

Luftisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen

C. Schichler, Falkensee b. Berlin

Mittelspannungs-Schaltanlagen (MSA) sind eine wichtige Komponente der Energieverteilung in Energieversorgungsunternehmen, bei industriellen Anwendern und in der Gebäudetechnik. Eine MSA kann luftisoliert oder gasisoliert ausgeführt sein. Gasisolierte Anlagen zeichnen sich vor allem durch ihre kompakte Bauweise aus. Luftisolierte Anlagen besitzen viele Vorteile im Hinblick auf Betriebs- und Personensicherheit, Servicefreundlichkeit sowie vor allem bezüglich des geringeren Investitionsaufwandes. In diesem Beitrag werden in einer Übersicht luftisolierte 12-kV-Mittelspannungs-Schaltanlagen für Innenraumaufstellung vorgestellt.

1 Bauweise und Komponenten von luftisolierten Mittelspannungs-Schaltanlagen

MSA werden nach dem Baukastenprinzip aus einzelnen metallgekapselten, typisierten Feldern, wie Leistungsschalter-, Trennschalter-, Trafoabgangs-, Generatoreinspeise-, Kupplungs- oder Messfeld, errichtet (Bild 1, 2). Leistungsschalter können dabei mit Einschub- oder Fahrwagentechnik ausgerüstet sein. Im Hinblick auf die Versorgungssicherheit von Lastschwerpunkten lassen sich Doppelsammelschienensysteme aus den gleichen Feldmodulen zusammenstellen.

Die räumliche Anordnung erfolgt wahlweise als Wand- oder Freiaufstellung. Beim Doppelsammelschienensystem wird zusätzlich eine Rücken-Rücken- oder Gegenüber-Aufstellung notwendig. Ein Feld besteht aus mehreren Funktionsräumen (englisch: Compartments). Im allgemeinen gehören dazu der Leistungs-

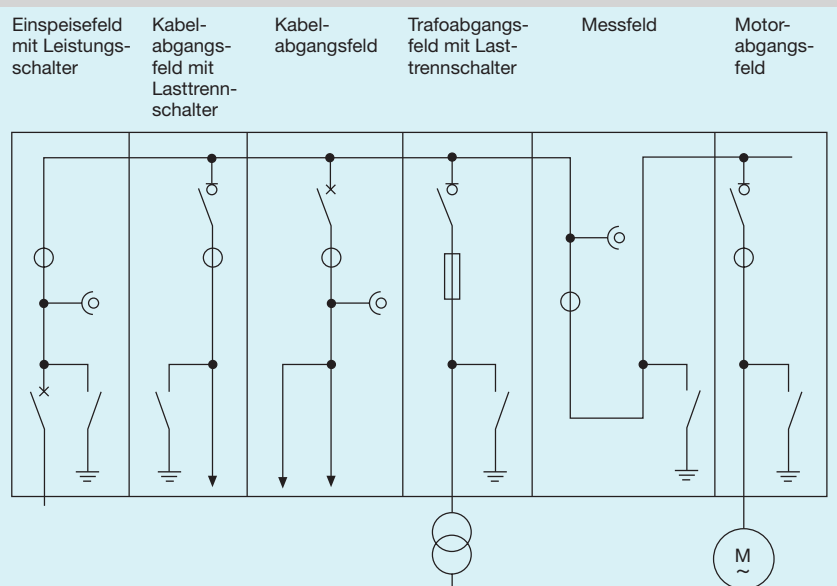
schalter-, der Sammelschienen- und der Anschlussraum (alle mit Hochspannungspotential) sowie der Niederspannungsraum zum Unterbringen der sogenannten Sekundärtechnik (Bild 3). Im Gegensatz zu einer geschotteten Anlage mit drei von einander isolierten Hochspannungsräumen besitzt

eine teilgeschottete Anlage lediglich einen Sammelschienenraum und einen kombinierten Leistungsschalter- und Anschlussraum.

Bei beiden Konstruktionsvarianten entweicht die bei einem inneren Fehler mit Lichtbogen auftretende Gasdruckwelle durch sich nach oben öffnende Druckentlastungsklappen.

Die geschotteten oder teilgeschotteten Hochspannungsräume können mit verschiedenen Komponenten ausgerüstet werden. Der Leistungsschalterraum enthält je nach Versorgungskonzeption Leistungs- oder Lasttrennschalter. Eine Bestückung des Sammelschienenraumes mit Spannungswandlern und/oder Erdungsschalter und/oder des Anschlussraumes mit Strom- und Spannungswandlern sowie einem Erdungsschalter ist möglich.

Der modulare Aufbau der Schaltanlagen steigert die Verfügbarkeit. Instandhaltungsmaßnahmen und Störungsbeseitigung lassen sich ohne Betriebsunterbrechung durchführen. Außerdem erhöht die Erweiterungsmöglichkeit einer bestehenden Anlage ohne Modifikation der vor-



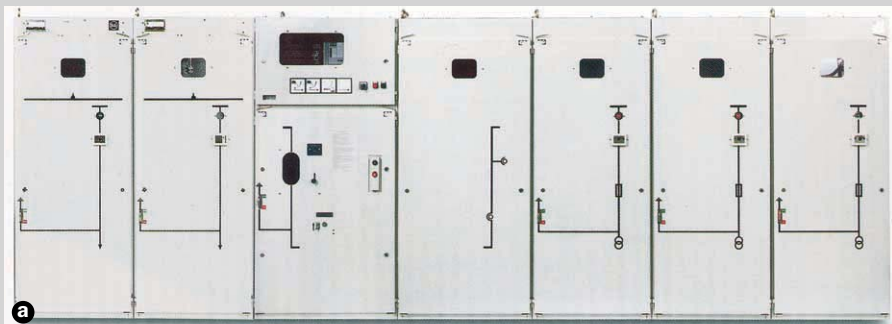
1 Prinzipdarstellung einer Mittelspannungs-Schaltanlage (MSA). (Die Felder besitzen häufig gleiche Abmessungen.)

Autor

Dipl.-Ing. Christine Schichler ist freie Fachjournalistin.

2 Ausgeführte MSA

b Einzelne Schaltfelder



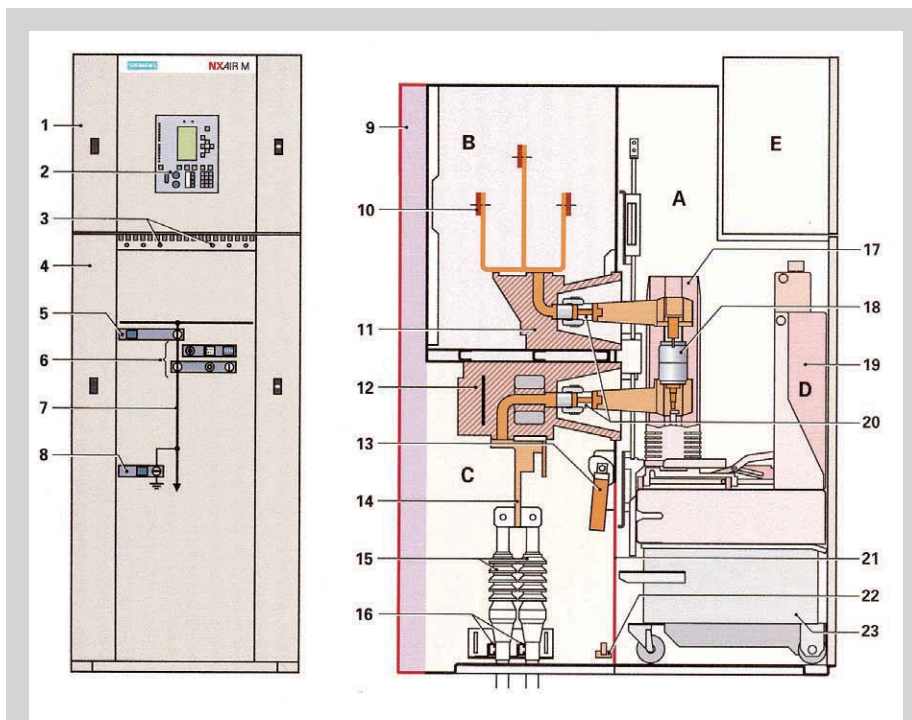
a Komplette Anlage für 12 kV

(Foto: Felten & Guillaume)



b

(Foto: Natus)



3 Prinzipaufbau (Querschnitt) eines vollgeschotteten Leistungsschalterfeldes

(Quelle: Siemens NXAIR M)

- | | | |
|--|--|---|
| 1 Tür zum Niederspannungsraum | 7 Blindschaltbild | und Verriegelungseinheit für Leistungsschalter, Trennteil und Erdungsschalter |
| 2 Schutzgerät | 8 Mechanische Schaltstellungsanzeige | |
| 3 Option: Kapazitives Spannungsprüfsystem für Abzweig und Sammelschiene | 9 Druckentlastungskanal | 20 Kontaktsystem |
| 4 Hochspannungstür zum Leistungsschalterraum | 10 Sammelschienen | 21 Untere Schottwand |
| 5 Mechanische Schaltstellungsanzeige, Betätigungsöffnung und Abschießvorrichtung für das Schaltmodul | 11 Durchführungsstützer | 22 Erdungssammelschiene |
| 6 Mechanische Schaltstellungsanzeige | 12 Durchführungswandler | 23 Option: Wagen |
| | 13 Einschaltfester Erdungsschalter | |
| | 14 Kabelanschluss für 4 Kabel je Phase | A Leistungsschalterraum |
| | 15 Kabel | B Sammelschienenraum |
| | 16 Kabeltrageisen | C Anschlussraum |
| | 17 Trennteil | D Vakuum-Leistungsschaltermodul |
| | 18 Vakuum-Schaltröhren | E Niederspannungsraum (Sekundärtechnik) |
| | 19 Kombinierte Antriebs- | |

handenen Schaltfelder die Investitionssicherheit des Anlagenbetreibers etwa in einem Gebäude.

Funktionssicherheit und Isoliervermögen der Schaltanlage werden durch eine Typprüfung mit den Bemessungswerten von Kurzzeit-Stehwechselspannung und Stehblitzstoßspannung entsprechend VDE 0670 Teil 1000 bzw. IEC 60694 nachgewiesen (Tafel 1). Die gleichbleibende Fertigungsqualität der Schaltanlage stellt eine Stückprüfung nach VDE 0670 Teil 6 und IEC 60298 sicher.

2 Bedien- und Personensicherheit

Für die Bedien- und Personensicherheit sind Schalthandlungen nur bei geschlossenen Türen der Räume mit Hochspannungspotential (Bild 3) ausführbar. Die eindeu-

tige Zuordnung aller Schalt-, Trenn- oder Erdungsfunktionen an der Schrankfront zu den internen, mechanischen Schaltstellungen garantiert eine übersichtliche Bedienbarkeit und minimiert dadurch die Möglichkeit von Betriebsstörungen. Die nach VDE 0670 Teil 6 und IEC 60298 vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen, wie beispielsweise mechanische Verriegelungen gegen das Herausziehen oder Einschieben eines eingeschalteten Leistungsschalters, verhindern unzulässige Schalthandlungen.

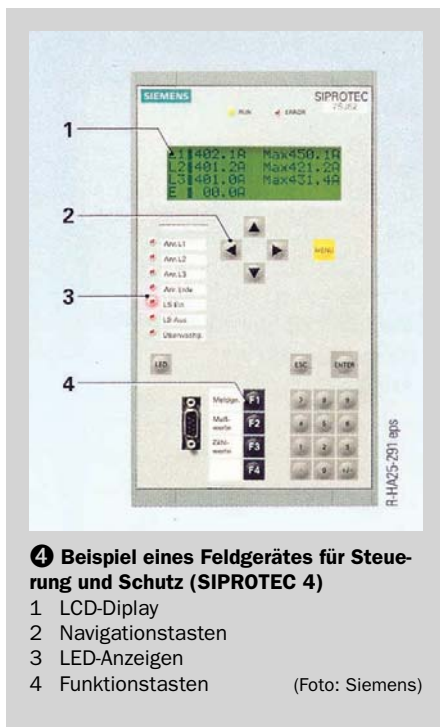
Die Störlichtbogenprüfung nach VDE 0670 Teil 6 (PEHLA-Richtlinie Nr. 4) und IEC 60298 Appendix AA gewährleistet, dass im Falle eines Fehlers in erster Linie das Bedienpersonal geschützt ist. Ebenso bleiben die Auswirkungen (Verunreinigung, Zerstörung) auf den betroffenen Schottraum begrenzt. Die Verschmutzung benachbarter Räume wird also verhindert.

Tafel 1 Elektrische und konstruktive Daten von luftisolierten MSA 12 kV bei Einfachsammschienen-Anordnung (nach Hersteller-Angaben)

Nennspannung 12 kV		ABB Calor Emag Ratingen	Alstom Regens- burg	Altmann & öhning Berlin	Driescher Moosburg	Baugatz/ Hoppe Berlin	Miebach Dort- mund	Möller F & G Krefeld	Natus Trier	Peters & Thieding Hamburg	Ritter Dort- mund	Siemens Erlangen
Typbezeichnung		ZS1	AHA	Böhning 91.2/0		MSK 31	ESES	WA	NES- H1001	ZK 9 LS	GT ...	NXAIR M
Elektrische Kenndaten												
Bemessungs- Kurzzeit- Wechselspannung	kV	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Bemessungs- Blitzstoßspannung	kV	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Bemessungs- Kurzschluss- ausschaltstrom	kA	50	20-50		31,5	50	31,5	31,5			50	31,5
Bemessungs- Kurzschluss- einschaltstrom	kA	125	50-125		80	50	80	78	100		125	80
Bemessungs- Kurzzeitstrom 3 sec (max.)	kA	50	20-44	20 (1sec)	31,5	20 (1sec)		31,5 (1sec)	50	25	50	31,5
Bemessungs- Betriebsstrom der Sammelschiene	A	3150 / 4000	...4000	630	2500	630	800 – 2500	2000	4000	630/ 1250	...4000	2500
Bemessungs- Betriebsstrom der Abzweige	A	3150 / 4000	...4000	400/ 630	630 – 2500	630	630 – 2500	1250	4000	630	...4000	2500
Bemessungs- Betriebsstrom der Kupplung	A	3150 / 4000	...4000	400/ 630	1250 – 2500	630		1250	4000		...4000	2500
Abmessungen pro Feld												
Breite bis 1250 A Abzweigstrom	mm	650	700 – 1200	660/ 960	800	600	800/ 700	700 800		650	700 – 1000	800
Breite über 1250 A Abzweigstrom	mm	1000	700 – 1200		800		1000	900	1000		700 – 1000	800
Tiefe (min.)	mm	1350	1450	1100	1600	850	1330/ 1480	120/ 1550	1700	1225	1450 – 1650	max. 1550
Höhe (min.)	mm	2200	2330	2010	2400	2000	2400	2245 +190	2400	2200	2200 – 2700	2200
Aufstellungs- bedingungen:												
Mindestabstände Wand/Decke	mm	50/–	100/–		– / 500		20 / 200		80-85 / kunden- spezifisch		0 / 300	
'Raumhöhe	mm	2400	3500	2100		min. 2200	2800	2400				2800

Tafel 2 Anlagenmerkmale von luftisolierten MSA 12 kV bei Einfachsammschienen-Anordnung (nach Hersteller-Angaben)

Nennspannung 12 kV		ABB Calor Emag Ratingen	Alstom Regens- burg	Altmann & öhning Berlin	Driescher Moosburg	Baugatz/ Hoppe Berlin	Miebach Dort- mund	Möller F & G Krefeld	Natus Trier	Peters & Thieding Hamburg	Ritter Dort- mund	Siemens Erlangen
Typbezeichnung		ZS1	AHA	Böhning 91.2/0		MSK 31	ESES	WA	NES- H1001	ZK 9 LS	GT ...	NXAIR M
Baukastenkonzept / Modulbauweise		●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
Einschubtechnik Fahrwagenteknik		●	●		●	–	●	●	●	●	●	●
Lasttrennschalter Leistungsschalter		●	●	●	H27 Vakuum	●	●	●	Vakuum/ SF ₆	Vakuum	●	●
Messfeld		●	●		●	●	●	●	●	●		●
Schottung der Schaltanlage: Vollschottung Teilschottung		●	●		●	●	●	●	●	●		●
Schutzart		IP 4 X	IP 4 X	IP 3X	IP 3 X	IP 3X	IP 4X	IP 4X	IP 4 X	IP 4 X	IP 4 X	IP 3XD IP 51 option
Störlichtbogenprüfung		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Typ- und Stückprüfung		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
fabrikfertig / Montage vor Ort		●	●	●	●	● /–	●	● /–	●	●	●	●
Montage/IBS durch Fremdpersonal möglich		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



4 Beispiel eines Feldgerätes für Steuerung und Schutz (SIPROTEC 270)

- 1 LCD-Display
- 2 Navigationstasten
- 3 LED-Anzeigen
- 4 Funktionstasten (Foto: Siemens)

3 Servicefreundlichkeit

Servicefreundliche Schaltanlagen sind durch die Wartungsfreiheit der Vakuum-Leistungsschalter und durch lange Wartungsintervalle der gesamten Anlage im Rahmen der zulässigen Schaltspiele gekennzeichnet. Leistungsschalter gelten nach VDE 0670 Teil 1000 und IEC 60694 dann als wartungsfrei, wenn bis 10.000 Schaltspiele kein Nachschmieren oder Nachjustieren der beweglichen Bauteile notwendig ist. Die Anwenderfreundlichkeit unterstützt eine selbsterklärende Bediensymbolik sowie ein geringer Schulungsaufwand.

Die genannten Eigenschaften gehören zu den Standardeigenschaften heutiger MSA.

4 Sekundärtechnik

Für eine sichere Betriebsführung sorgt die Sekundärtechnik mit sämtlichen Hilfseinrichtungen im Niederspannungsraum (Bild 3). Dieser Raum ist gegenüber Hochspannungsräumen geschottet. Die Einrichtung umfasst Messgeräte, Schutzrelais und Bedienelemente. Mit ihrer Hilfe werden Funktionen wie Steuern, Verriegeln, Melden, Messen, Zählen, Registrieren und Schützen ausgeführt. Damit auch bei einer Netzstörung die Bereitstellung der dazu erforderlichen Hilfsspannungen sichergestellt ist, erfolgt die Stromversorgung der Sekundärtechnik häufig aus einer Batterieanlage. Anstelle der konventionellen Ausführung der Sekundärtechnik werden heute vorzugsweise mikroprozessor-gesteuerte Feldleit- und Schutzgeräte eingesetzt (Bild 4);

Bild 2a, Feld 3 von links oben). Ein einziges Gerät übernimmt dabei durch individuelle Programmierung alle sekundärtechnischen Aufgaben.

5 Marktübersicht zu luftisolierten MSA 12 kV

Die elektrischen Kenndaten und Anlagenmerkmalen von aktuellen, luftisolierten Mittelspannungsanlagen sind in den Tafeln 1 und 2 dargestellt. Diese exemplarische Übersicht bietet einen repräsentativen Auszug aus der Angebotspalette ausgewählter Hersteller, um dem potentiellen Anwender, z. B. dem Fachbetrieb für Gebäudetechnik, die Auswahl zu erleichtern. Die Zusammenstellung zeigt bei den technischen Kenndaten nur geringe Unterschiede zwischen den vorgestellten Anlagen. Alle kommerziell verfügbaren 12-kV-MSA erfüllen die genormten dielektrischen Anforderungen mit einer Bemessungs-Kurzzeitwechselspannung von 28 kV und einer Bemessungs-Blitzstoßspannung von 75 kV. Den Bemessungs-Betriebsstrom der Sammelschiene und der Abzweige bestimmen die Einsatzbedingungen der Schaltanlage bzw. der einzelnen Felder. Am Markt verfügbare MSA weisen zulässige Betriebsströme zwischen 630 A und 4000 A aus.

Die geometrischen Abmessungen ergeben sich aus der elektrischen Beanspruchung. Die Breite der einzelnen Anlagenfelder variiert zwischen 650 mm und 1200 mm. Für die Aufstellung der Schaltfelder ist eine Tiefe von 850 mm bis 1700 mm zu berücksichtigen. Die Anlagenhöhe beträgt mindestens 2000 mm. Weitere Aufbauten mit Ableitblechen oder -rohren nach außen sind vorzusehen, wenn der vom Hersteller vorgeschriebene Deckenabstand für ein gesichertes Entweichen einer Druckwelle nach einem inneren Fehler mit Lichtbogen nicht ausreicht.

Die Auswahlentscheidung bei der Projektierung einer Schaltanlage wird nicht nur von den technischen Anforderungen bzw. Daten, sondern auch von zusätzlichen, mehr subjektiven Faktoren beeinflusst. Dazu zählen vor allem die bestehende, herstellerbezogene Betriebserfahrung und die örtlichen Gegebenheiten. Weiterhin ist zu beachten, dass bei einer Erweiterung einer bereits vorhandenen Anlage die Schnittstellen übereinstimmen. Merkmale wie Einschub- oder Fahrwagentechnik liegen im individuellen Ermessen des Betreibers.

Aufgrund der modularen Bauweise der luftisolierten MSA können die Hersteller im allgemeinen alle kundenspezifischen Sonderanforderungen erfüllen. Außerdem ist bei den vorgestellten Ausführungen Montage und Inbetriebsetzung durch Fremdpersonal (mit geeigneter, nachzuweisender Qualifikation) zulässig.