die Zukunft gehört wahrscheinlich den gekapselten Anlagen.

#### B. Niederspannung

Bei den Niederspannungsanlagen ist die Lage ganz anders. Auch bei uns ist man schon seit vielen Jahren zur Kapselung übergegangen. Allgemein bekannt sind die Niederspannungsverteilbatterien. Niemandem würde es einfallen, in einer Werkstatt oder bei Anbau an eine Maschine eine offene Schalteinrichtung zu verwenden.

Diese Niederspannungsverteilbatterien eignen sich naturgemäß nur für kleine Stromstärken und Abschaltleistungen. Brown Boveri hat deshalb zur Erweiterung der bisher zur Verfügung stehenden Reihe auch hier Neukonstruktionen mit stahlblechgekapselten, ausziehbaren Luftschaltern entwickelt. In Fig. 4 sind zwei solche Felder dargestellt. Feld links mit 2 Schalteinheiten 1000 A und das Feld rechts mit drei Einheiten 500 A. (Ein Musterfeld war an der Versammlung zur Besichtigung ausgestellt.) Nach dem Öffnen der Fronttüren ist es ohne weiteres möglich, die Leistungsschalter samt den Trennern aus der Kammer herauszu ziehen und dann aussen, wenn sie von allen Seiten zugänglich sind, zu kontrollieren und zu betätigen. Im Feld rechts der Fig. 4 ist die mittlere Schalteinheit herausgezogen. In dieser Stellung sind einfache Reparaturen und Auswechsungen von Bestandteilen leicht möglich. Auch kann die ganze Schalteinheit mit Leistungsschalter, Hauptstromrelais und Trenner auf einfache Weise in einigen Minuten abmontiert und durch eine Reserveeinheit ersetzt werden. Das wichtigste Ziel der Konstruktion ist auch hier, dank dem Prinzip der Auswechselbarkeit, leichte, gefahrlose Kontrollmöglichkeit und Auswechselbarkeit zu erreichen und durch die Kapselung auf möglichst kleinem Raum, speziell mit kleiner Feldbreite, viele gegen Berührung geschützte Abgänge anzuordnen.

Mit den verschiedenen dargestellten Konstruktionen von gekapselten Hoch- und Niederspannungsschaltungen konnten naturgemäß nur die typischen Varianten erfasst werden. Der Referent glaubt aber, damit gezeigt zu haben, dass Brown Boveri auch auf diesem Gebiet langjährige Erfahrungen besitzt und mit Interesse moderne Neukonstruktionen entwickelt, mit denen es möglich ist für alle praktischen Fälle zweckmässige Lösungen zu finden. Er hofft, dass seiner Firma nicht nur im Ausland, sondern auch in der Schweiz Gelegenheit geboten wird, die Erfahrungen mit gekapselten Schaltanlagen zu vervollständigen.

#### Adresse des Autors:

F. Tschumi, Oberingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).

### Gekapselte Schaltanlagen der Maschinenfabrik Oerlikon

Auszug aus dem Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV über gekapselte Schaltanlagen  
am 22. November 1951 in Biel,  
von H. Benninger, Zürich

621.316.364

Die folgenden Ausführungen umfassen: 1. die Gründe, die den Bau gekapselter Anlagen für die Maschinenfabrik Oerlikon (MFO) aktuell werden liessen; 2. die Beschreibung einiger als Vorläufer zu betrachtender Konstruktionen; 3. die für die heutige Konstruktion massgebenden Richtlinien; 4. neuere Konstruktionselemente; 5. kurze Beschreibung der neuen 10-kV-Einheitszelle.

Motifs pour lesquels les Ateliers de Construction Oerlikon ont entrepris la construction d'installations blindées. Description de quelques constructions du début et exposé des principes appliqués aux installations actuelles, ainsi que des nouveaux éléments constructifs. Brève description de la nouvelle cellule unitaire à 10 kV.

**1**

Die Überlegungen, die die MFO dazu bewogen haben, sich mit der Konstruktion von gekapselten Hochspannungsanlagen zu befassen, entsprangen nicht dem Bestreben, aus Prestigegründen einer technischen Modeströmung ebenfalls zu folgen.

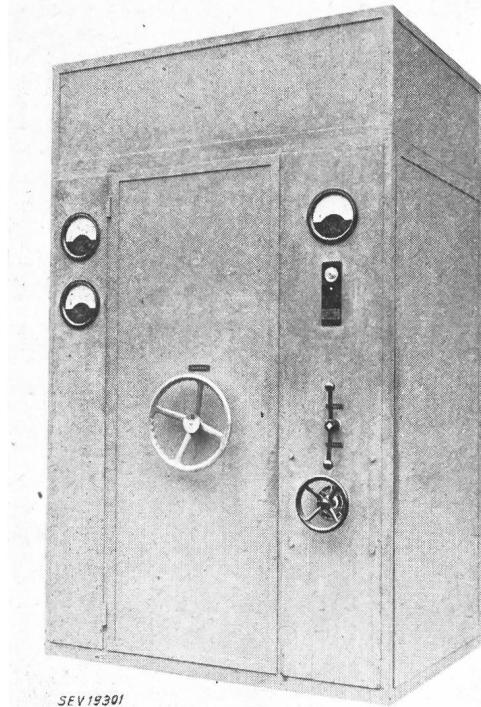


Fig. 1  
Schaltschrank für Synchronmotor 6 kV

Die Gründe, die uns zur Schaffung einer vorläufig noch begrenzten Typenreihe solcher Schaltzellen geführt haben, sind weit konkreterer Natur, nämlich die sich immer stärker abzeichnende Beeinflussung bereits bisher bearbeiteter, vor

Konstruktion betrachtet werden können, erfolgte nicht gemäß einem bestimmten Konstruktionsprogramm. Es handelt sich vielmehr um Einzelausführungen, die entweder speziellen Bedingungen gewisser Pflichtenhefte zu entsprechen hatten oder aber um Sonderformen von Apparaten, die im Hinblick auf deren Marktgängigkeit entwickelt wurden.

Als Beispiel der ersten Art seien die Schaltschränke für Hochspannungsmotoren genannt, welche meist von ungeschultem bzw. angelerntem Personal bedient werden müssen und bei deren Bau erstmals die wesentlichsten Sicherheitsbedingungen zu berücksichtigen waren.

Fig. 1 zeigt einen solchen Schrank in geschlossenem, d. h. betriebsmäßigem Zustand.

Mit Rücksicht auf die Bedienungssicherheit erwiesen sich vollständige Verriegelungseinrichtungen als erforderlich, nämlich:

Blockierung des Trenners bei geschlossenem Schalter  
Blockierung der Türen bei geschlossenem Trenner  
Blockierung des offenen Trenners bei offenen Türen.

Alle diese Verriegelungen wurden mit rein mechanischen Mitteln, d. h. auf besonders robuste und betriebssichere Art verwirklicht.

Fig. 2 zeigt eine komplette, vierzellige Schaltanlage, die außer den Hochspannungsapparaturen auch sämtliche Steuer-, Kontroll- und Schutzapparate für eine Kompressorgruppe mit Antrieb durch einen 6-kV-Synchronmotor von 2950 kW (4000 PS) umfasst. Auf der als Tür ausgebildeten Frontwand der 3. Zelle sind im besonderen die für den Kompressor bestimmten Mess- und Überwachungsapparate untergebracht, während das 4. Feld die gesamte für den Motor bestimmte Sekundärapparatur sowie das Ladegerät und die Hilfsbatterie von 24 V enthält.

Mit den nun folgenden Bildern sollen noch einige Sonderbauarten von Apparaten gezeigt werden, nämlich die sog. Schalterwagen, die in ihrer heutigen Form ohne prinzipielle Änderungen auch für gekapselte Anlagen verwendet werden können.

Fig. 3 zeigt die Gesamtansicht einer industriellen Ver- teilanlage für 11 kV mit ausfahrbaren Druckluftschaltern von 500 MVA Abschaltleistung.

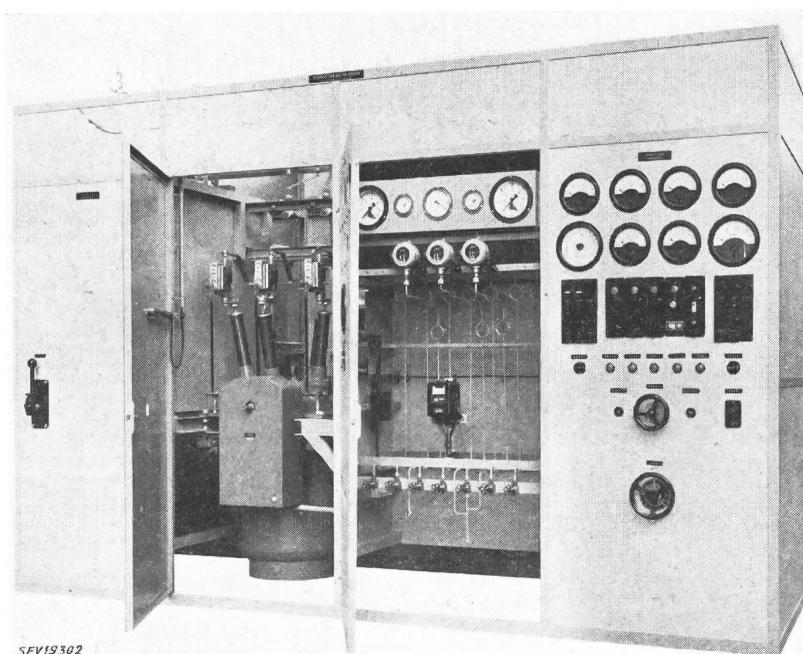


Fig. 2  
Gekapselte Schaltanlage für  
Kompressorgruppe  
angetrieben durch Synchronmotor  
6 kV, 2950 kW

allem überseeischer Gebiete durch die expansive amerikanische Technik.

**2**

Der Bau der Anlagen, die als Vorläufer der heutigen

Fig. 4 und 5 zeigen den vollständig ausgefahrenen Schalterwagen mit den stiftförmigen Steckkontakten, sowie die leere Zelle mit den an der Rückwand befindlichen festen Tulpenkontakten.

Eine analoge Ausführungsform wurde auch für ölarme Hochleistungsschalter geschaffen; so zeigt z. B. Fig. 6 einen ausfahrbaren ölarmen Schalter für 20 kV und 400 MVA

speziell für Mittelspannungsverteilanlagen bestimmte Bauform der blechverkleideten Einheitszelle mit ausfahrbarem Apparategerüst.

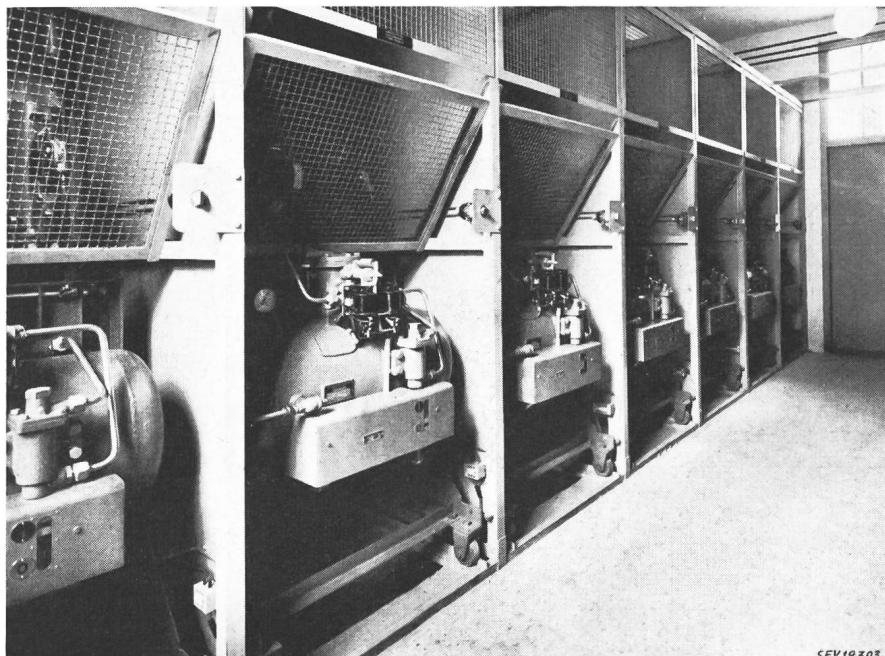


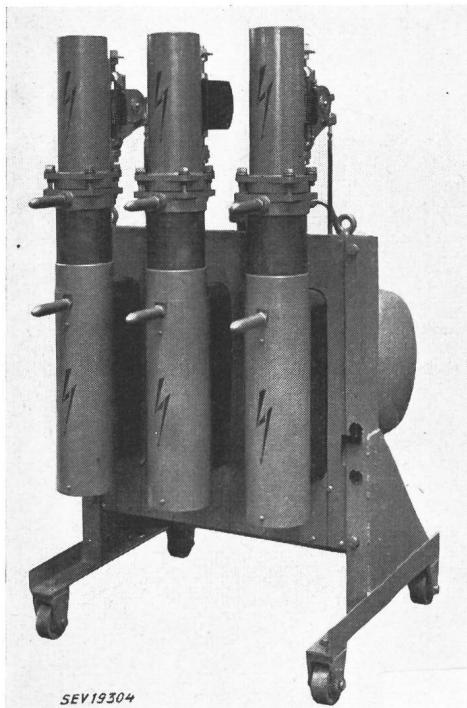
Fig. 3

**11-kV-Verteilanlage mit ausfahrbaren Druckluftschaltern**

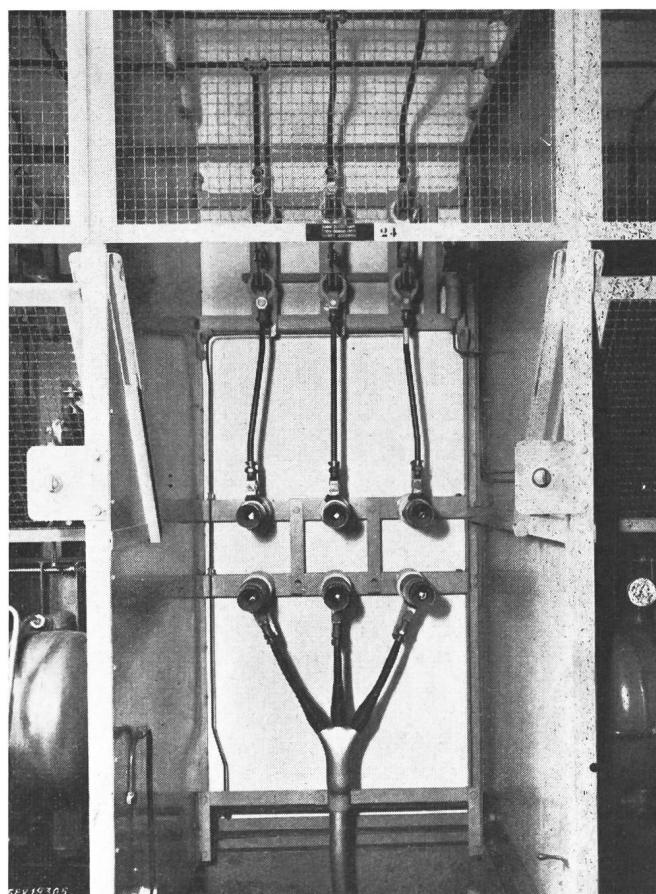
500 MVA

Schalteistung mit angebauten Steckkontakte. Eine mechanische, mittels Gestänge erzielte Verriegelung verhindert die Bewegung des Wagens, solange der Schalter geschlossen ist.

Diese sollte auch ohne Änderungen, lediglich mittels Ergänzung durch Zusatzteile noch weiteren Verwendungsbedingungen angepasst werden können, z. B. der Aufstellung im



**Fahrbarer Druckluftschalter 11 kV, 500 MVA, mit Steckkontakte**



**Einbauzelle mit festen Tulpenkontakten**

### 3

Mit Rücksicht auf die bereits erwähnten, wirtschaftlichen Erwägungen hat die MFO für ihr Fabrikationsprogramm bewusst einen ganz bestimmten Typ ausgewählt, nämlich die

Freien. Für die praktische Entwicklung dieser einmal gewählten Grundform wurden nachstehende Richtlinien aufgestellt:

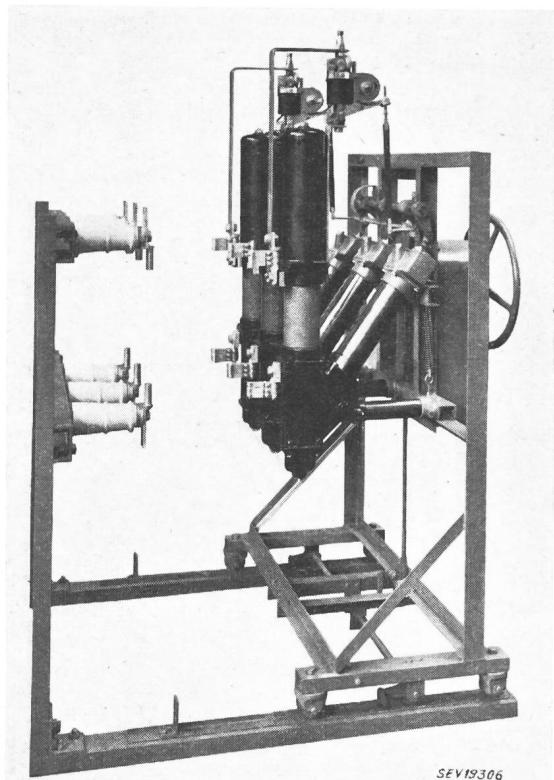


Fig. 6  
Schalterwagen mit ölarmem Hochleistungsschalter 20 kV,  
400 MVA

Vorläufige Typenreihe:

10 kV	250 MVA
6 kV	180 MVA
3 kV	100 MVA

Apparatur:

Ölarme Schalter für 10 und 6 kV  
Öllose Schalter für 3 kV  
Öl- und komoundfreie Isolation der übrigen elektrischen  
Ausrüstung

Bauweise:

Blechkapselung mit Zellentrennung  
Gesamtapparatur auf ausfahrbarem Teil zwecks totaler  
Revisionsmöglichkeit  
Kapselung auch bei Abtrennung einer Zelle vollständig  
Abgetrennte Zelle sofort ersichtlich  
Automatischer Zellenabschluss beim Ausfahren des Appa-  
raturgerüsts bzw. automatische Öffnung der Zelle beim  
Einfahren unter Wahrung des Berührungsschutzes  
Freiluftausführung unter Verwendung der Grundzelle, er-  
gänzt durch Zusatzverschalungen  
Mechanische Verriegelungen zwischen Schalter, Trenn-  
stellen und Abschlussorganen  
Roll- und Drehbewegungen für bewegliche Organe an  
Stelle von Schiebebewegungen

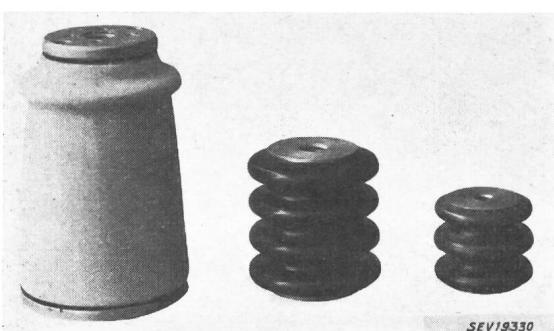


Fig. 7  
Giessharzisolatoren für 10 kV und 3 kV; zum Vergleich  
links ein nach VDE-Massen koordinierter Porzellanisolator  
für 10 kV

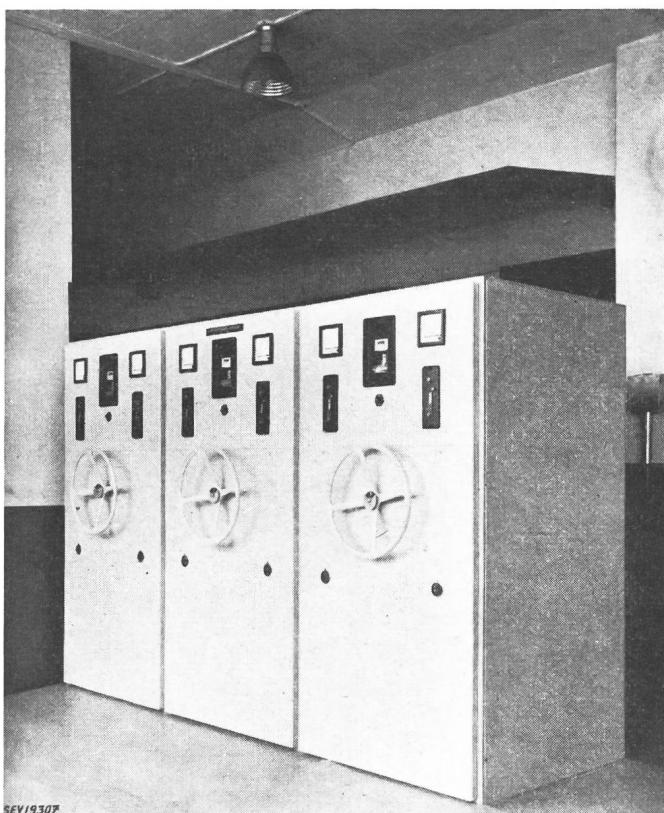


Fig. 8  
Gekapselte Hochspannungsverteilieranlage,  
bestehend aus 3 Einheitszellen 10 kV, 250 MVA

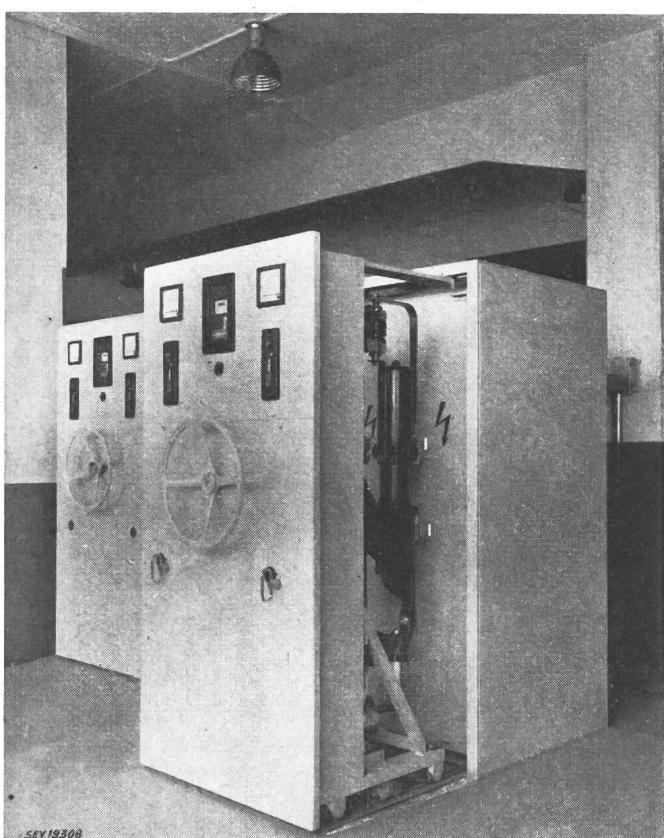


Fig. 9  
Gekapselte 10-kV-Hochspannungsverteilieranlage  
mit komplett ausgefahrenem Apparatewagen

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

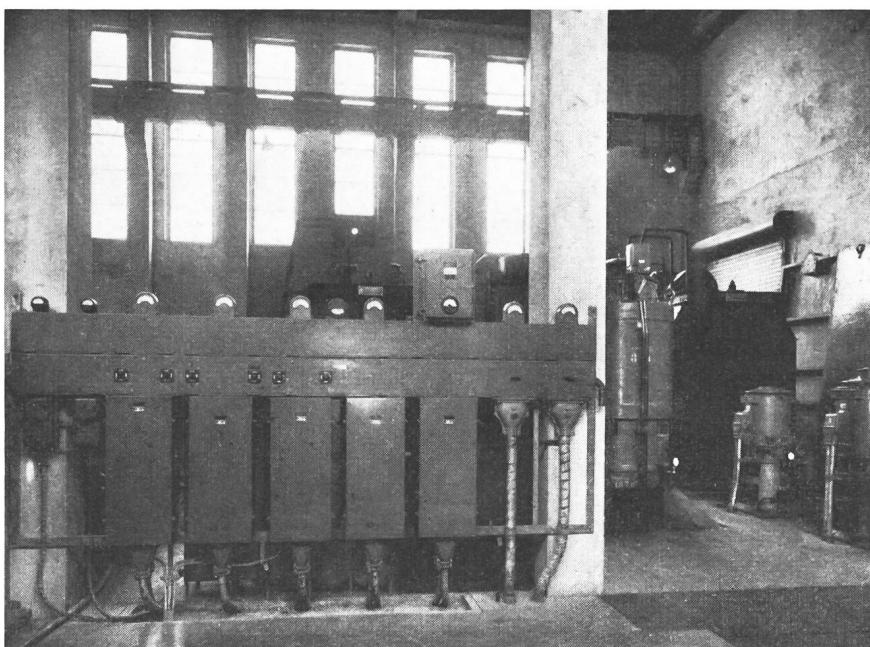


Fig. 9 stellt die Anlage mit einem zwecks Revision vollständig ausgefahrenen Apparatewagen dar. Dank der automatischen Bewegung zweier Flügeltüren und deren Verriegelung durch den Apparatewagen wird die Zelle noch vor gänzlicher Freigabe der Frontwand komplett abgeschlossen. Es handelt sich um eine Konstruktion, die nicht nur den Leistungsschalter mit den angebauten Trennkontakten auf-

zunehmen 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.

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).

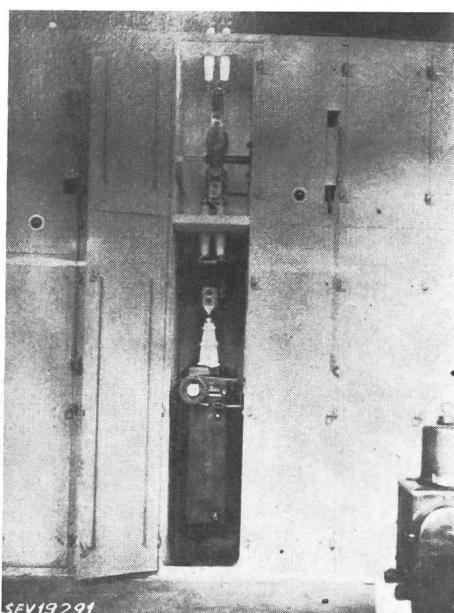


Fig. 1  
Anlage mit vollständiger Phasenkapselung  
Betriebsspannung 33 kV; Baujahr 1923

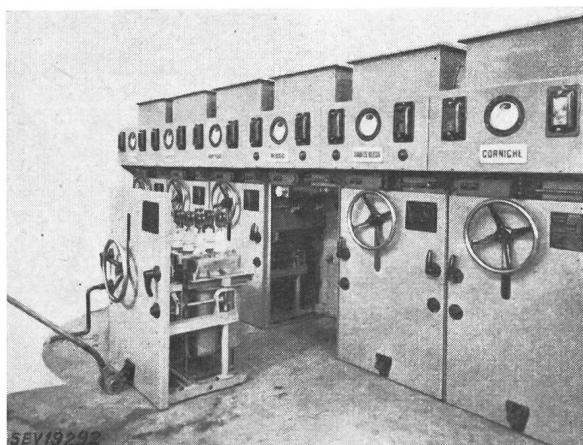


Fig. 2  
Ausfahrbare Schalterzelle  
Anlage Nizza; Baujahr 1931

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 Konstruktionsabteilung