



**Gasisolierte metallgekapselte  
Schaltanlagen für die sekundäre  
Verteilungsebene bis 36 kV**

Empfehlungen für Projektierung,  
Bau und Betrieb

**Autoren:**

Norbert Bruns / EWE NETZ GmbH, Oldenburg

Mike Elsner / Forum Netztechnik/ Netzbetrieb im VDE (FNN), Berlin

Uwe Fähmann / envia Mitteldeutsche Energie AG, Chemnitz

Andreas Hettich / EnBW Regional AG, Stuttgart

Christoph Maul / Siemens AG, Erlangen, im Auftrag des ZVEI

Paul Schmitz / Ormazabal Anlagentechnik GmbH, Krefeld, im Auftrag des ZVEI

Hans-Peter Steimel / Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln

Lars Stürmer / MVV Energie AG, Mannheim

Hartmut Vogt / E.ON edis AG, Fürstenwalde

Ulrike Wiedemann / Vattenfall Europe Distribution Berlin GmbH

Eberhard Zinburg / Rheinische NETZGesellschaft mbH, Köln



© **Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN)**

Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

Telefon: +49 (0)30 3838687 0

Fax: +49 (0)30 3838687 7

E-Mail: [fnn@vde.com](mailto:fnn@vde.com)

Internet: [www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)

Ausgabe: Dezember 2010

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>1 Allgemeine Bemerkungen</b>	<b>6</b>
<b>2 Anlagenausführung</b>	<b>7</b>
<b>3 Empfohlene Kenngrößen für Schaltanlagen</b>	<b>8</b>
<b>4 Schaltgeräte</b>	<b>9</b>
<b>5 Gasgefüllter Schottraum</b>	<b>15</b>
5.1 Hermetisch abgeschlossenes Drucksystem	15
5.2 Korrosionsschutz	15
5.3 Störlichtbogenprüfung	15
<b>6 Bedienbereich</b>	<b>16</b>
<b>7 Antriebe</b>	<b>19</b>
7.1 Anordnung	19
7.2 Betätigung	19
7.3 Verriegelung	20
7.4 Konstruktion	20
<b>8 Anschlussbereich</b>	<b>21</b>
8.1 Kabelanschluss	21
8.2 Galvanischer Zugriff für Kabelprüfung und Kabelfehlerortung	21
8.3 Anbau von Überspannungsableitern	22
<b>9 Transformatorschaltfeld</b>	<b>23</b>
9.1 Lasttrennschalter-Sicherungskombination	23
9.2 Transformatorschaltfeld mit Leistungsschalter	23
<b>10 Prüfungen</b>	<b>24</b>
10.1 Prüfungen beim Hersteller	24
10.2 Prüfungen bei Lieferung / vor Einbau	24
10.3 Prüfungen bei Inbetriebnahme	24
<b>11 Sonstiges</b>	<b>25</b>
11.1 Transport	25
11.2 Montage- und Bedienungsanleitung	25
11.3 Kurzanleitung	25
11.4 Erdung	25
11.5 Erweiterungsmöglichkeit	26
11.6 Entsorgung	26
11.7 Zusatzfunktionen und Zubehör	26

<b>12</b>	<b>Normative Verweisungen und Literaturhinweise.....</b>	<b>27</b>
12.1	Normative Verweisungen.....	27
12.2	Literaturhinweise.....	28
<b>13</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>30</b>

## Vorwort

Der vorliegende FNN-Hinweis richtet sich an die Betreiber und Hersteller von gasisolierten metallgekapselten Schaltanlagen für die sekundäre Verteilungsebene mit einem Bemessungs-Betriebsstrom bis 630 A und einer Bemessungs-Betriebsspannung bis 36 kV.

Die Empfehlungen für Projektierung, Bau und Betrieb erfassen den technischen Stand und die Erfahrungen, die sich aus dem bisherigen Betrieb dieser Schaltanlagen in den Netzen der allgemeinen Stromversorgung ergeben haben.

Die einzelnen Schaltanlagenkomponenten werden erläutert und der Zusammenhang mit Normen und anderen Regelwerken wird aufgezeigt.

Für das Aufstellen, für die Inbetriebsetzung mit den erforderlichen Prüfungen und für den Betrieb der Schaltanlagen werden Empfehlungen gegeben.

Grundlage für diesen FNN-Hinweis sind die geltenden Normen und technischen Vorschriften.

Dieses Dokument ersetzt die Empfehlung „Gasisolierte metallgekapselte Lasttrennschalteranlagen bis 36 kV“ des VDEW vom Juni 1997.

## 1 Allgemeine Bemerkungen

Aus dem Hochspannungs-Übertragungsnetz wird die elektrische Energie in Umspannanlagen (von Netzen der allgemeinen Stromversorgung oder in großen Industriebetrieben) durch Transformatoren auf Mittelspannungsniveau (1 kV bis 52 kV) transformiert. Diese Mittelspannungs-Schaltanlagen sind Bestandteil der primären Verteilungsebene.

Von dort wird die Energie über die sekundäre Verteilungsebene von Mittel- auf Niederspannung in entsprechenden Stationen transformiert und verteilt. In der sekundären Verteilungsebene werden heute gasisolierte Schaltanlagen als nicht anreihbare (sogenannte Blockbauweise) oder als anreihbare, modular aufgebaute Schaltanlage in Feldbauweise, vielmals auch in Mischbauweise (Blockbauweise kombiniert mit Feldbauweise) eingesetzt. Durch die kompakte Bauweise sind gasisolierte Schaltanlagen für Innenaufstellung u. a. für folgende Einsatzgebiete geeignet:

- Netz- und Übergabestationen von Verteilungsnetzbetreibern
- Industrieanlagen
- Dezentrale Energieeinspeiseanlagen (wie z. B. Windkraft-, Biogasanlagen)

Die Empfehlungen beziehen sich auf technische Anforderungen an gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen für die sekundäre Verteilungsebene, typgeprüft und für Innenaufstellung.

Die Schaltanlagen müssen den geltenden Normen, insbesondere DIN EN 62271-200 [17] entsprechen.

Die Isolation solcher Schaltanlagen erfolgt durch ein isolierendes Gas, das in einem hermetisch abgeschlossenen Drucksystem gehalten wird.

Bei Einsatz von SF<sub>6</sub> ist die „Freiwillige Selbstverpflichtung der SF<sub>6</sub>-Produzenten, Hersteller und Betreiber von elektrischen Betriebsmitteln > 1 kV zur elektrischen Energieübertragung und -verteilung in der Bundesrepublik Deutschland zu SF<sub>6</sub> als Isolier- und Löschgas“ [36] einzuhalten.

Alle Bedienhandlungen erfolgen außerhalb der Kapselung.

Neben den geltenden Normen und anderen Regelwerken entsprechen die Schaltanlagen auch den in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen technischen Anforderungen.

## 2 Anlagenausführung

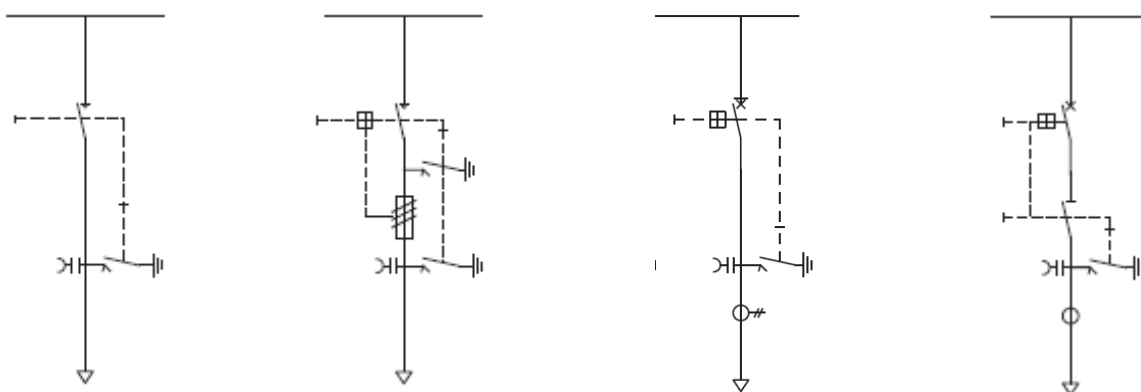
Die nachstehend beschriebenen Schaltanlagen werden in der Regel in Blockbauweise mit verschweißtem, gasgefülltem Schottraum ausgeführt.

Ausführungen in Feldbauweise mit aneinandergereihten, verbundenen Einzelfeldern und/oder Schaltfeldblöcken mit einem gemeinsamen, gasgefüllten Schottraum sind ebenfalls möglich. Einzelfelder bzw. anreihbare Schaltfeldblöcke müssen fabrikfertig montiert und geprüft sein, um den Anforderungen an hermetisch abgeschlossene Drucksysteme zu genügen.

Luftisolierte Messfelder sind entsprechend den Vorgaben des Netzbetreibers unter Berücksichtigung der DIN EN 62271-200 [17] auszuführen.

Die Schaltanlagen sind entsprechend ihrem Anwendungsfall und Einsatzort (z. B. in begehbaren und nicht begehbaren fabrikfertigen Stationen, Einbaustationen oder für den Umbau von Stationen) auszuwählen und zu konfigurieren. Wartungsfreie Schaltanlagen sind zu bevorzugen. Notwendige Inspektions- bzw. Wartungsanweisungen<sup>1</sup> sind in der Montage- und Bedienungsanleitung anzugeben.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele für Standardfunktionen in Form von Schaltfeldtypen gegeben. Andere Ausführungen sind möglich.



Lasttrennschalterfeld

Lasttrennschalter-  
SicherungskombinationLeistungsschalterfeld mit  
Trennfunktion

Leistungsschalterfeld

**Bild 2-1: Standardfunktionen von Schaltfeldtypen**

<sup>1</sup> Inspektion: Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes eines Instandhaltungsobjektes einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und des Ableitens der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung (DIN V VDE V 0109-1 [31]).

Wartung: Maßnahme zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats (DIN V VDE V 0109-1 [31]).

Anmerkung: Der Abnutzungsvorrat ist der Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einem Instandhaltungsobjekt aufgrund der Herstellung oder Instandsetzung innewohnt.

### 3 Empfohlene Kenngrößen für Schaltanlagen

Die Schaltanlagen müssen den normalen Betriebsbedingungen für Innenraumschaltanlagen gemäß DIN EN 62271-1 [13] entsprechen (Umgebungstemperatur: - 25°C bis 40°C).

An den Schaltanlagen, insbesondere an den Kunststoffteilen und Dichtungen, dürfen durch gelegentliche Erhöhung der Umgebungstemperatur über 40°C, z. B. durch Sonneneinstrahlung, keine Schäden auftreten. Bei Umgebungstemperaturen über 40°C sind die Bemessungsbetriebsströme reduziert. Der Reduktionsfaktor ist durch den Hersteller anzugeben.

In besonderen Fällen (z. B. bei hoher Luftfeuchtigkeit mit Kondensation, salzhaltiger Luft) sind entsprechend DIN EN 62271-1, Kapitel 2.1.2 [13] Sonderbetriebsbedingungen zu vereinbaren.

Bemessungsspannung	$U_r$	12 kV	24 kV	36 kV
Bemessungsstehblitzstoßspannung	$U_p$			
• Leiter gegen Erde und zwischen den Leitern		75 kV	125 kV	170 kV
• Über die Trennstrecke		85 kV	145 kV	195 kV
Bemessungsstehwechselspannung	$U_d$			
• Leiter gegen Erde und zwischen den Leitern		28 kV	50 kV	70 kV
• Über die Trennstrecke		32 kV	60 kV	80 kV
Bemessungsfrequenz	$f_r$	50 Hz		
Bemessungsstrom	$I_r$			
• Sammelschienen		630 A	630 A	400 A
• Abgänge				
- Lasttrennschalter		630 A	630 A	630 A
- Leistungsschalter mit Trennfunktion		630 A	630 A	630 A
- Leistungsschalter (z. B. für Transformator oder Übergabe)		200 A	200 A	200 A
- Leistungsschalter		630 A	630 A	630 A
- Lasttrennschalter-Sicherungskombination <sup>2</sup>		200 A	200 A	200 A
- Messfelder		630 A	630 A	630 A
Bemessungs-Kurzzeitstrom/ -Kurzschlussdauer	$I_k / t_k$	20 kA/ 1 s	16 kA/ 1 s	16 kA/ 1 s
Bemessungs-Stoßstrom	$I_p$	50 kA	40 kA	40 kA
Schutzgrad (DIN EN 60529 [12])		IP 2X		
Schutzart (DIN EN 50102 [29])		IK 07		
Betriebsverfügbarkeit		LSC 2A		
Schottungsklasse		PM		

<sup>2</sup> ohne Berücksichtigung eingesetzter HH-Sicherungen



## 4 Schaltgeräte

Es sind Mehrzweck-Lasttrennschalter für erhöhte Schaltzahlen gemäß DIN EN 60265-1 [10] einzusetzen.

Leistungsschalter sind entsprechend DIN EN 62271-100 [14] auszuführen.

Auf Anforderung des Netzbetreibers ist der Leistungsschalter mit automatischer Wiedereinschaltung (AWE) auszuführen.

Für Trennschalter gilt DIN EN 62271-102 [15].

Für Lasttrennschalter-Sicherungskombinationen gilt DIN EN 62271-105 [16].

Erdungsschalter müssen DIN EN 62271-102 [15] entsprechen und sind einschaltfest ausulegen.

Der Lasttrennschalter kann in Kombination mit der Erdungsschalterfunktion auch als Dreistellungsschalter ausgeführt sein.

Es sind mindestens die nachfolgenden Bemessungsgrößen anzuwenden.

Bemessungsspannung	$U_r$	12 kV	24 kV	36 kV
<b>Lasttrennschalter</b>				
Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	630 A	630 A	400 A
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Stoßstrom	$I_p$	50 kA	40 kA	40 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Prüfschaltfolge nach DIN EN 60265-1 [10]				
Bemessungs-Netzausschaltstrom	$I_1$	630 A	630 A	400 A
Bemessungs-Leitungsringausschaltstrom	$I_{2a}$	630 A	630 A	400 A
Bemessungs-Kabelausschaltstrom	$I_{4A}$	25 A	25 A	20 A
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Bemessungs-Erdschlussstrom	$I_{6a}$	160 A	150 A	50 A
Kabel- und Freileitungsstrom unter Erdschlussbedingungen	$I_{6b}$	100 A	80 A	25 A
Klassifizierung nach DIN EN 60265-1 [10]:				
Mechanische Lebensdauer	Klasse M1	Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E3	Anzahl Schaltspiele mit $I_r$ : 100 Anzahl Schaltspiele mit $I_{ma}$ : 5		
Klassifizierung für Trennschalter nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer	Klasse M0	Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Spannungsfestigkeit bei Kabelprüfungen		Siehe Abschnitt 8.2		
<b>Erdungsschalter</b>				
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Klassifizierung für Erdungsschalter nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer		Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E1	Anzahl Schaltspiele mit $I_{ma}$ : 2		

Bemessungsspannung	$U_r$	12 kV	24 kV	36 kV
<b>Lasttrennschalter-Sicherungskombination (für Transformator)</b>				
Bemessungs-Betriebsstrom <sup>3</sup>	$I_r$	200 A	200 A	200 A
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom <sup>3</sup>	$I_{ma}$	20 kA	16 kA	16 kA
Klassifizierung für Lasttrennschalter nach DIN EN 62271-105 [16]:				
Mechanische Lebensdauer	Klasse M1	Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E3	Anzahl Schaltspiele mit $I_r$ : 100 Anzahl Schaltspiele mit $I_{ma}$ : 5		
Klassifizierung für Trennschalter nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer	Klasse M0	Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Maximale Transformatorbemessungsleistung <sup>4</sup>	$S_{max}$	≥ 800 kVA	≥ 1.000 kVA	
<b>Erdungsschalter, Anordnung am Abgang (transformatorseitig)</b>				
Bemessungs-Kurzzeitstrom/ -Kurzschlussdauer	$I_k / t_k$	≥ 2 kA/ 1 s	≥ 2 kA/ 1 s	≥ 2 kA/ 1 s
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	≥ 5 kA	≥ 5 kA	≥ 5 kA
Klassifizierung für Erdungsschalter nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer		Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E1	Anzahl Schaltspiele mit $I_{ma}$ : 2		
<b>Erdungsschalter, Anordnung vor der HH-Sicherung (sammelschienseitig)</b>				
Bemessungs-Kurzzeitstrom/ -Kurzschlussdauer	$I_k / t_k$	≥ 2 kA/ 1 s	≥ 2 kA/ 1 s	≥ 2 kA/ 1 s
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	≥ 5 kA	≥ 5 kA	≥ 5 kA
Klassifizierung für Erdungsschalter nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer		Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E1	Anzahl Schaltspiele mit $I_{ma}$ : 2		

<sup>3</sup> ohne Berücksichtigung eingesetzter HH-Sicherungen

<sup>4</sup> Die Absicherung ist entsprechend der Sicherheitsauswahltabellen des Schaltanlagenherstellers vorzunehmen.

Bemessungsspannung	$U_r$	12 kV	24 kV	36 kV
<b>Leistungsschalter mit Trennfunktion</b>				
Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	630 A	630 A	400 A
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Stoßstrom	$I_p$	50 kA	40 kA	40 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom	$I_{sc}$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Kabelausschaltstrom	$I_c$	25 A	25 A	25 A
Klassifizierung, nach DIN EN 62271-100 [14]:				
Mechanische Lebensdauer		Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer		Klasse E2, C1		
Bemessungs-Schaltfolge nach DIN EN 62271-100 [14]:				
O - t - CO - t' - CO		O - 3 min - CO - 3 min - CO		
Klassifizierung für Trennschalter nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer		Klasse M0		
Spannungsfestigkeit bei Kabelprüfungen		Siehe Abschnitt 8.2		
<b>Erdungsschalter</b>				
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Klassifizierung für Erdungsschalter nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer		Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer		Klasse E2		
		Anzahl Schaltspiele mit $I_{ma}$ : 5		

Bemessungsspannung	$U_r$	12 kV	24 kV	36 kV
<b>Leistungsschalter (z.B. für Transformator oder Übergabe)</b>				
Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	200 A	200 A	200 A
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Stoßstrom	$I_p$	50 kA	40 kA	40 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom	$I_{sc}$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Kabelausschaltstrom	$I_c$	25 A	25 A	25 A
Bemessungs-Netzausschaltstrom bei Einsatz als Transformatorschutz	$I_1$	200 A	200 A	200 A
Klassifizierung nach DIN EN 62271-100 [14]:				
Mechanische Lebensdauer	Klasse M1	Anzahl Schaltspiele: 2.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E2, C1			
Bemessungs-Schaltfolge nach DIN EN 62271-100 [14]:				
O - t - CO - t' - CO		O - 3 min - CO - 3 min - CO		

Bemessungsspannung	$U_r$	12 kV	24 kV	36 kV
<b>Trennschalter</b>				
Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	630 A	630 A	400 A
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Stoßstrom	$I_p$	50 kA	40 kA	40 kA
Klassifizierung nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer	Klasse M0	Anzahl Schaltspiele: 1.000		
<b>Erdungsschalter</b>				
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Klassifizierung nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer		Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E2	Anzahl Schaltspiele mit $I_{ma}$ : 5		

Bemessungsspannung	$U_r$	12 kV	24 kV	36 kV
<b>Leistungsschalter (z.B. für Transformator oder Übergabe)</b>				
Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	630 A	630 A	400 A
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Stoßstrom	$I_p$	50 kA	40 kA	40 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom	$I_{sc}$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Kabelausschaltstrom	$I_c$	25 A	25 A	25 A
Klassifizierung nach DIN EN 62271-100 [14]:				
Mechanische Lebensdauer	Klasse M2	Anzahl Schaltspiele: 10.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E2, C1			
Bemessungs-Schaltfolge nach DIN EN 62271-100 [14]:				
O - t - CO - t' - CO		O - 0,3 s - CO - 30 s - CO		
Spannungsfestigkeit bei Kabelprüfungen		Siehe Abschnitt 8.2		
<hr/>				
Bemessungsspannung	$U_r$	12 kV	24 kV	36 kV
<b>Trennschalter</b>				
Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	630 A	630 A	400 A
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Stoßstrom	$I_p$	50 kA	40 kA	40 kA
Klassifizierung nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer	Klasse M0	Anzahl Schaltspiele: 1.000		
<hr/>				
<b>Erdungsschalter</b>				
Bemessungs-Kurzzeitstrom	$I_k$	20 kA	16 kA	16 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA	40 kA	40 kA
Klassifizierung nach DIN EN 62271-102 [15]:				
Mechanische Lebensdauer		Anzahl Schaltspiele: 1.000		
Elektrische Lebensdauer	Klasse E2	Anzahl Schaltspiele mit $I_{ma}$ : 5		

## 5 Gasgefüllter Schottraum

### 5.1 Hermetisch abgeschlossenes Drucksystem

Entsprechend DIN EN 62271-1, Kapitel 5.15.3 [13]. Vorzugswert für die zu erwartende Nutzungsdauer ist 40 Jahre.

An zugänglichen Stellen des gasgefüllten Schottraumes sind Bohrverbotschilder anzubringen.

Der gasgefüllte Schottraum ist einer Druckprüfung entsprechend DIN EN 62271-200, Kapitel 7.103 [17] zu unterziehen.

Die Schaltanlagen sind nach der Verordnung (EG) Nr. 1494/2007 [38] zu kennzeichnen.

### 5.2 Korrosionsschutz

Der gasgefüllte Schottraum ist gasdicht und wartungsfrei als hermetisch abgeschlossenes Drucksystem in Edelstahl auszuführen.

Der Korrosionsschutz ist für Schaltanlagen entsprechend DIN EN 62271-1 [13] auszuführen.

Der gasgefüllte Schottraum und die Dichtsysteme für statische Durchführungen (z. B. Dichtheitsanzeige, Füllventil) müssen unter Beachtung der jeweiligen Betriebsbedingungen und der Anlagen entsprechend der Nutzungsdauer gegen Korrosion geschützt sein.

### 5.3 Störlichtbogenprüfung

Die Störlichtbogenprüfung ist gemäß DIN EN 62271-200, Kapitel 6.106 [17] durchzuführen. Hierbei müssen die Anforderungen mit den vom Netzbetreiber vorgegebenen IAC-Klassifizierungen und Prüfwerten erfüllt werden.

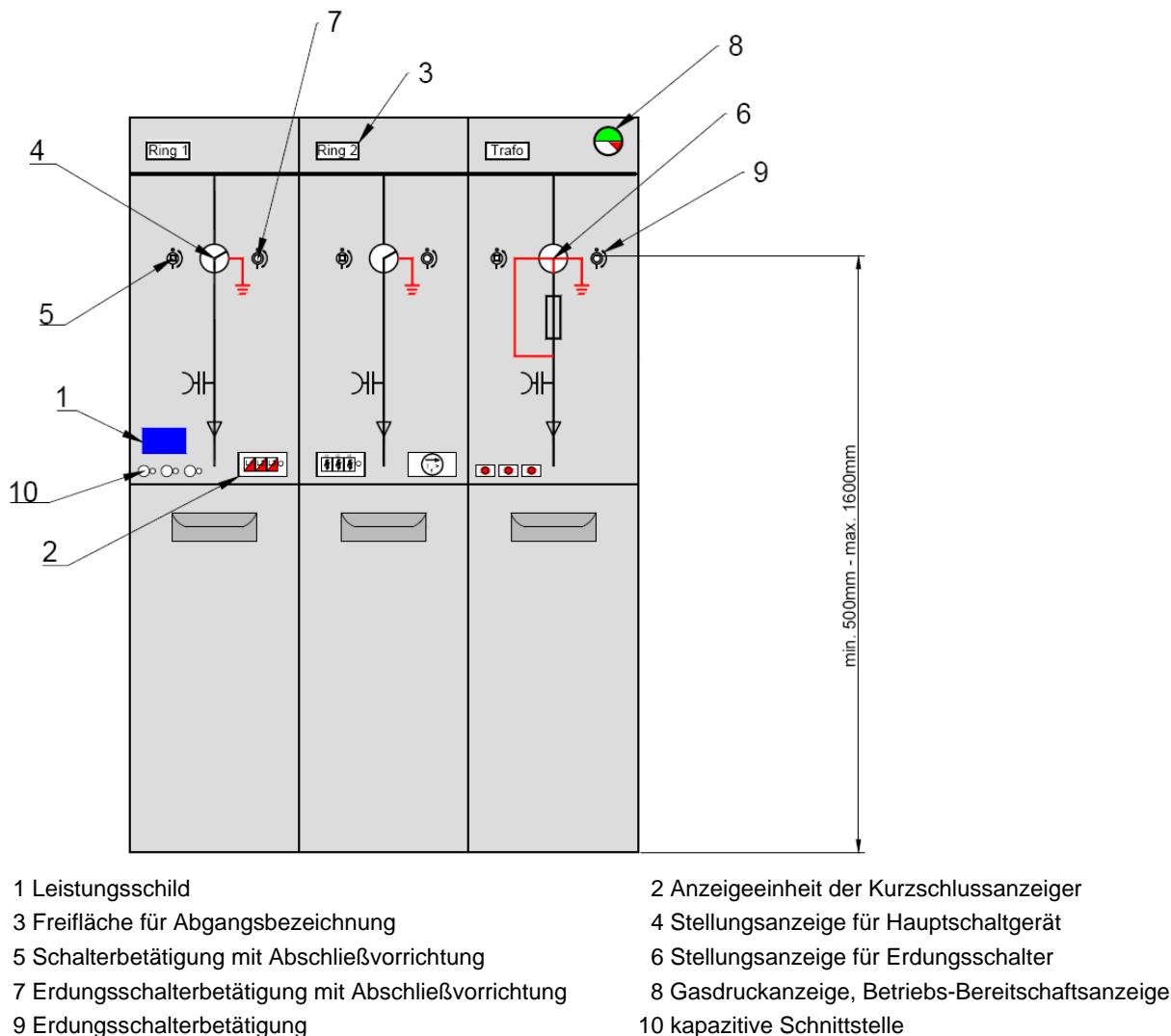
*Anmerkung:* Als Parameter sind die Klassifizierungen IAC A FL ..kA / 1s (allg. bei Wandaufstellung) und IAC A FLR ..kA / 1s (bei Freiaufstellung im Raum) Stand der Technik.

Zusätzlich zur störlichtbogenfesten Ausführung von Schaltanlagen können abhängig vom Aufstellungsort aktive (Erdungsschalter) oder passive (Absorber) Druckreduzierungseinrichtungen eingesetzt werden. Dabei sind typgeprüfte Einrichtungen in Verbindung mit der zugehörigen Schaltanlage zu verwenden. Die Anzeige der Auslösung von aktiven Druckreduziereinrichtungen ist mechanisch zu realisieren.

Die Druckentlastungsrichtung ist mit dem Betreiber und Anlagenerrichter auszuwählen (z. B. Entlastung in den Kabelkeller, rückwärtige Druckentlastung in den Stationsraum).

## 6 Bedienbereich

Zum Bedienbereich gehört ein übersichtliches, feldorientiertes Blindschaltbild, das die Abgänge und die Funktionen der Schaltanlage schematisch wiedergibt (Bild 6-1).



**Bild 6-1: Beispiel für Bedienbereich und Blindschaltbild einer dreifeldigen Anlage**

Die bevorzugte Farbe für die Linien und Symbole der Hauptstromkreise ist schwarz, die der Erdungsstromkreise rot oder nach Vorgabe des Netzbetreibers. Das Blindschaltbild ist eindeutig abgesetzt von der Anlagenfarbe darzustellen.

Der Schaltzustand jedes Schaltgerätes ist durch eine mechanische Stellungsanzeige wiederzugeben, die Bestandteil des Blindschaltbildes sein muss. Die Stellungsanzeige muss einheitlich als Balkenanzeige oder durch Kennzeichnung mit den Buchstaben I/O ausgeführt werden.

In den nachfolgenden Bildern 6-2 und 6-3 sind die Stellungsanzeigen bei „kombinierten Schaltstellungen“ dargestellt.



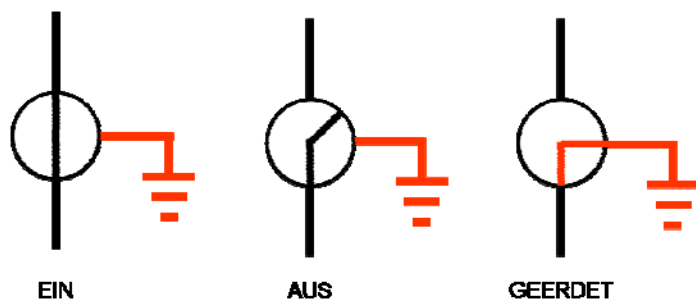


Bild 6-2: Beispiel für Schalterstellungsanzeige Dreistellungs-Lasttrennschalter

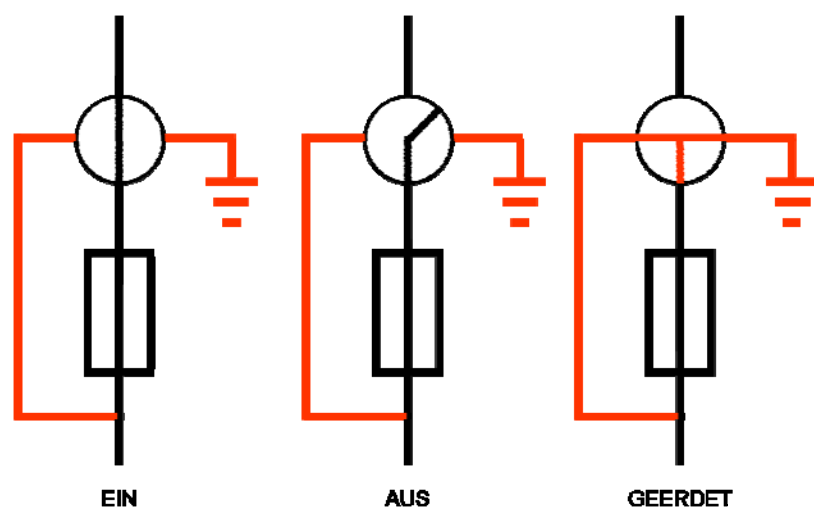


Bild 6-3: Beispiel für Schalterstellungsanzeige Dreistellungs-Lasttrennschalter-Sicherungskombination

Die Betätigungsöffnungen der Schaltgeräte müssen der jeweiligen Stellungsanzeige eindeutig zugeordnet sein.

Für alle Schalt- und Bedienhandlungen sind die Richtung der Bewegung und die Wirkung der Betätigung eindeutig im Bedienbereich anzuzeigen (DIN 43455 [23]).

Der Zustand des Federkraftspeichers ist mechanisch anzuzeigen.

Für die Abgangsbezeichnungen ist ausreichend Freifläche für die vom Betreiber geforderten Schilder vorzusehen (vorzugsweise mindestens 84 x 34 mm).

Das Anbringen eines Schaltverbotsschildes nach DIN 4844-2 [22] muss möglich sein.

Ortsveränderliche bzw. integrierte Spannungsprüfsysteme sind entsprechend der DIN EN 61243-5 (VDE 0682-415 [21]) auszuführen. Die Buchsen der Schnittstelle für ortsveränderliche Anzeigergeräte und Phasenvergleicher bzw. der Messpunkt für Phasenvergleicher bei integriertem Anzeigergerät müssen den Kabelabgängen zugeordnet und die Ankopplung im Blindschaltbild dargestellt sein.

Das Ansprechen von HH-Sicherungseinsätzen muss ohne Öffnen des Sicherungsaufnahmebehälters erkennbar sein. Dies setzt voraus, dass zur Betätigung einer Anzeigevorrichtung HH-Sicherungseinsätze mit Schlagstift verwendet werden.

Lasttrennschalter-Sicherungskombinationen sind mit Auslösung zur allpoligen Abschaltung bei Sicherungsauslösung auszurüsten.

Bei Schaltanlagen mit aktivem System zur Störlichtbogenbegrenzung muss deren Auslösung durch eine mechanische Anzeige erkennbar sein.

Im sichtbaren Bedienbereich muss eine Gasdruckanzeige, vorzugsweise mit rot/grün-Skala, vorhanden sein, die einen Rückschluss auf die Betriebsbereitschaft der Schaltanlage erlaubt. Sie muss über den gesamten Temperaturbereich entsprechend der Betriebsbedingungen der Schaltanlage eindeutig anzeigen.

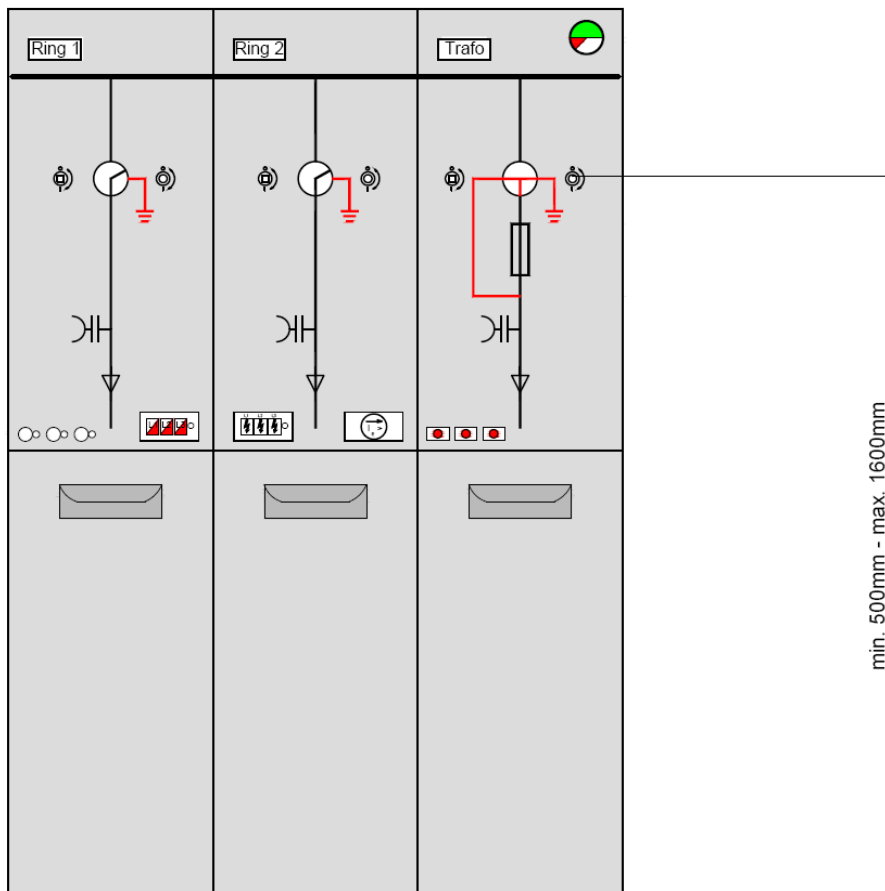
Anzeigeeinheiten von Kurzschlussanzeigern im Bedienbereich müssen den Abgängen zugeordnet sein. Das gesamte Kurzschlussanzeigesystem ist fabrikfertig montiert und geprüft auszuführen.

## 7 Antriebe

### 7.1 Anordnung

Die Antriebe müssen so angeordnet sein, dass diese auch bei beengten Einbauverhältnissen der Schaltanlage betätigt werden können. Die Schalthebel müssen deshalb beim Betätigen ausreichend Abstand von benachbarten Bauteilen (Wände, Dach, Türen) einhalten.

Die Betätigung der Antriebe ist in einer Höhe zwischen 500 mm und 1600 mm über dem Standort des Bedienenden anzuordnen (Bild 7-1).



**Bild 7-1: Anordnung der Antriebe im Bedienbereich**

### 7.2 Betätigung

Das Betätigen der Antriebe von Hauptschaltgeräten und Erdungsschaltern darf nur in getrennten Vorgängen möglich sein. Jede Schalthandlung muss aus einem Arbeitsgang bestehen.

Die Bewegungsrichtung muss eindeutig erkennbar sein. Die Drehantriebe von Lasttrennschaltern sind entsprechend DIN EN 60447 (VDE 0196) [28] auszuführen (EIN-Schalten im Uhrzeigersinn). Alternativ sind die Antriebe für Lasttrennschalter mit vertikaler Schalthandlung ausführbar. Die Ausschaltung von Speicherantrieben kann alternativ auch mittels Drucktaster erfolgen. Alle Schalthandlungen innerhalb einer Schaltanlage müssen gleichsinnig sein.

Der Kraftaufwand für die Betätigung des Handantriebes darf gemäß DIN EN 62271-1, Kapitel 5.6.3 [13] 250 N nicht übersteigen.

### 7.3 Verriegelung

Die direkte mechanische Verriegelung ist entsprechend DIN EN 62271-200, Kapitel 5.11 [17] auszuführen.

Abdeckungen, welche für betriebliche Vorgänge geöffnet werden müssen (z. B. Wechsel der HH-Sicherungseinsätze, Kabelanschluss und -prüfung), können nur bei eingeschaltetem Erdungsschalter entfernt werden. Das Ausschalten des zugehörigen Erdungsschalters sowie das Einschalten des jeweiligen Hauptschaltgerätes dürfen nur bei geschlossenen Abdeckungen möglich sein.

Ausnahme: In Kabelschaltfeldern muss für die Dauer einer Kabelprüfung die Möglichkeit bestehen, auch bei abgenommener Abdeckung den Erdungsschalter ausschalten zu können. Bei abgenommener Kabelraumabdeckung darf es nicht möglich sein, das Hauptschaltgerät einzuschalten.

### 7.4 Konstruktion

Standardausführung für die Betätigung der Schaltgeräte ist der Handantrieb.

Der Einbau von Motorantrieben, Auslöse- und Meldeeinrichtungen ist zu ermöglichen. Die Verdrahtung ist dann auf eine gemeinsame Klemmenleiste bzw. direkt auf das im Feld integrierte Endgerät zu führen.

Für Hauptschaltgeräte und Erdungsschalter sind unverwechselbare Schalthebel bzw. ist ein einzelner Schalthebel mit zwei unterschiedlichen Hebelenden zu verwenden. Der Schalthebel bzw. das Hebelende für Erdungsschalterantriebe ist rot zu kennzeichnen. Andere Maßnahmen, die ebenfalls einem Verwechseln der Schalthandlungen entgegenwirken (z. B. automatisches Verdecken von Antriebsöffnungen), können zusätzlich gefordert werden.

Die Antriebe sind entsprechend Abschnitt 5.2 gegen Korrosion zu schützen und wartungsfrei auszuführen.

Die Funktionstüchtigkeit muss über die gesamte zu erwartende Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der Anzahl der von der Norm geforderten mechanischen Schaltspiele gewährleistet sein.

Eine Vorrichtung zum Abschließen der Betätigungsöffnungen muss vorhanden sein.

## 8 Anschlussbereich

### 8.1 Kabelanschluss

Für den Anschluss von Kabeln sind die Schaltanlagen mit Außenkonus-Geräteanschlusssteilen nach DIN EN 50181 [6] und DIN 47636-1 [25] auszurüsten.

Der Hersteller muss die für seine Schaltanlage einsetzbaren Kabelsteckteile angeben. Werden davon abweichende Kabelsteckteile eingesetzt, ist dies mit dem Hersteller der Anlage abzustimmen.

Die Kabelanschlusshöhe der Lasttrennschalterfelder und Leistungsschalterfelder ab Unterkante bzw. Befestigungsrahmen der Schaltanlage bis Mitte Außenkonus-Geräteanschlusssteil muss mindestens 350 mm betragen.

Der Anschluss eines zweiten Kabels muss auf Anforderung möglich sein. Ggf. ist hierfür eine vertiefte Kabelanschlussraumabdeckung notwendig.

Werden nicht berührungssichere Kabelsteckteile angeschlossen, so sind Einzelheiten wie Berührungsschutz und klimatische Beeinträchtigung (Abschnitt 7.3 und Kapitel 11) besonders zu beachten.

Die Geräteanschlusssteile von nicht belegten Abgängen müssen mit systemkonformen Abschlusssteilen spannungsfest und ggf. berührungssicher (siehe vorstehenden Absatz) abdeckbar sein.

Die Erdung von Kabelschirmen und Metallgehäusen der Kabelsteckteile muss getrennt möglich sein (z. B. zur Kabelmantel-Fehlerortung). Hierzu müssen an einer Erdungsanschlussschiene je Außenleiter zwei Erdungsanschlussschrauben, mindestens M10, vorhanden sein. Die Erdungsanschlüsse sind in unmittelbarer Nähe der Kabelsteckteile gut zugänglich anzuordnen.

Für die Aufnahme von Kabelbefestigungsschellen sind in der Höhe und Tiefe verstellbare Vorrichtungen vorzusehen.

Die Durchführungen müssen zur Montage der Kabelsteckteile frei von vorn zugänglich sein. Behindern Bauteile im Kabelanschlussraum die Montage von Kabelsteckteilen, so müssen sie für die Dauer der Montage feldweise leicht entfernbar sein.

Bei den Geräteanschlusssteilen ist die Außenleiterbezeichnung anzubringen; die Übereinstimmung mit den Buchsen der Schnittstelle zur Spannungsprüfung muss gegeben sein.

Die Kabelanschlussraumzwischenwände müssen aus Stahlblech sein.

### 8.2 Galvanischer Zugriff für Kabelprüfung und Kabelfehlerortung

Bei der Prüfung eines angeschlossenen Kabels muss die Spannungsfestigkeit der Anlagenteile, die mit dem Kabel in Verbindung bleiben, und die Sicherheitsspanne über der Trennstrecke bei in Betrieb befindlicher Schaltanlage beachtet werden (DIN EN 62271-200 [17]). Dabei sind auch die Werte nach DIN VDE 0276-620 [7] "Starkstromkabel" zu beachten.

Empfohlene Werte für Kabelprüfungen sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Bemessungs- spannung	Gleichspannungsprüfung <sup>5</sup> gemäß DIN EN 50393 [8]	Wechselspannungsprüfung VLF <sup>6</sup> ; 0,1 Hz
$U_r$	$6 \times U_0$ max $U_m$ DC in kV	$3 \times U_0$ $U_{VLF}$ AC in kV
12 kV	DC 38 kV, 15 min	19 kV, 30 min
24 kV	DC 70 kV, 15 min	36 kV, 30 min
36 kV	DC 72 kV, 15 min	58 kV, 30 min

Die Prüfung muss jeweils auch mit anstehender Betriebsspannung an der Sammelschiene (12 kV, 24 kV bzw. 36 kV) durchführbar sein.

Das Anschließen der Prüf- bzw. Fehlerortungseinrichtung muss im geerdeten Zustand des angeschlossenen Kabels möglich sein.

### 8.3 Anbau von Überspannungsableitern

Der Hersteller muss die für seine Schaltanlage einsetzbaren Überspannungsableiter angeben. Werden davon abweichende Überspannungsableiter eingesetzt, ist dies mit dem Hersteller der Anlage abzustimmen.

Der Anbau von Überspannungsableitern muss zusätzlich zu den Kabelsteckteilen bzw. Endverschlüssen eines Abganges möglich sein, ggf. ist hierfür eine vertiefte Kabelanschlussraum-Abdeckung notwendig.

Werden berührungssichere Kabelsteckteile eingesetzt, müssen auch die Überspannungsableiter den gleichen Bedingungen genügen.

<sup>5</sup> Eine Gleichspannungsprüfung mit max.  $6 \times U_0$  ist nur für Öl-Papier isolierte Kabel (Massekabel) sinnvoll.

<sup>6</sup> VLF = very low frequency

## 9 Transformatorschaltfeld

Für den Aufbau eines Transformatorschaltfeldes gelten hinsichtlich des Transformatoranschlusses die unter Abschnitt 8.1 "Kabelanschluss" beschriebenen Anforderungen unter Berücksichtigung der kleineren Baugröße der Geräteanschlussteile.

### 9.1 Lasttrennschalter-Sicherungskombination

Die Lasttrennschalter-Sicherungskombination ist entsprechend DIN VDE 62271-105 [16] auszuführen. Für die Zuordnung von HH-Sicherungseinsätzen (Abmessungen gemäß DIN 43625 [24]) und Transformator-Bemessungsleistung stellt der Hersteller entsprechende Sicherungsauswahltabellen zur Verfügung.

Thermische Überbeanspruchungen können durch geeignete Auslegung des Gesamtab sicherungskonzeptes oder durch HH-Sicherungseinsätze (DIN EN 60282-1 [19]), die bei Überhitzung auf die mechanische Auslösung wirken, vermieden werden.

Die Kontakte der Sicherungsaufnahme sind für die vorgeschriebene Lebensdauer wartungsfrei und korrosionsgeschützt auszulegen.

Schutzgrad der Aufnahmebehälter ist als IP 5X einzustufen.

Die Auslösung muss hinsichtlich Auslösekraft und Auslöseweglänge so ausgelegt sein, dass die Schlagstiftfunktion von HH-Sicherungseinsätzen gemäß DIN EN 60282-1 [19], Ausführung Typ "Mittel", sichergestellt ist. Das Auslösen des Lasttrennschalters durch den Schlagstift des HH-Sicherungseinsatzes ist durch eine mechanische Stellungsanzeige darzustellen.

Der Sicherungsaufnahmebehälter ist so zu gestalten, dass die Wirkungsrichtung des Schlagstiftes der Sicherung nach vorn zum Bediener oder oben verläuft.

Im Transformatorschaltfeld muss die Erdung vor und hinter der Sicherung erfolgen. Werden hierfür zwei Erdungsschalter verwendet, müssen diese für eine gemeinsame Betätigung mechanisch gekoppelt sein (siehe Bild 2-1).

Der Wechsel der HH-Sicherungseinsätze sollte ohne Werkzeug möglich sein und ohne dass Kabelanschlüsse gelöst werden müssen.

### 9.2 Transformatorschaltfeld mit Leistungsschalter

Bei großen Transformator-Bemessungsleistungen ist im Transformatorschaltfeld ein Leistungsschalter nach Vorgabe des Netzbetreibers einzusetzen.

Das Schutzkonzept und die einzusetzenden Schutzgeräte sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

## 10 Prüfungen

### 10.1 Prüfungen beim Hersteller

Die gasisolierten metallgekapselten Schaltanlagen sind entsprechend DIN EN 62271-200 [17] typ- und stückgeprüft zu liefern. Die Prüfprotokolle sind auf Verlangen vorzulegen.

Daneben sollten zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahmen, gegebenenfalls als Stückprüfung, vereinbart und dokumentiert werden. Empfehlenswert sind:

- Prüfen aller feststoffisolierten Komponenten vor Einbau und der Einzelfelder bzw. Schaltfeldblöcke auf Teilentladung. Die Prüfungen sind entsprechend DIN EN 60270 / IEC 60270 [11] durchzuführen. Die Teilentladungsaussetzspannung muss größer als die betriebliche Leiter-Erde-Spannung sein. Die zulässigen Grenzwerte sind zwischen Betreiber und Hersteller abzustimmen.
- Prüfen der Koppelteile des Spannungsprüfsystems nach DIN EN 61243-5 (VDE 0682-415) [21].

### 10.2 Prüfungen bei Lieferung / vor Einbau

Bei Lieferung einer Schaltanlage werden folgende Prüfungen empfohlen:

- Unversehrtheit der Schaltanlage (Transportschäden),
- Kontrolle des Fülldrucks der Schaltanlage (Druckanzeige, Betriebsbereitschaftsanzeige),
- Betätigung der Schaltgeräte und Überprüfung der Stellungsanzeigen und Verriegelungen.

### 10.3 Prüfungen bei Inbetriebnahme

Bei Inbetriebnahme einer Schaltanlage sind folgende Prüfungen durchzuführen:

- Kontrolle des Fülldrucks der Schaltanlage (Druckanzeige, Betriebsbereitschaftsanzeige),
- Betätigung der Schaltgeräte und Überprüfung der Stellungsanzeigen und Verriegelungen,
- Funktionsprüfung des Spannungsprüfsystems,
- Funktionsprüfungen von Auslösungen (z. B. Auslösung durch Prüfsicherung, elektrische Auslöser),
- Schutzprüfung bei Leistungsschalterfeldern.

Zusätzlich wird empfohlen, für anreihbare Schaltanlagen eine Spannungsprüfung mit Teilentladungsmessung nach erfolgter Montage vor Ort durchzuführen.



## 11 Sonstiges

Allgemeine Hinweise für Transport, Lagerung, Aufstellung und Instandhaltung werden in DIN EN 62271-1 (VDE 0671-1) [13] gegeben.

### 11.1 Transport

Die Schaltanlage muss vom Hersteller so verpackt werden, dass eine Beschädigung und Verschmutzung beim Transport vermieden wird. Der Schutz der elektrischen Durchführungen muss unabhängig von der Verpackung bis zur Montage der Kabelsteckteile belassen werden können.

Die Druckanzeige oder Betriebsbereitschaftsanzeige muss im verpackten Zustand kontrollierbar sein.

Der Transport muss mit einem Hebezeug bzw. einem Gabelstapler möglich sein. Die Anschlagpunkte und der zulässige Anschlagwinkel sind anzugeben.

### 11.2 Montage- und Bedienungsanleitung

Jeder gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage ist eine Montage- und Bedienungsanleitung in deutscher Sprache beizufügen. Diese beinhaltet eine technische Beschreibung der Schaltanlage und alle notwendigen Angaben über Transport, Lagerung, Montage, Anschluss, Inbetriebnahme, Bedienung, Instandhaltung und Entsorgung.

### 11.3 Kurzanleitung

Wichtige Einzelheiten für die Bedienung und Kontrolle sind in Kurzform gut sichtbar, dauerhaft und verständlich darzustellen, wie z. B.

- Deutung der Druckanzeige, Betriebsbereitschaftsanzeige
- Anlagenbedienung,
- Wechsel der HH-Sicherungseinsätze,
- Hinweis auf Bohrverbot am gasgefüllten Schottraum.

### 11.4 Erdung

Der Anschluss der Schaltanlagen an die Erdungsanlage einer Station ist entsprechend DIN EN 62271-1 (VDE 0671-1) [13] auszuführen. Hierzu muss eine von der Bedienseite aus gut zugängliche und gekennzeichnete Anschlussstelle vorhanden sein.

## 11.5 Erweiterungsmöglichkeit

Bei der Anlagenweiterentwicklung ist vom Hersteller darauf zu achten, dass die Position der Geräteanschlusssteile beibehalten wird, damit ein späterer Austausch der Schaltanlagen, z. B. wegen Erweiterung von zwei auf drei Kabelabgänge, ohne Änderung der vorhandenen Kabel möglich ist.

## 11.6 Entsorgung

Es wird empfohlen, von dem Hersteller / Lieferanten eine Materialliste anzufordern, aus der ersichtlich ist, welche - mengenmäßig zu spezifizierenden - Stoffe für die Herstellung der Schaltanlage verwendet wurden. Der Verwertungs- bzw. Entsorgungsweg ist aufzuzeigen.

Ausgediente Schaltanlagen, auch nach inneren Fehlern, sind durch den Hersteller zurückzunehmen und entsprechend den gesetzlichen Vorschriften zu entsorgen.

Bei Einsatz von SF<sub>6</sub> als Isoliergas ist die „Freiwillige Selbstverpflichtung der SF<sub>6</sub>-Produzenten, Hersteller und Betreiber von elektrischen Betriebsmitteln > 1 kV zur elektrischen Energieübertragung und –verteilung in der Bundesrepublik Deutschland zu SF<sub>6</sub> als Isolier- und Löschgas“ [36] einzuhalten.

## 11.7 Zusatzfunktionen und Zubehör

Zusatzfunktionen und der Einbau von Zubehör für gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen, z. B. Motorsteuerung, ferngemeldete Druckanzeige, Kurzschluss-/ Erdschlussanzeiger, kapazitive Spannungsprüfsysteme (Empfehlung: LR-M), sind zu ermöglichen. Additive Schutz- und Fernmeldeeinrichtungen sind ggf. in einer zusätzlichen Niederspannungsnische entsprechend den Vorgaben des Betreibers einzubauen.

## 12 Normative Verweisungen und Literaturhinweise

Nachfolgend sind die wesentlichen Normen für Planung, Bau und Betrieb von gasisolierten metallgekapselten Schaltanlagen und die darin enthaltenen Schaltgeräte sowie relevante Literaturhinweise aufgelistet.

### 12.1 Normative Verweisungen

- [1] DIN VDE 0101 (VDE 0101) Starkstromanlagen mit Nennwechselspannung über 1 kV; Deutsche Fassung HD 637 S1:1999
- [2] DIN EN 60865-1 (VDE 0103) Kurzschlussströme; Berechnung der Wirkung, Teil 1: Begriffe und Berechnungsverfahren (IEC 865-1:1993); Deutsche Fassung EN 60865-1:1993
- [3] DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1) Betrieb von elektrischen Anlagen; Deutsche Fassung EN 50110-1:2004
- [4] DIN VDE 0141 (VDE 0141):2000-01 Erdungen für spezielle Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV
- [5] DIN EN 50178 (VDE 0160) Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln; Deutsche Fassung EN 50178:1997
- [6] DIN EN 50181 Steckbare Durchführungen über 1 kV bis 36 kV und von 250 A bis 1,25 kA für Anlagen anders als flüssigkeitsgefüllte Transformatoren; Deutsche Fassung EN 50181:1997
- [7] DIN VDE 0276-620 (VDE 0276-620) Starkstromkabel - Teil 620: Energieverteilungskabel mit extrudierter Isolierung für Nennspannungen von 3,6/6 (7,2) kV bis 20,8/36 (42) kV; Deutsche Fassung HD 620 S1:1996/A3:2007, Teile 0, 1, 5-C und 6-C
- [8] DIN EN 50393 (VDE 0278-393) Prüfverfahren und Prüfanforderungen für die Garnituren von Verteilerkabeln mit einer Nennspannung von 0,6/1,0 (1,2) kV; Deutsche Fassung EN 50393:2006
- [9] DIN VDE 0373-1 (VDE 0373-1) Bestimmung für neues Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>); Anforderungen und Abnahmeprüfungen (VDE-Bestimmung)
- [10] DIN EN 60265-1 (VDE 0670-301) Hochspannungs-Lastschalter, Teil 1: Hochspannungs-Lastschalter für Bemessungsspannungen über 1 kV und unter 52 kV (IEC 60265-1:1998); Deutsche Fassung EN 60265-1:1998
- [11] DIN EN 60270 (VDE 0434) Hochspannungs-Prüftechnik - Teilentladungsmessungen (IEC 60270:2000); Deutsche Fassung EN 60270:2001
- [12] DIN EN 60529 (VDE 0470-1) Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000
- [13] DIN EN 62271-1 (VDE 0671-1) Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen (IEC 62271-1:2007); Deutsche Fassung EN 62271-1:2008
- [14] DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100) Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 100: Wechselstrom-Leistungsschalter (IEC 62271-100:2008); Deutsche Fassung EN 62271-100:2009
- [15] DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102) Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 102: Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter (IEC 62271-102:2001 + Corrigendum 1:2002 + Corrigendum 2:2003); Deutsche Fassung EN 62271-102:2002
- [16] DIN EN 62271-105 (VDE 0671-105) Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 105: Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen (IEC 62271-105:2002); Deutsche Fassung EN 62271-105:2003
- [17] DIN EN 62271-200 (VDE 0671-200) Hochspannungs-Schaltgeräte und Schaltanlagen – Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV (IEC 62271-200:2003); Deutsche Fassung EN 62271-200:2004
- [18] DIN EN 62271-202 (VDE 0671-202) Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 202: Fabrikfertige Stationen für Hochspannung/Niederspannung (IEC 62271-202:2006); Deutsche Fassung EN 62271-202:2007

- [19] DIN EN 60282-1 (VDE 0670-4) Hochspannungssicherungen - Teil 1: Strombegrenzende Sicherungen (IEC 60282-1: 2005); Deutsche Fassung EN 60282-1:2006
- [20] DIN EN 60099-1 (VDE 0675-1) Überspannungsableiter mit nichtlinearen Widerständen für Wechselspannungsnetze (IEC 60099-1:1991 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60099-1:1994
- [21] DIN EN 61243-5 (VDE 0682-415) Arbeiten unter Spannung - Spannungsprüfer - Teil 5: Spannungsprüfsysteme (VDS) (IEC 61243-5:1997, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61243-5:2001
- [22] DIN 4844-2 Sicherheitskennzeichnung - Darstellung von Sicherheitszeichen
- [23] DIN 43455 Bildzeichen für die Betätigung von Hochspannungsschaltgeräten unter 52 kV
- [24] DIN 43625 Hochspannungs-Sicherungen; Nennspannung 3,6 bis 36 kV; Maße für Sicherungseinsätze
- [25] DIN 47636-1 Starkstromkabel-Steckgarnituren für Außenkonus-Geräteanschlusssteil; Um bis 36 kV, Geräteanschlusssteil mit Befestigungsflansch und Laschenbefestigung für das Kabelsteckteil
- [26] DIN 47637 Starkstromkabel-Steckgarnituren für Innenkonus-Geräteanschlusssteil; Um= 36 kV, Innenkonus und Befestigung des Kabelsteckteils
- [27] DIN EN 60445 (VDE 0197) Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle - Kennzeichnung der Anschlüsse elektrischer Betriebsmittel und angeschlossener Leiterenden (IEC 60445:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60445:2007
- [28] DIN EN 60447 (VDE 0196) Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung – Bedienungsgrundsätze (IEC 60447:2004); Deutsche Fassung EN 60447:2004
- [29] DIN EN 50102 (VDE 0470-100) Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel (Ausrüstung) gegen äußere mechanische Beanspruchungen (IK-Code); Deutsche Fassung EN 50102:1995  
  
DIN EN 62262 Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel (Ausrüstung) gegen äußere mechanische Beanspruchungen (IK-Code); Änderung A1; Deutsche Fassung EN 50102:1995/prA1:1998
- [30] DIN EN ISO 2081 Metallische und andere anorganische Überzüge - Galvanische Zinküberzüge auf Eisenwerkstoffen mit zusätzlicher Behandlung (ISO 2081:2008); Deutsche Fassung EN ISO 2081:2008
- [31] DIN V VDE V 0109-1 Instandhaltung von Anlagen und Betriebsmitteln in elektrischen Versorgungsnetzen – Teil 1: Systemaspekte und Verfahren; Juli 2008

## 12.2 Literaturhinweise

- [32] Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz - TAB Mittelspannung 2008; BDEW, Mai 2008
- [33] BGV A1: Unfallverhütungsvorschrift - Grundsätze der Prävention Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit; Januar 2004
- [34] BGV A3: Unfallverhütungsvorschrift - Elektrische Anlagen und Betriebsmittel Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit; Januar 1997
- [35] BGI 753: SF<sub>6</sub>-Anlagen und –Betriebsmittel; Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik; Mai 2008
- [36] Freiwillige Selbstverpflichtung der SF<sub>6</sub>-Produzenten, Hersteller und Betreiber von elektrischen Betriebsmitteln > 1 kV zur elektrischen Energieübertragung und –verteilung in der Bundesrepublik Deutschland zu SF<sub>6</sub> als Isolier- und Löschgas; VIK, VDN, ZVEI; Juli 2005
- [37] Verordnung (EG) Nr. 842/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates über bestimmte fluorierte Treibhausgase; 17. Mai 2006
- [38] Verordnung (EG) Nr. 1494/2007 zur Festlegung der Form der Kennzeichnung und der zusätzlichen Anforderungen an die Kennzeichnung von Erzeugnissen und Einrichtungen, die bestimmte fluorierte Treibhausgase enthalten, gemäß Verordnung (EG) Nr. 842/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates; vom 17. Dezember 2007

- [39] Verordnung (EG) Nr. 305/2008 zur Festlegung – gemäß Verordnung (EG) Nr. 842/2006 – der Mindestanforderungen für die Zertifizierung von Personal, das Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Rückgewinnung bestimmter fluoriertes Treibhausgase aus Hochspannungsschaltanlagen ausübt, sowie der Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung der diesbezüglichen Zertifikate; vom 2. April 2008
- [40] Erdungen in Starkstromnetzen; VDEW, 1992

## 13 Abkürzungen

BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
E DIN	Entwurf einer Norm des DIN
EN	Europäische Norm
E VDE	Entwurf einer Norm des VDE
FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	Internationale Organisation für Normung
SF <sub>6</sub>	Schwefelhexafluorid
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V.
VIK	Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.
V VDE	Vornorm des VDE
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.