Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 82 (1991)

Heft: 7

Artikel: Moderne Vakuum-Kompaktschaltanlagen für den Mittelspannungsbereich

Autor: Müller, Franz K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902952

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: 09.12.2025

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

Moderne Vakuum-Kompaktschaltanlagen für den Mittelspannungsbereich

Franz K. Müller

Vakuum-Kompaktschaltanlagen als Last- oder Leistungsschalter eröffnen heute dem Anlagenbauer Möglichkeiten, wie sie bis anhin mit vertretbarem technischem und vor allem wirtschaftlichem Aufwand nicht sinnvoll zu verwirklichen waren. Insbesondere bietet die einpolige Isolierung mit ihrer Störlichtbogenfestigkeit höchste Betriebssicherheit. Die vollständige Metallkapselung an Erdpotential garantiert Vollschutz für den Bedienenden und erlaubt den Schaltereinsatz in kleinsten Räumen.

Les équipements de connexion sous vide compacts sous forme d'interrupteurs à coupure en charge ou de disjoncteurs permettent au constructeur de réaliser aujourd'hui des installations dont la dépense technique et surtout économique n'était pas acceptable à ce jour. Particulièrement l'isolement monopolaire, grâce à sa résistance à l'arc parasite, offre une sécurité d'exploitation maximale. Le blindage métallique intégral contre le potentiel terrestre garantit une protection intégrale à l'opérateur et permet l'utilisation des interrupteurs dans des locaux exigus.

Adresse des Autors
Franz K. Müller, Verkaufsleitung Bereich Energietechnik, Siegfried Peyer AG, 8832 Wollerau

Gekapselte Kompaktschaltanlagen werden in schweizerischen Mittelspannungs-Verteilnetzen seit etwa fünf Jahren in zunehmendem Umfange eingesetzt und haben heute bereits bedeutende Marktanteile erreicht. Die Entwicklung folgt damit einem Trend, der im Ausland bereits einige Jahre früher eingesetzt hatte und in der Schweiz vorerst mit einer gewissen Zurückhaltung zur Kenntnis genommen wurde. Die skeptische Einstellung in der Schweiz gegenüber Kompaktanlagen, die möglicherweise darin lag, dass die hier gegenüber dem Ausland konzentrierteren Netzkonfigurationen zu höheren Kurzschlussleistungen und damit zu höheren Anforderungen an die Anlagen führen, scheint bei der neuesten Generation von Kompaktanlagen nun definitiv überwunden zu sein.

Kompaktschaltanlagen: zwei verschiedene Konzepte

Unter Kompaktanlagen versteht man Mittelspannungs-Schaltanlagen, welche möglichst raumsparende Abmessungen haben und vollständig gekapselt und daher berührungssicher sind. Kompaktanlagen wurden bereits vor Jahrzehnten in der Ausführung Giessharz-/Luftisolation entwickelt und eingesetzt. Die durch den Übergang von reiner Luftisolation zu einer gemischten Isolation erreichte Verkleinerung der Schaltfelder im Grössenverhältnis von etwa 3:1 brachte in vielen Fällen aus Platzgründen grosse Vorteile, zeigte gleichzeitig aber auch betriebsmässige Grenzen. Ebenfalls die sogenannten Schmalzellen, als Produkt zwischen den beiden grössenmässigen Extremen, konnten sich aus verschiedenen Gründen nur beschränkt durchsetzen. Erst durch den Einsatz neuester Technologien gelang den Kompaktanlagen nun endgültig der Durchbruch.

SF_6-Kompaktschaltanlagen

Die heute in der Schweiz am meisten verbreiteten Kompaktanlagen der neuesten Generation sind ausländischer Provenienz und arbeiten mit SF_6-Gas als Lösch- und Isolationsmedium. Der Trafoschutz erfolgt bei diesen Anlagen fast durchwegs mit Hochspannungssicherungen, deren Einsatz leistungsmässig nach oben auf den Bereich von 630-kVA-Transformatoren beschränkt ist. Das Konzept der meisten dieser Schaltanlagen basiert auf einem eigentlichen Lastschalter in der klassischen Anordnung mit Kabeleingang, Kabelabgang sowie Trafoschutz und wird im englischen Sprachgebrauch als «Ring Main Unit» (RM) bezeichnet.

Vakuum-Kompaktschaltanlagen

Ein von jenem der SF_6-Kompaktanlagen stark abweichendes Konzept liegt den sogenannten Vakuum-Kompaktschaltanlagen zugrunde. Als Schaltelemente werden in diesen Anlagen Vakuum-Last- oder -Leistungsschalter (Vakuumschaltröhren) eingesetzt, und die SF_6-Isolation kann durch eine Giessharz- oder Flüssigkeitsisolation ersetzt werden. Der prinzipielle Aufbau solcher Anlagen, die nun auch in der Schweiz eine zunehmende Bedeutung erlangen, wird im vorliegenden Aufsatz näher vorgestellt. Zur Veranschaulichung wird dabei die Weva-Vakuum-Kompaktschaltanlage, die sich von anderen Kompaktanlagen insbesondere aufgrund ihrer Einpoligkeit, des elektronischen Relaisschutzes und anderen applikationsspezifischen Besonderheiten mit einer gewissen Exklusivität abhebt und die ab 1991 in Lizenz auch in

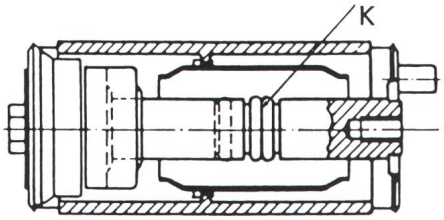

Bild 1 Vakuumschaltröhre
Schnittbild einer Lastschaltröhre
K Kontaktflächen; bei einer Leistungsschaltröhre hätten diese einen grösseren Durchmesser

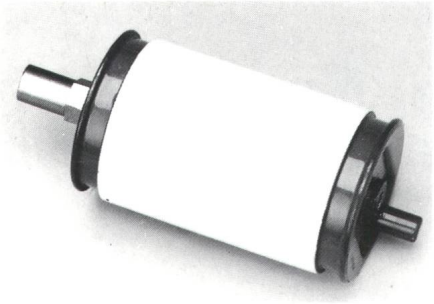

Bild 2 Vakuumschaltröhre
Fabrikat Mitsubishi, Japan

der Schweiz hergestellt werden soll, näher beschrieben.

Vakuumschaltröhren

Das Funktionsprinzip

Die Möglichkeit, im Vakuum grosse Ströme zu schalten, wurde bereits in den dreissiger Jahren entdeckt. Eigentliche Vakuumschaltröhren (sog. Flaschen; siehe Bilder 1 und 2) konnten jedoch erst ab etwa 1970 marktgerecht gebaut werden, als geeignete Kontaktmaterialien und das notwendige Know-how in der Fertigungstechnik verfügbar waren. Der eigentliche Kontaktwerkstoff muss neben einem hohen Schaltvermögen eine geringe Neigung zum Verschweissen sowie eine geringe Erosion durch den für den Schaltvorgang notwendigen Lichtbogen zeigen und trotzdem gute Verarbeitungseigenschaften aufweisen. Die Anoden sind normalerweise mit Chromnickel/Kupfer-Verbindungen plattiert. Das Innere der Schaltröhre ist auf ein Hochvakuum von etwa 10^{-9} Torr evakuiert. Die Fabrikation von Vakuumschaltröhren muss auch heute noch zu den Spitzentechnologien gezählt werden, was sich dadurch manifestiert, dass weltweit nur 3...5 Hersteller den OEM-Markt beliefern.

Was geschieht nun während des Schaltvorganges in einer Vakuum-Last- oder Leistungsschaltröhre? Durch den beim Trennen der beiden in der Röhre befindlichen Schaltpole (Anoden) entstehenden Lichtbogen bildet sich durch Verdampfen des Anodenmaterials eine ionisierte Metalldampfverbindung, welche eine Art Säule entstehen lässt, die ähnlich axialer Magnetfelder die grosse Stromstärke sehr gleichmässig über die Kontaktflächen der Pole verteilt. Die gleichmässige Verteilung des Stromes ist wichtig, damit eine möglichst geringe Abbrandwirkung der beiden Kontaktflächen erreicht wird. Die 50-Hz-Lichtbogen-Halbwelle beendet im Nulldurchgang die Plasmabildung und bewirkt dadurch das Löschen des Bogens. Der Metalldampf kondensiert wieder auf dem eigentlichen Brennfleck der Anoden und teilweise auf der die Pole umhüllenden Abschirmung oder dem Steuergitter, ähnlich wie bei einer Elektronenröhre. Die physikalischen Zusammenhänge zwischen dem elektrischen Strom, dem aus den Kontaktflächen gebildeten Metalldampf und dem durch den elektrischen Strom verursachten Magnetfeld sind ausserordentlich komplex und können hier nur vereinfacht beschrieben werden. Wichtig ist die Feststellung, dass bedingt durch die kurze Lichtbogenzeit, die geringe Lichtbogenspannung und den kurzen Kontakthub von nur 11...12 mm die Lichtbogenenergie und damit die thermische Kontaktbelastung in der Vakuumschaltröhre erstaunlich gering ist. Abreissströme oder Überspannungen, wie sie sich beim Schalten induktiver Lasten bilden können (Transformatoren), sind durch eine spezielle mechanische Formgebung der Elektroden (Pole) heute in unschädlichen Bereichen kontrollierbar. Wie bei allen Schaltgeräten hängt die Standzeit einer Vakuum-Schaltröhre in erster Linie von Art und Anzahl der Schaltzyklen ab; rein in bezug auf die extrem niedrige Diffusions-Leckrate beträgt sie rund 30 Jahre.

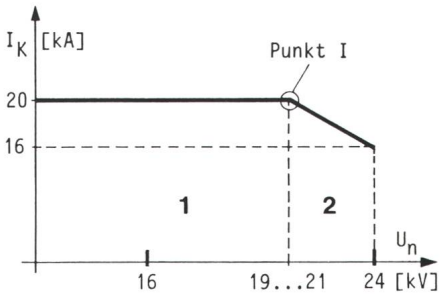

Bild 3 Schaltleistung und Kurzschlussstrom einer Vakuumschaltröhre
I_K zulässiger Kurzschlussstrom
U_n Betriebsspannung
1 Bereich mit konstantem zulässigen Kurzschlussstrom (mit abnehmender Betriebsspannung nimmt die zulässige Anfangs-Wechselstrom-Kurzschlussleistung ab)
2 Bereich mit konstanter Anfangs-Wechselstrom-Kurzschlussleistung (mit zunehmender Betriebsspannung nimmt der zulässige Kurzschlussstrom ab)

Die Schaltcharakteristik

Die in einer Vakuumschaltröhre sich abspielenden Vorgänge führen zu einer für solche Elemente charakteristischen Leistungskennlinie mit einer je nach Betriebsspannung begrenzten Stromstärke oder einer begrenzten Anfangs-Kurzschlussleistung (siehe Bild 3). Die Kennlinie lässt erkennen, dass links eines Punktes *I* der zulässige Kurzschlusswechselstrom I_K unabhängig von der Nennspannung konstant ist. Die zulässige Anfangs-Kurzschlusswechselstromleistung S_K ist entsprechend dieser Tatsache mit abnehmender Betriebsspannung ebenfalls abnehmend. Rechts des Punktes *I* bleibt dagegen die zulässige Anfangs-Kurzschlusswechselstromleistung S_K bei zunehmendem Betriebsstrom konstant, während der zulässige Anfangs-Kurzschlusswechselstrom abnimmt. Das heisst praxisbezogen, dass im 10-...12-kV-Bereich, in dem bekanntlich noch einige schweizerische Stadtnetze arbeiten, ein Kurzschlussstrom von 20 kA ebenso bedenkenlos geschaltet werden kann wie zum Beispiel in einem 16-...17-kV-Landnetz. Hingegen ist im 24-kV-Bereich, für den die Schalter im Maximum ausgelegt sind, nur noch ein Anfangs-Kurzschlusswechselstrom von 16 kA erlaubt.

Das Betriebsverhalten

Vakuum-Schaltröhren sind wartungsfrei. Der sehr geringe Kontaktabbrand lässt sich aussen mittels einer Markierung am Schaltgestänge ablesen. Diese Kontrollmöglichkeit hat allerdings für die in Versorgungsnetzen übliche kleine Schalthäufigkeit nur eine geringe Bedeutung. Ein echter messbarer Abbrand entsteht erst bei einer aussergewöhnlichen Vielzahl von Lastabschaltungen oder Schaltungen auf Kurzschluss. Eine Faustregel sagt aus, dass eine Vakuum-Schaltkammer nach über 1000maligem Ausschalten ihres Nennstromes einen effektiven Polabbrand von höchstens 1 mm zeigen sollte. Bei den Weva-

Typ			WEVA 83 Lastschalter T3	WEVA 83 Leistungsschalter T4					
Nennspannung	U_n	kV	24	24	10	11	12	16	19
Nennfrequenz	f	H_z	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Nenn-Stehstossspannung									
gegen Erde und zwischen den Polen		kV	125	125	125	125	125	125	125
Trennstrecke		kV	145	145	145	145	145	145	145
Nenn-Stehwechselspannung									
gegen Erde und zwischen den Polen		kV	50	70	70	70	70	70	70
Nennstrom	I_n	A	630	630	630	630	630	630	630
Nenn-Kurzzeitstrom 1s	I_{th}	kA	20	20	20	20	20	20	20
Nenn-Einschaltstrom	I_{dyn}	kA	50	50	60	56	54	50	50
Nenn-Kurzschlussausschaltstrom		kA		16	25	23	20	18	17
Ausschaltspiele bei I_n		Anz.	1000						
Mechanische Schaltspiele		Anz.		1000	1000	1000	1000	1000	1000
Temperaturklasse			- 25 bis + 50°						
Gewicht 2 Felder		kg	180						
Gewicht 3 Felder		kg	260						
Gewicht 4 Felder		kg	350						
Gewicht 5 Felder		kg	430						
Gewicht 6 Felder		kg	520						
Gewicht 7 Felder		kg	600						

Bild 4
Technische Daten von Weva-Vakuum-Kompaktschaltanlagen
Die Werte entsprechen VDE 0670 und IEC 298, 420, 265, 129. Die Weva erfüllt damit die hauptsächlichsten internationalen Normen und Empfehlungen

Anlagen können damit rund 3000 mechanische Schaltspiele garantiert werden. Über die wichtigsten technischen Daten von Weva-Vakuum-Kompaktschaltanlagen und der darin verwendeten Vakuum-Schaltröhren gibt Bild 4 Auskunft.

Vakuum-Schalterpol

Anforderungen und Kriterien

Zentrale Baugruppen in modular aufgebauten Vakuum-Kompaktschaltanlagen sind die sogenannten Schalterpole. Bei der hier beschriebenen Schaltanlage stellt jeder Schalterpol eine aus Schaltröhre, Wahlschalter, Sammelschienen-Anteil, Leiterverbindung und Durchführung für den Kabelanschluss integrierte Schalteinheit dar, welcher die folgenden Pflichtenheftanforderungen zugrunde liegen:

- einpolig schaltend und damit störlichtbogensicher
- polinterne Kriechstromfestigkeit (Trennstelle)
- leistungsschalterähnliche Eigenschaften
- gesteuerter Kabelanschluss mit Aussenkonus nach DIN
- Felderanzahl und Funktionen wählbar
- geringer Platzbedarf
- fernsteuerbar
- Klima-Unabhängigkeit
- grösste Personensicherheit
- vernünftiges Preis-/Leistungs-Verhältnis

Das Prädikat «einpolig schaltend» war nur unter Anwendung des Vakuumprinzipes ausführbar. Hier konnte auf langjährigen Erfahrungen aufgebaut werden. Als Schutzkonzept wurde die Kombination Leistungsschaltröhre/Kabelumbauwandler/Sekundärrelaisauslösung generell als Standard vorgesehen.

Aufbau eines Vakuum-Schalterpols

Den Aufbau eines einzelnen Schalterpoles zeigt ein Schnittbild mit den entsprechenden Erläuterungen (siehe Bild 5). Jeder Schalterpol (*L1, L2, L3*) besteht aus einer Vakuumröhre mit Wahlschalter und wird elektrisch durch die horizontal verlaufende Sammelschiene mit dem Nachbarfeld verbunden. Auf der Frontseite befindet sich eine gesteuerte Giessharzdurchführung für den Kabelanschluss (Aussenkonus).

Die Funktion des Wahlschalters ist im Bild 6 erklärt. Danach enthält jeder Schalterpol einen Wahlschalter *1*

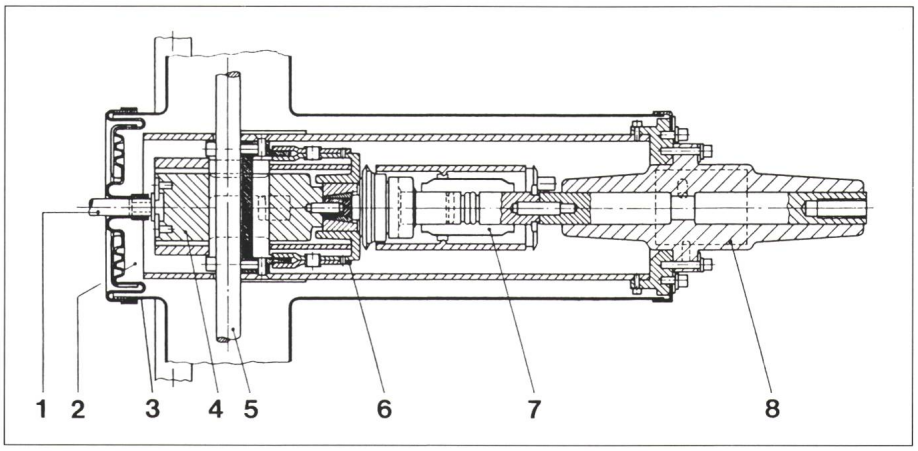

Bild 5 Aufbau eines Vakuumschalterpols
1 Antrieb für Vakuum-Schaltröhre und Umschalter
2 Isoliermedien (Giessharz, Hartpapier, Isolationsflüssigkeit)
3 Edelstahlgehäuse
4 Betätigungsisolator der Vakuum-Schaltröhre
5 Sammelschiene
6 Umschalter
7 Vakuum-Schaltröhre
8 feldgesteuerte Giessharzdurchführung für Kabelanschluss mit schraubbaren Steckerendverschlüssen

und einen Hauptschalter *2*. Die Vakuumschaltröhre kann als Lasttrennschalter oder als Leistungsschalter ausgelegt sein, während der Wahlschalter stets als eigentlicher Leertrenner mit dem Hauptschalter mechanisch verriegelt ist. Seine Aufgabe ist es, den Hauptschalter (d.h. die Vakuumschaltröhre) je nach vorgegebener Schaltaufgabe mit der Sammelschiene (*5* in Bild 5) oder mit Erdpotential zu verbinden. Diese Funktion wird durch eine 90°-Drehbewegung des Handantriebsmechanismus gesteuert.

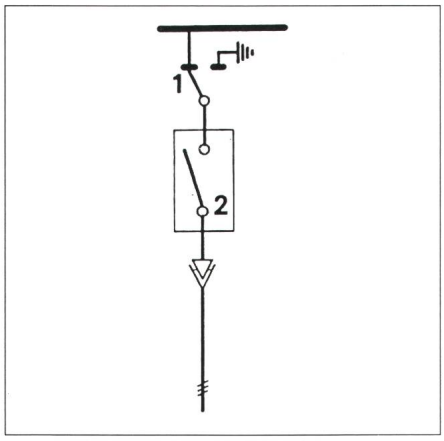

Bild 6 Schaltbild eines Schalterpols
1 Wahlschalter
2 Hauptschalter

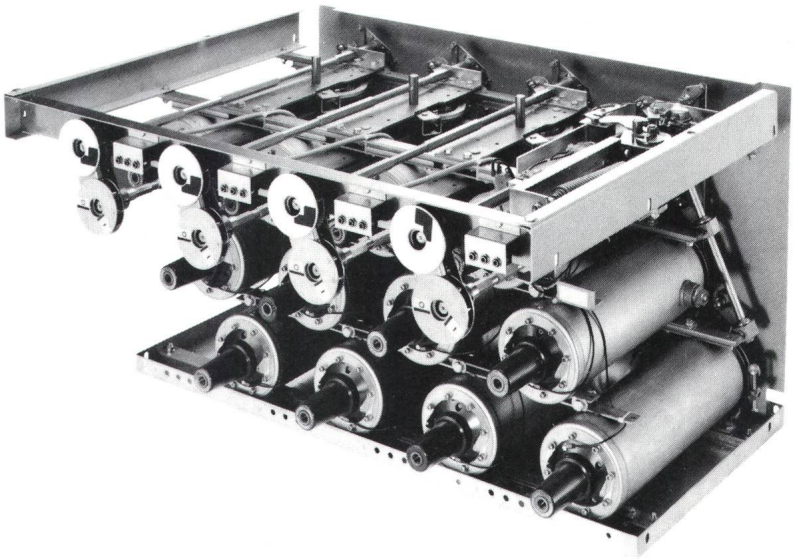

Bild 7 Aufbau einer Vakuum-Kompaktschaltanlage
4-feldige Anlage, bei demontierten Abdeckungen

Der Vakuumschalter selbst wird mittels einer Schubbewegung von 11...12 mm geschaltet, das heisst, die Drehbewegung des Hand- oder Motorantriebes wird durch eine dauergeschmierte, wartungsfreie Mechanik in eine achsiale Bewegung umgesetzt. Ein Federsprungantrieb garantiert dabei die einwandfreie Schnell-Ein-/-Aus-Schaltung des Lastschaltfeldes. Die Funktion des Leistungsschaltfeldes erfordert zusätzlich einen Federkraftspeicher für die selbsttätige Auslösung durch einen Magnetschalter (Kurzschluss/Überlast).

Der mechanische Sprungantrieb eines Vakuumschalters muss aus folgen-

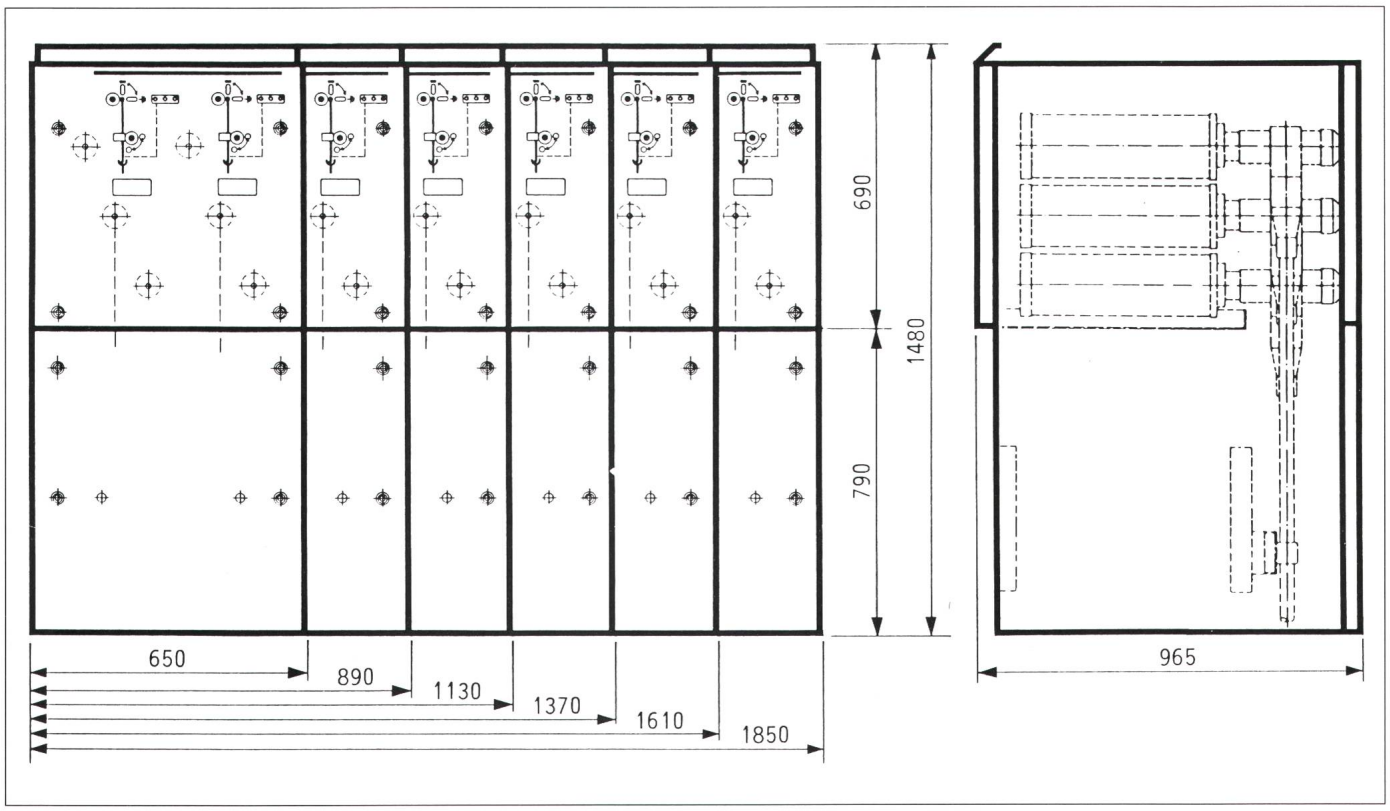

Bild 8 Abmessungen von Weva-Schaltanlagen
Angaben für Anlagen mit 2 bis maximal 7 Schaltfeldern

den Gründen konstruktiv und anwendungsspezifisch sorgfältig angepasst sein. Einenteils muss ein Soll-Anpressdruck der beiden Elektroden in der Schaltröhre von 1000 ± 100 N erreicht werden, und andernteils darf die mechanische Schaltgeschwindigkeit Werte von 1m/s nicht überschreiten. Dies ist notwendig als Massnahme gegen den unerwünschten Choppereffekt, der nur durch eine absolute Prellfreiheit der Schaltröhrenkontakte unterbunden werden kann. Eine entsprechend sorgfältige Justierung der Mechanik in der Fertigung ist daher unumgänglich.

Weva-Vakuumschaltanlage

Der Gesamtaufbau

Die beschriebenen einzelnen Schalterpole sind nun, um eine vertikale Anschluss-Kabelführung zu ermöglichen, leicht versetzt übereinander in der eigentlichen Apparatekonsole feldweise angeordnet (*L1, L2, L3*). Bis zu 7 Felder können horizontal je Phase oder Rundsammelschiene werkseitig angereiht werden (siehe Bild 7).

Die Anzahl Schaltfelder bestimmt die Gesamtbreite der Anlage, welche für zwei Felder (Stichstation) beispielsweise nur 650 mm beträgt. Die wichtigsten Dimensionen für Weva-Vakuumschaltanlagen mit bis zu 7 Schaltfeldern sind in Bild 8 angegeben.

Sämtliche Schalterpole derselben Phase sind innerhalb der rohrförmigen, aus rostfreiem Stahl gefertigten Polkörper mit derselben Füllung eines Isolationsmediums, das wohlverstanden nur eine statische Funktion hat, umschlossen. Diese Spezialflüssigkeit – ein nicht-toxisches Substitutionsprodukt für Trafooel – wird im Vakuumautoklaven werkseitig eingebracht. Mit diesem Konzept, und im Gegensatz zur Verwendung von SF_6-Gas als Isolationsmedium, umging der Konstrukteur bewusst den heikleren Einsatz dieses Gases (bedeutend höherer Aufwand für Abdichtungskonstruktionen, Handling und Messtechnik). Das Isolationsmedium (Flüssigkeit oder Gas) muss die Kriechstromfestigkeit der Vakuumröhre innerhalb der Polkapselung garantieren. Mit den ausserordentlich guten dielektrischen Eigenschaften der verwendeten Isolierflüssigkeit wird erreicht, dass die Anordnung nach VDE als Trennstelle akzeptiert wird.

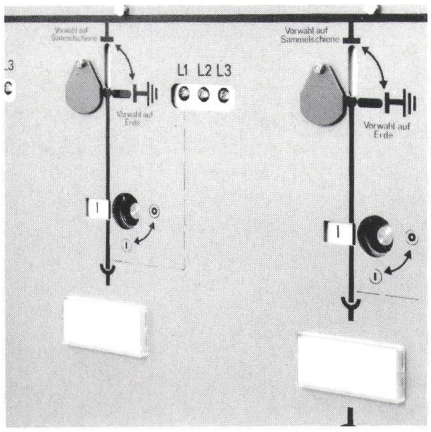

Bild 9 Anlagebedienung und Spannungsanzeige
Anlagebedienung Ein/Aus und Sammelschiene/Erde erfolgt mittels Steckhebel, Spannungsanzeige erfolgt über Glimmlampen

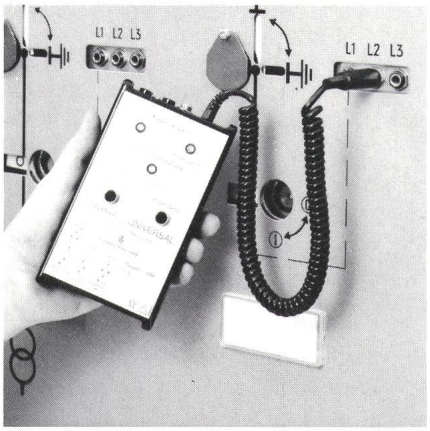

Bild 10 Spannungsprüfung und Phasenvergleich mit elektronischem Prüfgerät

Die Anlagenbedienung

Die Bedienung der Anlage erfolgt frontseitig durch einen zubehörmässigen Freilauf-Steckhebel, welcher über die Schaltmechanik gleichzeitig alle 3 Pole eines Feldes oder alle 3 Vorwahlschalter betätigt. Die eingestellte Schaltposition Ein/Aus oder Erde/Sammelschiene wird durch Beschriftungen und Symbole angezeigt (siehe Bild 9). Klinkensteckerbuchsen, gespeist durch die kapazitiven Abgriffe an den entsprechenden Anschlussdurchführungen, ergeben Aufschluss über den Spannungszustand via Glimmlampenanzeigen. Mit einem geeigneten Prüfgerät können zusätzlich Phasenvergleichsprüfungen am Einsatzort durchgeführt werden (siehe Bild 10).

Aufgrund der eher kleinen Schaltkräfte, die eine Vakuumanlage erfordert, können die einzelnen Schaltfelder mit relativ geringer Energie – im beschriebenen Beispiel mit einer Spannung von 12 oder 24 VDC – fernbetätigt werden. Die im Bild 7 ersichtlichen vier vertikalen Wellenstumpfe der hier beschriebenen Anlage können baukastenmässig mit Schneckenantriebsrädern bestückt werden. Der Antrieb erfolgt via Horizontalwelle, die mittels eines zentralen Kleinmotors bewegt wird (siehe Bild 11). Der Motorantrieb wird durch Stellungsmeldeschalter in der Anlage und mit einem Einbaurack als Anzeige-Handbetätigungs- und Schnittstellengerät erst komplett (Bild 12).

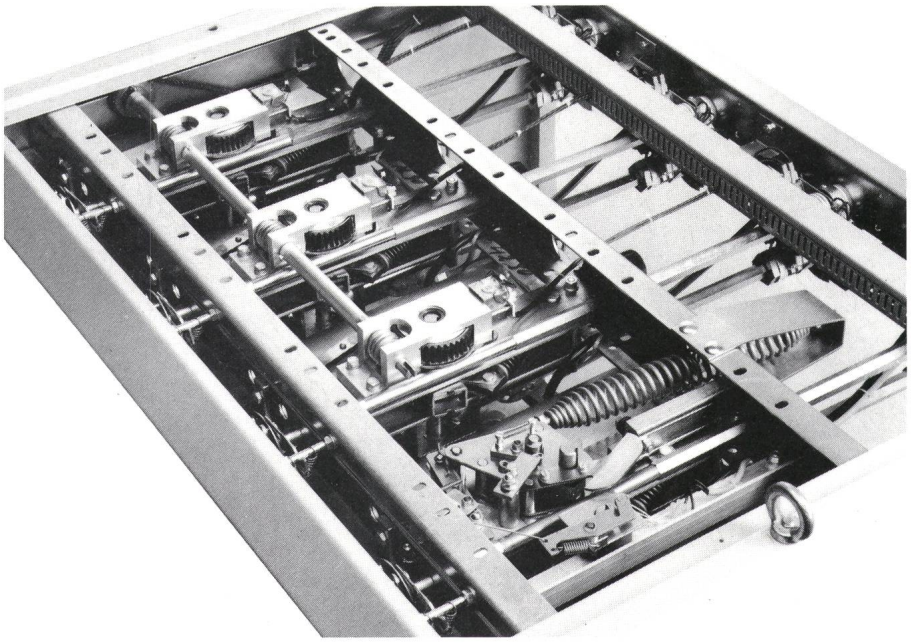

Bild 11 Antriebsmechanik für Fernsteuerung

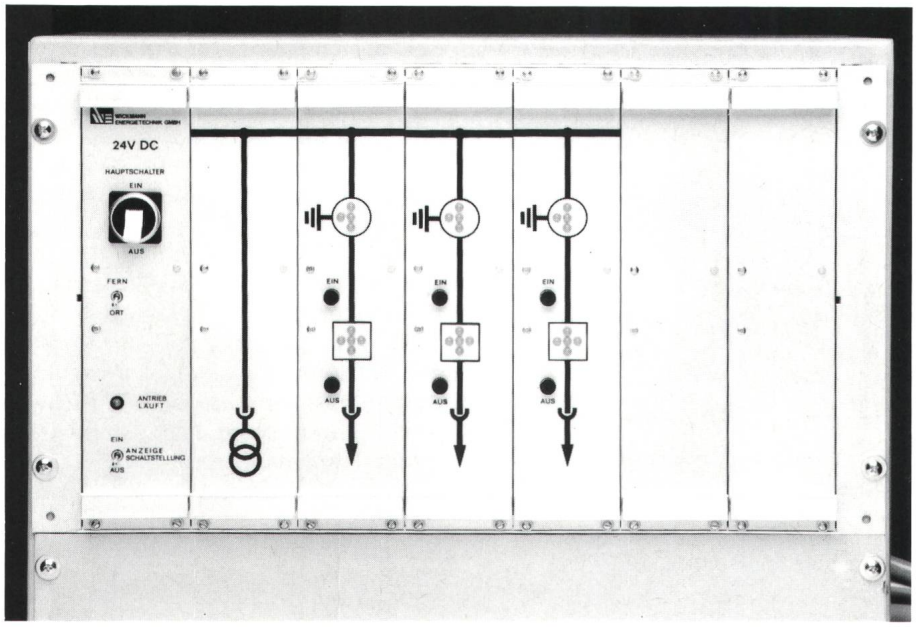

Bild 12 Steuereinheit für Fernsteuerung
Positionsanzeigen erfolgen mittels LED

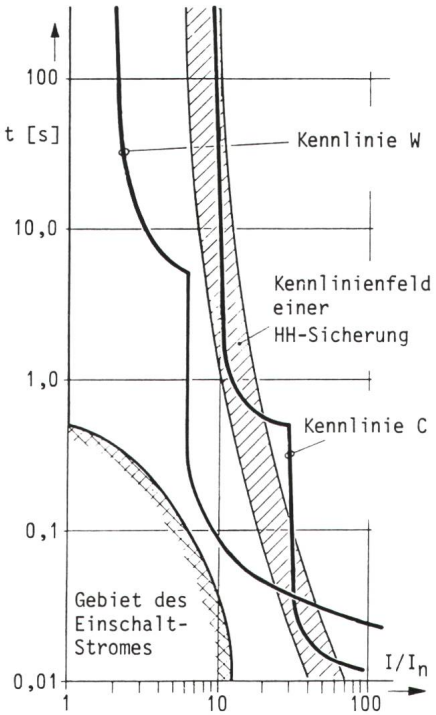

Bild 13 Auslösekennlinien des EMKR-Relais
I/I_n Strom I, bezogen auf den Nennstrom I_n
t Auslösezeit

Schutz-Auslösung

Hochspannungssicherungen

In Vakuum-Kompaktschaltanlagen kann die selbsttätige Auslösung des Federkraftspeichers oder die Abschaltung des oder der Leistungsschalterfelder im Kurzschluss- oder Überlastfalle grundsätzlich durch Hochspannungssicherungen (HH-Sicherungen) gesteuert werden (Schaltstift/Mikroschalter/Auslösemagnet mit Hilfsspannungsquelle). Der Einsatzbereich einer HH-Sicherung ist aber bekanntlich aus dimensionellen Gründen in bezug auf den Nennstrom nach oben begrenzt. Zudem kann nur eine Vollbereichssicherung funktionsmässig auch gegen Überlast schützen.

Elektronisches Sekundärrelais

Aus den obgenannten Gründen wurde für die Weva-Anlagen eine Schutzeinrichtung ähnlich des altbewährten, allerdings mit anderen Nachteilen behafteten Primärrelais gesucht. Eine für diesen Bedarf in Auftrag gegebene Entwicklung führte schliesslich zu dem nachfolgend beschriebenen elektronischen Sekundärrelais.

Begriffserklärung: Die Bezeichnung «sekundär» erfolgt aufgrund der Kabelumbauwandlermessung und Signalverarbeitung in einem elektronischen Mehrphasenrelais. Selbstverständlich erfolgt die Überwachung des Trafos immer noch primärseitig.

Über Kabelumbauwandler und das Mehrphasenrelais Typ EMKR können verschiedene Auslösekennlinien, wie sie in Bild 13 dargestellt sind, verwirklicht werden. Die Kennlinie *C* entspricht etwa der Auslösecharakteristik

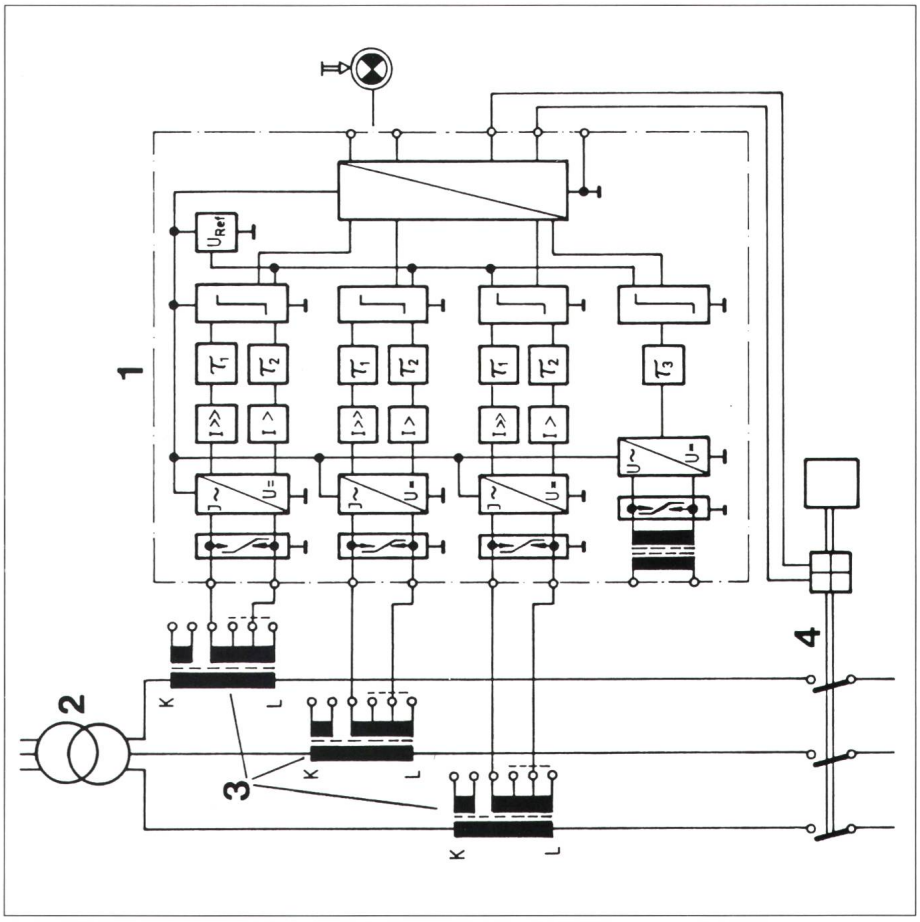

Bild 14 Blockschaltbild des EMKR-Relais
1 Blockschaltbild des eigentlichen Relais
2 Trafo
3 Kabelumbauwandler
4 Auslösemagnet

einer HH-Teilbereichs-Sicherung. Mit der Kennlinie W kann der Trafo sowohl gegen Kurzschluss wie gegen Überlast geschützt werden. Beide Kennlinien berücksichtigen auch die hochspannungsseitigen Inrushströme.

Als Besonderheit dieser Schutzeinheit (Bild 14) ist ihr Betrieb ohne Hilfsspannung erwähnenswert; sie bezieht ihre Versorgungsenergie aus den Sekundärströmen der Spezialwandler. Die Messwandler sind auf die Trafo-Nennströme der 10-...20-kV-Netze ausgelegt und berücksichtigen Trafo-Scheinleistungen von 125...1600 kVA. Mittels Sekundäranzapfungen der Wandler lassen sich bis maximal 7 Nennströme einstellen. Über einen separaten Eingang des EMKR-Relais können externe Melder oder Wächter (z.B. Temperaturwächter) die Auslösung zusätzlich veranlassen. Schliesslich ist zu erwähnen, dass mit der Gesamtanlage Abschaltzeiten von < 60 ms erreicht werden.

Soll die Vakuum-Schaltanlage oder die dazugehörige Netzstation in den sogenannten Staffelplan einer Ortsnetzversorgung einbezogen werden, so wird einstellbare Selektivität verlangt. Als «leistungsschalterähnliche Anlage» kann sie mit einem oder mehreren Abgängen Leitungskabelabschnitte überwachen. In solchen Fällen bieten sich Lösungen mit verschiedenen zur Auswahl stehenden Sonderrelais an, die eine individuelle Einstellung der verschiedensten Auslöse-Parameter ermöglichen (RN oder MCX). Eine praktische Realisierung dieser Version – eine Hilfsspeisespannung mit Kondensatorpufferung wird zusätzlich notwendig – zeigt das Anlagebeispiel von Bild 15.

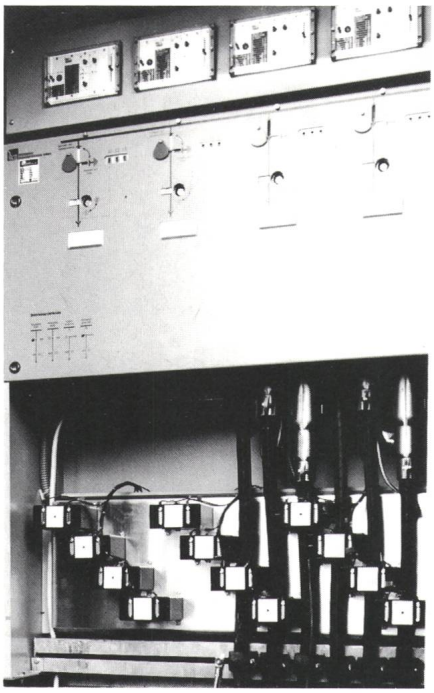

Bild 15 Weva-Anlage mit aufgebauten Schutzrelais
Die Relais für die Überstrom- und Kurzschlussauslösung sind frontseitig aufgebaut; im unteren Anlageteil mit demontierter Abdeckung sind die Kabel-Umbauwandler ersichtlich

Zusammenfassung

Vakuum-Kompaktschaltanlagen nehmen aufgrund ihres technischen Konzeptes unter den Kompaktschaltanlagen gegenüber den SF_6-Kompaktschaltanlagen eine Sonderstellung ein. Die Schaltfelder können hier sowohl mit Leistungs- wie auch mit Lastschaltröhren kombiniert werden. Die Geräte können ebenfalls für höhere Trafoleistungen ausserhalb des Schutzbereiches einer Sicherung und für Leitungsüberlastschutz eingesetzt werden. Dem Anlageprojektierer steht damit ein neuartiges, universell einsetzbares Schaltgerät zur Verfügung. Übergabestationen, zum Beispiel in Industriebetrieben, können mit Messfeldern in derselben Kompakttechnik ausgerüstet werden. Mit Bestimmtheit erfordern dagegen eigentliche Schwerpunktstationen immer noch echte Leistungsschalter, die neben höheren Kurzschlussdaten auch die Möglichkeit der Schnellwiedereinschaltung bieten.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
Association Suisse des Electriciens
Associazione Svizzera degli Elettrotecnici
Swiss Electrotechnical Association

Wirksame Blitzschutzanlagen

Blitzschutzanlagen sind nicht billig. Sie können sogar teuer zu stehen kommen, wenn unsachgemäss geplant und ausgeführt, denn nachträgliche Änderungen sind immer mit hohen Kosten verbunden. Zudem besteht die Gefahr, dass derartige Anlagen im Ernstfall ihren Zweck nicht erfüllen.

Wir kennen die Probleme des Blitzschutzes und die optimalen Lösungen hiefür.

Wir stehen Privaten, Ingenieurunternehmen und kantonalen Instanzen zur Verfügung für Planung, Beratung, Kontrollen, Branduntersuchungen und Instruktionskurse.

Auskunft: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Starkstrominspektorat
Seefeldstrasse 301, Postfach, 8034 Zürich
Telefon 01 / 384 91 11 – Telex 817431 – Telefax 01 / 55 14 26