

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 43 (1952)
Heft: 6

Artikel: Einiges über gekapselte Schaltanlagen
Autor: Schneider, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059143>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

phasige Drosselspulen für die Kupplung mit dem Nachbarblock benötigt eine Grundfläche von $4,5 \times 27$ m. Die Platzersparnis gegenüber der normalen Freiluft-Bauweise wird mit 75 % angegeben; die Mehrkosten gegenüber der Freiluftbauweise sollen ungefähr die Hälfte der Kosten des für eine entsprechende Innenraum-Schaltanlage notwendigen Gebäudes betragen.

In der Schweiz liegen die Verhältnisse anders. Qualifiziertes Personal ist verfügbar, die Luft ist verhältnismässig sauber, die Kosten für den Schaltanlagebau sind zwar hoch, aber der Beweis, dass

gekapselte Anlagen billiger gebaut werden können, muss noch erbracht werden. Nichtdestoweniger können auch bei uns spezielle Umstände die gekapselte Bauweise in den Kreis der Erwägungen bei der Projektierung einer Anlage treten lassen.

Literatur

- [1] Sutton, C. E.: Sealed, Gas-Filled Transformer Does Class "H" Job with "B" Insulation. Electr. Wld. Bd. 135(1951), Nr. 7, S. 112...113.
- [2] Strandberg, H. V. und L. E. Wheeler: Enclosed Outdoor Switchgear Uses 75 % Less Space. Electr. Wld. Bd. 136(1951), Nr. 13, S. 94...95.

Adresse des Autors:

A. Brunner, Ingenieur der Bernischen Kraftwerke A.-G., Viktoriaplatz 2, Bern.

Einiges über gekapselte Schaltanlagen

zur Diskussionsversammlung des SEV über gekapselte Schaltanlagen am 22. November 1951 in Biel,
von Ch. Schneider, Zürich

621.316.364

Bemerkung der Redaktion: Dieser Vortrag hätte in der vorliegenden Form gehalten werden sollen; aus Zeitgründen war an der Versammlung nur eine stark gekürzte Wiedergabe möglich.

Nachdem wir von den Herren Meier und Brunner so viel Vorteilhaftes und Gutes von den gekapselten Schaltanlagen gehört haben, scheint es etwas verwunderlich, dass wir nicht auch in der Schweiz vermehrt solche Hochspannungsanlagen antreffen, denn die Bedürfnisse der Energieverteilung in der Schweiz sind sicher nicht wesentlich verschieden von denen in England. (Von den Niederspannungsanlagen möchte ich hier nicht sprechen, denn das Prinzip ist allgemein anerkannt und gut befunden worden.) Der Grund liegt in einer wesentlich verschiedenen Entwicklung der Anlagen dieser beiden Länder.

Schon sehr früh, zu einer Zeit, da man weder die Kurzschlussleistung der Netze noch die Abschaltleistung der Schalter kannte, verlangten die Industriegebiete Englands Energiekonzentrationen, welchen die damaligen Schalter nicht mehr gewachsen waren. Die Engländer halfen sich nun so, dass sie im Mittelspannungsnetz den Sternpunkt der Haupttransformatoren über Widerstände an Erde legten, einadrige Kabel verlegten und in den Anlagen durch Verschaltungen jedes einzelnen Polleiters bei Störungen den Erdschluss erzwangen und so den zwei- und dreipoligen Kurzschluss mit Sicherheit vermieden. Dadurch wurden die Abschaltbedingungen derart erleichtert, dass die alten Schalter wieder genügten. Damit waren die gekapselten Schaltanlagen geboren; die übrigen Vorteile, wie Schutz vor russiger, nebliger, salzhaltiger Luft, schlagwetterssichere Ausführungen usw., für die ja England ein spezielles Bedürfnis hatte, sorgten für rasche Verbreitung; die Leute gewöhnten sich daran, aus der Gewohnheit entstand ein Bedürfnis und dieses wieder beeinflusste sehr stark die Vorschriften.

Ganz anders ist es in der Schweiz: Der Energiebedarf wuchs viel langsamer, so dass die Entwicklung der Schalter Schritt halten konnte und es nie nötig war, durch Kunstgriffe irgendwelcher Art die Verhältnisse zu verbessern. Die übrigen Vorteile, wie Schutz vor Verrussung, Nebel, Verkrustung der Isolatoren mit Salz usw. fallen in der Schweiz mit der fast sprichwörtlich gewordenen und leider oft

teuer bezahlten guten Kurluft nicht in Betracht. Also entwickelte man bei uns die offene Bauweise weiter.

Wenn heute vermehrt auch in der Schweiz ein Bedürfnis nach neuen Lösungen besteht, das man mit gekapselten Anlagen befriedigen zu können glaubt, so sind die Gründe dafür doch ganz andere, als diejenigen, welche in England vorlagen. Ist es da angebracht, dem Betriebspersonal zum Teil fremdes Material vorzusetzen? Ist es nicht doch möglich, durch Weiterentwicklung der bisher vorwiegend angewandten offenen Bauweise unsere Wünsche ebensogut zu erfüllen?

Was sind nun diese Wünsche? Vor allem wollen wir betriebssichere Anlagen, die möglichst unempfindlich gegen hohe Kurzschlußströme, Überspannungen und Lichtbogenwirkungen sind. Wenn schon eine Störung auftritt, soll sie möglichst lokalisiert bleiben und nicht die ganze Anlage in Mitleidenschaft ziehen. Die Beschaffung des Materials, der Transport und die Montage sollen möglichst erleichtert werden, ohne aber dabei zu einem Monopol einzelner Firmen zu führen. Die Anlage soll während des Betriebes, also unter Spannung, möglichst weitgehend kontrolliert und besichtigt werden können, damit allfällige, sich allmählich zeigende Mängel schon zum voraus bemerkt und behoben werden können, bevor sie zu einer grösseren Störung führen. Das Betriebspersonal soll Schaltungen, Revisionen und Reparaturen ohne Gefährdung ausführen können. Für Revisionen und Reparaturen soll nicht mehr als unbedingt nötig ausgeschaltet werden müssen, damit der Betrieb möglichst wenig gestört wird. Daneben sollte die Anlage so übersichtlich als möglich sein, so dass der jeweilige Schaltzustand mit Leichtigkeit festgestellt werden kann und Schaltfehler möglichst vermieden werden. Das Ganze sollte schliesslich ein gefälliges Aussehen haben und sich der Umgebung gut anpassen können, und dies alles bei einem Minimum an Kosten.

Wie steht es nun mit den gekapselten Anlagen? Welche kommen unseren Wünschen am nächsten?

Der *Metalclad Type*, bei welchem jeder Pol für sich gekapselt und mit Öl oder Compound isoliert ist, ist ganz ungeeignet. Ganz abgesehen davon, dass kaum ein Betriebsleiter ohne zwingende

Gründe mehr Öl in seine Anlagen stecken will, als unbedingt nötig ist, dürfen wir diesen Typ nicht anwenden, weil jeder Erdschluss fast unweigerlich zum Brand führt. Da ja in allen schweizerischen Mittelspannungsnetzen der Sternpunkt isoliert ist, kann der Erdschluss nicht automatisch abgeschaltet, sondern nur signalisiert werden. Bis zur Lokalisierung vergeht normalerweise ungefähr eine halbe Stunde. In dieser Zeit hat auch ein kleiner Erdschlussstrom längstens ein Loch in die Verschalung gebrannt, das Öl fliesst aus und entzündet sich.

Der *Cellular Type* wurde auch bei uns in den grösseren Anlagen, welche um 1905...1912 erstellt wurden, oft angewendet. Im Gegensatz zu den englischen Anlagen war ursprünglich die Vorderfront ganz offen und wurde erst später, dem Bedürfnis nach mehr Sicherheit Rechnung tragend, durch Gitter-, Eternit- oder Blechverschalungen abgeschlossen. Diese Anlagen haben sich nicht besonders bewährt. Die Zellenwände verhinderten den Lichtbogen nicht am Wandern, d. h. die Störung konnte durch sie nicht lokalisiert werden. In allen übrigen Eigenschaften, wie Personenschutz, Verriegelungsmöglichkeiten, Wartung, Revision, Verschmutzung usw. verhalten sie sich nicht wesentlich anders als offene Anlagen. In Konstruktion, Platzbedarf und Preis sind sie sogar ungünstiger und zwar um so mehr, je kleiner die Betriebsspannung, d. h. die Schlagweite der Isolation zur Dicke der Zellenwand ist. Werden erst noch zwischen die einzelnen Pole Zwischenwände eingebaut, so werden die Verhältnisse noch ungünstiger. Gleichzeitig werden die Anlagen unübersichtlicher, so dass bei Revisionsarbeiten dadurch Unfälle entstehen können.

Nun verbleiben noch der *Cubicle Type* und der *Truck Type*. Ich fasse hier diese zwei verschiedenen Systeme zusammen, weil sie im normalen Betrieb ähnlichen Anforderungen gerecht werden.

Über den Aufbau, die Vor- und Nachteile wurden Sie durch den Vortrag von Herrn Meier sehr gut orientiert. Einige Eigenschaften, die besonders auf dem Wunschzettel der grösseren Überlandwerke stehen, werden aber leider von ihnen nicht erfüllt:

1. Die Anlage kann nie im Betrieb kontrolliert werden. Dies bedeutet, dass z. B. nach einem Gewitter Überschlüge, welche durch Schnellwiedereinschaltung weggeschaltet wurden, nicht mehr lokalisiert werden können; oder, dass Totalrevisionen bei spannungsfreier Anlage häufiger gemacht werden müssen, wenn man nicht das Risiko von grösseren Störungen, hervorgerufen durch lahme Trennerkontakte, auslaufende Kabelendverschlüsse usw. in Kauf nehmen will.

2. Bei gewissen Ausführungen, insbesondere bei etwas komplizierteren Schemata, ist es nicht möglich, einzelne Teile — mit Ausnahme der Schalter — zu revidieren, während andere Teile weiter in Betrieb bleiben.

3. Wenn ein grösseres Werk vermehrt gekapselte Anlagen verwenden will und eine Standardisierung anstrebt, so führt dies fast unweigerlich zu einer Monopolstellung des betreffenden Lieferanten für dieses Werk.

4. Die Anlagen werden bei höheren Spannungen — 20 kV und mehr — sowie bei etwas komplizierteren Schemata wesentlich teurer als offene Anlagen.

5. Die gekapselten Anlagen sind nur für Kabelanschluss geeignet. Will man sie aus einem Freileitungsnetz speisen, so muss man ein kurzes Kabelstück dazwischen schalten. Diese Netzgebilde sind nicht sehr beliebt, sind sie doch oft im Zusammenhang mit Wanderwellen die Ursache von unangenehmen Schwingungserscheinungen und erschweren damit den Überspannungsschutz.

6. Genügen einzelne Anlageteile, z. B. der Schalter, den Anforderungen nicht mehr, so können sie nicht gegen andere ausgetauscht werden, ohne dass die ganze gekapselte Anlage ausgetauscht wird.

7. Umbauten für andere Betriebsbedingungen sind viel schwerer durchzuführen als bei offener Bauweise.

Wir sehen, die gekapselten Anlagen haben auch Nachteile, und zwar Nachteile, welche die offenen Anlagen nicht aufweisen. Dagegen sollte es aber ohne allzu grosse Mühe möglich sein, viele Nachteile der offenen Anlagen auszumerzen.

Der Personenschutz kann durch geeignetere Verschalung wesentlich verbessert werden, wobei neben Eternit, Blech und Gitter heute auch Sicherheitsglas sehr gute Dienste leistet. Die temporären Verschaltungen zur Vornahme von Revisionen und Reparaturen sollen bei der Konstruktion schon berücksichtigt und vorgesehen werden. Alle spannungsführenden Teile sollen geerdet werden können, bevor man die Zelle betritt. Vor allem ist beim Betriebspersonal strenge Disziplin zu verlangen, und es darf nie gestattet werden, dass Schutzeinrichtungen nicht angewendet werden, nur um etwas Arbeit zu sparen. Verriegelungen sind bei offenen Anlagen ebenso einfach anzubringen, wie bei gekapselten. Wenn sie bei uns bis heute fast nie angewendet wurden, so hat dies seinen Grund darin, dass man über ihren Wert geteilter Meinung ist.

Der einfache Einbau gekapselter Anlagen wird oft wieder wettgemacht durch das schwierigere Transportproblem, muss doch immer die ganze Zelle in einem Stück transportiert werden.

Der Vorteil des geringeren Platzbedarfes von gekapselten gegenüber offenen Anlagen gilt nur für einfachste Schemata. Sobald die Anlage etwas komplizierter wird und mehrere koordinierte Trenner eingebaut werden müssen, ist der Gewinn nur unbedeutend.

Der Wunsch, durch Kapselung einzelner Anlageteile die grossen Zerstörungen einzuschränken, die übrigens relativ selten und vorwiegend in Netzen mit starker Vermaschung und dementsprechend langen Relais-Laufzeiten vorkommen, hat auch seine Schattenseiten. Bereits ein loser Kontakt, der ganz wenig funkt, kann den gekapselten Raum in kurzer Zeit mit ionisierten Gasen füllen und zu Überschlügen mit grossen Schäden führen. In einer offenen Anlage hätten sich die ionisierten Gase verflüchtigt, ohne Schaden anzurichten.

Ohne weiter auf Einzelheiten einzugehen, möchte ich betonen, dass mit Ausnahme des Schutzes vor Staub, Russ und korrosiven Dämpfen, der bei uns keine so grosse Rolle spielt, fast alle übrigen Vorteile der gekapselten Anlagen auch mit den offenen Anlagen erreicht werden können.

Ich hoffe, Ihnen mit diesen paar Worten gezeigt zu haben, dass es sicher nicht richtig ist, kritiklos unsere offenen Anlagen restlos durch gekapselte zu ersetzen. Das Richtige wird sein, beide Systeme nebeneinander zu verwenden und jedes dort einzusetzen, wo es seine Vorteile am besten zur Geltung bringen kann.

Adresse des Autors:

Ch. Schneider, Ingenieur, Chef der Bauabteilung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Schöntalstrasse 8, Zürich 4.