Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 60 (1969)

Heft: 19

Artikel: Sicherheitsprobleme bei gekapselten Hochspannungsanlagen des Mittelspannungsbereiches

Autor: Homberger, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916180

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: 14.07.2025

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

in seinem Land die Anwendung von gekapselten Anlagen schon ziemlich verbreitet ist.

Nun meine Herren, darf ich Sie im Namen des Vorstandes des VSE und der Diskussionsversammlungskommission recht herzlich begrüssen, Sie alle willkommen heissen und Ihnen für Ihre Teilnahme bestens danken.

Ich hoffe nun, dass wir — wie gewohnt — eine recht interessante und erspriessliche Tagung vor uns haben und dass sich bis zum Nachmittag recht viel Stoff für eine ergiebige Diskussion angesammelt und aufgespeichert hat. Es ist im übrigen dafür gesorgt, dass diese Diskussion mit einem — wie wir aus Erfahrung wissen — sicherlich lebhaften und interessanten Beitrag eröffnet werden wird. Ich darf dafür auch Herrn Käppeli vom EWZ im voraus bestens danken.

Wir gehen nun zur Abwicklung der Geschäfte über und ich erkläre damit die Versammlung als eröffnet.

E. Schaad,
Präsident der Kommission des VSE für Diskussionsversammlungen über Betriebsfragen.

Sicherheitsprobleme bei gekapselten Hochspannungsanlagen des Mittelspannungsbereiches

Von *E. Homberger,* Zürich

621.316.349:62–783.41

1. Sicherheitsbedürfnis

Bis vor einigen Jahren wurden in der Schweiz die Hochspannungsanlagen fast ausschliesslich in abgeschlossenen, nur instruiertem Personal zugänglichen Betriebsräumen untergebracht. Es war allgemein üblich, die Zellen bzw. Felder gegen den notwendigen Bedienungsgang hin durch zwei übereinander angeordnete Schutzlatten abzugrenzen. Dieser etwas fragwürdige Berührungsschutz genügt nach den Bestimmungen von Art. 56 der eidg. Starkstromverordnung (St.V.) durchaus. In den letzten Jahren gelangten nun anstelle von Schutzlatten mehr und mehr Schutzgitter oder Schutzgläser zur Anwendung, wodurch eine erhöhte Sicherheit für das Bedienungspersonal erreicht wurde. Da die Vergitterungen oder Verschalungen aber selten höher als etwa 1,5 bis 1,7 m über Boden reichen, kann auch hier noch nicht von einem Vollschutz gesprochen werden. Es kommt denn auch immer wieder vor, dass Monteure bei Kontrollgängen unbedacht nach den unter Hochspannung stehenden Teilen greifen und dabei verunfallen. Gelegentlich ereignen sich auch Unfälle, meist schwere, durch die Hitze- und Blendwirkung von Kurzschlussflammbogen. Demgegenüber sollen in den angelsächsischen Ländern und in Frankreich, wo seit Jahren mehrheitlich gekapselte Anlagen aufgestellt wurden, solche Unfälle praktisch nicht vorkommen. Es liegt auf der Hand, dass bei allseitig geschlossenen Anlagen ein Berühren unter Spannung stehender Teile ausgeschlossen ist.

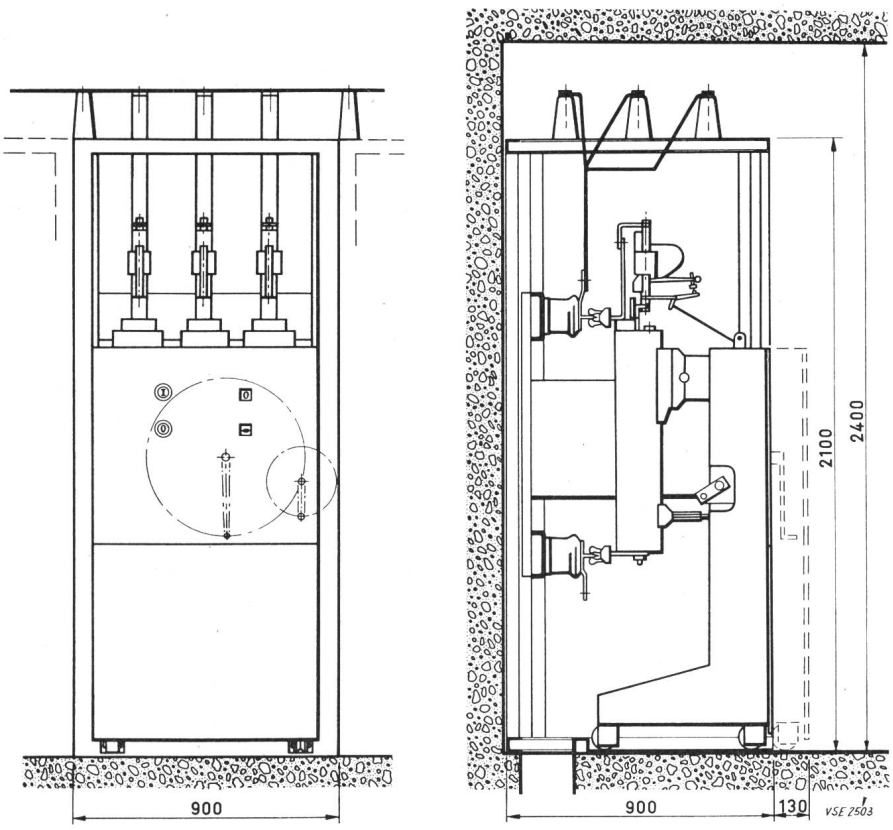


Fig. 1
Teilkapselung, einfachste Art
Aufstellung nur in elektrischem Betriebsraum gestattet.

Leider werden bei uns gekapselte Hochspannungsanlagen eher aus wirtschaftlichen als aus sicherheitstechnischen Überlegungen angeschafft, obwohl eigentlich die Sicherheit im Vordergrund stehen sollte. Allerdings fehlen klare Richtlinien, nach welchen Grundsätzen eine Hochspannungsanlage aufgebaut werden soll. Auch die Starkstromverordnung gibt hierüber nicht eindeutig Auskunft. Die Auffassungen über die zu treffenden Schutzmassnahmen gehen denn auch stark auseinander, was an zwei Aussprachen über dieses Thema zwischen dem Starkstrominspektorat und den grösseren Elektrizitätswerken deutlich zum Ausdruck kam. Mit Rücksicht auf die zunehmende Verbreitung der gekapselten Anlagen, aber auch mit Rücksicht auf die bevorstehende Revision der Starkstromverordnung sollte die ganze Problematik der Unfall- und Schadenverhütung von Grund auf neu überdacht werden.

2. Bauarten von gekapselten Anlagen

Die gekapselten Mittelspannungsanlagen haben sich, wie die Schnittzeichnungen Fig. 1 bis 3 zeigen, aus den offenen Innenraumanlagen heraus entwickelt. Die einfachste Lösung besteht darin, dass ein Traggestell für die Apparate und die Sammelschiene an eine Wand gestellt und gegen die zugänglichen Seiten hin verschalt wird. Führt eine Sammelschiene unverschalt über das Traggestell hinweg (Fig. 1), so darf eine solche Anlage nur in einem beschränkt zugänglichen Betriebsraum aufgestellt werden. Eine bessere Lösung stellt Fig. 2 dar: Die Apparatefelder sind durch Blechwände voneinander getrennt, die Sammelschiene ist mittels Durchführungen durch die Trennwände geführt. Beim Auftreten von Kurzschlüssen kann das «Wandern» des Lichtbogens über die Sammelschiene hinweg vermieden werden. Bei Arbeiten ist eine Berührung unter Spannung verbliebener Anlageteile der Nachbarzelle nicht möglich; hingegen sind die nicht abtrennbaren unter Spannung stehenden Teile in der Zelle, in der gearbeitet wird, besonders abzudecken. Durch weitere Unterteilung der einzelnen Zellen gemäss Fig. 3 kann die Ausdehnung von Flammbogen auf kleine Räume beschränkt und die Möglichkeit der Berührung unter Spannung stehender Teile weiter vermindert werden. Es handelt sich hiebei um sogenannte geschottete Anlagen. In Fig. 4 ist die geschottete Anlage gemäss der Schnittzeichnung Fig. 3 ohne die Zellenwand auf der Aufnahmeseite wiedergegeben.

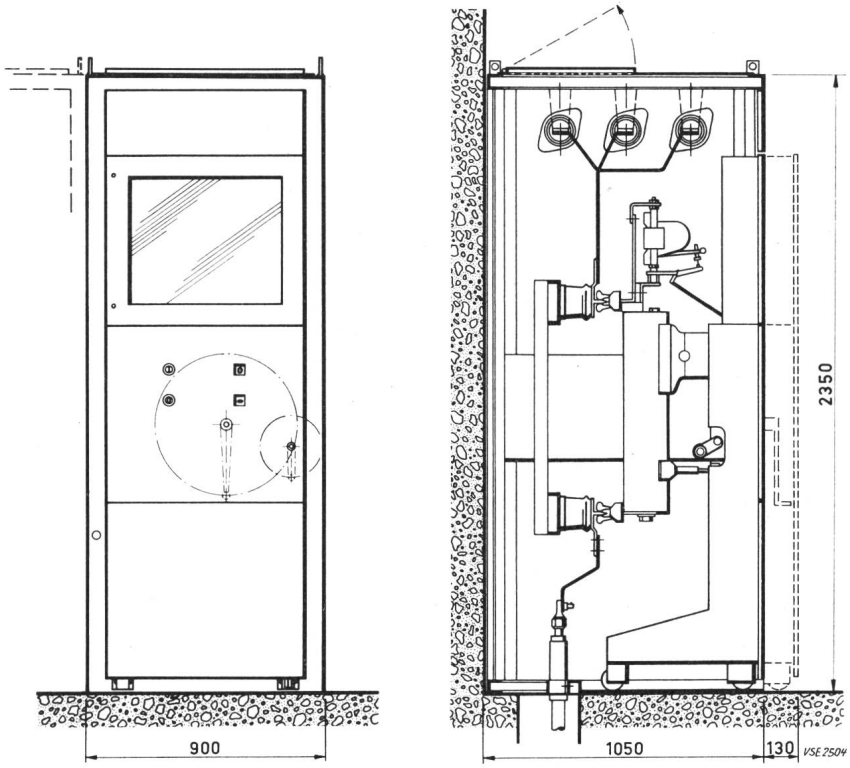


Fig. 2
Allseitig abgeschlossene Zelle, luftisoliert
Aufstellung ausserhalb elektrischer Betriebsräume zulässig

Bei den beschriebenen Anlagen trennen übliche Stützisolatoren die unter Spannung stehenden Teile von der geerdeten Tragkonstruktion, und Luft unter Atmosphärendruck dient als Dielektrikum zwischen Leitern ungleicher Polarität. Auf diese Art gebaute Anlagen werden nachfolgend als «luftisoliert» bezeichnet.

Zur Verkleinerung der Polleiterabstände und zur Verminderung der Möglichkeit einer Flammbogenbildung lassen sich anstelle von Luft auch andere Isoliermaterialien in verschiedenen Aggregatzuständen anwenden, die die Leiter auf ihrem ganzen Verlauf, also in den Apparaten, Sammelschienen und Verbindungsleitungen, vollständig umgeben. Es handelt sich hier um sogenannte «vollisolierte» Anlagen, die sich durch kleine Abmessungen auszeichnen. Ein Beispiel einer vollisolierten Anlage zeigt Fig. 5.

Die beiden Isolierungsarten lassen sich auch kombinieren, indem beispielsweise der Schalter und die Sammelschiene «vollisoliert», die Verbindungsleitungen und Anschlußstellen hingegen «luftisoliert» ausgeführt wer-

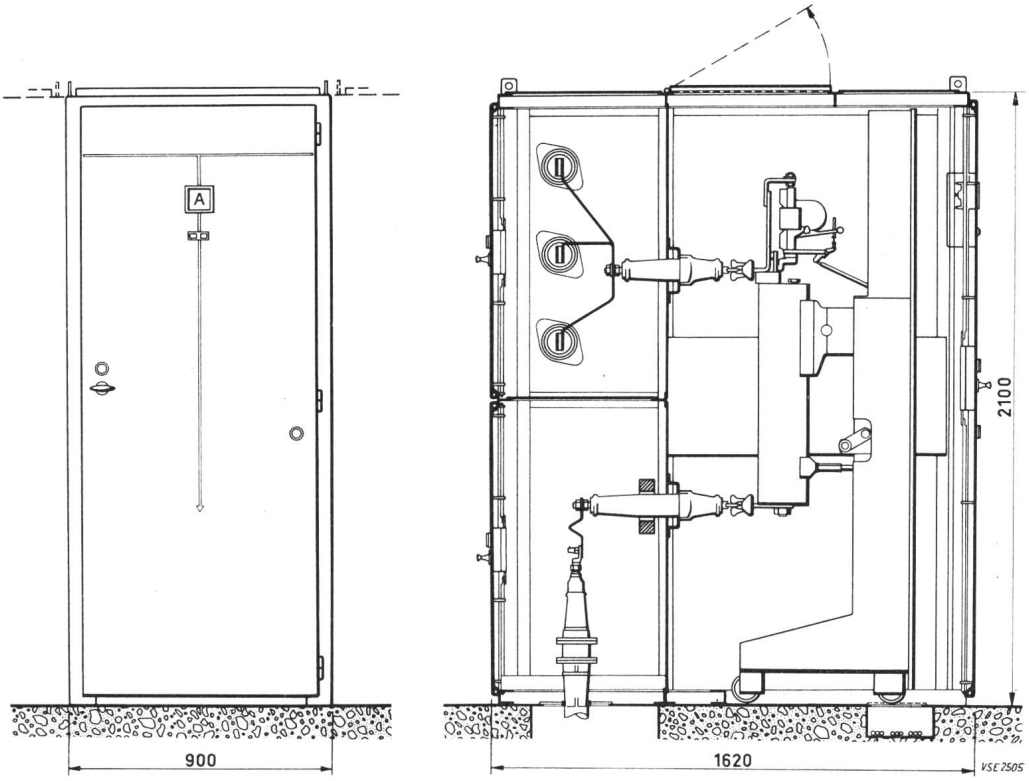


Fig. 3
Gekapselte und geschottete Zelle, luftisoliert

den. Ein weiterer Lösungsweg besteht darin, die Anlagen grundsätzlich «luftisoliert» zu erstellen, zur Verkürzung der Luftdistanzen aber Isolierplatten einzufügen. Nennen wir solche Anlagen «teilisoliert». In der Regel liegen diese grös-

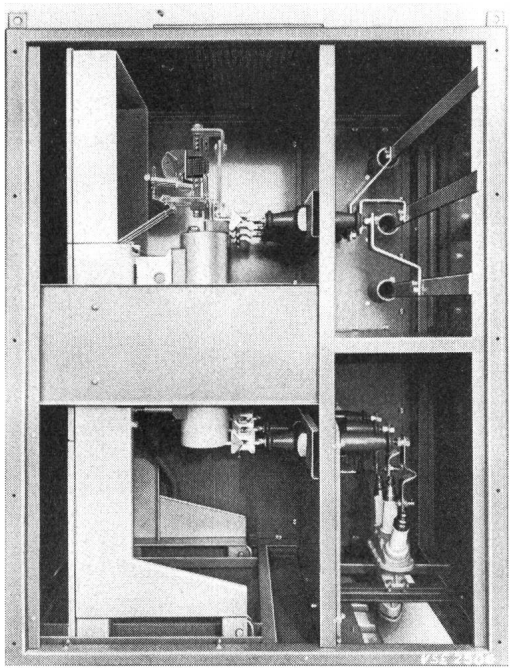


Fig. 4
Blick in geschottete Zelle

senmässig zwischen den luft- und vollisolierten Anlagen. Aus Fig. 6 ist ersichtlich, dass durch geschickte Ausnützung aller Möglichkeiten auch «teilisolierte» Anlagen in der gleichen Grössenordnung wie «vollisolierte» gebaut werden können.

Die bezüglich der Isolierung gewählten Bezeichnungen vermögen nicht voll zu befriedigen. Sie gestatten indessen, die einzelnen Anlagearten in einfacher Weise zu unterscheiden, weshalb sie auch schon von anderen Autoren verwendet wurden.

Befindet sich ausserhalb der Isolierung eine metallische, geerdete Hülle, die den grösstmöglichen Erdschlußstrom führen kann, spricht man von einer «abgeschirmten Anlage». Andernfalls handelt es sich um eine «unabgeschirmte» Anlage.

Die gekapselten Anlagen werden in der Regel trennerlos ausgeführt. Damit die Bestimmung von Art. 63 der St.V. erfüllt bleibt, müssen die Schalter in eine Trenn- und Revisionsstellung ausgefahren werden können.

3. Eigenschaften der in gekapselten Anlagen verwendeten Isoliermaterialien

Es soll nachstehend lediglich auf einige für die Sicherheit wichtige Eigenschaften der in den Mittelspannungsanlagen gebräuchlichen Isoliermaterialien hingewiesen werden. Als Isoliermaterialien kommen heute vorwiegend in Frage: Duroplaste wie Epoxyd-Kunstharz und Polyesterharze, ferner Thermoplaste wie Polyvinylchlorid (PVC) weich und hart sowie Polyäthylen. Sowohl die Duroplaste als auch die Thermoplaste weisen gute Isoliereigenschaften bei relativ kleinen Schichtdicken auf, so dass sie, in geeigneter Weise aufgetragen oder eingesetzt, sehr geringe Poldistanzen ergeben.

In «vollisolierten» Anlagen haben sich die Duroplaste, insbesondere Epoxydharze, durchgesetzt. Entscheidend mag hiefür die gegenüber den Thermoplasten bessere Form- und Wärmebeständigkeit und grössere Wärmeleitfähigkeit gewesen sein. Sicherheitstechnisch ist aber auch das Verhalten der Epoxydharze im Kurzschlussflammbogen bedeutsam. Bekanntlich kann die Kerntemperatur leistungsfähiger Kurzschlussflammbogen mehr als 10 000 °C und die Zeit bis zur Wegschaltung des Flammbogens einige Sekunden betragen. Es gibt wohl keine Isolierstoffe, die solche Wärmeeinwirkungen ohne Schaden zu nehmen ertragen. Meistens treten aber die Extremwerte nicht auf, so dass sehr schwer entflammbare Stoffe nach dem Verschwinden des Flammbogens sofort selbst erlöschen und unter stärkster Erwärmung weder weich noch flüssig werden. Zu Stoffen, die diese Eigenschaft aufweisen, gehört z. B. Epoxydharz mit hohem Quarzzusatz. Solches Material soll sich bereits, wo es langandauernden Kurzschlussflammbogen ausgesetzt war, gut bewährt haben, indem weder Brände ausbrachen noch länger dauernde Betriebsstörungen eintraten.

Die Thermoplaste verhalten sich im Flammbogen weniger günstig. Sie tropfen ab, und Teile davon vergasen. Insbesondere kann das leicht brennbare Polyäthylen zu verbreiteten Bränden Anlass geben, weil die bei einem Kurzschlussflammbogen weggeschleuderten Teile allenthalben weiterbrennen. Aber auch die Gase des schwer brennbaren PVC können unter den hohen in Frage kommenden Temperaturen entflammen. Der hohe Chlorgehalt des PVC wirkt zwar feuerhemmend, erschwert aber die Löscharbeiten und führt unter Umständen zu bedeutenden Folgeschäden, insbesondere wenn mit Wasser gelöscht wird (Bildung von Salzsäure). Trotz diesen negativen Eigenschaften findet PVC gelegentlich in «teilisolierten» Anlagen in Form von Platten, die zur Verminderung der Luftdistanzen zwischen die Pole eingeschoben werden, Anwendung. Mit Rücksicht auf die kleinen Mengen verwendeten Materials, das sich ausserdem innerhalb der Stahlblechkapselung befindet, kann auch hier nicht von einer Brandgefahr gesprochen werden, ganz abgesehen davon, dass gekapselte Anlagen vielfach im Freien aufgestellt werden und die Kurzschlussgefahr gering ist.

Neuerdings treten auch sogenannte gesinterte Isoliermaterialien in Erscheinung. Es handelt sich in der Regel um Duro-

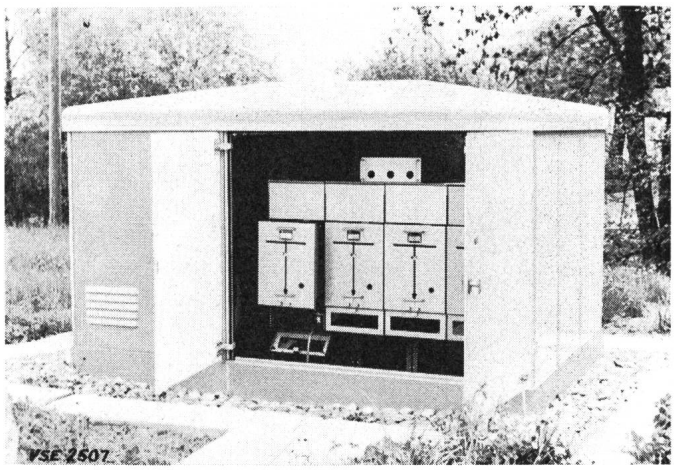


Fig. 5
Vollisolierte, gekapselte Anlage
Schalter links in Trennstellung, Abgang geerdet

plaste, deren Eigenschaften durch eine bestimmte Wärmebehandlung verbessert werden. Da vor allem eine hohe Unempfindlichkeit gegen Vibrationen erreicht wurde, eignet sich dieses Material besonders gut zur Isolierung von Sammelschienen.

Als Berührungsschutz im Innern von Anlagen werden hin und wieder durchsichtige Platten aus Akrylatharzen eingebaut. Solche organische Gläser werden bei flächenseitiger Beanspruchung durch Flammbögen lediglich «blind», obschon sie in der Regel als leicht brennbar gelten. Sind grössere Flächen abzudecken, empfiehlt es sich allerdings, eigentliche Sicherheitsgläser zu verwenden, die nicht brennen und weitere günstige Eigenschaften aufweisen. Für die sicherheitstechnische Beurteilung spielt die Kriechstromfestigkeit eines Isoliermaterials eine bedeutende Rolle. Bekanntlich ist es aber schwierig, eine Prüfmethode festzulegen, die den Verhältnissen in der Praxis in jeder Beziehung Rechnung trägt. Ausserdem sind die Einflüsse, die Kriechströme begünstigen, wie Feuchtigkeit, Verschmutzung, Überspannungen, Temperatur usw. von Ort zu Ort verschieden. Aus diesem Grunde wird sich wohl nicht alles Material, das als kriechstromfest angepriesen wird, auch tatsächlich überall bewähren.

Beim Berühren unabgeschirmter, «vollisolierter» Anlagen ist je nach der Art des verwendeten Isoliermaterials, der Betriebsspannung und der gewählten Abmessungen mit dem Wegfliessen grösserer oder kleinerer Ströme, sogenannter Ableitströme, über den menschlichen Körper zu rechnen. Es kann aber auch zum direkten Durchschlag des Isoliermaterials kommen, wenn im Isoliermaterial eine Inhomogenität besteht oder eine ungeeignete Disposition vorliegt. Ferner ist ein Durchschlag beim Einschieben einer ungeeigneten Isolierplatte zwischen unter Spannung stehenden Teilen einer «luftisolierten» oder «teilisolierten» Anlage möglich. Der Grund liegt darin, dass in einer Isolationsstrecke aus Luft und einem festen Isolierstoff die Luft mit der relativen Dielektrizitätskonstante 1 weit höher beansprucht wird als der Feststoff mit der Dielektrizitätskonstante in der Grössenordnung von 3...5.

Schliesslich ist die mechanische Festigkeit von Bedeutung. Es kann nicht gleichgültig sein, ob sich isolierte Platten oder Stützer im Laufe der Zeit durchbiegen oder anderweitig verformen, unter Druckstellen wegfliessen oder unter Einfluss von Kälte und Vibration brechen. Anlagen, die anstelle einer Stahlblechkapselung eine Isolierstoffkapselung aufweisen, haben genügend widerstandsfähig gegen äussere Einflüsse wie Stoss, Schlag, Staub und, bei Aufstellung im Freien, gegen die Witterungseinflüsse zu sein.

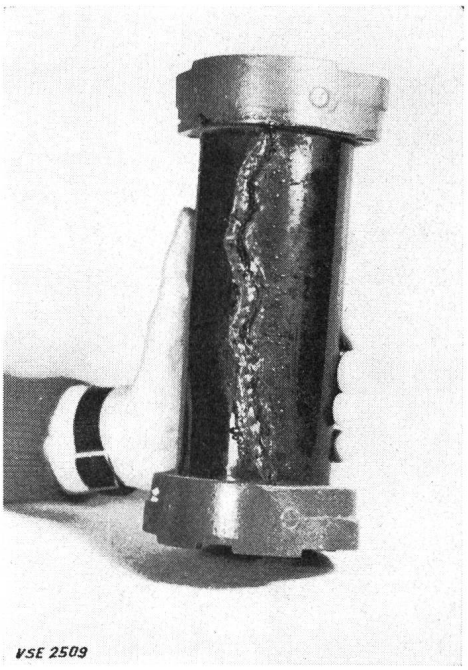


Fig. 7
Kriechweg auf Isolator aus einem Duroplast

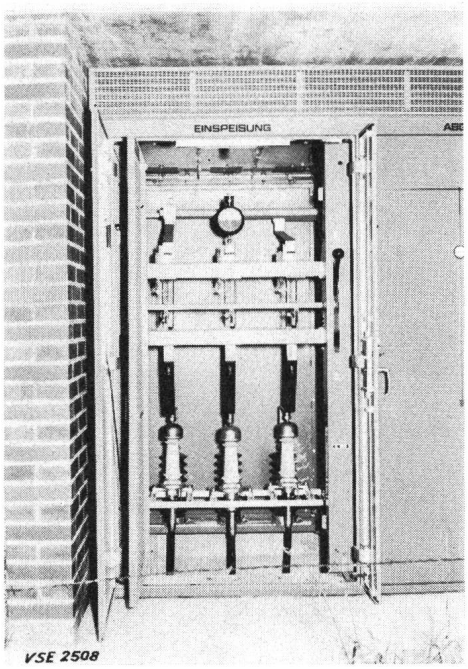


Fig. 6
Teilisolierte, gekapselte Anlage

4. Wirkung von Flammbogen im kleinen Raum

Man nimmt ganz allgemein an, dass Flammbogen, die in den allseitig geschlossenen, relativ kleinen Räumen gekapselter Anlagen auftreten, verheerende Wirkungen haben müssen. In der Tat hat sich schon ein Unfall so zugetragen, dass einem Schaltwärter die Blechtüre einer geschlossenen Anlage an den Kopf geworfen wurde. Die Türscharniere vermochten dem Druckanstieg, der durch einen Flammbogen im Inneren der Anlage entstand, nicht standzuhalten. Versuche, die in verschiedenen Kurzschluss-Versuchslokalen durchgeführt wurden, haben nun aber ergeben, dass die Wirkung nach aussen eines Flammbogens bestimmter Leistung mit der Verkleinerung des Raumes abnimmt. Offenbar wird beim Auftreten des Flammbogens die im Raum befindliche Luft innert kürzester Zeit ausgestossen. Der verbleibende Überdruck beim Weiterbrennen des Flammbogens verhindert, dass Aussenluft in den Raum einströmen kann. Dadurch vermag die ausgestossene Luft nur einen dem Raumvolumen proportionalen Teil der Flammbogenenergie zu übernehmen. Da mit kleiner werdenden Räumen bei gleicher Konstruktion die mechanische Festigkeit zunimmt, wird sich somit die Gefahr mechanischer Beschädigungen mit der Unterteilung einer Anlage in zweifacher Hinsicht vermin-

dern. Selbstverständlich müssen alle Konstruktionsteile entsprechend dem tatsächlichen Überdruck dimensioniert und ausgebildet werden. Indessen lässt sich der Druck und vor allem die Druckverteilung nicht genau bestimmen, weshalb die meisten Konstrukteure als zusätzliche Schutzmassnahme eine Überdruckklappe vorsehen.

Die vorerwähnten Versuche haben im übrigen gezeigt, dass die Temperatur der ausströmenden Luft auf etwa 1100 °C beschränkt bleibt. Eine sich in der Nähe aufhaltende Person wird sich somit weit geringeren Temperaturen aussetzen als in einer offenen Anlage.

5. Berührungsschutz

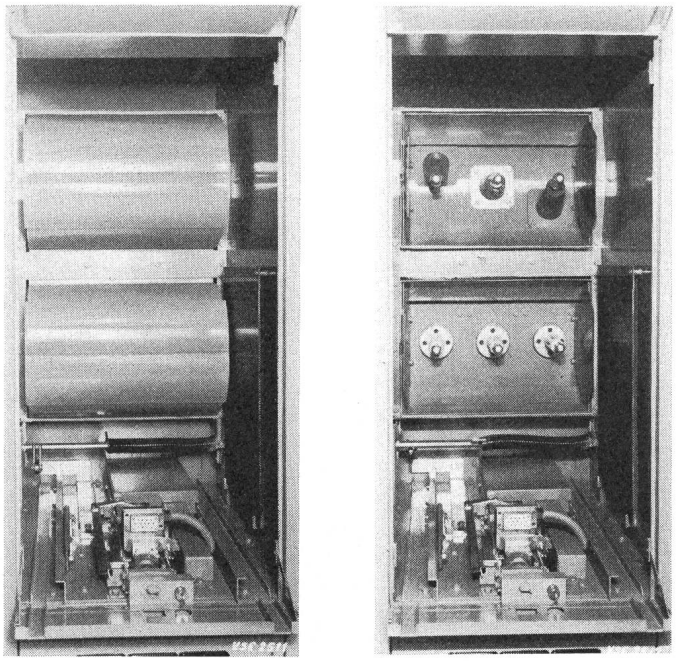
Aufgrund der Bestimmungen von Art. 4 und 6 der St.V. dürfen unter Spannung stehende Teile der allgemein zugänglichen Starkstromanlagen von Sachunkundigen weder unmittelbar noch mit Werkzeugen, Geräten des täglichen Gebrauchs oder dergl. berührt werden können. Dem Bedienungspersonal müssen dagegen die zum Zutritt zu den Anlagen erforderlichen Hilfsmitteln jederzeit zur Verfügung stehen. Gekapselte Anlagen, die im Freien oder in allgemein zugänglichen Räumen von Fabriken stehen, sind somit so abzuschliessen, dass sie nicht mit einfachen Zangen, Schraubenziehern und dergl. geöffnet werden können. Es soll aber auch nicht möglich sein, durch Schlüssellöcher, Belüftungsöffnungen usw. Drähte oder andere leitende Gegenstände in Richtung der unter Spannung stehenden Teile einzuführen. Hingegen sind die Schlösser so auszubilden und anzuordnen, dass sie nicht durch eingedrungenes Regenwasser verrosten oder einfrieren.

Wird eine gekapselte Anlage von einer instruierten oder fachkundigen Person geöffnet, so darf auch sie nicht in unmittelbare Gefahr durch Annäherung an vorspringende unter Spannung stehende Teile geraten. Es sind deshalb hinter der Türe Schranken, Verschalungen oder Vergitterungen anzubringen, oder die Anlage ist anderweitig so zu gestalten, dass die Bewegungsfreiheit beschränkt bleibt. Hiebei sind die in Art. 56 der St.V. vorgeschriebenen minimalen Abstände zu beachten. Die Bedienung von Sicherungen, Schaltern, Trennern und dergl. muss möglich sein, ohne dass dabei die Schutzwirkung verringert wird. Abschrankungen sollen also verbleiben, und die Verschalungen bzw. Vergitterungen sollen nur so weit entfernt werden müssen, dass Bedienungsgeräte wie Trennerstöcke, Sicherungszangen und dergl. ungehemmt eingeführt werden können. Beispielsweise wird eine Vergitterung vor einer Messwandlerzelle vorteilhaft in halber Höhe zweigeteilt. Der obere, vor den Wandler-Sicherungen befindliche Teil soll nach aussen ausschwenkbar sein, der untere Teil, der die Annäherungen an den Spannungswandler und seine Verbindungen verhindert, muss hingegen beim Bedienen der Sicherungen verbleiben (vergl. Fig. 8). Auch die Niederspannungs-Wandlersicherungen sollen ohne Entfernen der Vergitterungen vor Hochspannungszellen bedienbar sein. Übrigens handelt es sich hier um Forderungen, die auch in offenen Anlagen berücksichtigt werden müssen.

An «vollisolierten» Anlagen ist die Berührung unter Spannung stehender Teile in der Regel ausgeschlossen. Selbst Hoch- und Niederspannungssicherungen lassen sich berührungssicher einbauen. Solche Anlagen eignen sich somit besonders gut an Orten, wo zur Bedienung nur instruierte Nichtfachleute zur Verfügung stehen. Beim Berühren unabgeschirmter «vollisolierter» Anlagen können allerdings Ableitströme über den Körper des Berührenden fliessen. Untersuchungen in Deutschland und in Österreich haben ergeben, dass die Ableitströme an den handelsüblichen giessharzisolierten Mittelspannungsanlagen unter 1 mA liegen, also üblicherweise nicht spürbar sind. Mit Rücksicht auf die Gefahr des Spannungsdurchschlages sollten aber unabgeschirmte Teile im eingeschalteten Zustand der Anlage nicht berührbar sein. Es ist zwar schon vorgeschlagen worden, unabgeschirmte Isolierteile als blanke Leiter zu betrachten und deshalb im vorgeschriebenen Abstand vor diesen Teilen eine Abschrankung anzubringen. Der Wert einer solchen Massnahme ist aber etwas zweifelhaft, kann doch der Schaltwärter und auch der Elektromonteur nicht ohne weiteres einsehen, weshalb er ein Isoliergehäuse nicht berühren sollte. Ein guter oder sogar vollständiger Berührungsschutz lässt sich auch in «luft-» und «teilisolierten» Anlagen erreichen. Es sind bereits geschottete Anlagen im Handel, bei denen die unter Spannung stehenden Teile weder im normalen Betriebszustand noch bei teilweise oder vollständig ausgefahrenem Schalter zugänglich sind. In der Trennstellung decken seitlich am Schalter angebrachte Bleche und im ausgefahrenen Zustand selbsttätig schliessende Klappen die unter Spannung verbliebenen Teile der Anlage ab (vergl. Fig. 9). Allerdings gibt es auch Fabrikate, bei denen nur in normalem Betriebszustand ein vollständiger Berührungsschutz besteht. Ist hingegen der Schalter ausgefahren, so bleiben die sammelschienenseitigen Anschlusskontakte zugänglich. Zur Abdeckung sind bei einzelnen Fabrikaten vollisolierte Steckhülsen erhältlich.

Ob ein vollständiger oder nur ein teilweiser Berührungsschutz notwendig ist, hängt vom Aufstellungsort und von der Ausbildung des Bedienungspersonals ab. Wie bereits zu Beginn dieses Abschnittes erwähnt, dürfen unter Spannung stehende Teile einer in einem Fabrikationsraum oder sonst-

Fig. 8
Bedienung von Apparaten
Zellenunterteil bleibt geschlossen (Glasverschalung). Annäherung an unter Spannung stehende Teile mit den Beinen ist nicht möglich



a b

Fig. 9
Frontseite einer geschotteten Anlage, Schalter ausgefahren
a) Anschlußstellen durch selbsttätig schliessende Klappen abgedeckt.
b) Abschlussplatten entfernt
Unten: Schalterverriegelungs-Mechanismus

wie an einem frei zugänglichen Ort aufgestellten gekapselten Anlage dem Sachunkundigen unter keinen Umständen erreichbar sein. Anlagen oder Anlageteile, die nur instruierten oder sachkundigen Personen zugänglich sind, haben lediglich den beschränkten, in Art. 56 St.V. vorgeschriebenen Berührungsschutz aufzuweisen. Die Erfahrung lehrt indessen immer wieder, dass selbst bestausgewiesene Fachleute sich gelegentlich vergessen und an blanke Leitungsteile greifen. Es könnte sich vielleicht doch lohnen, für den Berührungsschutz etwas mehr als nur das gesetzliche Minimum aufzuwenden. Man bedenke auch, dass instruierte Nichtfachleute, sogenannte Stationswärter, relativ selten an bzw. in den Schalt- und Transformatorenanlagen zu tun haben und deshalb einen etwas weiter gehenden Schutz bedürfen. Es wäre vor allem angezeigt, an Anlagen, die von «Schaltwärtern» bedient werden, berührungsgeschützte NHS-Sicherungen vorzusehen.

6. Arbeiten an gekapselten Anlagen

In den Art. 7 und 8 der St.V. sind die Grundsätze der zu treffenden Sicherheitsvorkehren bei Arbeiten an Starkstromanlagen festgelegt. Da jedoch Einzelheiten fehlen, besteht oft Unsicherheit, ob die getroffene Massnahme auch den erwarteten Schutz zu erbringen vermag. Eine Klärung erscheint deshalb notwendig.

Mit Rücksicht auf die Möglichkeit der doppelseitigen Einspeisung in Ringleitungen, des Einsatzes von Notstrom- oder Eigenversorgungsanlagen, der Umschaltung auf Fremdnetze usw. muss nach dem Ausschalten und Trennen unbedingt eine Kontrolle auf spannungslosen Zustand mit einem einwandfreien Spannungsprüfer vorgenommen werden. Alsdann sind die Leiter beidseits der Arbeitsstelle zu erden und kurzzuschliessen. Allfällig unter Spannung verbliebene Teile in der Nachbarschaft der Arbeitsstelle sind abzudekken. Erfahrungsgemäss vermag nämlich in Mittelspannungsanlagen eine Aufsichtsperson nicht, den Arbeitenden von unbedachten Bewegungen nach unter Spannung stehenden Teilen abzuhalten. Schliesslich sind in Gegenstationen, von denen aus die Arbeitsstelle unter Spannung gesetzt werden könnte, Warnaufschriften anzubringen, die das Schalten verbieten.

In einfachen blechgekapselten Anlagen lassen sich die vorerwähnten Schutzmassnahmen ohne weiteres und in gleicher Weise wie in offenen Anlagen durchführen. In geschotteten und vollisolierten Anlagen ergeben sich indessen Schwierigkeiten, die Spannungslosigkeit zu überprüfen und zu erden, weil die blanken Leiterteile nirgends mehr zugänglich sind. Einzelne Hersteller von vollisolierten Anlagen lösten das Problem dadurch, dass sie an bestimmten Stellen der Isolation Nuten anbrachten, durch die sich Spannungsprüfer und Erdungsvorrichtungen einführen lassen. Andere schufen besondere zur Anlage passende Prüf- und Erdungsvorrichtungen, die ohne Verminderung des Berührungsschutzes eingelegt werden können (Fig. 10 und 11). Solche Einrichtungen haben den weiteren Vorteil, dass sie zwangsläufig richtig funktionieren. Es kann höchstens eine falsche Auffassung über den Anwendungsort entstehen, da ja die Leiterteile nicht sichtbar sind. Eine Prüfung auf Spannungslosigkeit darf unterbleiben, wenn sich das Erden und Kurzschliessen auf unter Spannung stehende Teile ohne Gefahr für Personen und Sachen durchführen lässt. Diese Forderung bedingt den Einbau einschaltsicherer Erdungsschalter, d. h. Erdungsschalter mit Schnelleinschaltvorrichtung. Es sind bereits solche Schalter für Einschaltströme bis 75 kA Scheitelwert (vgl. Fig. 12) erhältlich. Von der Möglichkeit einschaltsicherer Erdungsschalter machen vor allem die Konstrukteure von luft- oder teilisolierten, insbesondere von geschotteten Anlagen Gebrauch.

Arbeiten in vollisolierten Anlagen kommen kaum in Frage. Bei Fehlern werden die Anlagen ausgewechselt, wozu sämtliche Zuleitungen auszuschalten und zu erden sind. In luft- oder teilisolierten Anlagen besteht hingegen grössere Wahrscheinlichkeit, dass im einen Feld gearbeitet wird, während die anschliessenden Felder im Betrieb bleiben. Es muss deshalb für einen sicheren Berührungsschutz gesorgt werden. In blechgekapselten Anlagen lassen sich meist ohne grossen

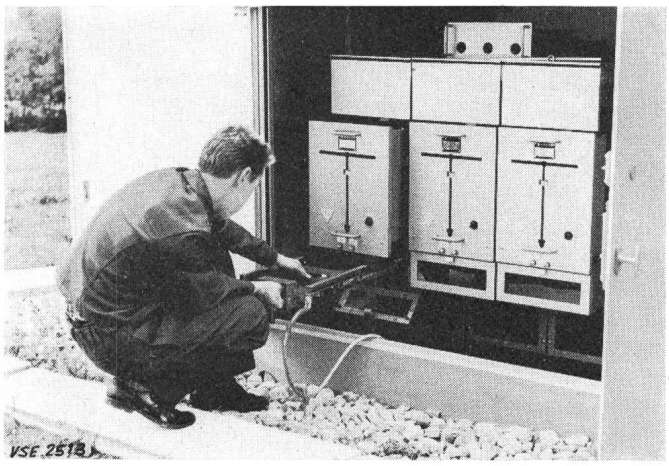


Fig. 10
Erden in vollisolierter Anlage

Aufwand Führungsschienen einbauen, die das Einschieben von Abdeckplatten ermöglichen (vgl. Fig. 13). Den gleichen Zweck erfüllt auch ein leerer Schalterwagen mit aufgebauten Wänden, der anstelle des ausgefahrenen Wagens mit dem Schalter in die Zelle eingeschoben wird. Je nach Anlageanordnung müssen, damit gearbeitet werden kann, einzelne Wände entfernt oder verschoben werden können. In geschotteten Anlagen sind in der Regel keine Abdeckungen nötig, vorausgesetzt, dass nicht durch die Öffnungen leicht abhebbare Druckentlastungsklappen unter Spannung stehende Teile berührt werden können.

7. Apparatedisposition

Eine übersichtliche Anordnung der Apparate bildet die Voraussetzung für sicheres Arbeiten in elektrischen Anlagen. Dieser Grundsatz kommt auch in den Bestimmungen der beiden ersten Abschnitte des Art. 42 St.V. zum Ausdruck, die folgendermassen lauten:

Art. 42.1: *«Die Anlagen müssen klar und übersichtlich angeordnet sein, so dass für ihre Bedienung sowie für Revisionen und Reparaturen eine sichere und rasche Orientierung möglich ist.»*

Art. 42.2: *«Alle wichtigen Anlagebestandteile müssen leicht zugänglich sein und ohne Schwierigkeit ein- und ausgebaut werden können.»*

Danach soll die Leitungsführung überblickbar sein, so dass in jedem Schaltzustand die unter Spannung stehenden Teile festgestellt werden können. Es soll aber auch möglich sein, allfällige Fehler an den Apparaturen zu erkennen und Reparaturen gefahrlos vorzunehmen. Es fragt sich, ob bei den heutigen Bestrebungen, die gekapselten Anlagen kleiner und kleiner zu bauen, die vorstehenden Bedingungen noch einhaltbar sind.

Auf Grund der dem Starkstrominspektorat zugegangenen Unterlagen ist es durchaus möglich, bei allen Arten von gekapselten Anlagen die Übersicht zu wahren. Gelegentlich muss jedoch zu Hilfsmitteln gegriffen werden. Beispielsweise kann ein Blindschema in Verbindung mit Bezeichnungen in der Anlage sehr nützlich sein. Wichtig ist, dass es lagerichtig dargestellt vor jeder Zelle angebracht wird. Hingegen ist die Überblickbarkeit der aktiven Teile der Apparate und auch der Anschlußstellen erschwert. Meist sind jedoch die Apparate auf ausziehbare Wagen oder Schubladen montiert oder wenigstens durch Ausziehen einer Schublade zugänglich, so dass ein rasches Auswechseln und auch die Kontrollmöglichkeit der Apparate gewährleistet ist. Die Kontrollen lassen sich im spannungslosen Zustand durchführen, was nur von Vorteil sein kann.

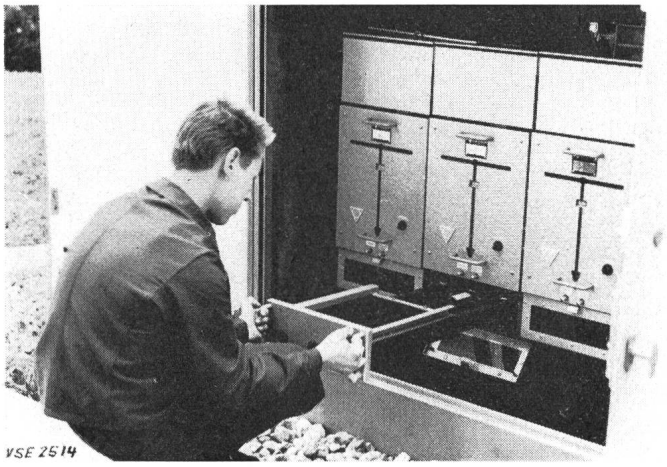


Fig. 11
Spannungskontrolle in vollisolierter Anlage

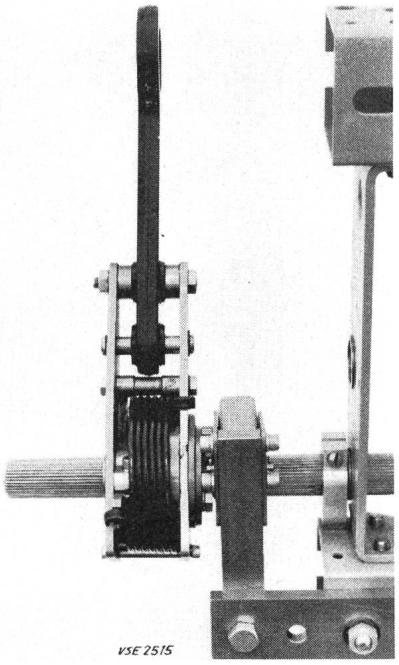


Fig. 12
Einschaltsicherer Erdungstrenner

Trennerlose Anlagen bedingen ausfahrbare Schalter, Lasttrenner oder Lasttrennsicherungen. Sicherheitstechnisch haben solche Einrichtungen den grossen Vorteil, dass Unfälle durch Ziehen oder Einlegen von Trennern unter Last verunmöglicht werden. Allerdings haben die hiezu notwendigen Verriegelungen auch schon zu Schwierigkeiten geführt, indem sie, infolge von Abnützungen bestimmter Teile, einzelne zulässige Bewegungen vollständig blockierten. Zur Behebung des Fehlers muss meist die Kapselung geöffnet werden, was natürlich mit etwelchen Gefahren verbunden ist.

Sollen an die Sammelschiene bestimmte Apparate wie Spannungswandler, Überspannungsableiter oder dergleichen angeschlossen werden, so ist auf Grund von St.V. Art. 42, Ziffer 4 und Art. 63 grundsätzlich auch bei gekapselten Anlagen der Einbau von Trennern notwendig. Die Trenner haben in diesem Falle den Zweck, revisionsbedürftige oder schadhaft gewordene Apparate ohne Unterbrechung des Betriebes von einer Anlage entfernen zu können. Nun sind aber gerade die Wandler und Überspannungsableiter in den letzten Jahren konstruktiv dermassen verbessert worden, dass Beschädigungen nur noch selten eintreten und Revisionen kaum mehr nötig sind. Im übrigen würde es niemandem einfallen, Stromwandler zwischen zwei Trenner in eine Sammelschiene oder in eine Leitung einzusetzen, obschon diese Apparate aus Gründen veränderter Kurzschlussleistung oder Belastung noch am ehesten ausgewechselt werden müssen. Bei Spannungswandlern bildet meist die nach St.V. Art. 64 vorzuschaltende Sicherung die Trennstelle, doch ist der Wert dieser Sicherung ebenfalls fragwürdig. Es sind deshalb Bestrebun-

gen im Gange, die das Starkstrominspektorat unterstützen kann, Spannungswandler und Überspannungsableiter unter bestimmten konstruktiven Voraussetzungen direkt an die Sammelschienen anzuschliessen.

Die Anlagedisposition entspricht vollständig den heute geltenden Vorschriften, wenn die Wandler und Überspannungsableiter zwischen einem Leitungseingang und dem Schalter an die Leitung angeschlossen werden (vgl. Schema Fig. 14). Die Apparate können bei dieser Anordnung mit der geringsten Störung, in einem Ringnetz überhaupt unterbruchslos, ausgewechselt werden.

Durch Aufbau der Wandler und Überspannungsableiter auf die Schalterwagen ergeben sich ebenfalls vorschriftsgemässe Lösungen. Bei wichtigen Anlagen können solche Einheiten auf Lager gehalten und im Störungsfall innert kürzester Zeit ausgewechselt werden. Die Hersteller von gekapselten Anlagen sind meist in der Lage, die Wandler auf der einen oder andern Seite des Schalters anzuordnen, so dass die Anlage ihrem Verwendungszweck und Einsatzort entsprechend richtig aufgebaut werden kann.

Explosionssichere Überspannungsableiter besitzen bekanntlich eine Ausblasöffnung, die sich aber nicht bei allen Fabrikaten an der gleichen Stelle befindet. Damit die Explosionssicherheit gewährleistet bleibt, muss beim Ersatz von Ableitern durch andere Fabrikate darauf geachtet werden, dass die Ausblaseöffnung nicht durch Anlageteile verdeckt wird. An gekapselten Anlagen, die meist auf bestimmte Apparatekonstruktionen zugeschnitten sind, sollten zur Wahrung des vom Konstrukteur festgelegten Isolationsniveau überhaupt keine Veränderungen an der Ausrüstung vorgenommen werden.

Die gekapselten Hochspannungsanlagen werden oft auch mit Niederspannungseinrichtungen wie Beleuchtungskörper und Steckdosen versehen. Es stellt sich oft die Frage, wie stark solche Einrichtungen isoliert und welche Typen gewählt werden sollen. Hierüber enthält der folgende Abschnitt

Fig. 13
Arbeit in teilisolierter Anlage
Abdeckplatte zwischen Ober- und Unterteil der Zelle eingesetzt

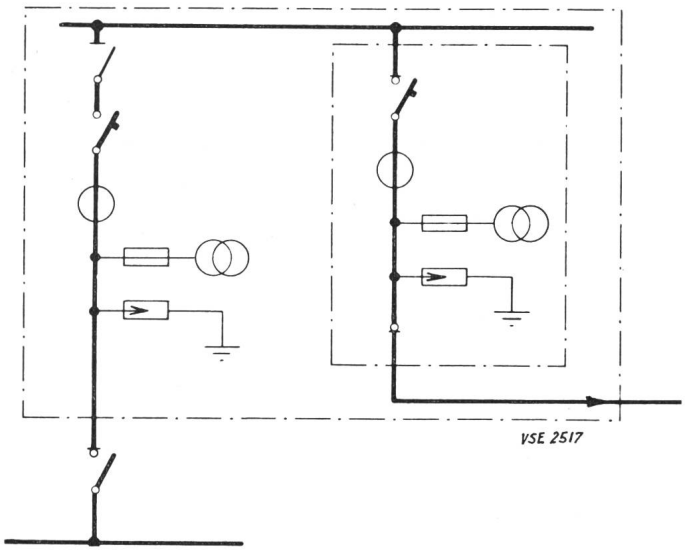


Fig. 14
Vorschriftsgemässe Apparatedisposition

einige Angaben. Üblicherweise werden die fertig montierten, gekapselten Anlagen Spannungs- und Kurzschlussprüfungen unterzogen, was bei offenen Anlagen nicht möglich ist. Montagefehler können somit vor der Inbetriebnahme festgestellt werden.

8. Aufstellungs- und Erdungsprobleme

Nach Art. 4, Ziffer 1 der St.V. sind Starkstromanlagen so zu erstellen und zu unterhalten, dass in allen Betriebsfällen eine Gefährdung von Personen und unter den voraussehbaren Betriebsverhältnissen auch von Sachen vermieden ist. Diese Bestimmung ist auch massgebend für die mechanische Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Kapselung einer Anlage. Da eine Kapselung je nach Aufstellungsort unterschiedlich beansprucht werden kann, wären eigentlich verschiedene Ausführungsarten nötig. Eine rationelle Fabrikation von gekapselten Anlagen setzt nun aber Einheitstypen voraus. Es kann höchstens zwischen Innenraum- und Aussenraumtypen unterschieden werden. Aber selbst diese Unterteilung erschwert die Fabrikation und Lagerhaltung.

Es ist deshalb Sache des Betriebsinhabers, sich Gedanken über die mechanische Beanspruchung am gewählten Aufstellungsort zu machen und unter Umständen bauliche Verbesserungen vorzusehen. Beispielsweise kann es notwendig werden, eine an einer Strassenecke oder an einem Parkplatz stehende Anlage noch mit einer Schutzmauer zu umgeben. Gelegentlich ist auch ein Schutzdach nötig, insbesondere an Orten, wo Schnee und Eis aus grosser Höhe auf die Anlage fallen könnten. Ein etwas nett gestaltetes, z. B. mit Sichtbacksteinen erstelltes Schutzmäuerchen kann auch dazu dienen, dass sich eine gekapselte Anlage gut ins Landschaftsbild einfügt (vergl. Fig. 15).

Im weitern ist die Anlage so aufzustellen, dass sie jederzeit gefahrlos bedient werden kann. Es lohnt sich vielleicht, isolierende Bedienungsstandorte zu schaffen. Im Freien bildet ein Schotterbett von 1...2 m Breite und etwa 50 cm Tiefe schon eine recht gute Isolierung. Wird die Schotterung noch mit einer Asphaltschicht überzogen, kann die Isolierung als ideal bezeichnet werden. Es ist in diesem Zusammenhang an die Erdungsbestimmungen zu erinnern, die an allgemein zugänglichen Anlagen — was bei gekapselten An-

lagen ja meistens der Fall ist — eine Berührungsspannung von höchstens 50 V zulassen. Bei geschickter Anordnung der Erdelektroden, wie z. B. zwei in unterschiedlicher Tiefe verlegte Ringelektroden, um die Anlage kann unter Berücksichtigung des einpoligen Erdschlußstromes in der Regel die vorerwähnte Bedingung eingehalten werden. Bei doppelpoligem Erdschluss lässt sich indessen durch das Erden allein kein einwandfreier Schutz erreichen. Der isolierende Standort kann somit auch dort, wo eine gute Erdungsanlage vorhanden ist, von Nutzen sein.

Bedingen die örtlichen Verhältnisse die Verlegung einer Schutzerde (neuerdings auch Anlageerde genannt) und einer Sondererde, muss bei gekapselten Anlagen noch mehr als bei gemauerten auf eine zuverlässige Trennung der beiden Erdungssysteme und der daran angeschlossenen Anlageteile geachtet werden. Man bedenke, dass in gekapselten Anlagen die mit der Sondererde verbundenen Anlageteile wie Beleuchtungs- und Steckdosenleitungen samt ihren Armaturen durchwegs auf die an die Schutzerde angeschlossenen Eisenteile zu montieren sind. Zwar ist die für 4 kV Prüfspannung zu bemessende Isolation zwischen den beiden Erdungssystemen leicht zu erreichen, doch wird sie nicht in allen Betriebsfällen genügen. Beim Auftreten doppelpoliger Erdschlüsse oder beim Einlaufen von Stoßströmen werden zwischen Schutz- und Sondererde Spannungen auftreten, die das Mehrfache der verlangten Isolationsfestigkeit betragen. Es empfiehlt sich deshalb, an der Isolation der Niederspannungsleitungen nicht zu sparen und vor allem die Anschlussklemmen der Niederspannungsapparate möglichst einige Zentimeter von den schutzgeerdeten Metallteilen zu distanzieren.

Wie bereits angedeutet, besteht unter diesen Umständen Zweifel, ob die Gehäuse der Niederspannungsapparate mit der Anlageerde oder mit der Sondererde verbunden werden sollen. Bei den reichlich dimensionierten Anlageteilen, wie z. B. den Kabelendverschlüssen, NHS-Sicherungs-Untersätzen usw., sind wohl Überschläge weniger wahrscheinlich. Ihre Armaturen bzw. metallenen Träger können deshalb ohne weiteres an die Anlageerde angeschlossen werden. Bei den Kabeln besteht allerdings gelegentlich das Bedürfnis, die Armaturen und Mäntel von der Anlageerde zu isolieren, um zu vermeiden, dass gefährliche Fehlerspannungen aus den Hochspannungs-Anlagen in die Wohnhäuser hineingetragen werden. In solchen Fällen werden die Kabelarmaturen zweckmässigerweise «genullt», was den Vorteil hat, dass bei einem Isolationsdefekt auf dem Kabel die vorgeschalteten Niederspannungssicherungen durchschmelzen. Bei Anschluss an die Schutzerde kann hingegen kein Schutzorgan ansprechen; die Fehlerspannung verteilt sich auf die Anlage- und die Sondererde proportional ihren Impedanzen. Etwas anders verhält es sich mit den in den Anlagen verwendbaren Niederspannungsapparaten und Motoren, deren Isolation den möglichen Spannungen zwischen Anlage- und Sondererde in der Regel nicht gewachsen ist. Einzig sonderisolierte Geräte würden einigermassen genügen. Allerdings darf die Isolationsfestigkeit nicht durch unzweckmässige Anschlüsse vermindert werden. Die beste Lösung bestünde in der Verwendung eines Trenntransformators. Seine Isolation kann den zwischen Anlage- und Sondererde auftretenden Spannungen angepasst werden. Die hinter dem Trenntransformator liegenden Geräte werden nicht geerdet, dürfen aber auf den mit der Anlageerde verbundenen Metallteilen aufliegen. Eine einzelne Steckdose braucht keinen Schutzkontakt aufzuweisen. Sind mehrere Steckdosen vorhanden, sollen ihre Schutzkontakte zusammen verbunden sein.

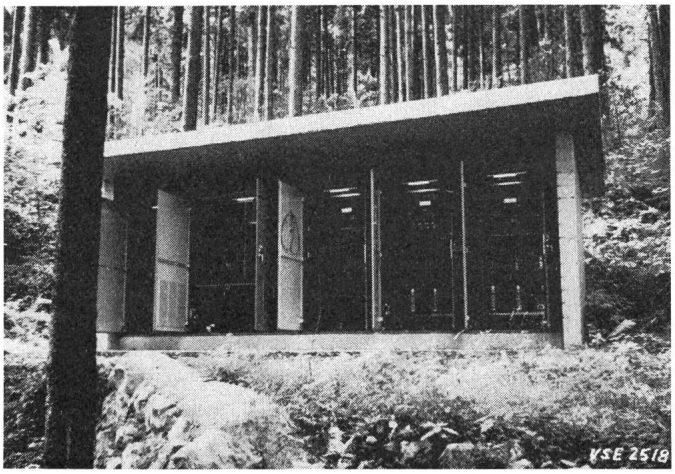


Fig. 15
Blechgekapselte Anlage an Waldrand, zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit mit Mauerwerk umgeben

Auf eine besondere Isolierung der Niederspannungseinrichtungen kann selbstverständlich dort verzichtet werden, wo nur die Anlageerde vorhanden ist. Dies ist vorab in den Fabriken oder in Überlandnetzen, wo zur Erdung ein ununterbrochenes metallenes Wasserleitungssystem zur Verfügung steht, der Fall. Bei der Aufstellung von gekapselten Anlagen in Fabriken ergeben sich oft auch Belüftungsprobleme. In staubigen Betrieben sollte innerhalb der gekapselten Anlagen etwas Überdruck bestehen, um der Verschmutzung der Anlage vorzubeugen. Enthalten die Anlagen Transformatoren oder andere Einrichtungen mit beträchtlichen Ölmengen, so sind nach den Anforderungen der Gebäudeversicherungsanstalten die Zu- und Abluftkanäle ins Freie zu führen. Je nach Art einer Fabrik werden Ausnahmen von dieser Grundregel gestattet. Beispielsweise wäre es wenig sinnvoll, in einer Giesserei die Abluft ins Freie zu führen, da bei einem Ölbrand kaum grosser Schaden angerichtet würde.

9. Zusammenfassung und Schlussbemerkung

Gekapselte Anlagen bieten sicherheitstechnisch einige bedeutende Vorteile. Vor allem ist der vollständige Berührungsschutz zu erwähnen, der es erlaubt, Schaltungen und je nach Ausführungsart auch andere Operationen durch Nichtfachleute vornehmen zu lassen. Die einzelnen Felder lassen sich besser als in offenen Anlagen voneinander trennen – unterschotten –, so dass das Wandern von Lichtbogen und dadurch die Zerstörungen örtlich beschränkt bleiben. Heftige Kurzschlussflammbogen können meist Löcher in die Kapselung brennen, doch ist eine in der Nähe befindliche Person weit besser geschützt als in einer offenen Anlage. Durch geeignete konstruktive Massnahmen bleibt auch die Gefahr von Unfällen, die zufolge des Druckanstieges bei Flammbogen eintreten könnten, auf ein Minimum reduziert. Durch «Teilisolierung» von Sammelschienen und Verbindungsleitungen oder gar durch «Vollisolierung» kann das Entstehen von Kurzschlüssen innerhalb der Anlage überhaupt weitgehend vermieden werden. Gekapselte Anlagen werden meist tren-

nerlos erstellt, wodurch das Öffnen oder Schliessen von Trennern unter Last ausgeschaltet und somit Flammbogenunfälle verunmöglicht werden. Einer der grössten Vorteile von gekapselten Anlagen besteht aber darin, dass die Isolations- und Kurzschlussfestigkeit der fertigen Anlage überprüft werden kann, wogegen sich in offenen Anlagen solche Prüfungen nur an den Einzelteilen vornehmen lassen.

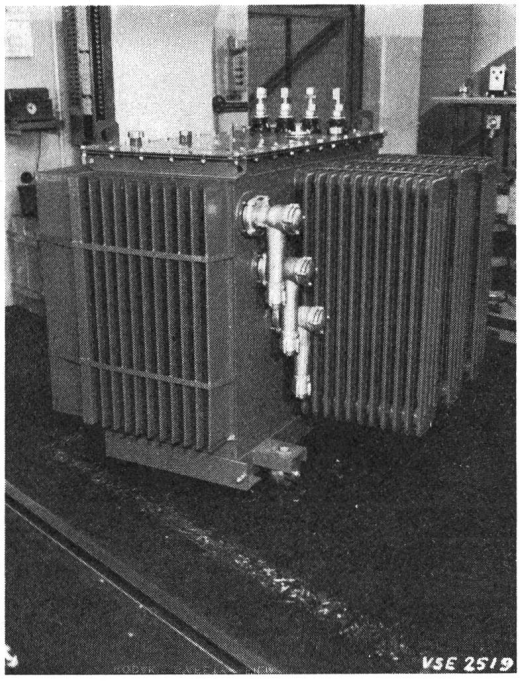


Fig. 16
Transformator 630 kVA für gekapselte Anlagen mit vollisolierter Hochspannungs-Einführung

Nebst einer grösseren Personensicherheit darf somit bei gekapselten Anlagen auch eine erhöhte Betriebssicherheit erwartet werden. Zur richtigen Beurteilung des Sicherheitsgrades ist allerdings ein genaues Studium aller massgebender Faktoren nötig. Auch dann bleiben noch verschiedene Fragen offen. Vor allem lässt sich nicht ohne weiteres erkennen, ob die verwendeten Isoliermaterialien den Erwartungen entsprechen, die mechanische Festigkeit genügt, sich die Umgebungsbedingungen nicht nachteilig auswirken und die Zuleitung dem Sicherheitsniveau der Anlage entspricht. Gerade der letzte Punkt gibt nur allzuoft zu Bedenken Anlass. Einzelne Kabelfabriken bemühen sich gegenwärtig, durch Schaffung besonderer Endverschlüsse diese Bedenken zu zerstreuen. Es ist auch fraglich, ob die in- und ausländischen Anlagehersteller das gleiche Sicherheitsbedürfnis berücksichtigten. Diesbezüglich dürfte von Interesse sein, dass sich gegenwärtig die Commission Electrotechnique Internationale (CEI) mit der Ausarbeitung von Empfehlungen für den Bau und die Prüfung von gekapselten Anlagen befasst, so dass in absehbarer Zeit die Anwendung einheitlicher Konstruktionsgrundsätze möglich sein sollte. Mit Rücksicht auf die guten Erfahrungen in den angelsächsischen Ländern dürfte sich aber mancher Betriebsinhaber entschliessen können, das hierzulande neue Bauelement schon heute anzuschaffen.

Literatur

B. Fleck: «Allseitig giessharzisolierte, offene Mittelspannungs-Schaltanlagen», ETZ, Ausg. B Nr. 5, 1966.

Herausgeber SEV: Enzyklopädie der elektrischen Isolierstoffe, 1. Aufl. 1960. — Publikationen AG Brown, Boveri & Co., Nr. 2777 und 2968.

Prof. Dr. Ing. e. h. A. Imhof: Problemstellungen der Hochspannungstechnik an die Kunststoffchemie. — Schweiz. Techn. Zeitschrift Nr. 6/1969.

Dr. G. Grimm: Kunststoffe — einige Gedanken zur Standortbestimmung, Schweiz. Techn. Zeitschrift Nr. 11/1969.

Dr. W. Dieterle: Aspekte der neuzeitlichen Kunststoffanwendung. — Schweiz. Techn. Zeitschrift Nr. 12/1969.

Adresse des Autors:
E. Homberger, Oberingenieur des eidg. Starkstrominspektorates, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich.

Verbandsmitteilungen

Anmeldung zur Meisterprüfung

Die nächsten Meisterprüfungen für Elektroinstallateure finden im Februar und April 1970 statt. Es wollen sich nur Kandidaten melden, die auch wirklich an diesen Prüfungen teilnehmen. Anmeldungen für spätere Prüfungen werden nicht entgegengenommen.

Anmeldeformulare sowie Reglemente können beim Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, Splügenstrasse 6, Postfach 8027 Zürich (Tel. 051 / 27 44 14, *ab Ende Oktober 1969:* 36 72 66) bezogen werden.

Die Anmeldung hat bis zum 26. September 1969 an die obenerwähnte Adresse zu erfolgen, unter Beilage folgender Unterlagen:

1 Anmeldeformular, vollständig ausgefüllt
1 Lebenslauf, handgeschrieben
1 Leumundszeugnis neueren Datums
1 Lehrabschlusszeugnis
evtl. Diplom
und sämtliche Arbeitsausweise

Im übrigen gilt das Reglement über die Durchführung der Meisterprüfungen im Elektroinstallationsgewerbe vom 15. Dezember 1950. Mangelhafte oder verspätet eingehende Anmeldungen können nicht berücksichtigt werden. Anfragen betreffend die Einteilung bitten wir zu unterlassen; die Interessenten werden von uns ca. einen Monat nach Ablauf der Anmeldefrist persönlich benachrichtigt.

Meisterprüfungskommission VSEI/VSE

Nächste Kontrolleurprüfung

Die nächste Prüfung von Kontrolleuren findet im Monat Oktober 1969 in Luzern statt.

Interessenten wollen sich beim Eidg. Starkstrominspektorat, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, bis spätestens am 25. September 1969 anmelden.

Dieser Anmeldung sind gemäss Art. 4 des Reglementes über die Prüfung von Kontrolleuren für elektrische Hausinstallationen beizufügen:

das Leumundzeugnis
ein vom Bewerber verfasster Lebenslauf
das Lehrabschlusszeugnis
die Ausweise über die Tätigkeit im Hausinstallationsfach.

Reglemente sowie Anmeldeformulare können beim Eidg. Starkstrominspektorat in Zürich bezogen werden (Preis des Reglementes Fr. 2.—). Wir machen besonders darauf aufmerksam, dass Kandidaten, die sich dieser Prüfung unterziehen wollen, gut vorbereitet sein müssen.

Eidg. Starkstrominspektorat
Kontrolleurprüfungskommission