Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 64 (1973)

Heft: 4

Artikel: Grundsätze für den Bau moderner Mittelspannungs-Schaltanlagen

Autor: Miotti, B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915516

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: 07.07.2025

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

Grundsätze für den Bau moderner Mittelspannungs-Schaltanlagen

Von *B. Miotti*

Im elektrischen Versorgungs- und Verteilnetz bilden die Mittelspannungssysteme als unterste Hochspannungsverteilebene im hierarchischen Netzaufbausystem eine sehr wichtige Rolle, sind doch diese Schaltanlagen am dichtesten vertreten.

Die Forderung nach Wirtschaftlichkeit sowohl in der Planung, der Fertigung und der Montage wie auch zum Schutze des Bedienungspersonals haben zu einer weitgehenden Standardisierung dieser Mittelspannungs-Schaltanlagen geführt. Diese Standardisierung führte zwangsläufig zur grösseren industriellen Fertigung von fabrikfertigen Schaltanlagen bis 36 kV. Diese werden heute grösstenteils in «trennerloser Bauart», d. h. mit steckbaren Schaltgeräten, hergestellt. Mehrfachsammelschienen-Anlagen lassen sich mit diesen Bauarten ebenfalls leicht realisieren.

Die internationalen und nationalen Normen und Vorschriften halten in ihren Regeln eine Mindestanforderung an Bedienungs- und Betriebssicherheit fest. Hauptsächlich wird dem Personenschutz zu wenig Beachtung geschenkt. Möchte man die Qualität der Schaltanlagen verbessern, müssen zusätzliche Massnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit und der Personensicherheit getroffen werden. Diese Massnahmen lassen sich von der Konstruktionsseite her grob in zwei Abschnitte unterteilen. Die mechanischen Schutzmassnahmen sind durch die Bauform gegeben, die elektrischen Schutzmassnahmen hängen hauptsächlich von der Isolationsfähigkeit ab. Mittelspannungsanlagen lassen sich je nach Sicherheitsanforderungen bezüglich Bedienung und Betrieb in verschiedene Bauformen einteilen.

1. Offene Schaltanlagen, Sammelschienen und Verbindungsleitungen, blank. Alle betriebsmässig unter Spannung stehenden Anlageteile sind gegen zufälliges Berühren geschützt. Diese Bauart darf nur in abgeschlossenen Betriebsräumen aufgestellt werden, wo nur gut instruiertes Personal Zutritt hat.

2. Offene Schaltanlagen, Sammelschienen und Verbindungsleitungen, teilisoliert. Auch hier müssen die betriebsmässig unter Spannung stehenden Anlageteile gegen zufälliges Berühren geschützt sein. Alle spannungsführenden Teile sind mit Feststoffisolation zur Verhinderung von Lichtbogenfusspunkten und Lichtbogenwanderung umschlossen.

3. Metallumkleidete Schaltanlagen haben allseitige Stahlblechkapslung und durchgehende Schottung von Zelle zu Zelle. Sammelschienen und Verbindungsleitungen sind hier ebenfalls teilisoliert. Die betriebsmässig unter Spannung stehenden Anlageteile sind gegen Berühren geschützt. Kann beim ausgefahrenen Leistungsschalter die Berührungssicherheit wiederhergestellt werden, können diese Anlagen auch in allgemein zugänglichen Betriebsstätten aufgestellt werden. Diese Bauart entspricht dem Schutzgrad IPH2 nach CEI-Publikation 144 (Prüffinger 12 mm ϕ mit einer Länge von 80 mm und Schutzring 50 mm ϕ).

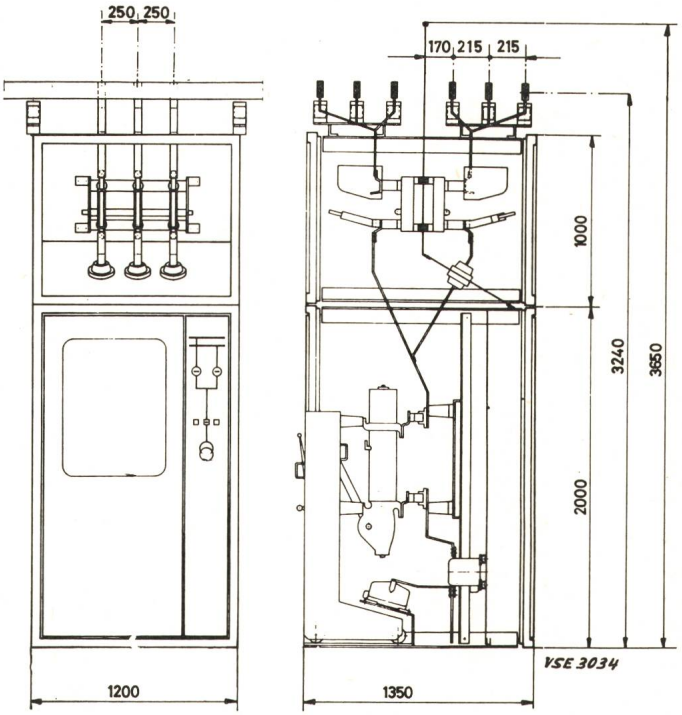

Fig. 1
Offene Schaltanlagen, Typ PU
Zellenbreite für 12 kV 750, 900 mm
Zellenbreite für 24 kV 900, 1200 mm

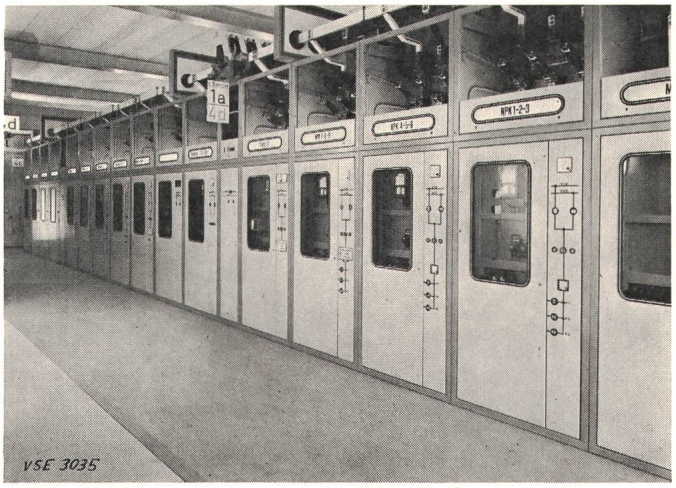

Fig. 2
Offene Schaltanlage, Typ PU
Bedienungsseite mit Blindschema

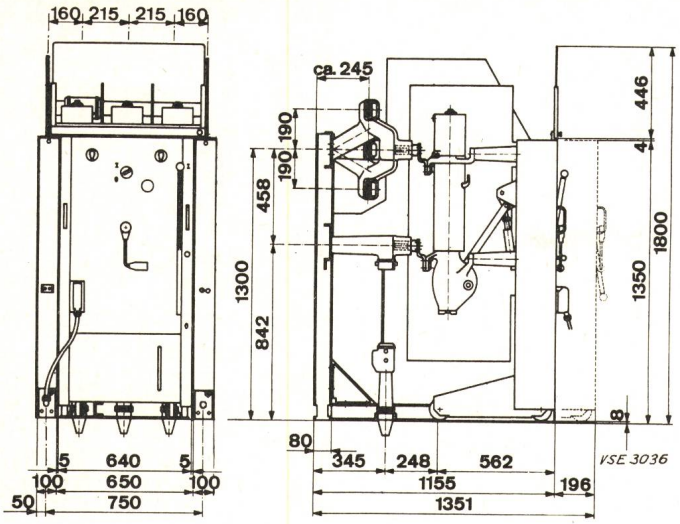

Fig. 3
Offene Schaltanlage, teilisoliert, Typ PB
Zellenbreite für 12 und 24 kV 750 mm

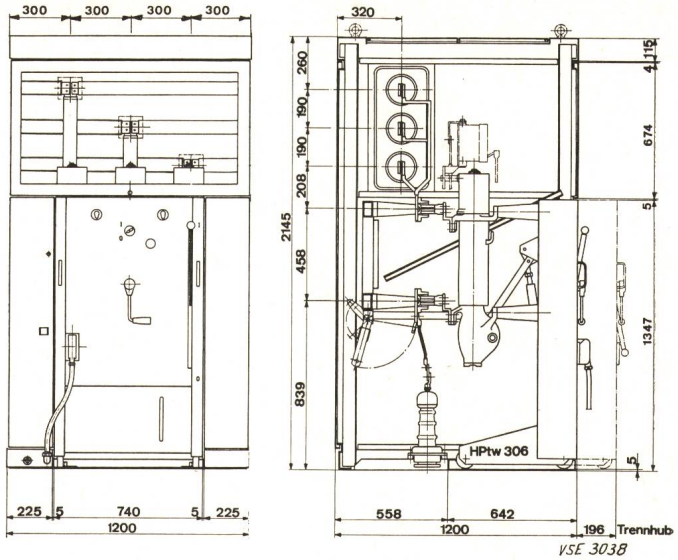

Fig. 5
Metallumkleidete Schaltanlage, Typ PA
Zellenbreite für 24 kV 750, 1200 mm
Zellenbreite für 12 kV 750, 900 mm

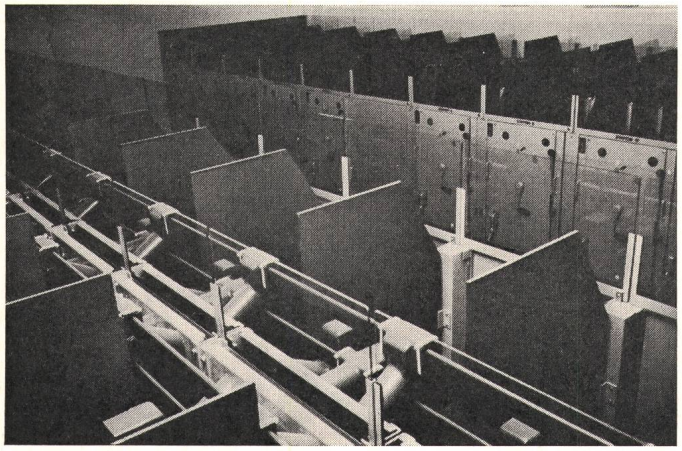

Fig. 4
Offene Schaltanlage, teilisoliert, Typ PB
Duplex-System

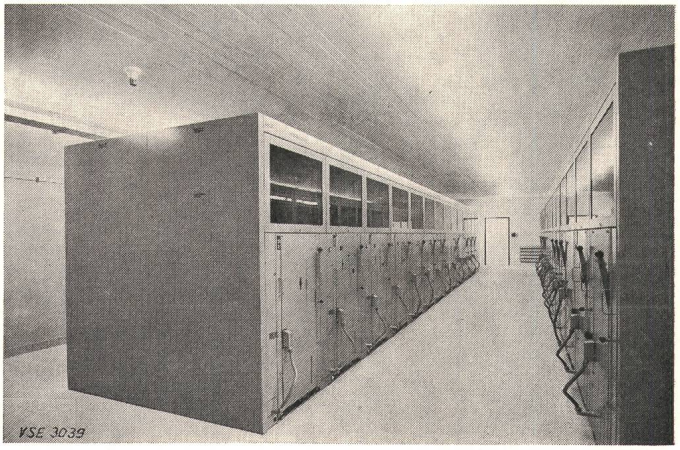

Fig. 6
Metallumkleidete Schaltanlage, Typ PA
Duplex-System

4. Metallgekapselte Schaltanlagen sind auf der Vorderseite durch eine zusätzliche, abschliessbare Fronttüre gegen den Bedienungsgang geschützt; darf in allgemein zugänglichen Betriebsstätten aufgestellt werden; Sammelschienen und Verbindungsleitungen sind hier ebenfalls teilisoliert. Entspricht dem Schutzgrad IPH3 nach CEI-Publikation 144 (Prüfdraht 2,5 mm ϕ).

5. Metallgeschottete Schaltanlagen besitzen gegenseitige metallische Schottung von Leistungsschalter-Sammelschienen und Kabelanschlussraum. Sammelschienen und Verbindungsleitungen sind auch bei dieser Bauart teilisoliert.

Wird der Leistungsschalter ausgefahren, so werden automatisch die spannungsführenden Kontakte mittels Metallshutter abgedeckt. Diese Bauart erfüllt die höchsten Ansprüche bezüglich Bedienungs- und Betriebssicherheit; darf in allgemein zugänglichen Betriebsstätten aufgestellt werden, entspricht IPH2, mit vorderseitiger, durchgehender Türe IPH3, nach CEI-Publikation 144.

Schon diese kurze Übersicht zeigt, dass alle Bauvarianten die gleichen Teilungsmasse besitzen und praktisch mit den gleichen Schaltgeräten bestückt werden können. Die Zellenkonstruktionen sind zum grössten Teil aus gleichen oder ähnlichen Teilen zusammengesetzt. Die Sammelschienen und Verbindungen sind teilisoliert und praktisch genau gleich angeordnet. Alle Bauarten werden in den Werkstätten fertig montiert und geprüft ausgeliefert. Werkmontage garantiert für alle Bauvarianten gleichbleibende Qualität, Austauschbarkeit, rationelle Montagearbeit und billigere Ortsmontage. Für den Anwender ist ein günstiger Preis Voraussetzung und für den Betrieb eine optimale Arbeitssicherheit vorhanden. Die verschiedenen Bauvarianten wurden selbstverständlich einer Typenprüfung nach Vorschrift CEI, Publikation 298, unterzogen.

Mechanische Schutzmassnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit

Alle Zellenbauarten haben eine geschützte Bedienungsfront bis auf eine Höhe von mindestens 1,80 m. Oberhalb der ausfahrbaren Schaltgeräte befinden sich Klapptüren aus Vollblech oder Klapptüren mit Sicherheitsglaseinsatz. Die Glaseinsätze sind so gehalten, dass die auftretenden Überdrücke innerhalb der Zelle ausgehalten werden. Bei Kontrollgängen ist die Sicht in die Zelle bei Verwendung von Glastüren jederzeit gewährleistet. Das Bedienungspersonal hat keine Klappen oder Blechtüren zu öffnen und muss sich so keiner erhöhten Unfallgefahr aussetzen.

Die Schaltwagen haben eine Betriebsstellung und eine Trennstellung, bei der die Abstände zwischen den beweglichen Kontaktstücken so gross sind, dass die Trennbedingungen eingehalten sind. Starke mechanische Verriegelungen verhindern Fehlbedienungen mit dem Schaltwagen. Ist der Schalter in Einstellung und der Trennwagen in Trennstellung oder der Steuerstecker nicht eingesteckt, kann man den Trennwagen nicht in die Betriebsstellung fahren. Steht der Schaltwagen in Betriebsstellung, kann er nur in Trennstellung gebracht werden, wenn der Schalter ausgeschaltet ist; der Steuerstecker kann in der Betriebsstellung nicht getrennt werden. In der Trennstellung sind seitlich am Schaltwagen

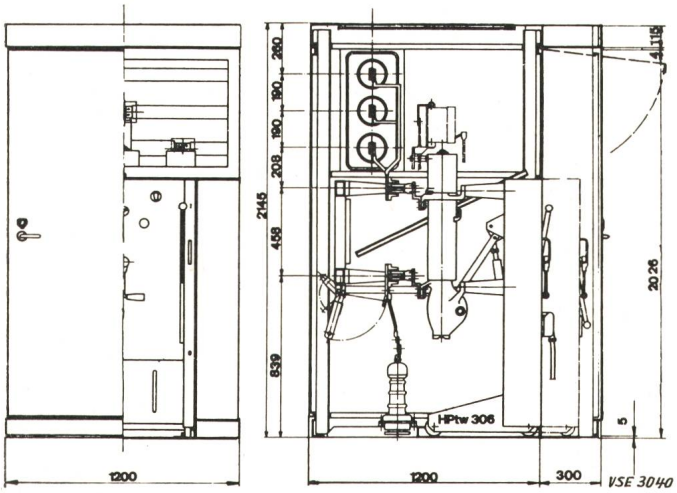

Fig. 7
Metallgekapselte Schaltanlage, Typ PC
Zellenbreite für 24 kV 750, 1200 mm
Zellenbreite für 12 kV 750, 900 mm

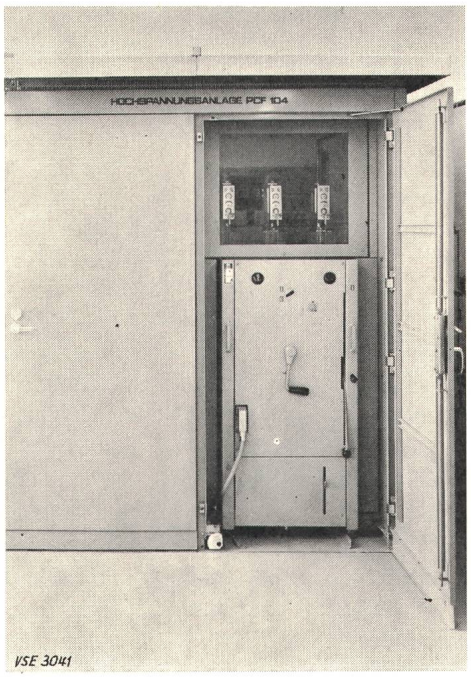

Fig. 8
Metallgekapselte Schaltanlage, Typ PC
Linke Zelle, Türe geschlossen
Rechte Zelle, Türe offen

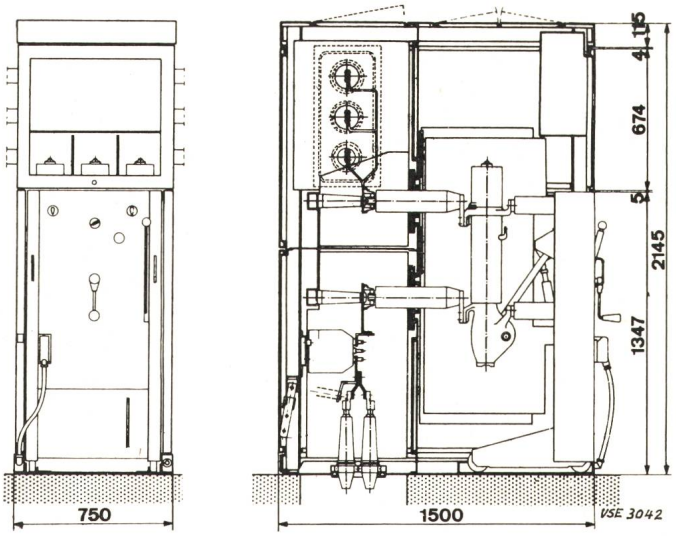

Fig. 9
Metallgeschottete Schaltanlage, Typ PD
Zellenbreite für 12 und 24 kV 750 mm

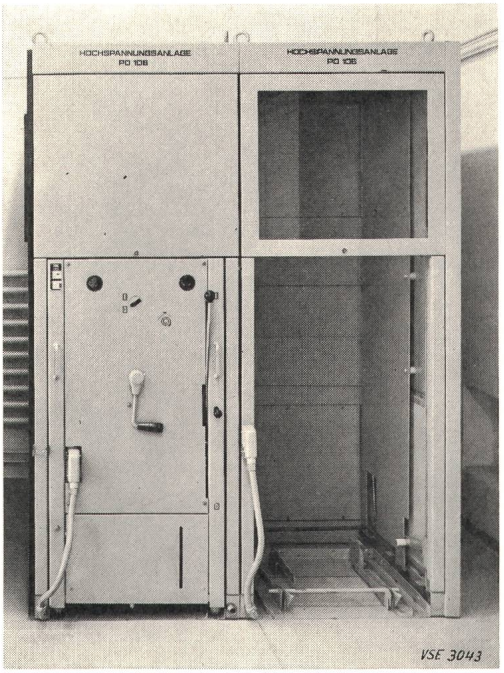

Fig. 10
Metallgeschottete Schaltanlage, Typ PD
Rechte Zelle ohne Schalter, Shutter geschlossen

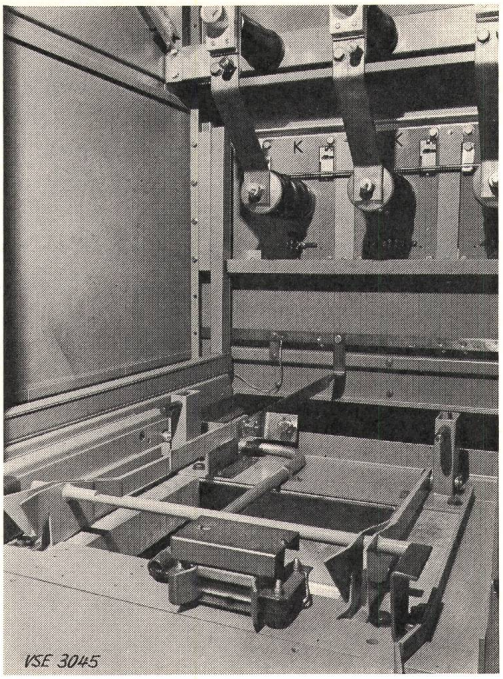

Fig. 11
Bodenschiene mit Erdzunge und Trennwagenstellungsmelder

die Öffnungen so überlappt, dass die Vorschriften des Schutzgrades eingehalten sind.

Als fahrbare Einsätze stehen für alle Bauarten nicht nur Schalterwagenbausteine mit Abschaltleistungen von 250 bis 1000 MVA zur Verfügung, es können auch in die gleiche Zelle Lasttrennerwagen, mit oder ohne Sicherungen, Strom- und Spannungswandlerwagen, Erdungswagen, Überspannungsableiterwagen, Überbrückungswagen und Blindwagen eingesetzt werden.

Durch die flexiblen, fahrbaren Trennwagensysteme kann jeder Abgang auf seine Bedürfnisse wirtschaftlich ausgerüstet werden. Schaltfehler werden durch mechanische Verriegelungssysteme vermieden. Eine Anpassung an veränderte Betriebsverhältnisse ist somit jederzeit möglich, und zwar ohne Gefährdung des Betriebspersonals.

Wird mit dem fahrbaren Schaltgerät in die Zelle gefahren, so erfolgt zuerst über Fingerkontakte automatisch die Erdung des Wagens. Die Erdzunge ist in allen Fällen mit einer direkten Kupferleitung mit der Haupterdleitung verbunden. Ein sehr kräftiger Trennwagen-Stellungsmelder signalisiert alle notwendigen Schaltwagenstellungen ins Steuerzentrum.

Alle Zellen haben durchgehende Schottung von Zelle zu Zelle aus Asbestzementplatten, Hartpapierplatten oder an gewissen Stellen doppelte Blechwände. Die Personensicherheit kann durch die metallgekapselte Bauart, die durch eine vorderseitige durchgehende Türe gekennzeichnet ist, erhöht werden. Durch weitere Abschottung innerhalb der Zelle in Einzelräumen kann die Sicherheit nochmals erhöht werden, wobei zu bemerken ist, dass gewisse Revisionsarbeiten in den Schottungsräumen schwieriger auszuführen sind.

Durch Lichtbogeneinwirkungen entsteht innerhalb der geschlossenen Bauart ein Überdruck in der Grössenordnung von 0,05 bis 0,4 atü. Die daraus resultierenden heissen Gase müssen durch wirksame Druckentlastungseinrichtungen abgeleitet werden, so dass in den Nachbarzellen keine Sekundärschäden entstehen können. Leicht bewegliche Aluminiumprofile erfüllen die gestellten Forderungen und weisen ausserdem die heissen Gase von der Bedienungsseite weg.

Der Niederspannungsteil wird in den häufigsten Fällen links oder rechts des Schaltwagens im Klemmenständer untergebracht. Sind mehrere Steuer- und Schutzgeräte einzusetzen, so kann oberhalb des Schaltwagens ein Relaiskasten angeordnet werden. In der offenen Schaltanlage Typ PU befindet sich auf der Rückseite der Schaltzelle der Niederspannungsapparateschrank. Alle diese Anordnungen haben eines gemeinsam: Zugänglichkeit zum Niederspannungssystem während des Betriebes, ohne dass sich das Personal der Gefahr des Hochspannungsteiles aussetzt! Alle Niederspannungsräume sind durch Blechwände vom Hochspannungsteil getrennt. Die Steuer- und Hilfsstromkreise werden innerhalb des Hochspannungsteiles in Stahlpanzerrohre oder entsprechende Blechkanäle gegen den Hauptstromkreis abgeschottet oder werden durch Rohre aus Isoliermaterial vom Hochspannungsteil getrennt geführt.

Durch diese Massnahme wird weitgehend verhindert, dass bei Störungen im Hochspannungsteil Sekundärschäden im Niederspannungsteil entstehen können.

Bei allen Zellenbauarten ist der dreipolige Erdtrenner mechanisch mit der Schaltwagenstellung so verriegelt, dass nur in der Trennstellung des Schaltwagens der Erdmesser betätigt werden kann. Ein Einfahren des Schaltwagens in die Betriebsstellung kann nur bei offenem Erdtrenner geschehen. Bedienungsfehler sind also praktisch ausgeschlossen.

Eine allseitig geerdete Stahlblechkapslung macht die Zellen berührungssicher. Die Ausnahme bildet die offene, teilisolierte Schaltanlage, die nur auf der Bedienungsseite berührungssicher ausgeführt ist. An unter Hochspannung stehende Geräte kann man im allgemeinen nur herankommen, wenn der Schaltwagen ausgefahren ist.

Wartungsarbeiten am Schaltwagen werden grundsätzlich ausserhalb der Schaltzelle durchgeführt. Müssen an den fest eingebauten Geräten Arbeiten ausgeführt werden, so wird eine Schutzplatte aus Isolierstoff zwischen den oberen, unter

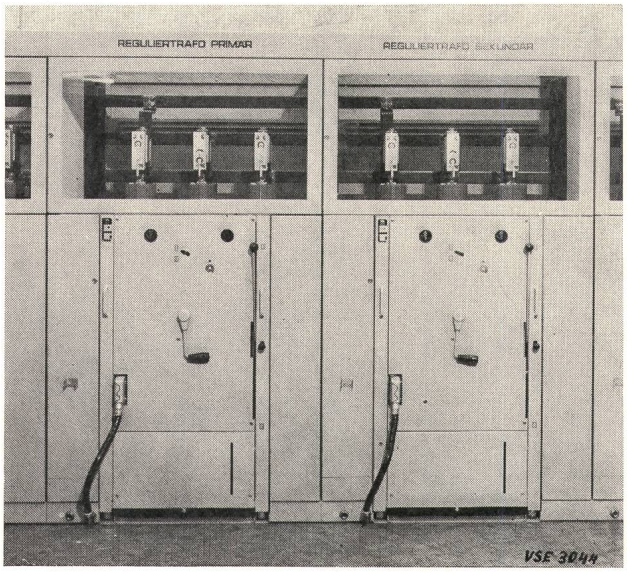

Fig. 12
Metallumkleidete Schaltanlage, Typ PA
Frontansicht, Glastüre, Ölstrahlschalter mit Primärrelais

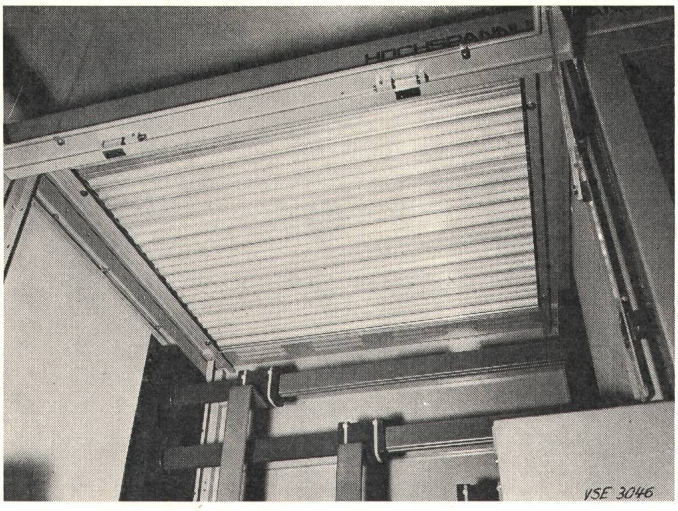

Fig. 13
Aluminium-Druckentlastungseinrichtung

Spannung stehenden Kontakten und den unteren, festen Kontakten eingeschoben. Wichtig ist, dass geeignete Führungsschienen für diese Schutzplatte fest mit der Zelle verbunden sind. Nach Schliessen der oberen Klapptüre ist die Schutzplatte gefangen und der unter Spannung stehende Sammelschienenraum fest verschlossen. Ein sicheres Arbeiten in der Zelle ist nun gewährleistet, die Schutzplatte kann durch unkontrollierte Bewegungen nicht verschoben werden.

Werden Trenner fest in einer Zelle eingebaut, so muss ebenfalls die Möglichkeit bestehen, bei geöffnetem Trenner eine Schutzplatte in die Führungsschienen einschieben zu können. Ausreichende Abstände gegen spannungsführende Teile und der Einsatz einer Schutzplatte aus einwandfreiem Isolierstoff erlauben sichere Arbeitsverhältnisse, auch wenn das Sammelschienensystem unter Spannung ist.

Fehlbedienungen sind besonders schwerwiegend, wenn Menschen zu Schaden kommen. Die Ursache ist häufig in der mangelnden Übersichtlichkeit der Betätigungsorgane zu suchen. Auch hier wäre dringend notwendig, allgemein für alle Sprachen und Menschen verständliche Symbole zu schaffen.

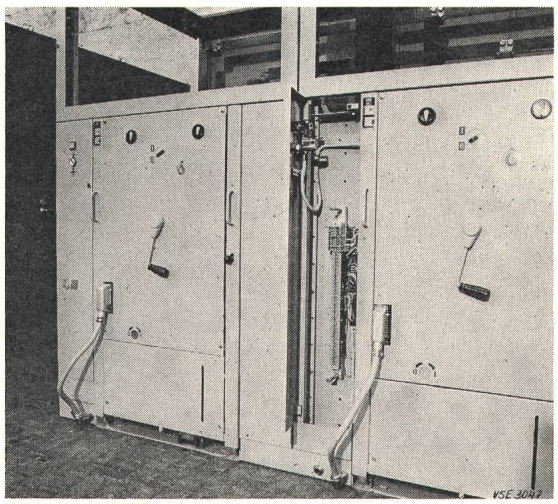

Fig. 14
Metallumkleidete Schaltanlage, Typ PA
Klemmständer

Elektrische Schutzmassnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit

Die Kenndaten von Schaltanlagen, besonders die Isolationsfestigkeit und die Stromtragfähigkeit können sich im Dauerbetrieb ändern. Die Werkstoffalterung einerseits und die Umwelteinflüsse andererseits sind die wichtigsten Kriterien. Es dürfen nur Werkstoffe eingesetzt werden, deren Alterungsverhalten genauestens bekannt ist. Inhomogenitäten in festen Isolierstoffen werden nie ganz vermieden werden können. Die daraus resultierenden Fehlermöglichkeiten müssen bei der Konstruktion berücksichtigt oder entsprechende Gegenmassnahmen getroffen werden.

Das Sammelschienensystem als eines der wichtigsten Konstruktionsteile einer Schaltanlage ist praktisch bei allen Bauarten teilisoliert. Diese Teilisolation besteht aus Epoxidharz und wird nach einem speziellen Tauchverfahren auf die Schienen ohne Lufteinschlüsse aufgetragen. Diese Feststoff-Luft-Feststoff-Isolation kann auch an den Ableitungen innerhalb der Zelle angewendet werden. Nur bei Stützern und

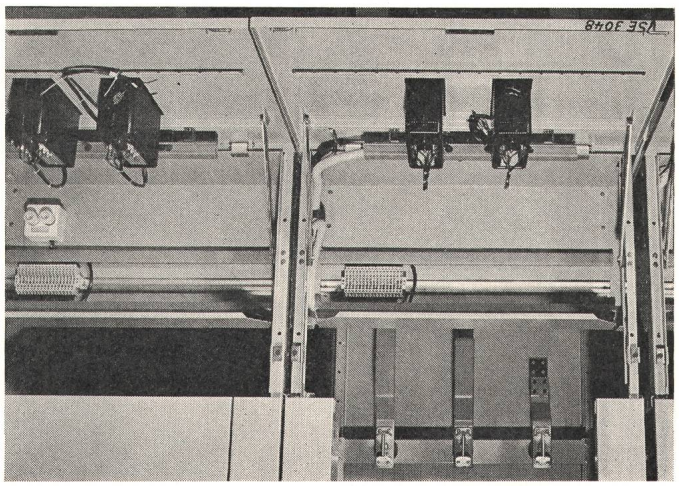

Fig. 15
Relaiskasten in einer PA-Anlage

Wandlern wird das Potential gegen Erde voll abgebaut. Diese Geräte sind in dieser Hinsicht unkritisch, weil die Giessharzstrecke zwischen den eingegossenen Elektroden aus andern Gründen reichlich dimensioniert sein muss. Ein Wandern des Lichtbogens entlang der Sammelschiene ist durch die Anwendung der Teilisolation praktisch ausgeschlossen.

Einwirkungen eines Lichtbogens von aussen auf die Teilisolation zeigen eine leichte Schwärzung der Oberfläche. Nach Reinigung der Rußspuren kann die Sammelschiene ohne Gefährdung wieder unter Spannung gesetzt werden.

Werden die Abstände unter Spannung stehender Teile so getroffen, dass es nicht zu Entladeerscheinungen kommt, werden auch bei Inhomogenitäten im Isolierstoff keine Überschläge oder Durchschläge auftreten. Die Spannungsfestigkeit der verwendeten Isolierstoffe ist weit höher als die der Luft. Die Feststoff-Luft-Feststoff-Isolation erhöht die Spannungsfestigkeit und vermindert die Gefahr von Durchschlägen oder Überschlägen.

Die dreipoligen Durchführungsplatten aus Giessharz dienen als Sammelschienenstützpunkte und als Zellenschottung. Jeder Sammelschienenabschnitt ist so konstruiert, dass er auf

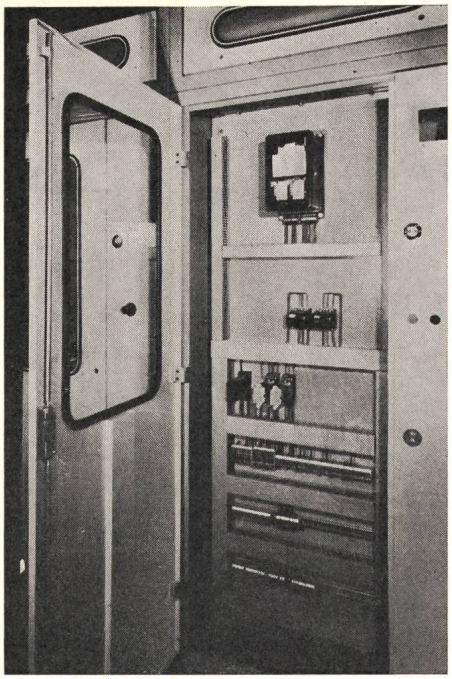

Fig. 16
Niederspannungsschrank in einer PU-Anlage

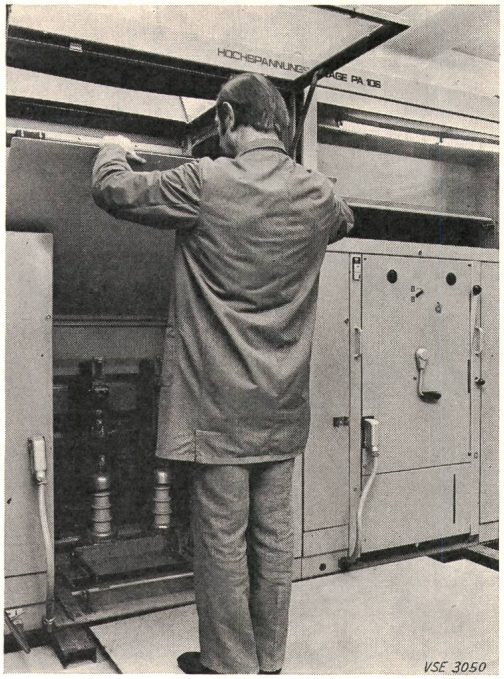

Fig. 17
Einschieben der Schutzplatte

der Montagestelle sehr leicht montiert werden kann. Die Durchführungsplatten können innerhalb der Zelle von der Seite her ausgewechselt werden, ohne dass die Zellen verschoben werden müssen.

Umwelteinflüsse auf die Schaltanlagen dürfen deren Betriebssicherheit in keiner Art und Weise mindern. Feuchtigkeit und Staub können auf Kontaktflächen und metallischen Teilen zu unzulässigen Erwärmungen führen. Bei plötzlichen Temperaturänderungen muss mit Taubildung gerechnet werden. Ist die Anlage schon ziemlich verschmutzt, kann die Isolationsfestigkeit stark vermindert werden. Es könnte zu Glimmerscheinungen und zur Kriechwegbildung kommen mit anschliessendem Überschlag. Durch kleine Spannungsbeanspruchung der Isolierstrecke und verlängerte Kriechwege kann diese Gefahr herabgesetzt werden. Durch die Wahl der geeigneten Zellenkonstruktionsart können Umwelteinflüsse zum Teil stark reduziert werden.

Alle Leiter müssen ausreichend dimensioniert werden. Sammelschienenstösse und Trennkontakte sind sehr sorgfältig auszulegen. Die Verschraubungen dürfen sich in sehr starkem Wechselbetrieb nicht lösen. Müssen jedoch aus irgendeinem Grunde Verbindungsteile oder Geräte ausgewechselt werden, so sollen alle dazu notwendigen Arbeiten von vorne ausgeführt werden können. Auch sollen die Teile ohne Demontage der ganzen Zelle von vorne aus- und eingebaut werden können.

Eine weitere Stufe der Betriebssicherheit wird durch die Lichtbogenfestigkeit erreicht, die zunehmend gefordert wird. Während einer Störung in der Zelle darf ein Mensch vor der betreffenden Zelle nicht verletzt werden. Das scheint zwar selbstverständlich zu sein, aber wie viele offene, ungeschützte und ungeprüfte Schaltanlagen werden heute noch in unseren Mittelspannungsnetzen eingebaut? Lichtbogenauswirkungen erzeugen hauptsächlich zwei Arten von Schäden: Wärmestrahlungen und Überdruck. Unfälle durch Wärmestrahlungen können durch geeignete Konstruktion sehr stark reduziert oder verhindert werden. Den besten Schutz diesbezüglich bildet natürlich die metallgekapselte Bauart mit ihrer durchgehenden Zellentüre vor der Schalterfront.

Durch die sehr starke Erwärmung der Luft durch den Lichtbogen steigt innerhalb der Zelle der Druck plötzlich an. Der erste Druckstoss muss mechanisch von der Zelle aufgenommen werden, bis sich die Druckentlastungsklappen öffnen, jetzt kann der Druck in der Zelle nicht mehr weiter ansteigen. Haben sich die Klappen geöffnet, so entsteht durch die sehr starke Luftströmung ein Unterdruck in der Zelle. Dieser hat zur Folge, dass sich die Zelle ziemlich stark zusammenzieht. Sowohl der Druckstoss wie auch das Zusammendrücken der Zelle muss von der Konstruktion aufgenommen werden können. Die Wärmestrahlung und die Höhe des

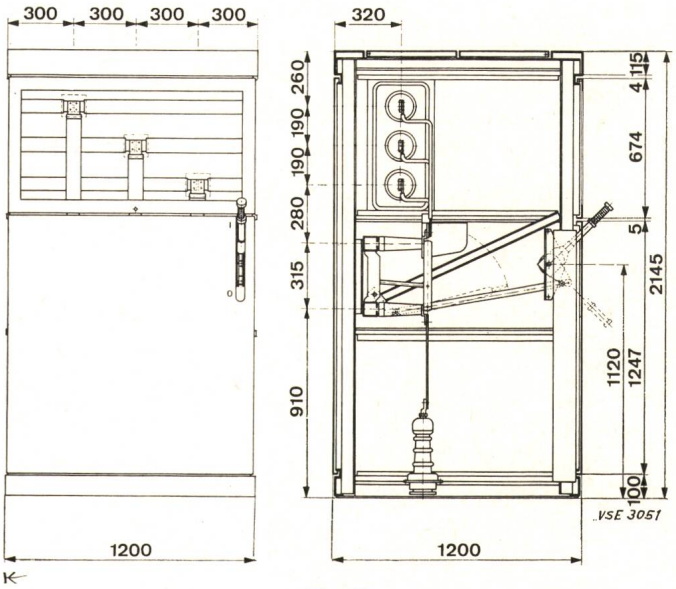

Fig. 18
Trennerzelle einer PA-Anlage

Druckstosses hängen im wesentlichen von der Lichtbogenstromstärke ab. Je höher die erwartete Kurzschlussleistung ist, desto widerstandsfähiger müssen die Zellenkonstruktionen sein. Nur umfangreiche Kurzschlussversuchsreihen können die getroffenen Massnahmen bestätigen. Mechanische Druckversuche können mittels geeigneter Schwarzpulvermischung echt nachgebildet werden. Die Versuche werden alle mit einem Druckzeitdiagramm registriert. Hauptsächlich können die Wirksamkeit der Druckentlastung und die Festigkeit der Türen und Wände auf einfache Art und Weise geprüft werden.

Vor allem sollen die Schäden in der betroffenen Zelle lokalisiert bleiben. Die Feldschottungen sollen Schadenauswirkungen auf die Nachbarzellen verhindern. Die in den Zellen eingebauten Asbestzementplatten oder Hartpapierplatten sind unbrennbar, lichtbogenfest, bruchfest und nehmen praktisch keine Wärme auf. Stahlblechwände als Schottungsmaterial sollten nur als Doppelblechwände eingesetzt werden. Ein Durchschmelzen von zwei Blechwänden scheint ziemlich unwahrscheinlich.

Praktisch alle Apparate, die in die Zellen eingebaut werden, können einer Typen- oder Stückprüfung unterzogen werden. Kabelendverschlüsse werden in der Regel an Ort und Stelle montiert. Ihre Qualität hängt hauptsächlich vom ausführenden Monteur ab, so dass hier die Fehlerwahrscheinlichkeit am grössten ist.

Wird ein Kurzschluss durch den Leistungsschalter abgeschaltet, so können innerhalb der beschädigten Zelle durch ionisierte Gase Sekundärkurzschlüsse entstehen. Auch können diese ionisierten Gase die Spannungsfestigkeit zwischen den blanken Teilen mindern. Will man das Übergreifen eines Kurzschlusses auf andere Geräte verhindern, so muss die geschottete Bauweise Typ PD gewählt werden. Hier wird auch bei stromstarken und langanhaltenden Lichtbögen die Zerstörung am Entstehungsort begrenzt.

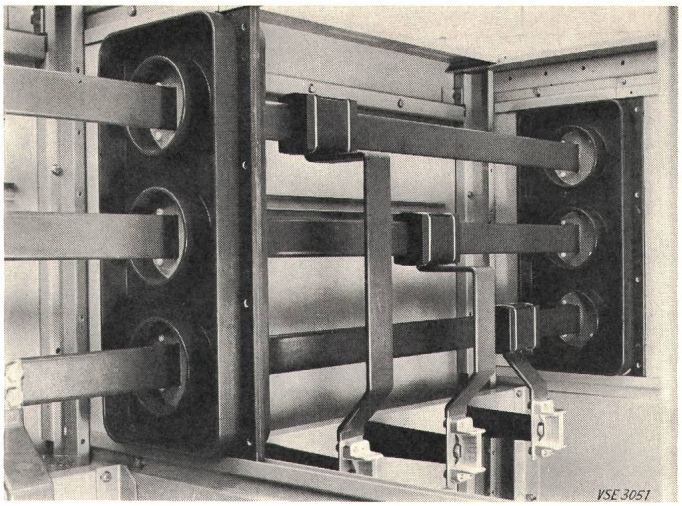

Fig. 19
Sammelschienen-System einer PA-Anlage

Die Gefahr eines Brandes als Folge eines Kurzschlusses ist praktisch bedeutungslos. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, wenn möglich keine organischen Isolierstoffe zu verwenden. Ein Zusatz von flammenhemmenden Stoffen verhindert ein Weiterbrennen nicht. Ein Übergreifen eines Brandes von einer Zelle auf eine andere wird durch Einsatz von entsprechenden Zellentrennplatten völlig verhindert.

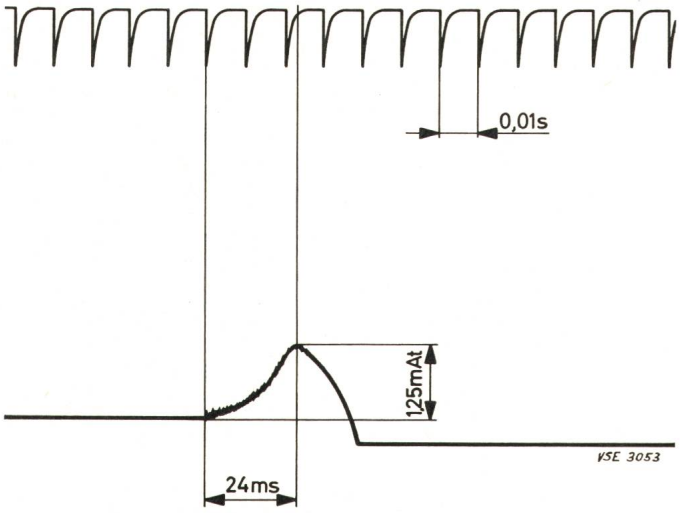

Fig. 20
Druckzeitdiagramm
Druckversuche mit Schwarzpulvermischung

Zusammenfassung

Mit den verschiedenen, kurz beschriebenen Mittelspannungs-Bausteinen steht ein Zellenprogramm zur Verfügung, das die modernsten Sicherheitsanforderungen erfüllen kann.

Die mechanische Sicherheit von standardisierten fabrikfertigen Schaltanlagen in bezug auf Bedienung und Auswirkungen von Kurzschlüssen hat heute ein sehr hohes Niveau erreicht.

Die dielektrischen, dynamischen und thermischen Sicherheiten müssen vom Konstrukteur auch in Zukunft beachtet werden. Die dielektrische Sicherheit kann durch die Serieschaltung von verschiedenen Isolierstoffen erhöht werden.

Im modernen Mittelspannungs-Anlagenbau kann die Sicherheit noch erhöht werden, wenn entsprechende Vorkehrungen im Gebäude, wie Feuerschutz, geeignete Belüftungssysteme und Druckentlastungen, berücksichtigt werden.

Adresse des Autors:
B. Miotti, Sprecher & Schuh AG, CH-5000 Aarau.