Erfahrungen mit gekapselten Anlagen

Autor(en): **Moser, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **61 (1970)**

Heft 4

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-915915

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Erfahrungen mit gekapselten Anlagen

Von *E. Moser,* Karlsruhe

Allgemeines zur Bauweise

Bereits in den Jahren nach 1950 hat man bei der Badischen Landeselektrizitätsversorgung, dem Badenwerk (BW), mit dem Einbau gekapselter 20 kV-Innenraumanlagen begonnen. Die sogenannte Kapselung, auch Abkapselung, bezog sich ursprünglich nur auf den Schutz des Bedienenden. Man hat also zwischen den spannungsführenden Anlageteilen und den Bedienenden eine Blechwand errichtet, die bei auftretenden Lichtbögen den Schutz des Bedienungspersonals übernimmt. In weiterer Entwicklung wurden einzelne Betriebsmittel, wie Endverschlüsse, Sammelschienen und Leistungsschalter, so gegenseitig abgekapselt, dass auftretende Störungen eingegrenzt blieben. Diese schon perfekte gekapselte Anlage führte zu einer kleineren Bauweise. Dies umsomehr, da nach und nach feste Isoliermittel, zunächst Hartpapier, später Epoxydharze, anstelle von Luft eingesetzt wurden. Gleichzeitig mit der Einführung der neuen Schaltanlagentechnik, nämlich der gekapselten Anlagen, wurden die Baumethoden studiert, und es werden heute Stationen, die in echter Fertigbauweise vom Hersteller betriebsbereit ausgebaut sind, erstellt. Gekapselte Anlagen lassen sich also im Herstellerwerk anschlussfertig zusammenbauen und ausbauen. Die Normung bestimmter Anlagebauformen und ihre einheitliche dem jeweiligen Verwendungszweck angepasste Gerätebestückung bieten die Möglichkeit, Anlagen als betriebsfertige Einheiten herzustellen. Bei kleineren Anlagen wird die gesamte Anlage als betriebsfertig ausgebaute Einheit ausgeliefert, während grössere Anlagen, eben wegen ihrem Umfang, aus einzelnen Baueinheiten zusammengefügt werden. In beiden Fällen können die Standorte dieser Anlagen nachträglich verändert oder die Anlage selbst erweitert werden.

Gegenüberstellung der Isolationsreihen N und S

Tabelle I

Isolationsreihe	N	S
Anwendung	Freileitungsnetz	Kabelnetz und Freileitungsnetz mit Überspannungsschutz
Konstruktion einer Anlage nach Mindestabständen in Luft		
Abstand Phase–Phase	215 mm	160 mm
Abstand Phase–Erde	215 mm	160 mm
Schutzabstände:		
Isol. Vollwand	215 mm	160 mm
Voll-Blechwand	245 mm	190 mm
Schutzgitter	315 mm	260 mm
Holmen	500 mm	500 mm
Konstruktion einer Anlage mit verringerten Mindestabständen unter Nachweis des Isoliervermögens durch Typenprüfung		
Prüfspannungswerte:		
Nenn-Stehwechselspannung der Trennstrecken	75 kV_{eff}	75 kV_{eff}
Nenn-Stehwechselspannung der gesamten Anlage	55 kV_{eff}	55 kV_{eff}
Nenn-Stehstoßspannung Unterer Stoßpegel	125 kV_{eff}	95 kV_{eff}
Nenn-Stehstoßspannung Oberer Stoßpegel	145 kV_{eff}	110 kV_{eff}

Isolationsfragen

Gekapselte Anlagen verlangen ein Umdenken von den gewohnten Abständen, die in Zentimeter gemessen werden, in elektrische Abstände. Diese Abstände werden durch Spannungsprüfungen festgelegt. Nach eingehenden Beratungen wurden im Jahre 1960 in einer VDE-Bestimmung die Isolationsfragen behandelt und wie folgt festgelegt:

Man hat neben der Isolationsreihe N, die für das Freileitungsnetz massgebend ist, die Reihe S geschaffen, die für Anlagen im Kabelnetz und in Freileitungsnetzen mit Überspannungsschutz verringerte Abstände zulässt (Tabelle I). Diese dort angegebenen Abstände von Phase zu Phase oder Phase zu Erde mit 160 mm können noch verringert werden, wenn die vorgeschriebenen Prüfspannungswerte eingehalten werden. Für beide Reihen N und S ist die Steh-Wechsel-Spannung der Trennstrecken und die der gesamten Anlage gleich hoch. Unterschiede bestehen dann in den Nennstoßspannungen. Der untere Stosspegel beträgt bei Reihe S 95 kV, bei Reihe N 125 kV. Vorzugsweise werden Prüfspannungswerte der Reihe S bei der Konstruktion gekapselter Anlagen zugrunde gelegt.

Konstruktionen gekapselter Anlagen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, gekapselte Anlagen zu konstruieren und zusammenzubauen:

Fig. 1
Ausbau der Verteilstation UFK
(Umspannstation in Fertig- und Kleinbauweise)

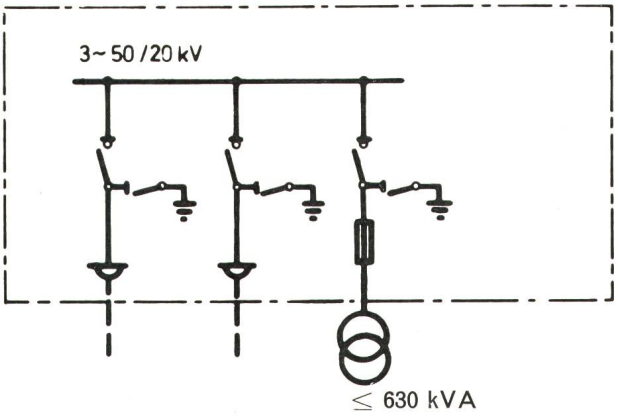

Fig. 1a
für einen Transformator

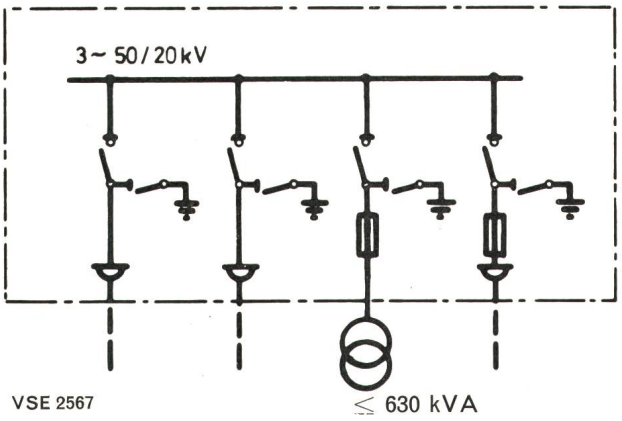

Fig. 1b
mit einem weiteren Lasttrennschalter zum Anschluss einer zweiten Station

1. Die einfachste Methode ist wohl die, den Abstand von spannungsführenden Anlageteilen untereinander und zur Erde soweit zu vermindern, dass die gesamte Anlage gerade noch die geforderten Prüfspannungswerte hält. Man kann auch Sondergeräte mit geringen Abständen herstellen, indem man zusätzlich zwischen die spannungsführenden Teile Isolierstoffplatten einfügt, oder in anderen Fällen versieht man die spannungsführenden Teile mit Steuerelektroden, die so ausgeführt sind, dass die Abstände von Phase zu Phase sich auf ein Mindestmass verringern können.
2. Eine weitere Möglichkeit, gekapselte Anlagen auszuführen, bietet die Vollisolation der spannungsführenden Teile mit Epoxydharzen. In diesem Falle sind sämtliche spannungsführenden Anlageteile eingegossen bzw. so zusammengefügt, dass die Anlage und ihre Teile ein Ganzes bilden. Die Lösung führt zu Anlagen mit kleinsten Abmessungen.
3. Eine weitere Lösung ist eine Kombination Feststoffisolation und Luftisolation. Die blanken Teile der Anlage sind z. B. mit Giessharzteilen umschlossen, welche die Entstehung von Lichtbögen erschweren. Zusätzlich dient Luft als Isolation. Diese Lösung hat den Vorteil, dass das die blanken Teile umhüllende Giessharz elektrisch nicht so stark beansprucht wird, wie dies bei Giessharzvollisolation der Fall ist. Diese sich aus dieser Technik ergebenden Anlagekonstruktionen werden vorzugsweise bei Schaltstationen eingesetzt, während die zuerst gezeigte Methode zur Verringerung der Abstände durch Einfügen von Isolierstoffplatten oder durch Einbau von Sondergeräten mit Steuerelektroden vorzugsweise in Verteilstationen zum Einbau kommt.

Schalttechnik für Verteilstationen

Bei den Verteilstationen wurde zunächst der Umfang des Innenausbaus festgelegt. In einer Verteilstation wird max. nur ein Trafo bis 630 kVA aufgestellt. Die Kabel sind über Lasttrennschalter schaltbar angeschlossen. An den Lasttrennschaltern sind Erdungstrennschalter angebaut. Vor dem Trafo ist ebenfalls ein Lasttrennschalter und nachfolgend die Sicherungen angeordnet. Niederspannungsseitig können max. 7 Stromkreise zum Einbau kommen. Wird aus Belastungsgründen das Aufstellen eines 2. Trafos notwendig, wie das z. B. in Gebieten mit Nachtstromspeicherheizung der Fall sein kann, so stellen wir neben die erste Station einfach eine zweite Station, die daneben oder aber im Abstand bis zu 100 m direkt im Versorgungsschwerpunkt liegen kann. Die Schalteinrichtungen für den Leitungsdurchgang und für die beiden Transformatoren liegen in der ersten Station (Fig. 1). Mit diesen Stationen und den gezeigten Schaltschemas lässt sich ein besonders billiges Verteilnetz aufbauen.

Die in den Stationen erforderlichen Schalteinrichtungen, also die Lasttrennschalter mit Sammelschienen, sind in gekapselten Schaltschränken eingebaut. Diese Schränke werden von verschiedenen Firmen geliefert. Allen gemeinsam sind die Abmessungen mit max. 1,30 m Breite, 0,90 m Tiefe und 2,10 m Höhe. Die Schaltschränke haben Blechtüren, bedient werden die Schaltschränke bei geschlossenen Türen mittels Steckhebelantrieben. Die Kontrolle und Beaufsichtigung der Schaltgeräte kann durch Sichtscheiben von aussen vorgenom-

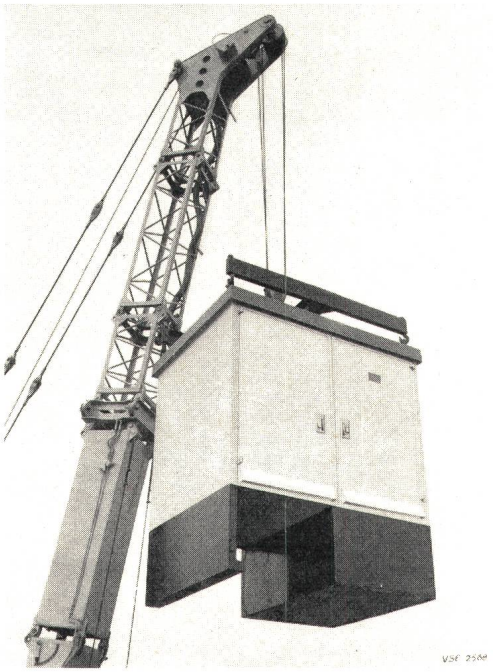

Fig. 2
Die Verteilstation UFK bei der Montage durch den Kranwagen
Der untere mit Bitumen behandelte Teil wird im Erdreich eingegraben

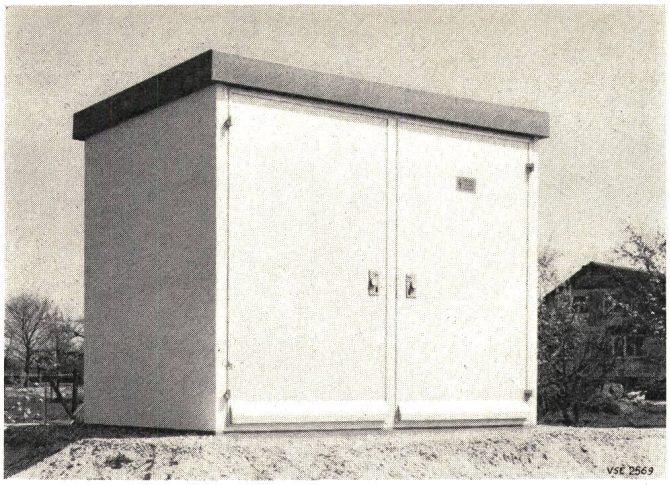

Fig. 3
Gesamtansicht der Verteilstation UFK
Das Gehäuse aus Beton, das Dach und die Türen sind wartungsfrei

men werden. Alle zum Einbau kommenden Schaltschränke haben eine Kurzschlussfestigkeit von 500 MVA. Die Verbindung zwischen Schaltschrank und Trafo erfolgt in jedem Fall mit blankem Leitermaterial, das Auswechseln der HH-Sicherungen kann bequem vorgenommen werden. In diesen Schaltschränken sind Geräte eingebaut, deren Phasenabstände durch eingeschobene Isolierstoffplatten oder durch angebaute Steuerelektroden verringert sind.

Mit der Entwicklung der Schaltschränke für Verteilstationen wurden die Baumethoden studiert. Die Untersuchungen führten zu einer Fertigstation aus Beton, die bereits zusammen mit der elektrischen Einrichtung im Betonwerk fertig zusammengebaut, betriebsbereit montiert ausgeliefert und erstellt wird. Das Gehäuse dieser Verteilstation ist aus Beton, die Türen aus Aluminium, das Dach aus verschiedenen Gründen aus glasfaserverstärktem Polyester. Die Station ist also wartungsfrei. Der Bauplatz für diese Station wird nicht käuflich erworben. Wir sichern diesen Platz durch einen Eintrag in das Grundbuch und ersparen uns so die Platzunterhaltung, auch Anliegerkosten, die Pflege des Geländes um die Station und oft auch die Kosten für eine Einzäunung. Die Station wird mittels eines Kranwagens in eine vorbereitete Baugrube eingebracht, die in frostfreier Tiefe lediglich eingeebnet wurde (Fig. 2). Betonierarbeiten sind an Ort und Stelle nicht erforderlich. Die Abmessungen dieser Stationen betragen 2,88 × 2,16 m und in der Höhe über Erdboden 2,55 m (Fig. 3).

Die gekapselten Schaltschränke, die in diesen Verteilstationen zum Einbau kommen, können selbstverständlich auch in Garagenstationen, Kellerstationen und in Unterflurstationen eingebaut werden. Die Stationsabmessungen können bei Verwendung dieser gekapselten Schaltschränke klein gehalten werden.

Schalttechnik für Schaltstationen

Weitere Anwendungsbeispiele ergeben sich für gekapselte Anlagen in Verbindung mit Schaltstationen. Schaltstationen werden in Netzpunkten erstellt, in denen mehrere 20 kV-Leitungen zusammengeführt sind und die einzelnen 20 kV-Leitungen Leistungsschalter mit Netzschutz-Relais besitzen. Bei Schaltstationen einfachster Bauweise haben wir uns für Anlagen mit einer isolierten Sammelschiene entschlossen. Ein Ausfall dieser Schiene wird nicht erwartet. Die Anlage selbst ist trennerlos ausgeführt. Jeder Leitungsabzweig ist mit einem Erdungstrennschalter versehen (Fig. 4).

Bei grösseren Anlagen, hierbei ist an 110/20 kV-Einspeisepunkte gedacht, werden die Schaltwagenanlagen mit 2 Sammelschienen errichtet. Auch in diesem Falle sind die Sammelschienen isoliert, um das Entstehen von Lichtbögen zu verhindern oder zumindest zu erschweren. Die Anlage wird deshalb mit 2 Sammelschienen gebaut, damit je nach Betriebserfordernis mit 2 Spannungen in das Netz eingespeist werden kann. Die gekapselten Anlagen werden, wie gesagt, mit ausfahrbaren Leistungsschaltern ausgeführt. Dies kann man auf verschiedene Art und Weise erreichen. Die eine Firma stellt Schaltfelder her, die in sich abgeschottet und mit Blechverkleidungen ausgeführt sind. In diese Blechverkleidung können Netzschutzeinrichtungen eingebaut werden. Der andere Hersteller baut besonders schmale und enge Schaltfelder, bei denen die Schaltgeräte in Giessharz eingebettet sind. Wieder eine andere Firma umhüllt sämtliche blanke Teile mit Giessharz und benützt die Luft als zusätzliche Isolation. Diese Umhüllung der blanken Teile soll die Entstehung von Lichtbögen verhindern.

Der Raumbedarf der gekapselten Anlagen ist sehr gering. Was den Einsatz von gekapselten Anlagen als Schaltwagenanlagen beim BW anbetrifft, so ist zu sagen, dass wir diese Bauweise besonders bei Umbauten bestehender Anlagen bevorzugen. Sie kommen aber auch dann zum Einbau, wenn es tatsächlich nur mit dieser raumsparenden Bauweise möglich ist, in Stadtgebieten eine Schaltanlage zu errichten. Ein Vergleich der Raumgrössen zwischen der klassischen, zweigeschossigen Bauweise mit Trennschaltern und der trennerlosen, eingeschossigen Ausführung braucht nicht besonders herausgestellt werden. Die Platzersparnis ist überzeugend.

Herrührend aus der Breite der bereits gezeigten Kabelstation in Fertigbauweise für die Verteilstationen wurde eine ganze Baureihe von Fertigbauteilen geschaffen. Diese Fertigbauteile haben eine konstante Breite und eine konstante Höhe und können beliebig nach Weglassen von Zwischenwänden aneinandergefügt werden.

Diese Möglichkeiten machen wir uns in Verbindung mit den gekapselten Schaltfeldern zunutze und errichten in Belastungsschwerpunkten zunächst eine Anlage mit einer isolierten Sammelschiene. Die Anlage besteht aus 3 Fertiggebäuden mit konstanten Breiten- und Höhenabmessungen.

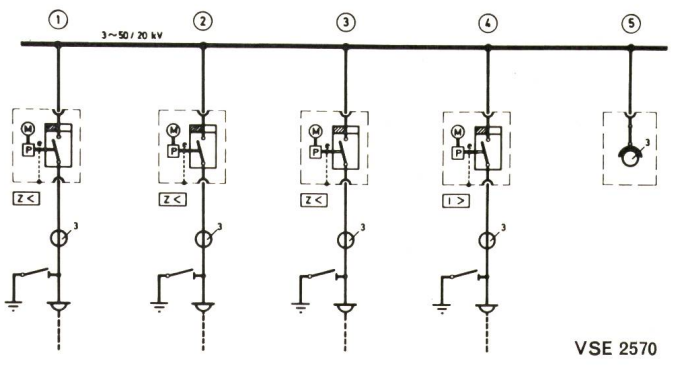

Fig. 4
Schaltbild einer Schaltstation nach BW-Norm
Die Leistungsschalter sind ausfahrbar

Diese 3 Teile werden zusammengefügt bzw. zusammengeschraubt (Fig. 5). Ist wie vorgesehen, in diesem Belastungsschwerpunkt in etwa 5...8 Jahren eine zusätzliche Einspeisung mit einer 110 kV-Leitung und somit auch eine Erweiterung der 20 kV-Anlage notwendig, so lässt sich diese Station mit einer Sammelschiene einfachster Ausführung ohne weiteres zur Schaltanlage mit 2 Sammelschienen erweitern. Man stellt an die eine Seite der ersten Anlage eine zweite Anlage in spiegelbildlicher Ausführung (Fig. 6). Sämtliche Betonteile sind Fertigteile, Fundament und Oberteil der Station sind wie bei der Verteilstation aus einem Guss. In die eine Betonwand können zu einem späteren Zeitpunkt bereits vorgesehene Öffnungen zur zweiten Anlage hin durchgebrochen werden. Es entsteht so nach Herstellen einer Verbindung unterhalb der Leistungsschalter eine Anlage mit 2 Sammelschienen. Bei den Fertigbetonteilen handelt es sich wiederum um eine geschlossene Baueinheit, die kein besonderes Fundament benötigt. Diese Station erfordert nicht nur ein Minimum an Baukosten, sondern sie lässt sich von Fall zu Fall erweitern und den Erfordernissen anpassen.

Bau- und Betriebserfahrungen

Bei der Bauweise ist es bei Verteilstationen und auch den zuletzt gezeigten Schaltstationen möglich, in Verbindung mit der Fertigbauweise dieselben schnellstens zu erstellen. Der Planung kann sofort die Ausführung folgen. Die kleineren zuerst gezeigten Verteilstationen aus Beton stehen fertig ausgebaut beim Lieferanten auf Lager. Die Montagezeit beschränkt sich bei diesen Stationen praktisch nur noch auf die Transportzeit. Sie können sofort abgerufen und errichtet werden.

Generell gilt für alle Stationen, die in Fertigbauweise errichtet werden, dass an Ort und Stelle keine Handwerker, wie z. B. Maurer, Schlosser, Maler, nötig sind. Baumängel infolge mangelnder Bauaufsicht oder schlechter Bauausführung treten nicht auf, da alle Arbeiten im Herstellerwerk besser kontrolliert werden können. Es werden Arbeitskräfte frei für die Planung und die Bauausführung. In der Planung sind dies Architekten, in der Bauausführung Bauaufsichten und Handwerker. Die beim BW beschäftigten Architekten konnten sich anderen Aufgaben, wie z. B. dem Bau von Wohn- und Betriebsgebäuden, zuwenden, während das Problem der freigewordenen Handwerker und Monteure

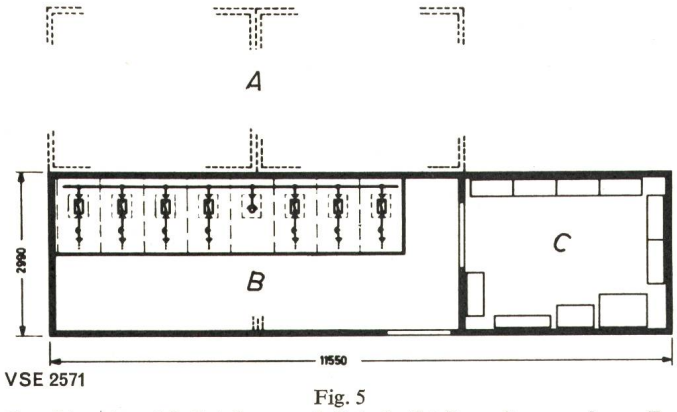

Fig. 5
Grundriss einer Schaltstation aus 3 Betonfertigteilen mit vorgesehener Erweiterung zur Doppelsammelschienenanlage
A = Vorgesehene Erweiterung, B = Schaltraum, C = Relais- und Batterieraum

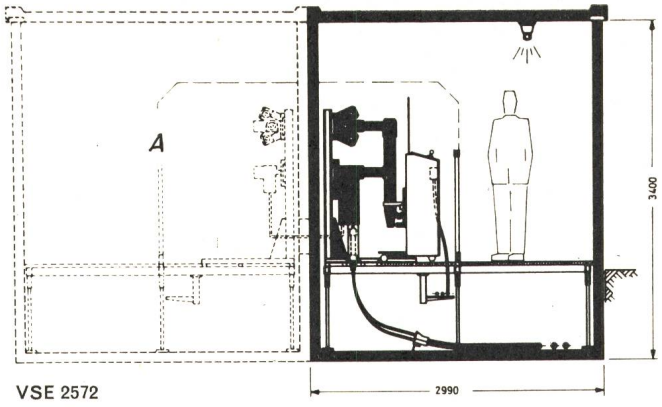

Fig. 6
Schnitt durch eine Schaltstation, die zur Erweiterung zur Doppelsammelschienenanlage vorgesehen ist
A = Spätere Erweiterung zur Doppelsammelschienenanlage

noch nicht generell gelöst werden konnte. Soweit es sich um qualifizierte Fachkräfte handelte, konnten sie innerhalb des Betriebs mit anderen Aufgaben beschäftigt werden. Die für uns engagierten Montagekolonnen von Fremdfirmen konnten abgebaut werden.

Der Verkleinerung der Schaltanlagen, insbesondere der Verteilstationen, sind bei dem Stand der heutigen Technik Grenzen gesetzt. Der Raum sollte eine bestimmte Mindestgrösse nicht unterschreiten, er sollte so gross sein, dass man die Endverschlüsse der 20 kV-Kabel noch gut montieren und übersichtlich warten kann. Die Raumhöhe muss so bemessen sein, dass der Raum noch aufrecht betreten werden kann. Verteilstationen mit Sondertrafos in besonders kleiner Ausführung werden beim BW vorläufig nicht eingebaut, da der Lieferantenkreis bis heute noch zu klein ist. Die kleinen Abmessungen der Verteilstationen erleichtern die Erstellung in Stadtgebieten, wo die Beschaffung geeigneter Grundstücke Schwierigkeiten bereitet.

Zum Betrieb solcher Anlagen ist zu sagen, dass sich dieselben seit Jahren auch im Winter und bei Föhneinbrüchen bewährt haben. Kondenswasser wurde nicht festgestellt. Das Personal bedarf einer Schulung, jedoch ist die Umstellung auf die neue Bauweise nicht sehr schwierig, die Bedienung dieser Anlagen bringt keine grösseren Probleme. In jedem Fall sitzen die zu bedienenden Anlageteile hinter kurzschlussfesten Blechwänden. Die Bedienung erfolgt mittels aufsteckbare Antriebe oder wenn es sich um Leistungsschalter handelt elektrisch mit Ein- und Aus-Druckknopf. Ausgenommen hiervon sind die nur giessharzumhüllten Schaltfelder. Diese haben keine Blechverkleidung, werden aber nicht vor Ort bedient. Diese Schaltfelder werden in der Regel fernbedient.

Es wird angestrebt, die Einrichtungen zum Einerden der Leitungsabgänge zu vereinheitlichen. Zur Zeit ist es so, dass nahezu jeder Anlagentyp zum Einerden einer Leitung besondere Erdungsvorrichtungen benötigt, die zudem noch auf verschiedenartige Weise zu montieren sind. Bei der Vielzahl von Anlagentypen kann dies zu Fehlhandlungen des Personals führen. Beim Badenwerk bauen wir deshalb möglichst nur Anlagen ein, bei denen in den Leitungsabgängen Erdungstrennschalter fest eingebaut sind.

Die Prüfung auf Spannungsfreiheit kann mit Spannungsprüfern mit grossem Anzeigebereich, z. B. von 5...20 kV,

nicht mehr vorgenommen werden. Wegen den bei gekapselten Anlagen geringen Abständen steht die abgeschaltete Zelle, die auf Spannungsfreiheit geprüft werden soll, im Einfluss des elektrischen Feldes der Nachbarzelle. Der Spannungsprüfer wird deshalb an der abgeschalteten Leitung keine eindeutige Spannungsfreiheit anzeigen und somit aufleuchten. Diese anfänglichen Schwierigkeiten sind behoben, da die Industrie inzwischen Spannungsprüfer herstellt, die einen auf die Betriebsspannung eingegrenzten Anzeigebereich haben.

Im Betrieb treten leider an reinen giessharzisolierten Anlagenteilen Störungen auf, deren Ursache noch nicht geklärt werden konnte. Man nimmt aber an, dass besonders in Überlandnetzen, wie sie das BW betreibt, diese giessharzisolierten Teile durch Stossüberspannungen besonders stark beansprucht werden. Vermutlich entstehen innerhalb des Giessharzes Entladekanäle, die dann schliesslich zum Durchschlagen eines Anlagenteiles führen. Es wird in der Literatur empfohlen, die in eine Station führenden Kabel am Anfang und am Ende durch Ventilableiter zu schützen. Beim BW tun wir dies zur Zeit nur am Übergang von der Freileitung zum Kabel, also am Kabelanfang.

In abgeschotteten und mit Giessharz isolierten Anlagen ist es bei uns zu Glimmentladungen gekommen, da die Anlagen nicht ausreichend belüftet waren und sich in den Schaltfeldern Luftstauungen bildeten.

Der Einbau gekapselter Anlagen ist im Netz des BW nicht mehr wegzudenken. Verteilstationen, soweit sie im Kabelnetz errichtet werden, werden nur noch als gekapselte Anlagen erstellt. Sie sind betriebssicher, die kleinen Abstände der Reihe S führen nicht zu einer grösseren Störanfälligkeit.

Auf dem Gebiet der Verteilstationen hat die Entwicklung der gekapselten Anlagen einen gewissen Abschluss gefunden. Wie die Verteilstation heute angeboten wird, ist sie mit ihren Abmessungen klein genug. Die Entscheidung, ob raumsparende Mittelspannungsanlagen aufgestellt werden sollen, ist, soweit es sich um Verteilstationen aus Betonfertigteilen handelt, nicht schwierig, da diese Anlagen in einer grösseren Stückzahl und in immer gleicher Ausführung benötigt werden. Diese Stationen sind preislich so günstig, dass sie mit jeder Bauart in Konkurrenz treten können.

Bei Schaltstationen ist die Entscheidung, gekapselt oder offen zu bauen, schwieriger, da es sich hierbei um Einzelprojekte handelt, die von Fall zu Fall auf den Betrieb abgestimmt werden müssen. Preislich bringen aber auch bei Schaltstationen die gekapselten Anlagen Vorteile, wenn sie in Verbindung mit der Fertigbauweise errichtet werden.

Adresse des Autors:
E. Moser, Abteilungsleiter der Badenwerk AG, D-75-Karlsruhe 1, Postfach 1680.

Unabhängige Kraftwerke als Ergänzung abhängiger Werke

Ein Diskussionsbeitrag von *H. Stephenson*, Wien

1. Einleitung

Der zu gewärtigende Bedarf an elektrischer Energie und der Trend der Bedarfsentwicklung lassen sich aus dem in längeren Zeitabschnitten vermerkten Verbrauch in Zusammenarbeit mit Vertretern der Verbrauchergruppen vorausschätzen, der sowohl mengenmässig — arbeitsmässig und leistungsmässig nach Ausnützungsstunden unterteilt — als auch qualitätsmässig einer Analyse unterzogen werden muss.

Zweck dieser Arbeit ist, graphische Verfahren zu entwickeln, um eine solche Analyse durchführen zu können. Durch Einführung eines Wertfaktors (Wertigkeit) kann die elektrische Energie auch qualitativ berücksichtigt werden. Ferner werden die betrieblichen Eigenschaften der Kraftwerkstypen gegenübergestellt, um hieraus auf jene Kraftwerksart zu schliessen, die am wirtschaftlichsten den zu gewärtigenden Energiebedarf zu decken verspricht. Bei den in Frage kommenden Laufwasserkraftwerken erfordert ihre Eigentümlichkeit, sich nicht bedarfsgerecht, sondern nur vom jeweiligen Wasserdargebot «abhängig» einsetzen zu lassen, besondere Beachtung.

2. Analyse des Energieverbrauches

2.1 Graphische Verfahren

Grundlage jeder Verbrauchsanalyse sind die 365 Tagesdiagramme (Fig. 1). Aus diesen lassen sich die nach Leistungen geordneten *Tagesbelastungsdiagramme* (Fig. 2) ableiten [1]. Diesen kann die tageskonstante Energie (Fläche F_1) und die ihr zugrunde liegende Leistung, d.h. 380 MW entnommen werden. Durch Unterteilung des Tagesdiagramms in Leistungsbänder geeigneter Grösse, z.B. 20 MW, kann dem Diagramm entnommen werden:

a) die jedem Leistungsband zugeordnete Arbeit. Im 20 MW-Band 380...400 MW wird die durch die Fläche abcda dargestellte Arbeit gewonnen (flächengleich ab′c′da). Es wurde mit dc′ Stunden ausgenützt.

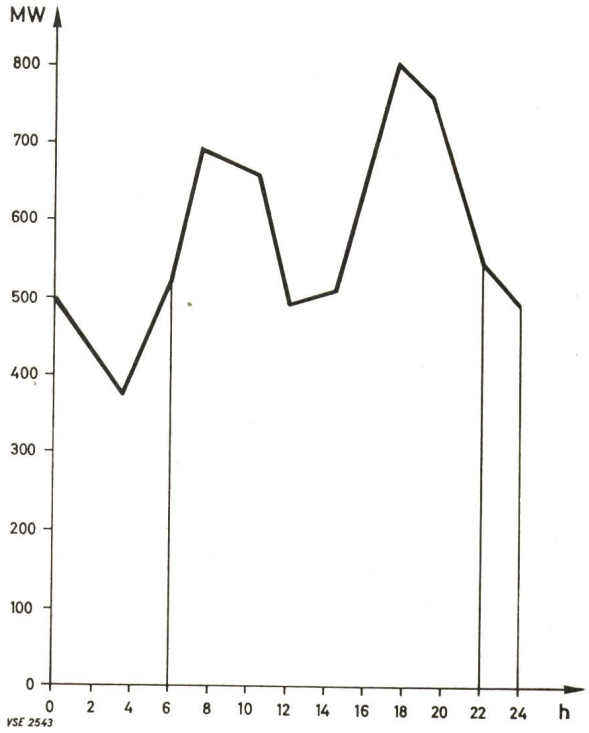

Fig. 1
Zeitlicher Ablauf einer Tagesbelastung