

	DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 29.130.10

Einsprüche bis 2008-04-30

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62271-200
(VDE 0671-200):2004-10

Entwurf

**Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen –
Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für
Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV
(IEC 17C/421/CD:2007)**

High-voltage switchgear and controlgear –
Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
(IEC 17C/421/CD:2007)

Appareillages à haute tension –
Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
(CEI 17C/421/CD:2007)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-02-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 164 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 17C/421/CD:2007 „High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 17C „High-voltage enclosed switchgear and controlgear“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Dieser Norm-Entwurf ist in Verbindung mit IEC 62271-1:2007 anzuwenden. Die Abschnittsbenummerung folgt der Abschnittsbenummerung dieser Norm. Zusätzliche Unterabschnitte, die auf einen bestimmten Abschnitt von IEC 62271-1 Bezug nehmen, werden mit 101, 102 usw. benummert.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 432.2 „Typegeprüfte Hochspannungs-Schaltanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62271-200 (VDE 0671-200):2004-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Diese zweite Ausgabe von IEC 62271-200 wurde weiter fortgeschrieben und anhand der Erfahrungen verbessert, die aus der ersten Ausgabe von IEC 62271-200 gewonnen wurden. Weil in der ersten Ausgabe eine neue Terminologie und neue Begriffe eingeführt wurden, die sich anstelle der Aspekte der baulichen Auslegung an die Belange der Anwender richtete (im Vergleich zur früheren IEC 60298), wurde ein kürzerer Maintenance cycle geplant, um die Verbesserungen einfließen zu lassen, wo sich bei der Anwendung der Norm Widersprüchlichkeiten gezeigt haben. Im Ergebnis der Weiterführung wurden in dieser zweiten Ausgabe von IEC 62271-200 keine wesentlichen Änderungen vorgenommen. Die Begriffe, Einteilungen und Prüfverfahren wurden präziser festgelegt. Für die Prüfung der freigestellten Störlichtbogenqualifikation wird eine spezifische Anleitung gegeben hinsichtlich der Prüfanordnung, Raumnachbildung und der Zündung des Lichtbogens, während der Grad der Prüfschärfe ohne Veränderungen beibehalten wurde.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 50187:1996	–	DIN EN 50187 (VDE 0670-811):1997-05	VDE 0670-811
–	IEC 60050(151):2001	IEV Teil 151:2002-03	–
–	IEC 60050(441):1984	IEV Teil 441:1990	–
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989 Corr. 1990-03	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06	VDE 0432-1
– EN 60137:2003	IEC 60137:1995 zurückgezogen, ersetzt durch IEC 60137:2003	– DIN EN 60137 (VDE 0674-5):2004-07	– VDE 0674-5
EN 60243-1:1998	IEC 60243-1:1998	DIN EN 60243-1 (VDE 0303-21):1999-03	VDE 0303-21
EN 60270:2001	IEC 60270:2000	DIN EN 60270 (VDE 0434):2001-08	VDE 0434
EN 60265-1:1998	IEC 60265-1:1998	DIN EN 60265-1 (VDE 0670-301):1999-05	VDE 0670-301
EN 60470:2000 Corr. 2000-06	IEC 60470:2000	DIN EN 60470 (VDE 0670-501):2002-01	VDE 0670-501
– EN 60480:2004	IEC 60480:1974 zurückgezogen, ersetzt durch IEC 60480:2004	– DIN EN 60480 (VDE 0373-2):2005-08	– VDE 0373-2
EN 60529:1991 EN 60529/A1:2000	IEC 60529:1989 IEC 60529/A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09	VDE 0470-1
–	IEC 60724:2000	–	–
EN 60909-0:2001	IEC 60909-0:2001	DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2002-07	VDE 0102
–	IEC 60932:1988	–	–
–	IEC 61634:1995	–	–

— Entwurf —

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 62271-1:2007	DIN EN 62271-1 (VDE 0671-1) *)	VDE 0671-1
EN 62271-100:2001 EN 62271-100/A1:2002	IEC 62271-100:2001 IEC 62271-100/A1:2002 Corr. 1:2002 Corr. 2:2003	DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100):2004-04	VDE 0671-100
EN 62271-100/A2:2006	IEC 62271-100/A2:2006	DIN EN 62271-100/A2 (VDE 0671-100/A2):2007-07	VDE 0671-100/A2
EN 62271-102:2002	IEC 62271-102:2001 Corr. 1:2002 Corr. 2:2003	DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102):2003-10	VDE 0671-102
EN 62271-105:2003	IEC 62271-105:2002	DIN EN 62271-105 (VDE 0671-105):2003-12	VDE 0671-105
EN 62271-201:2006	IEC 62271-201:2006	DIN EN 62271-201 (VDE 0671-201):2007-07	VDE 0671-201
EN 62271-203:2004	IEC 62271-203:2003	DIN EN 62271-203 (VDE 0671-203):2004-11	VDE 0671-203
–	ISO/IEC Guide 51:1999	–	–
–	IEEE C 37.20.2:1999	–	–
–	IEEE C 37.20.7:2001	–	–
*) in Vorbereitung			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50187 (VDE 0670-811):1997-05, *Gasgefüllte Schotträume für Wechselstrom-Schaltgeräte und -Schaltanlagen mit Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV; Deutsche Fassung EN 50187:1996*

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:1989 + Corrigendum März 1990); Deutsche Fassung HD 588.1 S1:1991*

DIN EN 60137 (VDE 0674-5):2004-07, *Isolierte Durchführungen für Wechselspannungen über 1 000 V (IEC 60137:2003); Deutsche Fassung EN 60137:2003*

DIN EN 60243-1 (VDE 0303-21):1999-03, *Elektrische Durchschlagfestigkeit von isolierenden Werkstoffen – Prüfverfahren – Teil 1: Prüfungen bei technischen Frequenzen (IEC 60243-1:1998); Deutsche Fassung EN 60243-1:1998*

DIN EN 60270 (VDE 0434):2001-08, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teilentladungsmessungen (IEC 60270:2000); Deutsche Fassung EN 60270:2001*

DIN EN 60265-1 (VDE 0670-301):1999-05, *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*

DIN EN 60470 (VDE 0670-501):2002-01, *Hochspannungs-Wechselstrom-Schütze und –Motorstarter mit Schützen (IEC 60470:2000); Deutsche Fassung EN 60470:2000 + Corrigendum Juni 2000*

DIN EN 60480 (VDE 0373-2):2005-08, *Richtlinien für die Prüfung und Aufbereitung von Schwefelhexafluorid (SF₆) nach Entnahme aus elektrischen Betriebsmitteln und Spezifikation für dessen Wiederverwendung (IEC 60480:2004); Deutsche Fassung EN 60480:2004*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000*

DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2002-07, *Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Teil 0: Berechnung der Ströme (IEC 60909-0:2001); Deutsche Fassung EN 60909-0:2001*

DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100):2004-04, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 100: Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter (IEC 62271-100:2001 + A1:2002 + Corrigendum 1:2002 + Corrigendum 2:2003); Deutsche Fassung EN 62271-100:2001 + A1:2002*

DIN EN 62271-100/A2 (VDE 0671-100/A2):2007-07, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 100: Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter (IEC 62271-100:2001/A2:2006); Deutsche Fassung EN 62271-100:2001/A2:2006*

DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102):2003-10, *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*

DIN EN 62271-105 (VDE 0671-105):2003-12, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 105: Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen (IEC 62271-105:2002); Deutsche Fassung EN 62271-105:2003*

DIN EN 62271-201 (VDE 0671-201):2007-07, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 201: Isolierstoffgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV (IEC 62271-201:2006); Deutsche Fassung EN 62271-201:2006*

DIN EN 62271-203 (VDE 0671-203):2004-11, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 203: Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 52 kV (IEC 62271-203:2003); Deutsche Fassung EN 62271-203:2004*

IEV Teil 151:2002-03, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 115: Elektrische und magnetische Geräte und Einrichtungen – Hauptabschnitt 151-11: Allgemeines; Identisch mit IEC 60050-151:2001-07*

IEV Teil 441:1990, *IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 441: Schaltanlagen – Schaltgeräte und Sicherungen; Identisch mit IEC 60050-441:1984*

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 200: Metallgekapelte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV

Inhalt

	Seite
1 Allgemeines	10
1.1 Anwendungsbereich	10
1.2 Normative Verweisungen.....	10
2 Normale Betriebsbedingungen und Sonder-Betriebsbedingungen	11
3 Begriffe.....	12
4 Bemessungswerte	18
4.1 Bemessungsspannung (U_r)	18
4.2 Bemessungs-Isolationspegel.....	18
4.3 Bemessungsfrequenz (f_r).....	18
4.4 Bemessungs-Betriebsstrom und Erwärmung.....	18
4.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_k).....	19
4.6 Bemessungs-Stoßstrom (I_p)	19
4.7 Bemessungs-Kurzschlussdauer (t_k)	19
4.8 Bemessungs-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfs- und Steuerstromkreise (U_a)	19
4.9 Bemessungsfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise.....	19
4.10 Bemessungsdruck der Druckgasversorgung für Isolation und/oder Betätigung	19
4.11 Bemessungsfüllpegel (fluidgefüllter Schotträume)	19
5 Konstruktion und Aufbau	20
5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Schaltanlagen	20
5.2 Anforderungen an Gase in Schaltanlagen.....	20
5.3 Erdung	20
5.4 Hilfs- und Steuereinrichtungen	22
5.5 Schließen mit abhängiger Kraftbetätigung	22
5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung	22
5.7 Unabhängige Handbetätigung oder Kraftbetätigung (unabhängiges freies Schließen)	22
5.8 Arbeitsbedingungen für Auslöser.....	22
5.9 Druckverriegelung und -überwachung.....	22
5.10 Leistungsschilder	22
5.11 Verriegelungen.....	24
5.12 Anzeige der Schaltstellung	25
5.13 Schutzart durch Gehäuse	25
5.14 Kriechwege für Freiluft-Isolatoren.....	25

	Seite
5.15 Dichtheit gegenüber Gasen und Vakuum	25
5.16 Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten	25
5.17 Brandgefahr (Brennverhalten)	25
5.18 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	25
5.19 Röntgenstrahlung	25
5.20 Korrosion	25
5.101 Innere Fehler	25
5.102 Kapselung	26
5.103 Hochspannungs-Schotträume	28
5.104 Herausnehmbare Einschübe	31
5.105 Vorkehrungen für Spannungsprüfungen an Kabeln	32
6 Typprüfungen	32
6.1 Allgemeines	32
6.2 Dielektrische Prüfungen	33
6.3 Störspannungsprüfung	36
6.4 Messung des Widerstandes von Stromkreisen	36
6.5 Erwärmungsprüfungen	36
6.6 Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen	37
6.7 Überprüfung des Schutzgrades	39
6.8 Dichtheitsprüfungen	39
6.9 Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)	39
6.10 Zusätzliche Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen	39
6.11 Röntgenprüfverfahren für Vakuum-Schaltrohren	39
6.101 Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens	40
6.102 Mechanische Funktionsprüfungen	41
6.103 Druckprüfung von gasgefüllten Schotträumen	41
6.104 Prüfungen an nichtmetallischen Zwischenwänden und Shuttern	42
6.105 Prüfung auf Wetterschutz	43
6.106 Störlichtbogenprüfung	43
7 Stückprüfungen	44
7.1 Dielektrische Prüfung der Hauptstrombahn	44
7.2 Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen	44
7.3 Widerstandsmessung der Hauptstrombahn	44
7.4 Dichtheitsprüfung	44
7.5 Konstruktions- und Sichtkontrollen	44
7.101 Teilentladungsmessung	44
7.102 Mechanische Funktionsprüfungen	45
7.103 Druckprüfungen gasgefüllter Schotträume	45
7.104 Prüfungen der elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Hilfseinrichtungen	45

	Seite
7.105 Prüfungen nach der Montage vor Ort	45
7.106 Messung des Fluidzustandes nach der Füllung vor Ort	46
8 Anleitung zur Auswahl von metallgekapselten Schaltgeräten für den Betrieb	46
8.1 Auswahl der Bemessungswerte	46
8.2 Auswahl von Konstruktion und Aufbau	46
8.3 Störlichtbogenqualifikation	49
8.4 Zusammenfassung von technischen Anforderungen, Bemessungswerten und freigestellten Prüfungen	51
9 Angaben in Anfragen, Angeboten und Bestellungen	54
9.1 Angaben in Anfragen und Bestellungen	54
9.2 Angaben in Angeboten	55
10 Hinweise für Transport, Lagerung, Aufstellung, Betrieb und Instandhaltung	56
10.1 Bedingungen während Transport, Lagerung und Aufstellung	56
10.2 Aufstellung	56
10.3 Betrieb	56
10.4 Instandhaltung	56
11 Sicherheit	57
11.101 Arbeitsanweisungen	57
11.102 Störlichtbögen	57
12 Einfluss des Produktes auf die Umgebung	57
Anhang A (normativ) Störlichtbogenprüfung – Verfahren für die Prüfung von metallgekapselten Schaltanlagen	58
Anhang B (normativ) Teilentladungsmessungen	75
Anhang C (informativ) Erläuterungen	81
Literaturhinweise	87
Bild A.1 – Einspannrahmen für vertikale Indikatoren	69
Bild A.2 – Horizontaler Indikator	69
Bild A.3 – Anordnung der Indikatoren	70
Bild A.4 – Raumnachbildung und Anordnung der Indikatoren für Zugänglichkeitsgrad Typ A, Schaltfeldhöhe 1,5 m oder höher	71
Bild A.5 – Raumnachbildung und Anordnung der Indikatoren für Zugänglichkeitsgrad Typ B, Schaltfeld über 2 m hoch	72
Bild A.6 – Raumnachbildung und Anordnung der Indikatoren für Zugänglichkeitsgrad Typ B, Schaltfeld weniger als 2 m hoch	73
Bild A.7 – Prüfanordnung für eine mastmontierte Schaltanlage mit Anschluss an eine Freileitung	74
Bild B.1 – Teilentladungsprüfkreis (dreiphasige Anordnung)	79
Bild B.2 – Teilentladungsprüfkreis (Netz ohne geerdeten Sternpunkt)	80
Tabelle 1 – Angaben auf dem Leistungsschild	23
Tabelle 2 – Fehlerorte, Ursachen und Beispiele für Maßnahmen zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit von Störlichtbögen	50

Tabelle 3 – Zusammenfassung der technischen Anforderungen, Bemessungswerte und freigestellte Prüfungen für metallgekapselte Schaltanlagen	51
Tabelle B.1 – Prüfstromkreise und Verfahren	78
Tabelle C.1 – Vergleich zwischen den IEC- und IEEE-Definitionen von „metallgeschottet“	81
Tabelle C.2 – Klassifizierung von Schaltanlagen	82

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62271 legt Anforderungen an fabrikgefertigte, metallgekapselte Schaltanlagen für Wechselstrom bei Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV für Innenraum- und Freiluftaufstellung und für Betriebsfrequenzen bis einschließlich 60 Hz fest. Die Kapselungen können fest eingebaute oder herausnehmbare Bauteile enthalten und können zur Isolation mit Fluiden (Flüssigkeit oder Gas) gefüllt sein.

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung dieses Dokuments ist Hochspannung (siehe IEC 601-01-27) die Bemessungsspannung über 1 000 V. Für Verteilungssysteme mit Spannungen über 1 kV wird üblicherweise jedoch der Begriff Mittelspannung (siehe IEC 601-01-28) für Spannungen bis zu 52 kV verwendet. In diesem Dokument wird die Abkürzung H.V. auch anstelle von „Hochspannung“ verwendet.

ANMERKUNG 2 Obwohl sie vorrangig für Dreiphasennetze vorgesehen ist, kann diese Norm auch für Einphasen- oder Zweiphasennetze angewendet werden.

Diese Norm definiert mehrere Ausführungen von metallgekapselten Schaltanlagen, die sich unterscheiden durch:

- die Auswirkungen auf die Erhaltung des Netzbetriebes im Falle der Instandhaltung von Schaltanlagen;
- die Notwendigkeit und den Aufwand bei der Instandhaltung der Betriebsmittel.

ANMERKUNG 3 Die Sicherheit einer Anlage ist das Ergebnis von Konstruktion, Ausführung und Koordination der Produkte, Errichtung und Betrieb.

Für metallgekapselte Schaltanlagen mit gasgefüllten Schotträumen wird der Konstruktionsdruck auf max. 300 kPa (Überdruck) begrenzt.

ANMERKUNG 4 Gasgefüllte Schotträume mit einem Konstruktionsdruck über 300 kPa (Überdruck) sollten nach IEC 62271-203 konstruiert und geprüft werden.

An metallgekapselte Schaltanlagen für Sonderzwecke, z. B. in entzündlicher Atmosphäre, im Bergbau oder an Bord von Schiffen, können zusätzliche Anforderungen gestellt werden.

Bauteile, die in metallgekapselten Schaltanlagen enthalten sind, müssen nach den für sie geltenden Bestimmungen konstruiert und geprüft werden. Diese Norm ergänzt die Bestimmungen der einzelnen Bauteile hinsichtlich ihres Einbaus in Schaltanlagen.

Diese Norm schließt nicht aus, dass weitere Betriebsmittel in ein und derselben Kapselung enthalten sein können. In einem derartigen Fall muss jeder mögliche Einfluss dieses Betriebsmittels auf die Schaltanlage in Betracht gezogen werden.

ANMERKUNG 5 Für Schaltanlagen mit Isolierstoff-Kapselung gilt IEC 62271-201.

ANMERKUNG 6 Diese Norm kann metallgekapselte Schaltanlagen für Spannungen über 52 kV, luftisoliert bei atmosphärischem Druck, einschließen, jedoch sind die Isolationspegel nach IEC 62271-1 zu beachten.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050(151):2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

- IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*
- IEC 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*
- IEC 60265-1:1998, *High-voltage switches – Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV*
- IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*
- IEC 60470:2000, *High-voltage alternating current contactors and contactor-based motorstarters*
- IEC 60480:1974^{N1)}, *Guide to the checking of sulphur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment*
- IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- IEC 60909-0:2001, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*
- IEC 60932:1988, *Additional requirements for enclosed switchgear and controlgear from 1 kV to 72,5 kV to be used in severe climatic conditions*
- IEC 61634:1995, *High-voltage switchgear and controlgear – Use and handling of sulphur hexafluoride (SF₆) in high-voltage switchgear and controlgear*
- IEC 62271-1:2007, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*
- IEC 62271-100:2001, *High-voltage alternating-current circuit-breakers*
- IEC 62271-102:2001, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*
- IEC 62271-105:2002, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations*
- IEC 62271-201:2006, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 201: AC insulationenclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*
- ISO/IEC Guide 51:1999, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

2 Normale Betriebsbedingungen und Sonder-Betriebsbedingungen

Es gilt IEC 62271-1, Abschnitt 2, mit folgender Ergänzung:

Sofern nicht anders festgelegt, gilt diese Norm für metallgekapelte Schaltanlagen, welche für die Verwendung unter normalen Betriebsbedingungen ausgelegt sind.

^{N1)} Nationale Fußnote: Zurückgezogen, ersetzt durch IEC 60480:2004.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen genauso wie die in IEC 60050(441), IEC 60050(151) und IEC 62271-1 angegebenen Definitionen. Zur Erleichterung der Anwendung sind einige Begriffsbestimmungen nachfolgend wiedergegeben.

Zusätzliche Begriffe werden derart gegliedert, dass sie mit der Klassifizierung in IEC 60050(441) übereinstimmen.

3.101

Schaltanlage

allgemeiner Begriff, der Kombinationen von Schaltgeräten mit zugehörigen Steuer-, Mess-, Schutz- und Regeleinrichtungen sowie Baugruppen aus derartigen Geräten und Einrichtungen mit den dazugehörigen Verbindungen, Zubehörteilen, Kapselungen und tragenden Gerüsten umfasst

[IEV 441-11-01]

3.102

metallgekapselte Schaltanlage

bis auf die äußeren Anschlüsse komplett zusammengebaute Schaltanlage mit einer äußeren, zu erdenden Metallkapselung

[IEV 441-12-04, modifiziert]

3.103

Schaltfeld (einer Baugruppe)

Teil einer metallgekapselten Schaltanlage, der sämtliche Bauteile der Haupt- und Hilfsstromkreise enthält, die eine einzige Funktion ausführen

[IEV 441-13-04, modifiziert]

ANMERKUNG Schaltfelder dürfen nach Aufgaben unterschieden werden, für die sie bestimmt sind, z. B. Einspeisefeld, Abgangsfeld usw.

3.104

mehrstöckig

zwei oder mehr Funktionseinheiten, die vertikal in einer Kapselung angeordnet sind

3.105

Transporteinheit

Teil einer metallgekapselten Schaltanlage, der ohne Demontage transportfähig ist

3.106

Kapselung

Teil einer metallgekapselten Schaltanlage, der einen festgelegten Schutzgrad für die Einbauten gegen äußere Einwirkungen und einen festgelegten Schutzgrad gegen Annähern oder Berühren unter Spannung stehender Teile und gegen Berühren sich bewegender Teile bietet

[IEV 441-13-01, modifiziert]

3.107

Hochspannungs-Schottraum

Teil einer metallgekapselten Schaltanlage, der mit Ausnahme von Öffnungen für notwendige elektrische Verbindungen, Steuerung und Belüftung gekapselt ist

ANMERKUNG 1 Die allgemeine Definition für „Schottraum“ wird in IEV 441-13-05 als „Teil einer Schaltanlage oder Schaltgerätekombination, der mit Ausnahme von Öffnungen für notwendige elektrische Verbindungen, Steuerung und Belüftung gekapselt ist“ angegeben.

Es werden vier Arten von Hochspannungs-Schotträumen unterschieden, von denen drei geöffnet werden können und als zugängliche Schotträume bezeichnet werden (siehe 3.107.1 bis 3.107.3), und eine Art, die nicht geöffnet werden kann und als nichtzugänglicher Schottraum bezeichnet wird (siehe 3.107.4).

ANMERKUNG 2 Hochspannungs-Schotträume können nach dem (den) darin enthaltenen Hauptbauteil(en) benannt sein oder nach ihrer Hauptfunktion (siehe 5.103.1). Beispielsweise bezeichnet „Verbindungsraum“, wie es in dieser Norm verwendet wird, einen Schottraum, in dem die elektrischen Verbindungen zwischen der Hauptstrombahn der Baugruppe und äußeren Leitern (Kabel oder Sammelschienen) hergestellt werden.

3.107.1

verriegelungsgesteuert zugänglicher Schottraum

Hochspannungsteile enthaltender Schottraum, der nach Angabe des Herstellers für den normalen Betrieb und/oder die normale Instandhaltung geöffnet werden kann und zu dem der Zugang durch die Konstruktion der Schaltanlage kontrolliert wird

ANMERKUNG Aufbau, Erweiterung, Reparatur usw. werden nicht als normale Instandhaltung angesehen.

3.107.2

verfahrensabhängig zugänglicher Schottraum

Hochspannungsteile enthaltender Schottraum, der nach Angabe des Herstellers für den normalen Betrieb und/oder die normale Instandhaltung geöffnet werden kann und zu dem der Zugang durch ein geeignetes Verfahren (Arbeitsanweisung), kombiniert mit einer Abschließvorrichtung, kontrolliert wird

ANMERKUNG Aufbau, Erweiterung, Reparatur usw. werden nicht als normale Instandhaltung angesehen.

3.107.3

werkzeugabhängig zugänglicher Schottraum

Hochspannungsteile enthaltender Schottraum, der nur mit Werkzeugen geöffnet werden kann, jedoch nicht für den normalen Betrieb oder die normale Instandhaltung. Erforderlich sind besondere Verfahren

3.107.4

nichtzugänglicher Schottraum

Hochspannungsteile enthaltender Schottraum, der nicht geöffnet werden muss. Der Öffnungsvorgang kann die Unversehrtheit des Schottraumes zerstören. Auf dem Schottraum befindet sich eine deutliche Angabe, diesen Raum nicht zu öffnen

3.108

Zwischenwand

Teil einer metallgekapselten Schaltanlage, der einen Hochspannungs-Schottraum von anderen trennt

[IEV 441-13-06, modifiziert]

3.109

Schottungsklasse

Klasse, die festlegt, ob ein metallischer oder nichtmetallischer Werkstoff für die Trennung von unter Spannung stehenden Teilen verwendet wird

3.109.1

Schottungsklasse PM ^{N2)}

metallgekapselte Schaltanlage mit durchgängig metallischen, zu erdenden Zwischenwänden und/oder Shutter (sofern zutreffend) zwischen geöffnet zugänglichen Schotträumen und unter Spannung stehenden Teilen der Hauptstrombahn

3.109.2

Schottungsklasse PI ^{N3)}

metallgekapselte Schaltanlage mit einer oder mehr nichtmetallischen Zwischenwänden oder Shutter zwischen geöffnet zugänglichen Schotträumen und unter Spannung stehenden Teilen der Hauptstrombahn

^{N2)} Nationale Fußnote: PM = partition of metal

^{N3)} Nationale Fußnote: PI = partition of insulating material

3.110

Shutter

Teil einer metallgekapselten Schaltanlage, der von einer Stellung, die den Eingriff der Kontakte eines herausnehmbaren Einschubs oder des sich bewegenden Kontaktes eines Trennschalters in die feststehenden Kontakte gestattet, in eine Stellung bewegt werden kann, in der dieser Teil der Kapselung oder der Zwischenwand wird und die feststehenden Kontakte abschirmt

[IEV 441-13-07, modifiziert]

3.111

Trennschottung (von Leitern)

Anordnung von geerdeten Teilen zwischen Leitern derart, so dass Durchschläge nur nach Erde auftreten können

[IEV 441-11-11]

ANMERKUNG Eine Trennschottung kann sowohl zwischen Leitern als auch zwischen den offenen Kontakten eines Schaltgerätes oder Trennschalters angeordnet sein.

3.112

Durchführung

Bauteil, das zum Durchführen eines oder mehrerer Leiter durch eine Kapselung oder Zwischenwand und zur Isolierung gegen diese dient, einschließlich der Mittel zur Befestigung

3.113

Bauteil

wesentlicher Teil der Haupt- oder Erdungsstrombahnen einer metallgekapselten Schaltanlage, der einer bestimmten Aufgabe dient (z. B. Leistungsschalter, Trennschalter, Lastschalter, Sicherung, Messwandler, Durchführung, Sammelschiene)

3.114

Hauptstrombahn (einer Schaltanlage)

alle leitfähigen Teile einer metallgekapselten Schaltanlage in einem Stromkreis, der den Bemessungsbetriebsstrom führen soll

[IEV 441-13-02, modifiziert]

3.115

Erdungsstrombahn

Verbindung jeder Erdungseinrichtung oder für die Erdung vorgesehener Punkte mit dem Anschluss, der für die Verbindung mit dem Erdungssystem der Anlage vorgesehen ist

3.116

Hilfsstromkreis

alle leitfähigen Teile einer metallgekapselten Schaltanlage für Steuerung, Meldung, Messung und Regelung in einem Stromkreis, der nicht Bestandteil der Hauptstrombahn ist

[IEV 441-13-03, modifiziert]

ANMERKUNG Steuer- und Hilfsstromkreise von Schaltgeräten sind in die Hilfsstromkreise einer metallgekapselten Schaltanlage eingeschlossen.

3.117

Druckentlastungsvorrichtung

Vorrichtung zur Begrenzung des Druckes in einem fluidgefüllten Schottraum

3.118

fluidgefüllter Schottraum

für Isolationszwecke mit einem Fluid, entweder mit einem Gas – außer Umgebungsluft – oder einer Flüssigkeit, gefüllter Schottraum einer metallgekapselten Schaltanlage

3.118.1

gasgefüllter Schottraum

siehe IEC 62271-1, 3.6.6.1

3.118.2

flüssigkeitsgefüllter Schottraum

Schottraum einer metallgekapselten Schaltanlage, in dem die Flüssigkeit unter atmosphärischem Druck oder unter einem Druck steht, der durch eines der folgenden Systeme gehalten wird:

- a) gesteuertes Drucksystem;
- b) geschlossenes Drucksystem;
- c) hermetisch abgeschlossenes Drucksystem.

Zu Drucksystemen siehe IEC 62271-1, 3.6.5.

3.119

Überdruck

Druck, der auf den Normalluftdruck von 101,3 kPa bezogen wird

3.120

Mindestfunktionspegel (von fluidgefüllten Schotträumen)

Wert des Gasdrucks (Überdruck) in Pa (oder der Dichte) oder der Flüssigkeitsmasse, bei dem oder oberhalb dessen die Bemessungswerte der metallgekapselten Schaltanlage aufrechterhalten werden

3.121

Bemessungspegel (von fluidgefüllten Schaltanlagen)

Wert des Gasdrucks (Überdruck) in Pa (oder der Dichte) oder der Flüssigkeitsmasse, der zur Bestimmung der Auslegung eines gasgefüllten Schottraumes oder zur Bestimmung der Masse für einen flüssigkeitsgefüllten Schottraum verwendet wird

3.122

Bemessungstemperatur (von fluidgefüllten Schotträumen)

höchste Temperatur, die unter Betriebsbedingungen vom Gas oder von einer Flüssigkeit erreicht werden kann

3.123

Umgebungstemperatur (der metallgekapselten Schaltanlage)

unter vorgeschriebenen Bedingungen ermittelte Temperatur der Luft, welche die Kapselung einer metallgekapselten Schaltanlage umgibt

3.124

herausnehmbarer Einschub

mit der Hauptstrombahn verbundenes Teil einer metallgekapselten Schaltanlage, das aus der metallgekapselten Schaltanlage vollständig entfernt und wieder eingesetzt werden kann, selbst wenn die Hauptstrombahn unter Spannung steht

[IEV 441-13-08, modifiziert]

3.125

Trenneinschub

herausnehmbarer Einschub einer metallgekapselten Schaltanlage, der in Stellungen gebracht werden kann, in denen eine Trennstrecke oder Trennschottung zwischen den offenen Kontakten hergestellt wird, während er mechanisch mit der Kapselung verbunden bleibt

[IEV 441-13-09, modifiziert]]

3.126

Betriebsstellung

Stellung eines herausnehmbaren Einschubs, in der dieser für seine vorgesehene Aufgabe vollständig abgeschlossen ist

[IEV 441-16-25]

3.127

Erdungsstellung

Stellung eines herausnehmbaren Einschubs oder Zustand eines Trennschalters, in der durch das Schließen eines mechanischen Schaltgeräts die Hauptstrombahn kurzgeschlossen und geerdet wird

[IEV 441-16-26, modifiziert]

3.128

Prüfstellung (eines Trenneinschubs)

Stellung eines Trenneinschubs, in der eine Trennstrecke oder Trennschottung in der Hauptstrombahn hergestellt ist und die Hilfsstromkreise angeschlossen sind

[IEV 441-16-27]

3.129

Trennstellung (eines Trenneinschubs)

Stellung eines Trenneinschubs, in der eine Trennstrecke oder Trennschottung in den Strombahnen des Trenneinschubs hergestellt ist, dieser jedoch mechanisch mit der Kapselung verbunden bleibt

[IEV 441-16-28, modifiziert]

ANMERKUNG In metallgekapselten Hochspannungs-Schaltanlagen brauchen die Hilfsstromkreise nicht getrennt zu werden.

3.130

Außenstellung (eines herausnehmbaren Einschubs)

Stellung eines herausnehmbaren Einschubs, in der dieser sich außerhalb der Kapselung befindet und mechanisch und elektrisch von der Kapselung getrennt ist

[IEV 441-16-29, modifiziert]

3.131

Kategorie der Betriebsverfügbarkeit LSC^{N4)}

Kategorie, die die Möglichkeit beschreibt, andere Hochspannungs-Schotträume und/oder Schaltfelder unter Spannung zu halten, während ein zugänglicher Hochspannungs-Schottraum, wie in 3.107.1 bis 3.107.3 definiert, geöffnet wird

ANMERKUNG 1 Die LSC-Kategorie beschreibt den Umfang, bis zu dem Schaltanlagen für den Fall betriebsfähig bleiben sollen, dass ein Zugang zum Schottraum, in dem sich die Hauptstrombahn befindet, erforderlich ist. Der Umfang, bis zu dem es als erforderlich angesehen wird, Schotträume der Hauptstrombahn einer unter Spannung stehenden Schaltanlage zu öffnen, kann von verschiedenen Aspekten abhängig sein (siehe auch 8.2).

ANMERKUNG 2 Die LSC-Kategorie beschreibt nicht den Grad der Zuverlässigkeit von Schaltanlagen (siehe auch 8.2).

3.131.1

Schaltanlagen der Kategorie LSC2

Schaltanlage mit zugänglichen Hochspannungs-Schotträumen, ausgenommen des Sammelschienen-Schottraumes von Einfachsammelschienen-Schaltanlagen

Bei metallgekapselten Schaltanlagen, bei denen ein zugänglicher Hochspannungs-Schottraum in einem Schaltfeld geöffnet ist, sollen alle weiteren Schaltfelder unter Spannung und in normalen Betrieb verbleiben. Eine Ausnahme gilt für den Sammelschienen-Schottraum einer Einfachsammelschienen-Schaltanlage, der beim Öffnen den unterbrechungsfreien Betrieb verhindert

Es gibt zwei Unterteilungen:

LSC2B: Schaltanlagen der Kategorie LSC2, bei denen der Verbindungsraum auch gespeist bleibt, wenn ein anderer zugänglicher Hochspannungs-Schottraum des betreffenden Schaltfeldes geöffnet ist.

LSC2A: Schaltanlagen der Kategorie LSC2 außer LSC2B.

^{N4)} Nationale Fußnote: LSC = Loss of service continuity

3.131.2

Schaltanlagen der Kategorie LSC1

metallgekapelte Schaltanlage außer der Kategorie LSC2

3.132

Schaltanlagen mit Störlichtbogenqualifikation IAC ^{N5)}

metallgekapelte Schaltanlagen, die vorgeschriebene Bewertungsmerkmale für den Schutz von Personen im Falle eines Störlichtbogens erfüllen, nachgewiesen mit entsprechenden Prüfungen

ANMERKUNG Zu weiteren Angaben siehe Anhang A.

3.133

Schutzgrad

Umfang des Schutzes durch eine Kapselung, Zwischenwand oder Shutter gegen Berührung von gefährlichen Teilen, gegen das Eindringen von Festkörpern und/oder Wasser, überprüft durch genormte Prüfverfahren

[siehe IEC 60529, 3.3]

3.134

Bemessungswert

üblicherweise vom Hersteller festgelegter Wert einer Größe für eine bestimmte Betriebsbedingung einer Komponente, eines Gerätes oder einer Anlage

[IEV 151-16-08, modifiziert]

ANMERKUNG Die einzelnen Bemessungswerte sind in Abschnitt 4 aufgeführt.

3.135

Durchschlag

Entladung, verbunden mit dem Versagen einer Isolation unter elektrischer Beanspruchung, bei der die Entladung die zu prüfende Isolierung vollständig überbrückt und die Spannung zwischen den Elektroden auf Null oder nahezu Null zusammenbricht

ANMERKUNG 1 Dieser Begriff gilt für Entladungen in festen, flüssigen und gasförmigen Dielektrika und deren Kombinationen.

ANMERKUNG 2 Ein Durchschlag in einem festen Isolierstoff führt zu einem bleibenden Verlust des Isoliervermögens (nichtselbstheilende Isolierung); in einem flüssigen oder gasförmigen Isolierstoff kann der Verlust des Isoliervermögens vorübergehend sein (selbstheilende Isolierung).

ANMERKUNG 3 Der Begriff „Überschlag“ wird verwendet, wenn ein Durchschlag in einem gasförmigen oder flüssigen Dielektrikum auftritt. Der Begriff „Gleitüberschlag“ wird verwendet, wenn ein Durchschlag auf der Oberfläche eines festen Dielektrikums in gasförmigem oder flüssigem Medium auftritt. Der Begriff „Durchschlag“ wird verwendet, wenn ein Durchschlag durch ein festes Dielektrikum auftritt.

^{N5)} Nationale Fußnote: IAC = internal arc classified

4 Bemessungswerte

Die Bemessungswerte für metallgekapselte Schaltanlagen sind:

- a) Bemessungsspannung (U_r) und Anzahl der Leiter;
- b) Bemessungs-Isolationspegel;
- c) Bemessungsfrequenz (f_r);
- d) Bemessungs-Betriebsstrom (I_r) (für Hauptstrombahnen);
- e) Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_k) (für Haupt- und Erdungsstrombahnen);
- f) Bemessungs-Stoßstrom (I_p), wenn zutreffend (für Haupt- und Erdungsstrombahnen);
- g) Bemessungs-Kurzschlussdauer (t_k) (für Haupt- und Erdungsstrombahnen);
- h) Bemessungswerte von Bauteilen metallgekapselter Schaltanlagen einschließlich ihrer Antriebe und Hilfseinrichtungen;
- i) Bemessungsfüllpegel (von fluidgefüllten Schotträumen).

4.1 Bemessungsspannung (U_r)

Siehe IEC 62271-1, 4.1 und 4.1.1.

ANMERKUNG Bauteile, die Bestandteile einer metallgekapselten Schaltanlage sind, dürfen nach ihren einschlägigen Normen eigene Werte für die Bemessungsspannung haben.

4.2 Bemessungs-Isolationspegel

Siehe IEC 62271-1, 4.2.

4.3 Bemessungsfrequenz (f_r)

Siehe IEC 62271-1, 4.3.

4.4 Bemessungs-Betriebsstrom und Erwärmung

4.4.1 Bemessungs-Betriebsstrom (I_r)

Siehe IEC 62271-1, 4.4.1, mit folgender Ergänzung:

Einzelne Hauptstrombahnen der metallgekapselten Schaltanlage (z. B. Sammelschienen, Einspeisungen usw.) dürfen unterschiedliche Bemessungs-Betriebsströme haben.

4.4.2 Erwärmung

Siehe IEC 62271-1, 4.4.2, mit folgender Ergänzung:

Die Erwärmung von Bauteilen in metallgekapselten Schaltanlagen, für die eigene Bestimmungen gelten, die nicht unter den Anwendungsbereich von IEC 62271-1 fallen, darf die Höchstwerte der Übertemperatur, wie sie in der jeweiligen für dieses Bauteil geltenden Norm zugelassen sind, nicht überschreiten.

Für Sammelschienen gelten als zulässige Temperaturen und Übertemperaturen diejenigen, die für Kontakte, Verbindungen und Metallteile in Verbindung mit Isolierung je nach Fall festgelegt sind.

Die Übertemperatur zugänglicher Kapselungen und Abdeckungen darf 30 K nicht überschreiten. Bei zugänglichen Kapselungen und Abdeckungen, die während normaler Bedienungsvorgänge nicht berührt zu werden brauchen, darf der Höchstwert der Übertemperatur um 10 K erhöht werden, wenn sie nicht allgemein zugänglich sind.

4.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_k)

Siehe IEC 62271-1, 4.5, mit folgender Ergänzung:

Der Erdungsstrombahn muss auch ein Bemessungs-Kurzzeitstrom zugewiesen werden. Dieser Wert darf sich von dem der Hauptstrombahn unterscheiden.

4.6 Bemessungs-Stoßstrom (I_p)

Siehe IEC 62271-1, 4.6, mit folgender Ergänzung:

Der Erdungsstrombahn muss auch ein Bemessungs-Stoßstrom zugewiesen werden. Dieser Wert darf sich von dem der Hauptstrombahn unterscheiden.

ANMERKUNG Grundsätzlich dürfen der Bemessungs-Kurzzeitstrom und der Bemessungs-Stoßstrom einer Hauptstrombahn die entsprechenden Bemessungswerte des schwächsten in Reihe geschalteten Bauteils nicht überschreiten. In jeder Strombahn oder jedem Hochspannungs-Schottraum dürfen jedoch Vorrichtungen zur Begrenzung des Kurzschlussstromes angewendet werden, z. B. strombegrenzende Sicherungen, Strombegrenzungs-drosseln usw.

4.7 Bemessungs-Kurzschlussdauer (t_k)

Siehe IEC 62271-1, 4.7, mit folgender Ergänzung:

Der Erdungsstrombahn muss auch eine Bemessungs-Kurzschlussdauer zugewiesen werden. Dieser Wert darf sich von dem der Hauptstrombahn unterscheiden.

4.8 Bemessungs-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfs- und Steuerstromkreise (U_a)

Siehe IEC 62271-1, 4.8.

4.9 Bemessungsfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise

Siehe IEC 62271-1, 4.9.

4.10 Bemessungsdruck der Druckgasversorgung für Isolation und/oder Betätigung

Siehe IEC 62271-1, 4.10.

4.11 Bemessungsfüllpegel (fluidgefüllter Schotträume)

Siehe IEC 62271-1, 4.11.

5 Konstruktion und Aufbau

Metallgekapselte Schaltanlagen müssen so konstruiert sein, dass sie bei Normalbetrieb, Überprüfungs- und Instandhaltungsarbeiten, beim Feststellen, ob die Hauptstrombahn unter Betriebsspannung steht oder nicht, einschließlich üblicher Überprüfung der Phasenfolge, beim Erden angeschlossener Kabel, beim Orten von Kabelfehlern, bei Spannungsprüfungen an angeschlossenen Kabeln oder sonstigen Betriebsmitteln sowie bei Beseitigung gefährlicher elektrostatischer Ladungen gefahrlos betrieben werden können.

Alle herausnehmbaren Einschübe und Bauteile der gleichen Ausführung und mit gleichen Bemessungswerten und gleichem Aufbau müssen mechanisch und elektrisch untereinander austauschbar sein.

Herausnehmbare Einschübe oder Bauteile mit gleichen oder höheren Strom- und Isolationsbemessungswerten dürfen anstelle herausnehmbarer Einschübe oder Bauteile mit gleichen oder geringeren Strom- oder Isolationsbemessungswerten eingebaut werden, wenn die Konstruktion dieser herausnehmbaren Einschübe und Bauteile und die Schotträume die mechanische Austauschbarkeit zulassen. Dies gilt im Allgemeinen nicht für strombegrenzende Einrichtungen.

ANMERKUNG Der Einbau eines herausnehmbaren Einschubs oder Bauteils mit höheren Bemessungswerten erhöht nicht unbedingt das Leistungsvermögen eines Schaltfeldes und ist nicht dahingehend zu verstehen, dass das Schaltfeld bei den erhöhten Bemessungswerten des herausnehmbaren Einschubs oder Bauteils betrieben werden darf.

Die verschiedenen in der Kapselung enthaltenen Bauteile unterliegen den für sie gültigen Einzelbestimmungen.

Hauptstrombahnen mit strombegrenzenden Sicherungen darf der Hersteller der Schaltanlage einen durch die Sicherung begrenzten Kurzschlussstrom zuordnen.

5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Schaltanlagen

Siehe IEC 62271-1, 5.1.

5.2 Anforderungen an Gase in Schaltanlagen

Siehe IEC 62271-1, 5.2, mit folgender Ergänzung:

ANMERKUNG Zum Umgang mit SF₆ siehe IEC 61634.

5.3 Erdung

Die für die Erdungsstrombahnen anzuwendenden Bemessungswerte der Kurzschlussströme sind von der Art der Sternpunktterdung der Anlage abhängig, für die sie vorgesehen ist.

ANMERKUNG 1 Bei Netzen mit starrer Sternpunktterdung darf der höchste Kurzschlussstrom der Erdungsstrombahn Werte bis zum Bemessungs-Kurzzeitstrom der Hauptstrombahn erreichen.

ANMERKUNG 2 Bei anderen Netzen als mit starrer Sternpunktterdung darf der höchste Kurzzeitstrom der Erdungsstrombahn Werte bis zu 87 % des Bemessungs-Kurzzeitstromes der Hauptstrombahn (Kurzschluss unter Bedingungen von Doppelerdschlüssen) erreichen. Die Wahrscheinlichkeit von Doppelerdschlüssen an unabhängigen Standorten und die vollständig durch die Erdungsstrombahn der Schaltanlage gehen ist sehr gering. Diese Bedingung braucht deshalb nicht zutreffen.

Die Erdungsstrombahn ist üblicherweise für das Auftreten eines einzelnen Kurzschlussereignisses ausgelegt.

5.3.1 Erdung der Hauptstrombahn

Um die Sicherheit von Personen bei Instandhaltungsarbeiten zu gewährleisten, müssen alle Teile der Hauptstrombahn, deren Zugänglichkeit gefordert oder beabsichtigt ist, geerdet werden können, bevor sie zugänglich werden. Dies gilt nicht für herausnehmbare Einschübe, die erst nach der Trennung von der Schaltanlage zugänglich werden.

5.3.2 Erdung der Kapselung

Siehe IEC 62271-1, 5.3, mit folgender Ergänzung:

Die Erdungsstrombahn der Schaltanlage muss den festgelegten Einphasen-Erdschlussstrom von jedem Schaltfeld zu der Anschlussklemme führen können, die für die Verbindung mit dem Erdungssystem der Anlage vorgesehen ist.

ANMERKUNG 1 Die vorstehend genannte Anforderung ist im Allgemeinen erfüllt, wenn eine Erdungsleitung mit geeignetem Querschnitt vorgesehen ist, die sich über die gesamte Länge der metallgekapselten Schaltanlagen erstreckt. Als Orientierung gilt, dass die Stromdichte in einer aus Kupfer bestehenden Erdungsleitung unter festgelegten Erdschlussbedingungen 200 A/mm^2 für eine Bemessungsdauer des Kurzschlusses von 1 s bzw. 125 A/mm^2 bei einer Bemessungsdauer des Kurzschlusses von 3 s nicht überschreiten sollte.

ANMERKUNG 2 Als Anleitung wird auf das Berechnungsverfahren für Leiterquerschnitte in IEC 60724 verwiesen.

Wenn als Erdungsstrombahn der Schaltanlage ein fest zugeordneter Erdungsleiter angewendet wird, dann darf sein Querschnitt nicht kleiner als 30 mm^2 sein.

Die Kapselung jedes Schaltfeldes muss mit der Erdungsleitung verbunden sein. An der Kapselung befestigte kleine Teile, z. B. Schraubenköpfe, mit einem größten Durchmesser bis zu 12,5 mm brauchen nicht mit dem Erdungssystem verbunden zu werden. Alle anderen Metallteile, die nicht zu einem Hochspannungs- oder Hilfsstromkreis gehören, müssen ebenfalls mit dem Erdungssystem verbunden sein.

Die Verbindungen innerhalb eines Schaltfeldes müssen nach einem Verfahren ausgeführt sein, welches einen einwandfreien Stromübergang zwischen dem Rahmen, den Abdeckungen, den Türen, den Zwischenwänden oder sonstigen Bauteilen sichert (z. B. Befestigung durch Schraub- oder Schweißverbindungen). Türen von Hochspannungs-Schotträumen müssen in geeigneter Weise mit dem Rahmen verbunden werden.

Fabrikgefertigte Transporteinheiten müssen bei der endgültigen Installation verbunden sein. Diese Verbindung zwischen den angrenzenden Transporteinheiten muss den Bemessungs-Kurzzeitstrom und den Bemessungs-Stoßstrom der Erdungsstrombahn führen können.

ANMERKUNG 3 5.102 behandelt Kapselungen und Türen.

ANMERKUNG 4 EMV-Forderungen für die gesamte Anlage können eine spezielle Konzeption für die Erdungsstrombahn der Schaltanlage erforderlich machen.

5.3.3 Erdung von Erdungseinrichtungen

Wenn Erdungsverbindungen den vollen Dreiphasen-Kurzschlussstrom zu führen haben (wie es bei Kurzschlussverbindungen von Erdungseinrichtungen der Fall ist), müssen die Verbindungen dementsprechend ausgelegt werden.

5.3.4 Erdung von Trenneinschüben und herausnehmbaren Einschüben

Die Metallteile von Trenneinschüben, die üblicherweise geerdet sind, müssen sowohl in der Prüf- und Trennstellung als auch in jeder Zwischenstellung mit Erde verbunden bleiben. In jeder Stellung müssen die Verbindungen mit Erde einen Strom führen können, der nicht kleiner als der für Kapselungen geforderte ist (siehe 5.102.1).

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

Beim Einsetzen der üblicherweise geerdeten metallischen Teile eines herausnehmbaren Einschubs müssen diese mit Erde verbunden sein, bevor der Kontakt zwischen den fest angeschlossenen und herausnehmbaren Teilen der Hauptstrombahn hergestellt wird.

Wenn der Trenneinschub oder herausnehmbare Einschub eine Erdungsvorrichtung besitzt, die zum Erden der Hauptstrombahn vorgesehen ist, dann muss diese Erdverbindung in der Betriebsstellung als Teil der Erdungsstrombahn mit den zugehörigen Bemessungswerten angesehen werden (siehe 4.5, 4.6 und 4.7).

5.4 Hilfs- und Steuereinrichtungen

Siehe IEC 62271-1, 5.4.

5.5 Schließen mit abhängiger Kraftbetätigung

Siehe IEC 62271-1, 5.5.

5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung

Siehe IEC 62271-1, 5.6.

5.7 Unabhängige Handbetätigung oder Kraftbetätigung (unabhängiges freies Schließen)

Siehe IEC 62271-1, 5.7.

5.8 Arbeitsbedingungen für Auslöser

Siehe IEC 62271-1, 5.8.

5.9 Druckverriegelung und -überwachung

Siehe IEC 62271-1, 5.9.

5.10 Leistungsschilder

Siehe IEC 62271-1, 5.10, mit folgender Ergänzung:

Metallgekapselte Schaltanlagen und ihre Bauteile müssen mit dauerhaften und gut leserlichen Leistungsschildern versehen sein, die Angaben nach Tabelle 1 enthalten müssen:

Tabelle 1 – Angaben auf dem Leistungsschild

	Abkürzung	Einheit	**	Kennzeichnung nur erforderlich, wenn
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Hersteller			X	
Typenbezeichnung			X	
Seriennummer			X	
Bedienungsanleitung (Nummer)			X	
Fertigungsjahr			X	
Geltende Norm			X	
Bemessungsspannung	U_r	kV	X	
Bemessungsfrequenz	f_r	Hz	X	
Bemessungs-Stehblitzstoßspannung	U_p	kV	X	
Bemessungs-Stehwechselspannung	U_d	kV	X	
Bemessungs-Betriebsstrom	I_r	A	X	
Bemessungs-Kurzzeitstrom (für Haupt- und Erdungsstrombahnen)	I_k	kA	X	
Bemessungs-Stoßstrom (für Haupt- und Erdungsstrombahnen)	I_p	kA	Y	abweichend von 2,5 für 50 Hz und 2,6 für 60 Hz
Bemessungs-Kurzschlussdauer (für Haupt- und Erdungsstrombahnen)	t_k	s	X	
Bemessungsfülldruck oder -menge für Isolation	p_{re}	Pa oder kg	(X)	
Pegel für Warnmeldung von Fülldruck oder -menge für Isolation	p_{ae}	Pa oder kg	(X)	
Mindestfülldruck oder -menge für Isolation	p_{me}	Pa oder kg	(X)	
Isolierfluid und Masse		kg	(X)	
Störlichtbogenqualifikation	IAC		(X)	
Zugänglichkeitsgrad (Code)		A (F, L, R), B (F, L, R) oder C	(X)	
Störlichtbogenprüfstrom		kA	(X)	
Leiter-Erde-Störlichtbogenprüfstrom (einphasig)		kA	Y	Nur für eingeschränkte Anwendung (A.5.2.2)
Dauer des Störlichtbogenprüfstromes		s	(X)	
** X = Kennzeichnung dieser Werte ist vorgeschrieben; (X) = Kennzeichnung dieser Werte je nach Anwendungsfall; Y = Kennzeichnung dieser Werte entsprechend den Bedingungen in Spalte 5.				
ANMERKUNG 1 Die Abkürzungen in Spalte 2 können anstelle der Benennungen in Spalte (1) verwendet werden. ANMERKUNG 2 Werden die Benennungen nach Spalte 1 verwendet, braucht das Wort „Bemessungs-“ nicht geschrieben zu werden.				

Die Angaben nach Tabelle 1 des Schaltfeldes müssen bei Normalbetrieb lesbar sein. Für die gesamte Schaltanlage dürfen gegebenenfalls ein gemeinsames Leistungsschild mit den allgemeinen Angaben und gesonderte Leistungsschilder für jedes Schaltfeld mit den jeweiligen spezifischen Angaben angebracht werden.

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

Ausführliche Angaben der angewendeten fest eingebauten Bauteile brauchen bei Normalbetrieb nicht sichtbar zu sein.

Gegebenenfalls vorhandene herausnehmbare Einschübe müssen ein gesondertes Leistungsschild mit den Angaben haben, die sich auf die zugehörigen Schaltfelder beziehen; dieses Leistungsschild braucht jedoch nur lesbar zu sein, wenn sich der herausnehmbare Einschub in der Außenstellung befindet.

5.11 Verriegelungen

Siehe IEC 62271-1, 5.11, mit folgender Ergänzung:

Verriegelungen zwischen unterschiedlichen Komponenten des Betriebsmittels werden aus Gründen des Schutzes und zur Erleichterung des Betriebes vorgesehen. Für Hauptstrombahnen sind die folgenden Vorkehrungen verbindlich:

a) Metallgekapselte Schaltanlage mit herausnehmbaren Einschüben:

Das Herausziehen oder Einschieben eines Leistungsschalters, Lastschalters oder Schaltschützes darf nur möglich sein, wenn sich ein derartiges Teil in der geöffneten Stellung befindet.

Die Betätigung eines Leistungsschalters, Lastschalters oder Schaltschützes darf nur möglich sein, wenn sich dieses Schaltgerät in der Betriebs-, Trenn-, Außen-, Prüf- oder Erdungsstellung befindet.

Die Verriegelung muss das Schließen des Leistungsschalters, Lastschalters oder Schaltschützes in der Betriebsstellung verhindern, sofern nicht Hilfsstromkreise, die mit dem automatischen Öffnen dieser Einrichtungen in Verbindung stehen, angeschlossen sind. Im umgekehrten Fall muss sie bei geschlossenem Leistungsschalter in der Betriebsstellung das Trennen der Hilfsstromkreise verhindern.

b) Metallgekapselte Schaltanlage mit Trennschaltern:

Verriegelungen müssen vorgesehen werden, um die Betätigung von Trennschaltern unter Bedingungen zu verhindern, für die sie nicht vorgesehen sind (siehe IEC 62271-102). Die Betätigung eines Trennschalters darf nur möglich sein, wenn ein zugehöriger Leistungsschalter, Lastschalter oder Schaltschütz in der geöffneten Stellung ist.

ANMERKUNG 1 Diese Festlegung braucht nicht beachtet zu werden, wenn in einem Doppelsammelschienen-System ein Sammelschienenwechsel ohne Stromunterbrechung möglich ist.

Die Betätigung eines Leistungsschalters, Lastschalters oder Schaltschützes darf nur möglich sein, wenn sich der zugehörige Trennschalter in der geschlossenen, geöffneten oder geerdeten Stellung (wenn vorgesehen) befindet.

Zusätzliche oder alternative Verriegelungen müssen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden. Der Hersteller muss alle erforderlichen Angaben hinsichtlich der Art und Funktion der Verriegelungen bereitstellen.

Erdungsschalter mit einem kleineren Bemessungs-Kurzschlusseinschaltvermögen als dem Bemessungs-Stoßstrom der Hauptstrombahn sollten mit zugehörigen Trennschaltern verriegelt sein.

In den Hauptstrombahnen eingebaute Geräte, deren fehlerhafte Betätigung eine Beschädigung verursachen kann oder die zur Sicherung der Trennstrecken bei Instandhaltungsarbeiten verwendet werden, müssen mit Verriegelungseinrichtungen ausgerüstet werden (z. B. Vorkehrungen für Vorhängeschlösser).

Wenn die Erdung einer Strombahn durch eine Hauptschaltanlage (Leistungsschalter, Lastschalter oder Schaltschütz) in Reihe mit einem Erdungsschalter vorgesehen ist, dann muss der Erdungsschalter mit der Hauptschaltanlage verriegelt sein. Für die Hauptschaltanlage müssen Vorkehrungen getroffen werden, dass sie gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert ist, z. B. durch Trennung der Auslösekreise und Blockierung der mechanischen Auslösung.

ANMERKUNG 2 Anstelle eines Erdungsschalters ist auch ein Trennschalter in der Erdungsstellung möglich.

Wenn nichtmechanische Verriegelungen vorgesehen sind, muss die Konstruktion derart sein, dass bei einem Ausfall einer Hilfsversorgung keine unsachgemäßen Situationen entstehen können. Für die Notsteuerung darf der Hersteller jedoch zusätzliche Vorrichtungen für die manuelle Betätigung ohne Verriegelungseinrichtungen vorsehen. In einem derartigen Fall muss der Hersteller diese Möglichkeit eindeutig angeben und die Betätigungsverfahren festlegen.

5.12 Anzeige der Schaltstellung

Siehe IEC 62271-1, 5.12.

5.13 Schutzart durch Gehäuse

Siehe IEC 62271-1, 5.13.

5.14 Kriechwege für Freiluft-Isolatoren

Siehe IEC 62271-1, 5.14.

5.15 Dichtheit gegenüber Gasen und Vakuum

Siehe IEC 62271-1, 5.15, mit folgender Ergänzung:

Siehe 5.103.2.3.

5.16 Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten

Siehe IEC 62271-1, 5.16, mit folgender Ergänzung:

Siehe 5.103.2.3.

5.17 Brandgefahr (Brennverhalten)

Siehe IEC 62271-1, 5.17.

5.18 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Siehe IEC 62271-1, 5.18.

5.19 Röntgenstrahlung

Siehe IEC 62271-1, 5.19.

5.20 Korrosion

Siehe IEC 62271-1, 5.20.

5.101 Innere Fehler

Metallgekapselte Schaltanlagen, die die Anforderungen dieser Norm erfüllen, sind grundsätzlich so konstruiert und gefertigt, dass das Auftreten von inneren Fehlern verhindert ist.

Der Betreiber muss entsprechend den Kennwerten des Netzes, der Betätigungsverfahren und Betriebsbedingungen die richtige Auswahl treffen (siehe 8.3).

Wenn die Schaltanlage nach den Anweisungen des Herstellers installiert, betrieben und instandgehalten wird, sollte es nur eine geringe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Störlichtbogens während der gesamten Lebensdauer geben, was jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden kann.

Fehler innerhalb der Kapselung metallgekapselter Schaltanlagen, die durch Schäden, außergewöhnliche Betriebsbedingungen oder durch Fehlbedienung entstehen, können einen Störlichtbogen auslösen und stellen somit eine Gefährdung bei der Anwesenheit von Personen dar.

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

Die Erfahrung hat gezeigt, dass bestimmte Bereiche im Inneren der Kapselung als Fehlerort eher in Frage kommen als andere. Tabelle 2 in Abschnitt 8 enthält eine Aufstellung für derartige Stellen, Fehlerursachen und mögliche Maßnahmen zur Senkung der Wahrscheinlichkeit von Störlichtbögen.

Es dürfen weitere Maßnahmen angewendet werden, um im Falle eines Störlichtbogens die größtmögliche Personensicherheit zu bieten. Diese Maßnahmen zielen auf Begrenzung von äußeren Folgeerscheinungen eines derartigen Ereignisses.

Einige Beispiele für derartige Maßnahmen sind:

- schnelle Fehlerunterbrechung, die von licht-, druck- oder wärmeempfindlichen Meldern oder durch Sammelschienen-Differentialschutz ausgelöst wird;
- Einsatz von geeigneten Sicherungen in Verbindung mit Schaltgeräten, um den Durchlassstrom und die Fehlerdauer zu begrenzen;
- schnelle Beseitigung des Störlichtbogens durch einen metallischen Kurzschluss mit Hilfe von schnell erfassenden und schnell schließenden Einrichtungen (Lichtbogenlöscher);
- Fernsteuerung;
- Druckentlastungseinrichtung;
- Bewegung eines Trenneinschubs in die oder aus der Betriebsstellung nur bei geschlossener Fronttür.

Die Wirksamkeit der Konstruktion für die Sicherstellung des geforderten Grades der Personensicherheit im Falle eines Störlichtbogens kann durch Prüfung nach Anhang A überprüft werden. Konstruktionen, die erfolgreich geprüft wurden, erhalten die Störlichtbogenqualifikation IAC.

5.102 Kapselung

5.102.1 Allgemeines

Kapselungen müssen metallisch sein. Äußere Teile der Schaltanlage dürfen unter der Voraussetzung aus nichtmetallischem Werkstoff bestehen, dass Hochspannungsteile durch zu erdende metallische Zwischenwände oder Shutter abgeschirmt sind. Ausnahmen bilden hierbei Sichtfenster nach 5.102.4. Wenn die metallgekapselte Schaltanlage aufgestellt ist, muss die Kapselung mindestens den Schutzgrad IP 2X nach IEC 62271-1, Tabelle 7, aufweisen. Diese Anforderungen müssen unter Betriebsbedingungen eingehalten werden, wobei alle Türen und Abdeckungen geschlossen sind und es keine Rolle spielt, wie deren Verschluss erwartet wird oder nicht.

Ein höherer Schutzgrad nach IEC 60529 darf festgelegt werden.

Kapselungen müssen auch einen Schutz in Übereinstimmung mit den nachfolgenden Bedingungen sicherstellen.

Metallische Teile von Kapselungen müssen einen Strom von 30 A (Gleichstrom) bei einem Spannungsfall von maximal 3 V zum vorgesehenen Erdungspunkt führen können. Die Fußbodenfläche darf als Teil der Kapselung angesehen werden, auch wenn sie nichtmetallisch ist. Maßnahmen, die zum Erreichen des Schutzgrades durch die Fußbodenfläche vorzunehmen sind, müssen in den Aufstellanweisungen angegeben werden.

Wände eines Raumes dürfen nicht als Teil der Kapselung angesehen werden.

Teile der Kapselung, die an nicht zugängliche Hochspannungs-Schotträume angrenzen, müssen mit einer deutlichen Kennzeichnung versehen werden, dass sie nicht demontiert werden dürfen.

Die horizontalen Oberflächen von Kapselungen, z. B. Deckenplatten, sind üblicherweise nicht dafür vorgesehen, dass sie als tragende Fläche für Personen oder für zusätzliche Betriebsmittel, die nicht als Teil der Anlage geliefert wurden, Anwendung finden. Wenn der Hersteller angibt, dass es notwendig ist, bei Betrieb oder Instandhaltung auf der Schaltanlage zu stehen oder zu gehen, dann muss die Konstruktion derart sein, dass die betreffenden Flächen das Gewicht des Bedieners ohne übermäßige Verformung aushalten und die Einrichtung für ihren Zweck verwendungsfähig bleibt. In einem derartigen Fall müssen Flächen auf der Ein-

richtung, auf denen kein sicheres Stehen oder Gehen möglich ist, z. B. Druckentlastungsklappen, deutlich gekennzeichnet sein.

5.102.2 Abdeckungen und Türen

Abdeckungen und Türen, welche Teil der Kapselung sind, müssen metallisch sein. Abdeckungen und Türen dürfen unter der Voraussetzung aus Isolierstoff bestehen, dass Hochspannungsteile durch zu erdende metallische Zwischenwände oder Shutter abgeschirmt sind.

Wenn Abdeckungen und Türen als Teil der Kapselung geschlossen sind, müssen sie den für die Kapselung festgelegten Schutzgrad haben.

Abdeckungen oder Türen dürfen nicht aus Drahtgewebe, Streckmetall oder Ähnlichem bestehen. Sofern Belüftungs- und Druckentlastungsöffnungen oder Sichtfenster in der Abdeckung oder Tür enthalten sind, ist 5.102.4/5 zu beachten.

Für Abdeckungen oder Türen, die den Zugang zu Schotträumen bilden, die keine Hochspannungs-Schotträume sind (z. B. Niederspannungs-Steuerraum oder mögliche Schotträume mit mechanischen Vorrichtungen), werden keine ergänzenden Anforderungen angegeben.

Im Hinblick auf die Zugänglichkeit zu Schotträumen werden verschiedene Arten von Abdeckungen oder Türen unterschieden:

a) Abdeckungen und Türen für den Zugang zu werkzeugabhängig zugänglichen Schotträumen

Diese Abdeckungen und Türen brauchen für übliche Zwecke von Betrieb und Instandhaltung nicht geöffnet zu werden (feste Abdeckungen). Diese dürfen sich ohne Werkzeuge nicht öffnen, demontieren oder entfernen lassen.

ANMERKUNG 1 Sie sollten nur geöffnet werden, wenn Vorsichtsmaßnahmen zur Sicherstellung der elektrischen Sicherheit getroffen wurden.

ANMERKUNG 2 Diese Anforderung (soweit zutreffend) sollte beachtet werden, um bei spannungsfreier Hauptstrombahn und geöffneten Türen und Abdeckungen Schaltgeräte zu Instandhaltungsarbeiten betätigen zu können.

b) Abdeckungen und Türen für den Zugang zu verriegelungsgesteuert und verfahrensabhängig zugänglichen Schotträumen

Diese Abdeckungen und Türen müssen vorgesehen werden, wenn die Notwendigkeit des Zugangs zum Schottraum für den normalen Betrieb und/oder die normale Instandhaltung, wie vom Hersteller angegeben, besteht. Werkzeuge dürfen zum Öffnen oder Abnehmen dieser Abdeckungen oder Türen nicht erforderlich sein, und sie müssen die folgenden Eigenschaften aufweisen:

– verriegelungsgesteuert zugängliche Schotträume

Diese Schotträume müssen so mit Verriegelungseinrichtungen ausgerüstet sein, dass ein Öffnen des Schottraumes nur möglich ist, wenn der in diesem Schottraum befindliche und zugänglich zu machende Teil der Hauptstrombahn spannungsfrei und geerdet ist oder sich in der Trennstellung mit entsprechend geschlossenen Shuttern befindet.

– verfahrensabhängig zugängliche Schotträume

Diese Schotträume müssen mit Vorrichtungen zum Verschließen ausgerüstet sein, z. B. Vorrichtungen für Vorhängeschlösser.

ANMERKUNG 3 Der Betreiber sollte geeignete Arbeitsanweisungen einführen, um sicherzustellen, dass ein verfahrensabhängig zugänglicher Schottraum nur geöffnet werden kann, wenn die in diesem Schottraum befindlichen und zugänglich zu machenden Hochspannungsteile spannungsfrei und geerdet sind oder sich in der Trennstellung mit entsprechend geschlossenen Shuttern befindet. Die Verfahren können durch Gesetze vorgegeben sein, die im Land der Aufstellung gelten, oder durch die Sicherheitsdokumentation des Betreibers.

5.102.3 Zwischenwände oder Shutter, die Teil der Kapselung sind

Wenn Zwischenwände oder Shutter Teil der Kapselung werden, wobei sich der herausnehmbare Einschub in jeder der in 3.127 bis 3.130 definierten Stellungen befinden kann, müssen sie aus Metall bestehen und geerdet sein und den für die Kapselung festgelegten Schutzgrad sichern.

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

ANMERKUNG 1 Eine Zwischenwand oder ein Shutter wird Teil der Kapselung, wenn sie in jeder der in 3.127 bis 3.130 definierten Stellungen zugänglich ist und wenn keine Tür vorgesehen ist, die in den in 3.126 bis 3.130 definierten Stellungen geschlossen werden kann.

ANMERKUNG 2 Wenn eine Tür vorgesehen ist, die in den in 3.126 bis 3.130 definierten Stellungen geschlossen werden kann, dann wird die Zwischenwand oder der Shutter hinter der Tür nicht als Teil der Kapselung angesehen.

5.102.4 Sichtfenster

Sichtfenster müssen mindestens den für die Kapselung festgelegten Schutzgrad aufweisen.

Die mechanische Festigkeit der verwendeten Scheiben muss mit derjenigen der Kapselung vergleichbar sein. Es sind Vorkehrungen zu treffen, welche die Bildung einer gefährlichen elektrostatischen Aufladung entweder durch genügenden Abstand oder durch elektrostatische Abschirmung (z. B. durch ein geeignetes, geerdetes Drahtgeflecht auf der Innenseite des Sichtfensters) verhindern.

Die Isolation zwischen den unter Spannung stehenden Teilen der Hauptstrombahn und der zugänglichen Seite von Sichtfenstern muss den Prüfspannungen „Leiter gegen Erde und zwischen den Leitern“ nach IEC 62271-1, 4.2, standhalten.

5.102.5 Belüftungs- und Druckentlastungsöffnungen

Belüftungs- und Druckentlastungsöffnungen sind so anzuordnen oder abzuschirmen, dass der für die Kapselung festgelegte Schutzgrad eingehalten wird. Bei diesen Öffnungen darf Drahtgeflecht oder Ähnliches verwendet werden, vorausgesetzt, dass es eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweist.

Belüftungs- und Druckentlastungsöffnungen müssen so angeordnet sein, dass unter Druck entweichende Gase oder Dämpfe den Bedienenden nicht gefährden.

5.103 Hochspannungs-Schotträume

5.103.1 Allgemeines

Ein Hochspannungs-Schottraum muss nach dem darin enthaltenen Hauptbauteil benannt sein, z. B. Leistungsschalterraum, Sammelschienenraum, oder nach der Hauptfunktionalität, beispielsweise Verbindungsraum usw.

Wenn Kabelanschlüsse in einem Schottraum mit weiteren Hauptbauteilen (z. B. Leistungsschaltern, Sammelschienen usw.) enthalten sind, dann muss sich die Bezeichnung in erster Linie auf das andere Hauptbauteil beziehen.

Schotträume, in denen alle Hochspannungsteile in einer festen Isolierung eingebettet sind, werden nicht als Hochspannungs-Schotträume angesehen, wenn die Anforderungen an den Schutz der Klasse A nach IEC 62271-201 gelten.

ANMERKUNG Schotträume dürfen außerdem entsprechend mehrerer darin enthaltener Bauteile gekennzeichnet sein, z. B. Verbindungs-/Stromwandlerraum usw.

Schotträume können unterschiedlich ausgeführt sein, z. B.:

- flüssigkeitsgefüllt (siehe 5.103.2);
- gasgefüllt (siehe 5.103.2).

Sammelschienen-Schotträume können sich über mehrere Schaltfelder erstrecken, ohne dass Durchführungen oder gleichwertige Vorrichtungen erforderlich sind. Im Fall von LSC2 müssen jedoch für jede Gruppe von Sammelschienen, z. B. Doppelsammelschienenanlage und für Abschnitte mit Sammelschienen mit Längskupplung oder Sammelschienen mit Längstrennung, getrennte Schotträume vorgesehen werden.

5.103.2 Fluidgefüllte Schotträume (gas- oder flüssigkeitsgefüllt)

5.103.2.1 Allgemeines

Schotträume müssen den normalen und zeitweiligen Drücken standhalten können, denen sie im Betrieb ausgesetzt werden.

Gasgefüllte Schotträume, die im Betrieb ständig unter Überdruck stehen, sind besonderen Betriebsbedingungen ausgesetzt, die sie von Druckluftbehältern und ähnlichen Speichergefäßen unterscheiden. Diese Bedingungen sind:

- Gasgefüllte Schotträume sind üblicherweise mit einem nicht korrosiven Gas gefüllt, das sorgfältig getrocknet, stabil und inert ist; da die Aufrechterhaltung dieses Gaszustandes bei nur geringen Druckschwankungen für den Betrieb der Schaltanlage entscheidend ist und die Schotträume keiner inneren Korrosion unterworfen sind, brauchen diese Faktoren bei der Konstruktion der Schotträume nicht berücksichtigt zu werden.
- Der Konstruktionsdruck ist kleiner oder gleich 300 kPa (Überdruck).

Für Freiluftaufstellung hat der Hersteller die Einflüsse der Klimabedingungen zu berücksichtigen (siehe auch IEC 62271-1, Abschnitt 2).

5.103.2.2 Konstruktion

Die Konstruktion eines fluidgefüllten Schottraumes muss auf der Art des Fluids, der Konstruktionstemperatur und, soweit zutreffend, auf dem in dieser Norm festgelegten Konstruktionsdruck beruhen.

Die Konstruktionstemperatur des fluidgefüllten Schottraumes ist im Allgemeinen die Obergrenze der Temperatur der umgebenden Luft, die um die Erwärmung des Fluids durch den Bemessungs-Betriebsstrom erhöht ist. Bei Freiluftaufstellung müssen weitere mögliche Einflussgrößen berücksichtigt werden, z. B. Sonneneinstrahlung. Der Konstruktionsdruck der Kapselung ist mindestens die Obergrenze des Druckes, der in der Kapselung bei der Konstruktionstemperatur erreicht wird.

Zu berücksichtigen ist das mögliche Auftreten von Störlichtbögen (siehe 5.101) und Folgendes für fluidgefüllte Schotträume:

- a) der volle Druckunterschied, der an Wänden oder Zwischenwänden der Schotträume auftreten kann; dabei sind eventuell Evakuierungsvorgänge während der Füllung oder bei Instandhaltungsarbeiten zu berücksichtigen;
- b) der Druck, der sich im Falle eines Lecks zwischen zwei benachbarten Schotträumen mit unterschiedlichen Betriebsdrücken ergibt.

5.103.2.3 Dichtheit

Der Hersteller muss das verwendete Drucksystem und die zulässige Leckrate der fluidgefüllten Schotträume angeben (siehe IEC 622741-1, 5.15 und 5.16).

Um den Zugang zu fluidgefüllten Schotträumen mit geschlossenem oder gesteuertem Drucksystem zu ermöglichen, sollte der Hersteller auf Wunsch des Betreibers die zulässige Leckrate durch Zwischenwände ebenfalls angeben.

Für gasgefüllte Schotträume, deren Mindestbetriebsdruck 100 kPa (Überdruck) übersteigt, wird empfohlen, eine Anzeige vorzusehen, falls der Druck bei 20 °C unter den Mindestfunktionsdruck fällt (siehe 3.120).

Eine Zwischenwand, die einen mit Isoliergas gefüllten Schottraum von einem benachbarten, mit Flüssigkeit gefüllten Schottraum trennt, darf kein Leck haben, das die dielektrischen Eigenschaften der beiden Isoliermedien beeinflusst.

5.103.2.4 Druckentlastung fluidgefüllter Schotträume

Wenn Druckentlastungseinrichtungen oder -konstruktionen vorgesehen sind, müssen sie so angeordnet werden, dass die Gefahr für einen Bedienenden während der Ausführung seiner üblichen Aufgaben möglichst klein ist, falls Gase oder Dämpfe unter Druck austreten. Die Druckentlastungseinrichtung darf nicht unterhalb des 1,3fachen Konstruktionsdruckes ansprechen. Die Druckentlastungsvorrichtung kann z. B. eine konstruktiv vorgesehene Sollbruchstelle des Schottraumes oder eine fest zugeordnete Einrichtung, z. B. eine Berstscheibe, sein.

5.103.3 Zwischenwände und Shutter

5.103.3.1 Allgemeines

Zwischenwände und Shutter müssen mindestens den Schutzgrad IP2X nach IEC 62271-1, Tabelle 7, erfüllen.

Zwischenwände müssen den mechanischen Schutz gegen den noch vorhandenen Gasdruck sicherstellen, der in einem angrenzenden Schottraum noch vorhanden sein kann (soweit zutreffend).

Leiter, die durch Zwischenwände geführt werden, müssen mit Durchführungen oder gleichwertigen Vorrichtungen versehen werden, um den geforderten IP-Schutzgrad zu sichern.

Öffnungen in der Kapselung von metallgekapselten Schaltanlagen und in den Zwischenwänden von Schotträumen, durch welche Schaltstücke von herausnehmbaren Einschüben oder von Trenneinschüben in feststehende Schaltstücke eingreifen, müssen mit automatisch wirkenden Shuttern ausgerüstet sein, die unter normalen Betriebsbedingungen betätigt werden, um den Schutz von Personen in jeder der in 3.126 bis 3.130 definierten Stellungen zu sichern. Für die zuverlässige Betätigung der Shutter müssen Vorrichtungen vorgesehen werden, z. B. durch einen mechanischen Antrieb, der die Bewegung der Shutter zwangsweise durch die Bewegung des herausnehmbaren Einschubs oder Trenneinschubs bewirkt.

Die Stellung der Shutter bei einem offenen Hochspannungs-Schottraum kann nicht in allen Situationen ohne Schwierigkeiten eingesehen werden (z. B. Verbindungsraum ist geöffnet, die Shutter sind jedoch im Schalterraum eingebaut). In einem derartigen Fall kann die Überprüfung der Stellung des Shutters den Zugang zu einem zweiten Schottraum erforderlich machen oder es ist eine zuverlässige Anzeigevorrichtung vorzusehen.

Wenn es zur Instandhaltung oder für Prüfungen erforderlich ist, dass ein Satz oder mehrere Sätze fester Kontakte durch geöffnete Shutter zugänglich sein muss, dann müssen alle Shutter mit Vorrichtungen versehen werden, durch die sie unabhängig voneinander in geschlossener Stellung gesperrt werden können. Wenn das selbsttätige Schließen der Shutter unwirksam gemacht wird, um die Shutter für Wartungs- oder Prüfzwecke offen zu halten, darf es nicht möglich sein, das Schaltgerät wieder in die Betriebsstellung zu bringen, bevor die selbsttätige Funktion der Shutter wiederhergestellt ist. Diese Wiederherstellung darf durch das Verfahren des Schaltgerätes in die Betriebsstellung erreicht werden.

Es ist zulässig, eine Einschubplatte zeitweilig einzubringen, mit der das Erreichen des unter Spannung stehenden Satzes fester Kontakte verhindert wird (siehe 10.4).

Für die Klasse PM müssen die Zwischenwände und Shutter zwischen geöffneten Schotträumen und unter Spannung stehenden Teilen der Baugruppe metallisch sein; anderenfalls gehören sie zur Klasse PI (siehe 3.109).

5.103.3.2 Metallische Zwischenwände und Shutter

Metallische Zwischenwände und Shutter oder ihre metallischen Teile müssen mit dem Erdungspunkt des Schaltfeldes verbunden sein und einen Strom von 30 A (Gleichstrom) bei einem Spannungsfall von maximal 3 V zum vorgesehenen Erdungspunkt führen können.

Unterbrechungen in den metallischen Zwischenwänden und geschlossenen Shuttern dürfen 12,5 mm nicht überschreiten.

ANMERKUNG Das Wort „Unterbrechungen“ gilt für jeden isolierenden oder nichtgeerdeten Bereich oder Pfad durch die Zwischenwand.

5.103.3.3 Nichtmetallische Zwischenwände und Shutter

Nichtmetallische Zwischenwände und Shutter, die vollständig oder teilweise aus Isolierstoff hergestellt sind, müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

- a) die Isolierung zwischen unter Spannung stehenden Teilen der Hauptstrombahn und der zugänglichen Oberfläche der isolierenden Zwischenwände und Shutter muss den Prüfspannungen „Leiter gegen Erde und zwischen den Leitern“ nach IEC 62271-1, 4.2, standhalten;
- b) der Isolierstoff muss der in a) genannten betriebsfrequenten Prüfspannung standhalten. Die in IEC 60243-1 empfohlenen Verfahren sollten angewendet werden;
- c) die Isolierung zwischen den unter Spannung stehenden Teilen der Hauptstrombahn und der ihnen zugewandten Oberfläche isolierender Zwischenwände und Shutter muss mindestens 150 % der Bemessungsspannung der Anlage standhalten;
- d) wenn Ableitströme auf die zugängliche Seite von isolierenden Zwischenwänden und Shuttern auf einem durchgehenden Weg über Isolierstoffoberflächen oder über einen nur durch kleine Gas- oder Flüssigkeitsspalten unterbrochenen Weg gelangen können, dann dürfen diese unter den festgelegten Prüfbedingungen 0,5 mA nicht überschreiten (siehe 6.104.2).

5.104 Herausnehmbare Einschübe

Herausnehmbare Einschübe zur Sicherstellung der Trennstrecke zwischen den Hochspannungsleitern müssen IEC 62217-102 entsprechen, ausgenommen bei den mechanischen Funktionsprüfungen (siehe 6.102 und 7.102). Diese Trennmöglichkeit ist nur für Instandhaltungszwecke vorgesehen.

Wenn herausnehmbare Einschübe als Trennschalter verwendet werden sollen oder es vorgesehen ist, sie häufiger als nur bei Instandhaltungsarbeiten herauszunehmen und wieder einzusetzen, dann muss die Prüfung auch die mechanischen Funktionsprüfungen nach IEC 62271-102 umfassen.

Die Anforderung, dass es möglich sein muss, die Betriebsstellung des Trennschalters oder Erdungsschalters zu erkennen, gilt als eingehalten, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- die Trennstrecke ist sichtbar;
- die auf das feststehende Teil bezogene Stellung des herausnehmbaren Einschubs ist deutlich sichtbar und die Stellungen im Fall vollständiger Verbindung und vollständiger Trennung sind eindeutig erkennbar;
- die Stellung des herausnehmbaren Einschubs wird durch eine zuverlässige Anzeigevorrichtung angezeigt.

ANMERKUNG 1 In einigen Ländern fordern Bestimmungen, dass die Trennstrecke sichtbar ist.

ANMERKUNG 2 Siehe IEC 62271-102.

Jeder herausnehmbare Einschub muss mit dem festen Teil so verbunden sein, dass seine Kontakte sich nicht durch im Betrieb auftretende Kräfte unbeabsichtigt öffnen, insbesondere nicht durch Kurzschlusskräfte.

In Schaltanlagen mit Störllichtbogenqualifikation IAC muss die Bewegung von herausnehmbaren Einschüben aus der Betriebsstellung im Falle eines Störllichtbogens ohne Verringerung des festgelegten Schutzgrades durchgeführt werden. Dies wird z. B. dadurch erreicht, dass die Betätigung nur möglich ist, wenn die zur Sicherstellung des Personenschutzes vorgesehenen Türen und Abdeckungen geschlossen sind. Weitere konstruktive Maßnahmen, die einen gleichwertigen Schutzgrad sichern, sind ebenfalls zulässig. Die Wirksamkeit der angewendeten Konstruktion muss durch Prüfung bestätigt werden (siehe A.1).

5.105 Vorkehrungen für Spannungsprüfungen an Kabeln

Wenn es nicht möglich ist, das Kabel für Spannungsprüfungen von der metallgekapselten Schaltanlage zu trennen, müssen die Teile der Anlage, welche mit dem Kabel in Verbindung bleiben, den Kabel-Prüfspannungen standhalten, die der Hersteller angibt und die auf den einschlägigen Kabelnormen beruhen. D. h., wenn eine Seite der Trennstrecke mit der normalen Betriebsspannung Leiter gegen Erde gespeist wird und die Prüfungen am Kabel durchgeführt werden, welches mit der anderen Seite der Trennstrecke verbunden ist.

Siehe Spannungsprüfungen in 6.2.101.

ANMERKUNG Es ist zu beachten, dass in einigen Fällen praktisch keine Sicherheitsspanne mehr zwischen der betriebsfrequenten Bemessungs-Prüfspannung über der Trennstrecke und der sich ergebenden Spannungsbeanspruchung der Trennstrecke bei der Spannungsprüfung des Kabels besteht, solange ein Kontakt der Trennstrecke der metallgekapselte Schaltanlage unter Spannung bleibt.

6 Typprüfungen

6.1 Allgemeines

Siehe IEC 62271-1, 6.1, mit folgenden Ergänzungen:

Bauteile in metallgekapselten Schaltanlagen, für die andere Bestimmungen gelten, als im Anwendungsbereich von IEC 62271-1 angegeben, müssen diesen entsprechen und sind nach diesen Bestimmungen zu prüfen, wobei die in den folgenden Abschnitten gegebenen Bedingungen zu berücksichtigen sind.

Die Typprüfungen müssen an einem repräsentativen Schaltfeld durchgeführt werden. Wegen der Vielfalt der Typen, Bemessungswerte und möglichen Bauteilkombinationen sind Typprüfungen aller Varianten einer metallgekapselten Schaltanlage praktisch undurchführbar. Das Verhalten einer bestimmten Variante darf aus Prüfdaten vergleichbarer Anordnungen abgeleitet werden.

ANMERKUNG Das repräsentative Schaltfeld kann aus einer einzelnen anreihbaren Einheit bestehen. Es kann jedoch notwendig sein, zwei oder drei solcher Einheiten zu verbinden.

Die Typprüfungen und Nachweise umfassen:

Vorgeschriebene Typprüfungen:

- a) Prüfungen zum Nachweis des Isolationspegels der Schaltanlage (siehe 6.2);
- b) Prüfungen zum Nachweis der Übertemperatur an jedem Teil der Anlage und Widerstandsmessung von Strombahnen (siehe 6.5 und 6.4);
- c) Prüfungen zum Nachweis der Fähigkeit der Haupt- und Erdungsstrombahnen, den Bemessungs-Stoßstrom und Bemessungs-Kurzzeitstrom auszuhalten (siehe 6.6);
- d) Prüfungen zum Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens der eingesetzten Schaltgeräte (siehe 6.101);
- e) Prüfungen zum Nachweis der mechanischen Funktionstüchtigkeit der eingesetzten Schaltgeräte und der herausnehmbaren Einschübe (siehe 6.102);
- f) Prüfungen zum Nachweis des Schutzes von Personen gegen das Berühren von gefährlichen Teilen und des Schutzes der Betriebsmittel gegen das Eindringen fester Fremdkörper (siehe 6.7).

Vorgeschriebene Typprüfungen, sofern zutreffend:

- g) Prüfungen zum Nachweis des Schutzes von Personen gegen gefährliche elektrische Wirkungen (siehe 6.104);
- h) Prüfungen zum Nachweis der Festigkeit gasgefüllter Schotträume (siehe 6.103);
- i) Dichtheitsprüfungen von gas- oder flüssigkeitsgefüllten Schotträumen (siehe 6.8);

- j) Störlichtbogenprüfung für Qualifikation IAC (siehe 6.106);
- k) Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).

Freigestellte Typprüfungen (Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber):

- l) Prüfungen zum Nachweis des Schutzes der Schaltanlage gegen äußere Witterungseinflüsse (siehe 6.105);
- m) Prüfungen zum Nachweis des Schutzes der Betriebsmittel gegen mechanischen Schlag (siehe 6.7);
- n) Prüfungen zur Bewertung der Isolierung der Schaltanlage durch Teilentladungsmessung (siehe 6.2.9);
- o) Prüfungen mit künstlicher Verschmutzung (siehe 6.2.8);
- p) dielektrische Prüfungen an Kabelprüfkreisen (siehe 6.2.101).

Typprüfungen können die Verwendbarkeit der geprüften Teile für den weiteren Einsatz im praktischen Betrieb beeinträchtigen. Aus diesem Grund dürfen die für die Typprüfungen verwendeten Prüflinge nicht ohne Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber weiter verwendet werden.

6.1.1 Gruppierung der Prüfungen

Siehe IEC 62271-1, 6.1.1, mit folgenden Ergänzungen:

Die vorgeschriebenen Typprüfungen (ohne die Prüfungen nach j) und k)) müssen an maximal vier Prüflingen durchgeführt werden.

6.1.2 Informationen zur Identifizierung von Prüflingen

Siehe IEC 62271-1, 6.1.2.

6.1.3 Informationen, die in Typprüfberichten enthalten sein müssen

Siehe IEC 62271-1, 6.1.3.

6.2 Dielektrische Prüfungen

Siehe IEC 62271-1, 6.2.

6.2.1 Umgebungsbedingungen während der Prüfungen

Siehe IEC 62271-1, 6.2.1.

6.2.2 Regenprüfung

Nicht anwendbar, da für metallgekapselte Schaltanlagen keine dielektrischen Prüfungen unter Regen notwendig sind.

6.2.3 Zustand der metallgekapselten Schaltanlage während der dielektrischen Prüfung

Siehe IEC 62271-1, 6.2.3, mit folgenden Ergänzungen:

Bei metallgekapselten Schaltanlagen, in denen Fluide (Flüssigkeit oder Gas) für die Isolation verwendet werden, müssen die Prüfungen mit dem vom Hersteller festgelegten Isolierfluid durchgeführt werden, gefüllt bis zum Mindestfunktionspegel, der auch vom Hersteller festgelegt wird.

6.2.4 Kriterien für das Bestehen der Prüfung

Siehe IEC 62271-1, 6.2.4, mit den folgenden Abänderungen:

- der 2. Absatz in a), der sich auf die Regenprüfung bezieht, ist nicht anwendbar.

ANMERKUNG Bei fluidgefüllten Schotträumen, geprüft mit Prüfdurchführungen, die nicht Teil der Schaltanlage sind, werden Impulse, die zu Überschlägen über den Prüfdurchführungen führen, nicht als Teil der Prüferie betrachtet.

6.2.5 Anwendung der Prüfspannung und Prüfbedingungen

IEC 62271-1, 6.2.5, ist nicht anwendbar.

Wegen der großen Anzahl verschiedener Konstruktionen ist es praktisch nicht möglich, für jeden Fall geltende Angaben über die Prüfungen zu machen, die an den Hauptstrombahnen durchzuführen sind; grundsätzlich müssen aber die folgenden Prüfungen ausgeführt werden:

a) Leiter gegen Erde und zwischen den Leitern

Die in 6.2.6 festgelegten Prüfspannungen sind anzuwenden, wobei jeder Leiter der Hauptstrombahn nacheinander an den Hochspannungsanschluss der Prüfanlage angeschlossen wird. Alle anderen Leiter der Hauptstrombahn und der Hilfsstromkreise sind mit der Erdungsleitung oder mit dem Rahmen und mit dem Erdungsanschluss der Prüfanlage zu verbinden.

Bei Trennschottung der Leiter sind nur Prüfungen Leiter gegen Erde durchzuführen.

Die dielektrischen Prüfungen sind mit allen Schaltgeräten in geschlossener Stellung und allen herausnehmbaren Einschüben in der Betriebsstellung vorzunehmen. Es ist zu beachten, dass bei Schaltgeräten in geöffneter Stellung oder bei herausnehmbaren Einschüben in Trennstellung, Außenstellung, Prüfstellung oder in Erdungsstellung ungünstigere Feldbedingungen auftreten können. Bei derartigen Verhältnissen ist die Prüfung zu wiederholen. In Trennstellung, Prüfstellung oder Außenstellung sind die herausnehmbaren Einschübe selbst jedoch nicht zu prüfen.

Bei diesen Spannungsprüfungen müssen Einrichtungen wie Stromwandler, Kabelendverschlüsse, Überstromauslöser/-anzeigen betriebsmäßig eingebaut sein. Für Stoßspannungsprüfungen sind die Anordnungen nach 6.2.6.2 zulässig. Bei Zweifelsfällen hinsichtlich der ungünstigsten Anordnung müssen die Prüfungen in mehreren Anordnungen wiederholt werden.

Zum Nachweis der Anforderungen in 5.102.4 und 5.103.3.3 a) sind die Sichtfenster, Zwischenwände und Shutter aus Isolierstoff auf der für Bedienung und Instandhaltung zugänglichen Seite mit einer geerdeten Metallfolie in der für die Prüfung ungünstigsten Lage teilweise zu bedecken. Die Metallfolie muss rund oder quadratisch sein und eine möglichst große Fläche haben, jedoch höchstens 100 cm². Wenn Zweifel über die ungünstigste Lage bestehen, ist die Prüfung mit verschiedenen Lagen zu wiederholen. Um die Prüfung zu vereinfachen, darf zwischen Prüfstelle und Hersteller vereinbart werden, mehrere Folien gleichzeitig anzubringen oder eine größere Fläche des Isolierstoffes zu bedecken.

b) Über die Trennstrecke

Jede Trennstrecke der Hauptstrombahn ist mit den in 6.2.6 festgelegten Prüfspannungen nach den in IEC 62271-1, 6.2.5.2, angegebenen Prüfverfahren zu prüfen.

Die Trennstrecke darf gebildet werden durch:

- einen Trennschalter in der geöffneter Stellung;
- eine Strecke zwischen den beiden Abschnitten der Hauptstrombahn, die durch einen herausnehmbaren Einschub oder einen Trenneinschub verbunden werden sollen.

Wenn in der Trennstellung eine Trennschottung durch einen geerdeten metallischen Shutter zwischen den geöffneten Kontakten sichergestellt wird, muss die Strecke zwischen dem geerdeten metallischen Shutter und den unter Spannung stehenden Teilen nur den Prüfspannungen Leiter gegen Erde standhalten.

Wenn in der Trennstellung zwischen dem festen Teil und dem herausnehmbaren Einschub kein Shutter oder keine Zwischenwand aus geerdetem Metall vorhanden ist, sind die festgelegten Prüfspannungen „Über die Trennstrecke“ anzuwenden:

- zwischen den zusammengehörigen festen und beweglichen Schaltstücken, wenn leitende Teile der Hauptstrombahn des herausnehmbaren Einschubs unabsichtlich berührt werden können;
- zwischen den festen Schaltstücken der einen Seite und den festen Schaltstücken der anderen Seite, wobei das Schaltgerät des herausnehmbaren Einschubs eingeschaltet ist, wenn Teile der Hauptstrombahn des herausnehmbaren Einschubs nicht unabsichtlich berührt werden können. Wenn es nicht möglich ist, das Schaltgerät in der Trennstellung geschlossen zu halten, dann muss diese Prüfung in der Prüfstellung wiederholt werden, wobei das Schaltgerät des Trenneinschubs geschlossen ist.

c) **Ergänzungsprüfungen**

Zum Nachweis der Anforderungen nach 5.103.3.3 c) ist die Isolierung zwischen den unter Spannung stehenden Teilen der Hauptstrombahn und der Innenseite von aus Isolierstoffen bestehenden Zwischenwänden oder Shuttern mit Wechselspannung von 150 % der Bemessungsspannung 1 min lang zu prüfen, wobei die innere, den unter Spannung stehenden Teilen zugewandte Oberfläche der Zwischenwand oder der Shutter mit einer vorstehend unter a) beschriebenen geerdeten Metallfolie zu bedecken ist.

6.2.6 Prüfung von metallgekapselten Schaltanlagen

Die Prüfungen müssen mit den entsprechenden Prüfspannungen nach IEC 62271-1, 4.2, Tabelle 1a oder 1b, durchgeführt werden. Für Prüfspannungen Leiter gegen Erde und zwischen den Leitern sind die Spalten (2) und (4) anzuwenden. Für Prüfspannungen über Trennstrecken sind die Spalten (3) und (5) anzuwenden.

6.2.6.1 Wechselspannungsprüfungen

Schaltanlagen müssen Wechselspannungs-Kurzzeitprüfungen nach IEC 60060-1 unterzogen werden. Für jede Prüfbedingung muss die Prüfspannung bis auf den Bemessungswert gesteigert werden und für 1 min anstehen.

Die Prüfungen dürfen nur im trockenen Zustand durchgeführt werden.

Spannungswandler, Leistungstransformatoren oder Sicherungen dürfen durch Attrappen ersetzt werden, die die Feldverteilung der Hochspannungsanordnung nachbilden. Überspannungsschutzgeräte dürfen abgetrennt oder herausgenommen werden.

Während der Wechselspannungsprüfungen ist eine Klemme des Prüftransformators mit Erde und mit der Kapselung der metallgekapselten Schaltanlage zu verbinden; dies entfällt bei den Prüfungen nach 6.2.5 b), bei denen der Mittelpunkt oder ein anderer Zwischenpunkt der Spannungsquelle mit Erde und mit der Kapselung verbunden sein sollte, damit die zwischen unter Spannung stehenden Teilen und der Kapselung auftretende Spannung die in 6.2.5 a) festgelegte Prüfspannung nicht überschreitet.

Ist dies praktisch nicht durchführbar, dann darf mit Zustimmung des Herstellers eine Klemme des Prüftransformators mit Erde verbunden und die Kapselung erforderlichenfalls gegen Erde isoliert werden.

6.2.6.2 Blitzstoßspannungsprüfung

Siehe IEC 62271-1, 6.2.6.2, mit folgenden Ergänzungen:

Spannungswandler, Leistungstransformatoren oder Sicherungen dürfen durch Attrappen ersetzt werden, die die Feldverteilung der Hochspannungsanordnung nachbilden.

Überspannungsschutzgeräte dürfen abgetrennt oder herausgenommen werden. Sekundärklemmen von Stromwandlern sind kurzzuschließen und zu erden. Bei Stromwandlern dürfen die Primärklemmen auch kurzgeschlossen werden.

6.2.7 Prüfung von Schaltanlagen mit Bemessungsspannungen über 245 kV

Entfällt.

6.2.8 Prüfungen mit künstlicher Verschmutzung

Metallgekapselte Schaltanlagen, die härteren Umgebungsbedingungen hinsichtlich Betauung und Verschmutzung als den üblichen Betriebsbedingungen ausgesetzt sind, die in dieser Norm festgelegt werden, dürfen nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber den Prüfungen nach IEC 60932 unterzogen werden.

6.2.9 Teilentladungsprüfungen

Diese Prüfungen sind zwischen Hersteller und Betreiber zu vereinbaren.

Wenn diese Prüfung durchgeführt wird, muss sie nach Anhang B durchgeführt werden.

6.2.10 Spannungsprüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen

Siehe IEC 62271-1, 6.2.10.

Die Sekundärklemmen von Stromwandlern dürfen kurzgeschlossen und von Erde getrennt werden. Spannungswandler dürfen sekundärseitig abgetrennt werden.

Spannungsbegrenzungseinrichtungen, sofern vorhanden, müssen abgetrennt werden.

6.2.11 Spannungsprüfung als Zustandskontrolle

Siehe IEC 62271-1, 6.2.11.

6.2.101 Kabelprüfung

Um Spannungsprüfungen an Kabeln während des Betriebs der Schaltanlage zu ermöglichen (siehe 5.106), kann eine zusätzliche Wechsellspannungsprüfung als Typprüfung durchgeführt werden, um das Vermögen der zutreffenden Trennstrecken zu bestätigen, die Kabelprüfspannung zu halten, während die andere Seite der Trennstrecke noch Betriebsspannung führend ist.

Die Prüfwerte sind zwischen Betreiber und Hersteller zu vereinbaren.

ANMERKUNG Die vereinbarten Prüfwerte sollten so ausgewählt werden, dass eine Sicherheitsspanne zwischen der betriebsfrequenten Bemessungs-Prüfspannung über der Trennstrecke und der sich ergebenden Spannungsbeanspruchung der Trennstrecke bei z. B. einer Gleichspannung für die Kabelprüfung besteht, solange die andere Seite der Trennstrecke der metallgekapselten Schaltanlage noch unter Spannung bleibt.

6.3 Störspannungsprüfung

Entfällt.

6.4 Messung des Widerstandes von Stromkreisen

6.4.1 Hauptstrombahn

Siehe IEC 62271-1, 6.4.1, mit folgender Ergänzung:

Der gemessene Widerstand über die gesamte Hauptstrombahn einer metallgekapselten Schaltanlage gibt einen Hinweis auf den ordnungsgemäßen Zustand des Strompfades. Dieser gemessene Widerstand muss der Bezugswert für die Stückprüfung sein (siehe 7.3).

6.4.2 Hilfsstromkreise

Siehe IEC 62271-1, 6.4.2.

6.5 Erwärmungsprüfungen

Siehe IEC 62271-1, 6.5, mit folgender Ergänzung:

Sind in der Konstruktion wahlweise unterschiedliche Bauteile oder Anordnungen vorgesehen, dann ist die Erwärmungsprüfung mit denjenigen Bauteilen oder Anordnungen durchzuführen, mit denen sich die ungünstigsten Bedingungen ergeben. Das repräsentative Schaltfeld muss annähernd entsprechend den üblichen

Betriebsbedingungen aufgebaut werden, einschließlich der normalen Kapselung, der Zwischenwände, Shutter und anderen Bauteile; Abdeckungen und Türen müssen geschlossen sein.

Die Prüfungen sind üblicherweise mit der betriebsmäßig vorgesehenen Phasenzahl und bei Bemessungs-Betriebsstrom durchzuführen, der von einem Ende des Sammelschienenstranges zu den Klemmen fließt, die für den Anschluss von Kabeln vorgesehen sind.

Bei der Prüfung einzelner Schaltfelder sollten die benachbarten Schaltfelder den Strom führen, der zu einer Verlustleistung führt, die den Bemessungsbedingungen entspricht. Die Nachbildung gleichwertiger Bedingungen durch Heizgeräte oder Wärmeisolierung ist zulässig, wenn die Prüfung nicht unter echten Bedingungen durchgeführt werden kann.

Sind in der Kapselung weitere Hauptfunktionsteile enthalten, müssen sie den Strom führen, der eine Verlustleistung entsprechend den Bemessungsbedingungen erzeugt. Gleichwertige Verfahren zur Erzeugung der gleichen Leistungsabgabe sind annehmbar.

Die Übertemperaturen der verschiedenen Bauteile sind auf die Umgebungstemperatur außerhalb der Kapselung zu beziehen. Sie dürfen die Werte nicht überschreiten, die in den jeweils gültigen Bestimmungen festgelegt sind. Falls die Umgebungstemperatur nicht konstant ist, darf die Oberflächentemperatur einer gleichartigen Kapselung unter gleichen Umgebungsbedingungen herangezogen werden.

6.5.1 Zustand der zu prüfenden metallgekapselten Schaltanlage

Siehe IEC 62271-1, 6.5.1.

6.5.2 Anordnung des Gerätes

Siehe IEC 62271-1, 6.5.2.

6.5.3 Messung der Temperatur und Übertemperatur

Siehe IEC 62271-1, 6.5.3.

6.5.4 Umgebungstemperatur

Siehe IEC 62271-1, 6.5.4.

6.5.5 Erwärmungsprüfung der Hilfs- und Steuereinrichtungen

Siehe IEC 62271-1, 6.5.5.

6.5.6 Beurteilung der Erwärmungsprüfung

Siehe IEC 62271-1, 6.5.6.

6.6 Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen

Siehe IEC 62271-1, 6.6, mit folgender Ergänzung:

a) Prüfung an Hauptstrombahnen

Hauptstrombahnen metallgekapselter Schaltanlagen sind zum Nachweis ihrer Festigkeit bei Beanspruchung durch den Bemessungs-Kurzzeitstrom und den Bemessungs-Stoßstrom unter den vorgesehenen Einbau- und Betriebsbedingungen zu prüfen, d. h. so, wie sie in die metallgekapselte Anlage eingebaut sind mit allen zugehörigen Bauteilen, die ihr Verhalten beeinflussen oder den Kurzschlussstrom verändern.

Bei diesen Prüfungen werden kurze Verbindungsleitungen zu Hilfseinrichtungen (wie Spannungswandler, Hilfstransformatoren, Überspannungsableiter, Überspannungskondensatoren, Spannungssysteme und ähnliche Einrichtungen) in diesem Zusammenhang nicht als Teil der Hauptstrombahn betrachtet.

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

Die Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen sind entsprechend mit der Bemessungsanzahl der Phasen auszuführen. Stromwandler und Auslöser dürfen, wie für den Betrieb vorgesehen, eingebaut sein, jedoch ist die Auslösung zu sperren.

Geräte, die keine strombegrenzenden Einrichtungen enthalten, dürfen mit jeder zweckmäßigen Spannung geprüft werden. Geräte mit einer strombegrenzenden Einrichtung müssen mit der Bemessungsspannung der Schaltanlage geprüft werden. Weitere Prüfspannungen dürfen angewendet werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass der Stoßstrom und die sich ergebenden thermischen Auswirkungen gleich oder größer als diejenigen bei der Bemessungsspannung sind.

Bei Geräten mit strombegrenzenden Einrichtungen darf der unbeeinflusste Strom (Scheitelwert, Effektivwert und Dauer) nicht kleiner als der Bemessungswert sein.

Selbstausschaltende Leistungsschalter, sofern vorhanden, müssen auf ihre höchsten Auslösewerte eingestellt sein.

Sofern strombegrenzende Sicherungen vorgesehen sind, sind Sicherungseinsätze mit dem höchsten vorgesehenen Bemessungs-Betriebsstrom zu verwenden.

Nach der Prüfung darf keine Verformung oder Beschädigung an den Bauteilen oder Leitern innerhalb der Kapselung aufgetreten sein, die einen einwandfreien Betrieb der Hauptstrombahn beeinträchtigen könnte.

b) Prüfungen an Erdungsstrombahnen

Erdungsleitungen, Erdungsanschlüsse und Erdungsgeräte von metallgekapselten Schaltanlagen sind zum Nachweis ihrer Festigkeit bei Beanspruchung durch den Bemessungs-Kurzzeitstrom und den Bemessungs-Stoßstrom entsprechend der Sternpunktterdung des Netzes zu prüfen. Sie müssen so geprüft werden, wie sie in der metallgekapselten Schaltanlage eingebaut sind, einschließlich aller zugehörigen Bauteile, die ihr Verhalten beeinflussen oder den Kurzschlussstrom verändern.

Die Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen mit Erdungsgeräten müssen mit der Bemessungsanzahl der Phasen durchgeführt werden. Einphasige Prüfungen können notwendig sein, um das geforderte Verhalten aller Strombahnen nachzuweisen, die für die Verbindung zwischen dem Erdungsgerät und dem Erdungspunkt vorgesehen sind.

Die Erdverbindung zwischen herausnehmbaren Erdungsgeräten und dem feststehenden Teil ist unter Erdschlussstrombedingungen zu prüfen. Der Erdschlussstrom muss zwischen dem Erdungsleiter des feststehenden Teils und dem Erdungspunkt des herausnehmbaren Einschubs fließen. Kann das Erdungsgerät in der Schaltanlage in anderen Stellungen als der normalen Betriebsstellung betätigt werden, z. B. in einer Doppelsammelschienen-Schaltanlage, muss die Prüfung in den anderen Stellungen durchgeführt werden.

Nach der Prüfung ist eine gewisse Verformung und Beeinträchtigung des Erdungsleiters, der Erdungsanschlüsse oder der Erdungsgeräte zulässig; jedoch muss die durchgehende Verbindung der Erdungsstrombahnen erhalten bleiben.

Eine Sichtprüfung sollte ausreichend sein, um zu überprüfen, dass die Durchgängigkeit der Strombahnen erhalten bleibt.

In Zweifelsfällen, ob bestimmte Erdungsanschlüsse (noch) zuverlässig sind, muss die Erdung mit einem Strom von 30 A (Gleichstrom) an dem vorgesehenen Erdungspunkt überprüft werden. Der Spannungsfall muss kleiner als 3 V sein.

6.6.1 Anordnung der Schaltanlage und des Prüfkreises

Siehe IEC 62271-1, 6.6.1, mit folgender Ergänzung:

Die zu prüfende Anlage muss unter den ungünstigsten Bedingungen angeordnet werden, die sich hinsichtlich der maximalen Längen nicht abgestützter Sammelschienen, Anordnungen der Leiter und Verbindungen innerhalb der Anlage ergeben. Im Fall von Schaltanlagen mit Doppelsammelschienen-Systemen und/oder Mehrebenenkonstruktionen müssen die Prüfungen in der (den) ungünstigsten Stellung(en) des (der) Schaltgeräte(s) durchgeführt werden.

Die Prüfverbindungen zu den Anschlusspunkten der Schaltanlage müssen so angeordnet werden, dass eine unrealistische Beanspruchung der Anschlusspunkte oder ihrer Abstützungen vermieden wird. Der Abstand zwischen den Anschlusspunkten und der nächsten Abstützung der Leiter an beiden Seiten der Schaltanlage muss entsprechend den Anweisungen des Herstellers sein, wobei die obigen Anforderungen zu berücksichtigen sind.

Die Schaltgeräte müssen sich in der geschlossenen Stellung befinden und mit sauberen Kontakten im Neuzustand ausgerüstet sein.

Jeder Prüfung muss eine belastungsfreie Betätigung der mechanischen Schaltgeräte vorausgehen, und mit Ausnahme der Erdungsschalter ist der Widerstand der Hauptstrombahn zu messen.

Die Prüfanordnung muss im Prüfbericht angegeben werden.

6.6.2 Prüfstrom und Prüfdauer

Siehe IEC 62271-1, 6.6.2.

6.6.3 Verhalten der Schaltanlage während der Prüfung

Siehe IEC 62271-1, 6.6.3.

6.6.4 Zustand der Schaltanlage nach der Prüfung

Siehe IEC 62271-1, 6.6.4.

6.7 Überprüfung des Schutzgrades

6.7.1 Überprüfung des IP-Schutzgrades

Siehe IEC 62271-1, 6.7.1, mit folgender Ergänzung:

Die Betriebsbedingungen für metallgekapselte Baugruppen bestehen darin, dass alle Türen und Abdeckungen geschlossen sind und es keine Rolle spielt, wie deren Verschluss erwartet wird oder nicht.

6.7.2 Überprüfung des IK-Schutzgrades

Siehe IEC 62271-1, 6.7.2.

6.8 Dichtheitsprüfungen

Siehe IEC 62271-1, 6.8.

6.9 Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

Es gilt IEC 62271-1, 6.9, mit Ausnahme der Störfestigkeitsprüfung. Stationäre Aussendungsprüfungen sollten an einer typischen Anordnung der Schaltanlage, beruhend auf den Installationsvorschriften des Herstellers, durchgeführt werden.

6.10 Zusätzliche Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen

Es gilt IEC 62271-1.

6.11 Röntgenprüfverfahren für Vakuum-Schaltröhren

Es gilt IEC 62271-1.

6.101 Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens

Schaltgeräte in der Hauptstrombahn und Erdungsschalter metallgekapselter Schaltanlagen sind zum Nachweis ihres Bemessungs-Ein- und Ausschaltvermögens entsprechend den für sie gültigen Bestimmungen und unter den vorgesehenen Einbau- und Betriebsbedingungen zu prüfen. D. h., sie müssen so geprüft werden, wie sie üblicherweise in die metallgekapselte Schaltanlage mit allen zugehörigen Bauteilen eingebaut sind, deren Anordnung das Verhalten beeinflussen können, wie etwa Verbindungen, Stützen, Entlüftungsvorrichtungen usw. Diese Prüfungen sind nicht notwendig, wenn die Ein- und Ausschaltprüfungen an Schaltgeräten durchgeführt wurden, die in metallgekapselten Schaltanlagen mit ungünstigeren Bedingungen eingebaut sind.

ANMERKUNG Bei der Festlegung, welche zugehörigen Teile das Verhalten möglicherweise beeinflussen, sollte besonders auf mechanische Kräfte während eines Kurzschlusses, auf die Abführung von Lichtbogenprodukten, auf die Möglichkeit von Isolationsfehlern usw. geachtet werden. Es wird eingeräumt, dass derartige Einflüsse in einigen Fällen vollkommen vernachlässigbar sein können.

Sind die übereinander angeordneten Schotträume einer mehrstöckigen Konstruktion nicht identisch, aber so ausgelegt, dass sie das gleiche Schaltgerät aufnehmen können, müssen die folgenden Prüfungen/Prüfschaltfolgen in jedem Schottraum entsprechend den Anforderungen der betreffenden Norm wiederholt werden.

Wurde das Kurzschlussverhalten des Schaltgerätes bereits vorher in einer Kapselung der metallgekapselten Schaltanlage entsprechend der betreffenden Norm geprüft, dann sind keine weiteren Prüfungen erforderlich.

Schaltanlagen, die ein- oder mehrstöckigen Konstruktionen und/oder Doppelsammelschienen-Systeme enthalten, erfordern besondere Überlegungen hinsichtlich des Prüfverfahrens, welches zum Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens geeignet ist und dabei die Kombinationen berücksichtigt, die im praktischen Betrieb auftreten können.

Da es nicht möglich ist, sämtliche Kombinationen und Konstruktionen der Schaltgeräte zu prüfen, sollten die folgenden Verfahren eingehalten werden, wobei die genaue Kombination der Prüfungen durch die Kennwerte und die Anordnung eines bestimmten Schaltgerätes bestimmt wird und zu berücksichtigen ist:

- a) Die vollständige Prüfreihe für den entsprechenden Ein- und Ausschaltstrom muss mit dem Schaltgerät in einem der Schotträume durchgeführt werden. Wenn weitere Schotträume konstruktiv identisch sind, und auch das im Schottraum einzusetzende Schaltgerät identisch ist, dann gelten die vorstehend angeführten Prüfungen auch für diese Schotträume.
- b) Sind die Schotträume nicht identisch, jedoch so konstruiert, dass sie das gleiche Schaltgerät aufnehmen können, sind die folgenden Prüfungen/Prüfschaltfolgen in jedem dieser anderen Schotträume entsprechend den Anforderungen der betreffenden Norm zu wiederholen:

IEC 62271-100: Prüfschaltfolge T100s, T100a und (gegebenenfalls) Prüfungen kritischer Ströme mit Berücksichtigung auch der Anforderungen in 6.103.4 dieser Norm hinsichtlich der Anschlussanordnung bei der Prüfung, soweit zutreffend.

IEC 62271-102: Kurzschluss-Einschaltvorgänge entsprechend den Klassen E1 oder E2, soweit zutreffend.

IEC 60265-1: 10 Ein-Aus-Schaltungen mit überwiegend Bemessungs-Netzlastausschaltstrom (Prüfschaltfolge 1). Prüfschaltfolge 5 entsprechend Klasse E1, E2 oder E3, soweit zutreffend, sofern der Schalter nicht ein Bemessungs-Kurzschlusseinschaltvermögen hat.

IEC 62271-105: Prüfschaltfolgen TD_{Isc} , TD_{IWmax} und $TD_{Itransfer}$.

IEC 60470: Nachweis der Koordination mit Kurzschlusschutzvorrichtungen (SCPDs)^{N6)} nach IEC 60470, 6.106.

- c) Sofern die Schotträume so konstruiert sind, dass sie mehr als einen besonderen Typ oder eine Konstruktion eines Schaltgerätes aufnehmen können, muss jede Variante entsprechend den Anforderungen in a) und, soweit zutreffend, in b) vollständig geprüft werden.

^{N6)} Nationale Fußnote: SCPD = short-circuit protective device

6.102 Mechanische Funktionsprüfungen

6.102.1 Schaltgeräte und herausnehmbare Einschübe

Schaltgeräte und Trenneinschübe sind 50-mal zu betätigen, und herausnehmbare Einschübe sind 25-mal einzusetzen und 25-mal herauszunehmen, um eine einwandfreie Arbeitsweise nachzuweisen.

Wenn Trenneinschübe oder herausnehmbare Einschübe als Trennschalter verwendet werden sollen, dann muss die Prüfung nach IEC 62271-102 durchgeführt werden. Ist dies nicht der Fall, dann muss die Prüfung nach IEC 62271-102 mit einer eingeschränkten Anzahl mechanischer Betätigungen durchgeführt werden:

- 50 Ein-Aus-Schaltungen des Schaltgeräts
- oder 25-mal Einschieben und 25-mal Herausziehen von Trenneinschüben bzw. herausnehmbaren Einschüben.

6.102.2 Verriegelungen

Die Verriegelungen sind in die Stellung zu bringen, bei der das Schalten der Schaltgeräte oder das Einschieben oder Herausnehmen von Trenneinschüben oder herausnehmbaren Einschüben verhindert ist. Es muss 50-mal versucht werden, die Schaltgeräte zu schalten, je 25-mal versucht werden, herausnehmbare Einschübe herauszunehmen und einzuschieben. Bei diesen Prüfungen sind nur die normalen Betätigungskräfte anzuwenden; die Schaltgeräte, herausnehmbaren Einschübe und Verriegelungen dürfen dabei nicht nachjustiert werden. Bei handbetätigten Einrichtungen darf für die Durchführung dieser Prüfungen nur der normale Betätigungsgriff verwendet werden.

Die Verriegelungen haben die Prüfungen bestanden, wenn:

- a) die Schaltgeräte nicht geschaltet werden können;
- b) der Zugang zu den betreffenden Schotträumen verhindert ist;
- c) das Einschieben oder das Herausnehmen der herausnehmbaren Einschübe verhindert ist;
- d) die Schaltgeräte, herausnehmbaren Einschübe und Verriegelungen noch einwandfrei funktionieren und der Kraftaufwand für ihre Betätigung vor und nach den Prüfungen sich von den maximalen Kräften für die Handbetätigung (Handbetrieb) und der Spitzenwert der Energieaufnahme (Motorbetrieb) sich um nicht mehr als 50 % unterscheidet.

6.103 Druckprüfung von gasgefüllten Schotträumen

6.103.1 Druckprüfung von gasgefüllten Schotträumen mit Druckentlastungseinrichtungen

Jede Konstruktion eines gasgefüllten Schottraumes muss einer Druckprüfung nach dem folgenden Verfahren unterzogen werden:

- Der Überdruck muss auf das 1,3fache des Konstruktionsdruckes des Schottraumes erhöht und für 1 min gehalten werden. Die Druckentlastungseinrichtung darf nicht ansprechen.
- Anschließend wird der Druck auf das 3fache des Konstruktionsdruckes gesteigert. Es ist zulässig, dass die Druckentlastungseinrichtung entsprechend der Konstruktion des Herstellers unterhalb dieses Wertes anspricht. Dieser Öffnungsdruck muss im Typprüfbericht angegeben werden. Nach dieser Prüfung kann der Schottraum verformt sein, er darf jedoch nicht bersten.

ANMERKUNG Die Prüfung mit dem 3fachen Konstruktionsdruck kann nicht am Schottraum durchgeführt werden, wenn es nicht möglich ist, die Prüfung ohne das Vorhandensein einer Druckentlastungsvorrichtung oder einer Sollbruchstelle der Wand des Schottraumes durchzuführen.

6.103.2 Druckprüfung von gasgefüllten Schotträumen ohne Druckentlastungseinrichtungen

Jede Konstruktion eines gasgefüllten Schottraumes muss einer Druckprüfung nach dem folgenden Verfahren unterzogen werden:

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

- Der Überdruck muss auf das 3fache des Konstruktionsdruckes des Schottraumes erhöht und für 1 min gehalten werden. Nach dieser Prüfung kann der Schottraum verformt sein, er darf jedoch nicht bersten.

6.104 Prüfungen an nichtmetallischen Zwischenwänden und Shuttern

Dieser Abschnitt gilt nur für Zwischenwände (oder Shutter), die zum Schutz gegen (direktes oder indirektes) Berühren von unter Spannung stehenden Teilen vorgesehen sind. Sofern diese Zwischenwände Durchführungen enthalten, müssen die Prüfungen unter den geeigneten Bedingungen durchgeführt werden, d. h. indem die Verbindungen zu den Durchführungsleitern getrennt und diese geerdet werden.

Nichtmetallische Zwischenwände und Shutter, die teilweise aus Isolierstoff bestehen, müssen wie folgt geprüft werden:

6.104.1 Dielektrische Prüfungen

- a) Die Isolierung zwischen unter Hochspannung stehenden Teilen und der zugänglichen Oberfläche von isolierenden Zwischenwänden und Shuttern muss den in IEC 62271-1, 4.2, festgelegten Prüfspannungen Leiter gegen Erde und zwischen den Leitern standhalten. Hinsichtlich des Prüfaufbaus siehe 6.2.5 a).
- b) Ein repräsentatives Probestück des Isolierstoffes muss die in a) festgelegte Wechselspannungsprüfung bestehen. Dabei sollten die in IEC 60243-1 angegebenen entsprechenden Prüfverfahren angewendet werden.
- c) Die Isolierung zwischen unter Hochspannung stehenden Teilen und der ihnen zugewandten Oberfläche isolierender Zwischenwände und Shutter muss mindestens 150 % der Bemessungsspannung der Anlage für 1 min standhalten. Bei dieser Prüfung muss die innere Oberfläche der Zwischenwand oder des Shutters am ungünstigsten Punkt mit einer leitenden Schicht mit einer Fläche von mindestens 100 cm² bedeckt sein. Der Prüfaufbau muss so sein, wie es in 6.2.5 a) festgelegt ist.

6.104.2 Messung von Ableitströmen

Enthalten metallgekapselte Schaltanlagen isolierende Zwischenwände oder Shutter, muss die Einhaltung der Anforderungen nach 5.103.3.3 d) durch die folgenden Prüfungen nachgewiesen werden.

Die Hauptstrombahnen müssen nach Wahl des Herstellers entweder an eine Drehstrom-Einspeisung mit der betriebsfrequenten Bemessungsspannung der metallgekapselten Schaltanlage, wobei ein Leiter geerdet ist, oder an eine Einphasen-Einspeisung mit einer der Bemessungsspannung entsprechenden Spannung angeschlossen werden, wobei die unter Spannung stehenden Teile der Hauptstrombahn zusammengeschlossen werden. Bei Prüfungen mit Drehstrom sind drei Messungen durchzuführen, bei denen die einzelnen Leiter der Spannungsquelle nacheinander mit Erde verbunden werden. Bei Einphasen-Prüfungen ist nur eine Messung erforderlich.

Eine Metallfolie muss in der für die Prüfung ungünstigsten Lage auf der zugänglichen Oberfläche der Isolierung angebracht werden, die den Berührungsschutz gegenüber unter Spannung stehenden Teilen bildet. Bestehen Zweifel, welches die ungünstigste Lage ist, muss die Prüfung in verschiedenen Lagen wiederholt werden.

Die Metallfolie muss annähernd kreisförmig oder quadratisch und möglichst groß sein, jedoch nicht größer als 100 cm². Die Kapselung und der Rahmen der Schaltanlage sind zu erden. Der Ableitstrom von der Metallfolie gegen Erde ist bei trockener und sauberer Isolierung zu messen.

Ist der Wert des gemessenen Ableitstromes größer als 0,5 mA, so genügt die Isolierung dem geforderten Berührungsschutz dieser Norm nicht.

Ist der durchgehende Weg über die Oberfläche der Isolierung, wie in 5.103.3.3 d) angegeben, durch kleine Spalten mit Gas oder Flüssigkeit unterbrochen, dann sind diese Spalten elektrisch zu überbrücken. Dienen diese Spalten dazu, Ableitströme daran zu hindern, von den unter Spannung stehenden Teilen zu zugänglichen Teilen der isolierenden Zwischenwände und Shutter zu gelangen, dann müssen diese Spalten den Prüfspannungen „Leiter gegen Erde und zwischen den Leitern“ nach IEC 62271-1, 4.2, standhalten.

Die Ableitströme brauchen nicht gemessen zu werden, wenn geerdete Metallteile so angeordnet sind, dass Ableitströme keinesfalls zu den zugänglichen Teilen der isolierenden Zwischenwände und Shutter gelangen können.

6.105 Prüfung auf Wetterschutz

Auf Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber kann an metallgekapselten Schaltanlagen für Freiluftaufstellung eine Prüfung auf Wetterschutz durchgeführt werden. Ein empfohlenes Prüfverfahren ist in IEC 62271-1, Anhang C, angegeben.

6.106 Störlichtbogenprüfung

Diese Prüfung gilt für metallgekapselte Schaltanlagen mit Störlichtbogenqualifikation IAC, die im Falle eines Störlichtbogens einen bestimmten Grad des Personenschutzes bieten. Diese Prüfung muss nach Anhang A durchgeführt werden, und zwar in jedem Hochspannungs-Schottraum, sofern zutreffend (siehe A.5.2), von repräsentativen Schaltfeldern (siehe A.3).

Schotträume, die mit typgeprüften strombegrenzenden Sicherungen geschützt sind, müssen mit dem Sicherungstyp geprüft werden, der den höchsten Durchlassstrom zulässt. Die tatsächliche Dauer des Stromflusses wird durch die Sicherungen gesteuert. Der geprüfte Schottraum wird als „sicherungsgeschützt“ bezeichnet. Diese Prüfungen müssen bei der höchsten Bemessungsspannung der Anlage durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Die Anwendung strombegrenzender Sicherungen in Verbindung mit dem Schaltgerät kann den Kurzschlussstrom begrenzen und die Fehlerdauer verringern. Es ist gut dokumentiert, dass die Lichtbogenenergie, die bei diesen Prüfungen übertragen wird, nicht durch I^2t vorhersagbar ist. Im Falle strombegrenzender Sicherungen kann die maximale Lichtbogenenergie bei Stromwerten unterhalb des maximalen Unterbrechungsbemessungswertes auftreten. Weiterhin sind die Auswirkungen von strombegrenzenden Einrichtungen mit pyrotechnischen Vorrichtungen zur Kommutierung des Stromes in eine strombegrenzende Sicherung zu berücksichtigen, wenn Konstruktionen mit derartigen Einrichtungen beurteilt werden.

Jede Einrichtung (z. B. Schutzrelais), die den Strom vor dem Ende der unbeeinflussten Dauer der Prüfung automatisch auslösen kann, muss während dieser Prüfung inaktiv sein. Wenn Schotträume oder Schaltfelder mit Einrichtungen zur Begrenzung der Dauer des Lichtbogens selbst oder mit anderen Vorrichtungen ausgerüstet sind (z. B. Treiben des Stromes in einen Kurzschluss über Metall), dann müssen diese während der Prüfung inaktiv sein.

ANMERKUNG 2 Da die strombegrenzenden Sicherungen nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm gehören, dürfen die Schaltanlagen einer zusätzlichen Prüfung unterzogen werden, um das Verhalten dieser Einrichtung zur Begrenzung des Lichtbogens nachzuweisen.

Diese Prüfung behandelt den Fall eines Störlichtbogens innerhalb der Kapselung oder innerhalb von Schotträumen in Luft oder einem Isolierfluid (Flüssigkeit oder Gas), wenn Türen und Abdeckungen der Kapselung, wie unter normalen Betriebsbedingungen, geschlossen sind (siehe A.1).

Das Prüfverfahren umfasst auch den besonderen Fall eines Fehlers, der in einer Feststoffisolierung auftritt, sofern diese Isolierung bei der Montage von metallgekapselten Schaltanlagen vor Ort angebracht wird und nicht aus vorgefertigten typgeprüften Isolierteilen besteht (siehe A.5.2).

Die Prüfergebnisse einer bestimmten Schaltfeldkonstruktion dürfen auf eine andere Konstruktion übertragen werden (siehe 6.1), unter der Voraussetzung, dass die Beanspruchung der Konstruktion während der ursprünglichen Prüfung mindestens gleich war und dass folgende Gesichtspunkte als vergleichbar zur geprüften Konstruktion angesehen werden können:

- Maße;
- Aufbau und Festigkeit der Kapselung;
- Gestaltung der Zwischenwand;
- Leistungsverhalten der Druckentlastungseinrichtungen, sofern vorhanden;
- Isolationssystem;
- physikalische Einflussgrößen (Druckanstieg, Gasströmung und thermische Auswirkungen).

7 Stückprüfungen

Die Stückprüfungen sind an jeder Transporteinheit und, soweit durchführbar, im Werk des Herstellers vorzunehmen, um sicherzustellen, dass das Produkt mit der Anlage übereinstimmt, mit der die Typprüfung durchgeführt wurde.

Siehe IEC 62271-1, Abschnitt 7, mit folgenden zusätzlichen Stückprüfungen:

- mechanische Funktionsprüfungen: 7.102
- Prüfungen der elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Hilfseinrichtungen: 7.104
- Druckprüfungen gasgefüllter Schotträume (falls zutreffend): 7.103
- Prüfungen nach der Montage vor Ort: 7.105
- Messung des Fluidzustands nach der Füllung vor Ort: 7.106

ANMERKUNG Eventuell kann der Nachweis der Austauschbarkeit von Bauteilen mit gleichen Bemessungswerten und gleicher Ausführung erforderlich sein (siehe Abschnitt 5).

7.1 Dielektrische Prüfung der Hauptstrombahn

Siehe IEC 62271-1, 7.1, mit folgender Ergänzung und Ausnahme:

Die Wechselspannungsprüfung ist nach den Anforderungen in 6.2.6.1 durchzuführen. Es ist die in IEC 62271-1, Tabellen 1a und 1b, Spalte 2, festgelegte Prüfspannung anzuwenden, indem jeder Leiter der Hauptstrombahn der Reihe nach mit dem Hochspannungsanschluss der Prüfeinrichtung zu verbinden ist, während die anderen Leiter geerdet sind und die Durchgängigkeit der Hauptstrombahn sichergestellt ist (z. B. durch Einschalten der Schaltgeräte oder entsprechende Maßnahmen).

Bei gasgefüllten Schotträumen müssen die Prüfungen beim Bemessungsfülldruck (oder der Dichte) des Isoliergases ausgeführt werden (siehe 4.10.1).

7.2 Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen

Siehe IEC 62271-1, 7.2.

7.3 Widerstandsmessung der Hauptstrombahn

IEC 62271-1 ist nicht anwendbar. Diese Prüfung ist Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber.

Der Gleichspannungsfall oder der Widerstand jedes Leiters der Hauptstrombahn ist unter Bedingungen zu messen, die soweit wie möglich denen der entsprechenden Typprüfung gleichen. Der bei der Typprüfung gemessene Wert kann zur Bestimmung des Grenzwertes des Widerstandes für die Stückprüfung verwendet werden.

7.4 Dichtheitsprüfung

Siehe IEC 62271-1.

7.5 Konstruktions- und Sichtkontrollen

Siehe IEC 62271-1.

7.101 Teilentladungsmessung

Diese Prüfung ist Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber.

Die Teilentladungsmessung kann als Stückprüfung geeignet sein, um mögliche Material- und Herstellungsfehler aufzuzeigen, besonders bei der Verwendung organischer Isolierstoffe, und wird für gasgefüllte Schotträume empfohlen.

Falls diese Prüfung vereinbart wird, ist das in Anhang B beschriebene Verfahren anzuwenden.

7.102 Mechanische Funktionsprüfungen

Funktionsprüfungen werden zum Nachweis dafür durchgeführt, dass die Schaltgeräte und herausnehmbaren Einschübe den vorgeschriebenen Betriebsanforderungen genügen und die mechanischen Verriegelungen richtig funktionieren.

Während dieser Prüfungen, die ohne Spannung an oder Strom in den Hauptstrombahnen durchzuführen sind, ist insbesondere nachzuweisen, dass die Schaltgeräte innerhalb der festgelegten Grenzen von Versorgungsspannung und -druck ihrer Betätigungsvorrichtungen ordnungsgemäß öffnen und schließen.

Jedes Schaltgerät und jeder herausnehmbare Einschub ist nach 6.102 zu prüfen; allerdings statt mit 50 nur mit jeweils 5 Betätigungen oder Versuchen in jeder Richtung.

7.103 Druckprüfungen gasgefüllter Schotträume

An allen gasgefüllten Schotträumen müssen nach der Herstellung Druckprüfungen durchgeführt werden. Jeder Schottraum ist einer Prüfung mit dem 1,3fachen Konstruktionsdruck 1 min lang zu unterziehen.

Dies gilt nicht für hermetisch abgeschlossene Schotträume mit einem Bemessungsfülldruck von 50 kPa (Überdruck) und weniger.

Nach dieser Prüfung dürfen die gasgefüllten Schotträume keine Anzeichen von Überbeanspruchung oder Verformung zeigen, die die Funktion der Schaltanlage beeinflussen könnten.

7.104 Prüfungen der elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Hilfseinrichtungen

Elektrische, pneumatische und sonstige Verriegelungen, die zusammen mit Steuergeräten eine festgelegte Funktionsreihenfolge haben, sind 5-mal nacheinander unter den für Anwendung und Betrieb festgelegten Bedingungen sowie bei den ungünstigsten Grenzwerten der Hilfsenergien zu prüfen. Während der Prüfung darf keine Justage vorgenommen werden.

Die Prüfungen gelten als bestanden, wenn die Hilfseinrichtungen ordnungsgemäß funktioniert haben, nach der Prüfung in gutem Funktionszustand sind und der Kraftaufwand zu ihrer Bedienung vor und nach den Prüfungen praktisch gleich groß ist.

7.105 Prüfungen nach der Montage vor Ort

Nach der Montage müssen metallgekapselte Schaltanlagen zum Nachweis der ordnungsgemäßen Funktion geprüft werden.

Für Teile, die vor Ort montiert werden, und für gasgefüllte Schotträume, die vor Ort gefüllt werden, sollten die folgenden Prüfungen durchgeführt werden:

a) Spannungsprüfung der Hauptstrombahn:

Nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber dürfen Wechselspannungsprüfungen im trockenen Zustand an den Hauptstrombahnen metallgekapselter Schaltanlagen nach der Montage vor Ort in exakt der gleichen Weise, wie in 7.1 für die Stückprüfung beim Hersteller festgelegt, durchgeführt werden.

Die Prüfwechselspannung muss 80 % der in 7.1 angegebenen Werte betragen und muss der Reihe nach an jeden Leiter der Hauptstrombahn angelegt werden, wobei die anderen Leiter geerdet sind. Bei diesen Prüfungen ist ein Anschluss des Prüftransformators mit Erde und der Kapselung der metallgekapselten Schaltanlage zu verbinden.

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

Wenn die Spannungsprüfung vor Ort die Stückprüfung beim Hersteller ersetzt, muss die Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung angewendet werden.

ANMERKUNG Bei den dielektrischen Prüfungen vor Ort sollten Spannungswandler abgetrennt werden, sofern die angewendete Prüffrequenz für die Prüfung vor Ort nicht hoch genug ist, um eine Sättigung des Kerns zu verhindern.

- b) Dichtheitsprüfungen: 7.4 ist anwendbar.
- c) Messung des Fluidzustandes nach der Füllung vor Ort: 7.106 ist anwendbar.

7.106 Messung des Fluidzustandes nach der Füllung vor Ort

Der Zustand des Fluides in den fluidgefüllten Schotträumen ist zu ermitteln und muss den Spezifikationen des Herstellers genügen.

8 Anleitung zur Auswahl von metallgekapselten Schaltgeräten für den Betrieb

Metallgekapselte Schaltanlagen können in den verschiedensten Formen aufgebaut sein, die sich aufgrund veränderter Technologien und Funktionsanforderungen entwickelt haben. Die Auswahl von metallgekapselten Schaltanlagen ist wesentlich mit der Festlegung der funktionalen Anforderungen an die Schaltanlage und der Art der inneren Unterteilung verbunden, die am besten diesen Anforderungen entsprechen. Eine Erläuterung hinsichtlich der Veränderungen für die Klassifizierung, im Vergleich zur dritten Ausgabe (1990) von IEC 60298 und weiterer gegenwärtiger Praxis, wird in Anhang C gegeben.

Derartige Anforderungen sollten die geltenden Rechtsvorschriften und die Sicherheitsvorschriften des Betreibers berücksichtigen.

Tabelle 3 enthält eine Zusammenfassung der Gesichtspunkte zur Spezifizierung von Schaltanlagen.

8.1 Auswahl der Bemessungswerte

Für vorgegebene Betriebsaufgaben sind bei der Auswahl metallgekapselter Schaltanlagen die Bemessungswerte ihrer Bauteile unter üblichen Lastverhältnissen und im Fehlerfall zu berücksichtigen. Die Bemessungswerte einer Schaltanlage können sich von denen ihrer Einzelteile unterscheiden.

Bemessungswerte sollten nach dieser Norm ausgewählt werden; dabei sind die Netzbedingungen und deren zu erwartende künftige Entwicklung zu beachten. Eine Liste von Bemessungsgrößen ist in Abschnitt 4 angegeben.

Andere Parameter, wie z. B. örtliche atmosphärische und klimatische Bedingungen und die Anwendung in Höhen über 1 000 m, sollten ebenfalls berücksichtigt werden.

Die im Fehlerfall vorgegebene Beanspruchung sollte durch Berechnung der Fehlerströme am Einbauort der metallgekapselten Schaltanlage im Netz bestimmt werden. Dazu wird auf IEC 60909 verwiesen.

8.2 Auswahl von Konstruktion und Aufbau

8.2.1 Allgemeines

Metallgekapselte Schaltanlagen sind üblicherweise gekennzeichnet durch ihre Isoliertechnik (z. B. luft- oder gasisoliert) und durch ihre Ausführung in Festeinbau- oder Einschubtechnik. Der Umfang, zu dem einzelne Bauteile trenn- oder herausnehmbar sein sollen, hängt hauptsächlich von den (wenn vorhandenen) Anforderungen an Instandhaltung und/oder Vorkehrungen zum Prüfen ab.

Die Entwicklung von Schaltgeräten mit geringer Instandhaltungserfordernis hat die Notwendigkeit häufiger Begutachtung einzelner Teile reduziert, die der Erosion durch Schaltlichtbögen unterliegen. Jedoch bleibt die Zugänglichkeit zu nur einmal verwendbaren Teilen weiterhin notwendig, z. B. zu Sicherungen, und für die gelegentliche Sichtkontrolle und Prüfung von Kabeln. Weiterhin können auch Schmierung und Justage mechanischer Teile erforderlich sein, weshalb bei einigen Ausführungen mechanische Teile außerhalb der Hochspannungs-Schotträume zugänglich sind.

Der Umfang, zu dem die Zugänglichkeit für die Instandhaltung erforderlich ist und/oder ob vollständige Abschaltungen der gesamten Schaltanlage hinnehmbar sind, kann bestimmen, ob der Betreiber Luft- oder Fluidisolation und Ausführungen als Festeinbau- oder Einschubtechnik bevorzugt. Bei Forderungen nach selten auszuführender Wartung, wie es gegenwärtig die häufig bevorzugte Praxis ist, kann die Ausrüstung von Schaltanlagen mit wartungsarmen Bauteilen eine praktische Lösung sein. Schaltgeräteeinbauten in Festeinbautechnik, besonders solche, in denen wartungsarme Bauteile angewendet werden, können eine auf die gesamte Lebensdauer bezogene kostengünstige Lösung sein.

Für den Fall, dass ein Schottraum mit einer Hauptstrombahn geöffnet wird, erfordert der sichere Betrieb der Schaltanlage (unabhängig von Festeinbau- oder Einschubtechnik), dass die Teile, an denen die Arbeiten auszuführen sind, von allen Einspeisungen getrennt und geerdet sind. Außerdem sollten die Trennschalter oder Einschübe, die zum Freischalten verwendet werden, gegen Wiedereinschalten gesichert sein.

8.2.2 Gestaltung und Zugänglichkeit von Hochspannungs-Schotträumen

Die Gestaltung der Schottung, wie sie diese Norm definiert, versucht die Forderungen nach unterbrechungsfreiem Betrieb und Instandhaltbarkeit auszuwägen. In diesem Abschnitt werden Hinweise darüber gegeben, wie die unterschiedlichen Ausführungen die Instandhaltbarkeit (bei gleichzeitigem Betrieb) sicherzustellen vermögen.

ANMERKUNG 1 Zeitweilig eingesetzte Schutzplatten, die bei bestimmten Instandhaltungsarbeiten erforderlich sind zum Verhindern des Berührens unter Spannung stehender Teile, werden in 10.4 beschrieben.

ANMERKUNG 2 Werden vom Betreiber alternative Instandhaltungsverfahren angewendet, z. B. die Festlegung von Sicherheitsabständen und/oder zeitweilige Aufstellung und Benutzung von Abschränkungen, so liegen diese außerhalb des Anwendungsbereichs der vorliegenden Norm.

Die vollständige Beschreibung einer Schaltanlage muss eine Aufstellung über die Hochspannungs-Schotträume und deren Art umfassen, z. B. Sammelschienenraum, Leistungsschalterraum usw., die Art der dafür vorgesehenen Zugänglichkeit und die Ausführung (Festeinbau/Einschub).

Es gibt vier Arten von Hochspannungs-Schotträumen, von denen drei für den Betreiber zugänglich sind und eine nicht.

Zugängliche Hochspannungs-Schotträume: Zur Kontrolle des Öffnens eines zugänglichen Hochspannungs-Schottraumes sind drei Verfahren definiert.

- Das erste durch die Anwendung von Verriegelungen, die sicherstellen, dass vor dem Öffnen alle unter Spannung stehenden Teile im Inneren spannungsfrei und geerdet sind, bezeichnet einen „verriegelungsgesteuert zugänglichen Schottraum“.
- Das zweite hängt ab von Anweisungen des Betreibers und Sperren zur Gewährleistung der Sicherheit; der Schottraum wird mit Einrichtungen für Vorhängeschlösser oder Ähnlichem ausgestattet und bezeichnet einen „verfahrensabhängig zugänglichen Schottraum“.
- Das dritte verfügt über keine eingebauten Einrichtungen zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit vor dem Öffnen. Zum Öffnen sind Werkzeuge erforderlich und bezeichnet einen „werkzeugabhängig zugänglichen Schottraum“.

Die ersten beiden Arten der zugänglichen Hochspannungs-Schotträume stehen dem Anwender zur Verfügung und sind für den normalen Betrieb und die normale Instandhaltung gedacht. Die entsprechenden Abdeckungen und/oder Türen dieser beiden Arten zugänglicher Hochspannungs-Schotträume erfordern keine Werkzeuge zum Öffnen.

Sind für das Öffnen eines Hochspannungs-Schottraumes Werkzeuge erforderlich, dann ist dies üblicherweise ein deutlicher Hinweis darauf, dass der Anwender andere Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit anwenden muss und möglicherweise auch zur Aufrechterhaltung der Leistungsmerkmale, z. B. Isolationsvermögen usw.

Nicht zugänglicher Hochspannungs-Schottraum: Ein Zugang ist für den Anwender nicht vorgesehen, und das Öffnen kann die Integrität des Schottraumes zerstören. Ein deutlicher Hinweis, ihn nicht zu öffnen, ist auf dem Schottraum anzubringen oder durch seine konstruktive Auslegung offensichtlich zu machen, z. B. ein vollständig verschweißter GIS-Behälter.

8.2.3 Betriebsverfügbarkeit der Schaltanlage

Die Metallkapselung ist zum Schutz von Personen gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen und zum Schutz der Geräte gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern gedacht. Mit geeigneten Überwachungs- und Hilfssteuergeräten ist es überdies möglich, einen Schutz gegen Isolationsfehler zur Erde vorzusehen.

Für Schaltanlagen beschreibt die Kategorie der Betriebsverfügbarkeit (LSC) den Umfang, zu dem andere Hochspannungs-Schotträume und/oder Schaltfelder noch unter Spannung bleiben können, wenn ein Schottraum der Hauptstrombahn geöffnet wird.

Kategorie LSC1: Diese Bauart ist nicht dafür gedacht, den unterbrechungsfreien Betrieb während der Instandhaltung (falls erforderlich) zu ermöglichen und kann die vollständige Trennung der Schaltanlage vom Netz und ihrer kompletten Erdung erforderlich machen, bevor das Innere der Kapselung zugänglich ist.

Kategorie LSC2: Diese Bauart erlaubt die höchste Betriebsverfügbarkeit beim Zugang zu Hochspannungs-Schotträumen innerhalb der Schaltanlage.

Für LSC2 gibt es zwei festgelegte Stufen:

LSC2A: Beim Zugang zu Teilen eines Schaltfeldes können die anderen Schaltfelder der Anlage in Betrieb bleiben.

Beispiel LSC2A bei Ausführungen in Einschubtechnik: In der Praxis bedeutet dies, dass die Hochspannungskabel dieses Schaltfeldes spannungsfrei geschaltet und geerdet werden müssen und auch die Hauptstrombahn von den Sammelschienen freigeschaltet sowie (physikalisch und elektrisch) getrennt werden muss. Die Sammelschienen dürfen unter Spannung bleiben. Der Begriff Trennung wird hier anstelle von Trennschottung verwendet, um in diesem Stadium eine Unterscheidung zwischen isolierenden und metallischen Zwischenwänden und Shuttern zu vermeiden (siehe 8.2.4).

LSC2B: Zusätzlich zum vorstehend angeführten Grad der Betriebsverfügbarkeit LSC2A dürfen bei der Kategorie LSC2B die ankommenden Hochspannungskabel des Schaltfelds, zu dem die Zugänglichkeit hergestellt wird, unter Spannung bleiben. Das bedeutet, dass es hier eine zusätzliche Trennstrecke und Schottung zwischen Schaltgerät und Kabeln gibt.

Beispiel LSC2B bei Ausführungen in Einschubtechnik: Wenn das Hauptschaltgerät jedes Schaltfeldes einer LSC2B-Schaltanlage in seinem eigenen zugänglichen Schottraum untergebracht ist, kann die Instandhaltung an diesem Hauptschaltgerät durchgeführt werden, ohne die zugehörigen Kabelverbindungen abzuschalten. Dies hat zur Folge, dass für dieses Beispiel einer LSC2B-Schaltanlage für jedes Schaltfeld mindestens drei Schotträume erforderlich sind:

- für jedes Hauptschaltgerät;
- für Bauteile, die an einer Seite des Hauptschaltgerätes angeschlossen sind, z. B. Einspeisung;
- für Bauteile, die an der anderen Seite des Hauptschaltgerätes angeschlossen sind, z. B. Sammelschienen; bei Mehrfachsammelschienen befindet sich jedes Sammelschienensystem in einem getrennten Schottraum.

8.2.4 Schottungsklassen

Es gibt zwei Arten von Schottungen: Klasse PM (siehe 3.109.1) und Klasse PI (siehe 3.109.2).

Die Auswahl der Schottungsklasse stellt nicht zwangsläufig den Personenschutz im Falle eines Störlichtbogens in einem angrenzenden Schottraum sicher, siehe A.1 und auch 8.3.

Klasse PM: offene Hochspannungs-Schotträume sind von geerdeten metallischen Zwischenwänden und/oder Shuttern umgeben. Ein Shutter muss nicht unbedingt im geöffneten Schottraum selbst sein, vorausgesetzt, dass eine geerdete Trennschottung (siehe 3.111) zwischen den Bauteilen im geöffneten und in den Nachbarschotträumen gegeben ist. Siehe 5.103.3.1.

Der Zweck der Metallschottung besteht darin, dass im offenen Schottraum kein elektrisches Feld vorhanden ist und dort durch das Arbeiten in den angrenzenden Schotträumen keine Veränderung des elektrischen Feldes auftreten kann.

ANMERKUNG Diese Klasse ermöglicht offene Schotträume, in denen kein elektrisches Feld aufgrund unter Spannung stehender Teile vorhanden ist, und verhindert umgekehrt Einflüsse auf unter Spannung stehende Teile, ausgenommen beim Verändern der Shutterstellung.

8.3 Störlichtbogenqualifikation

Bei der Auswahl einer metallgekapselten Schaltanlage sollte die Möglichkeit von Störlichtbögen angemessen berücksichtigt werden, mit dem Ziel, für den Bediener und, soweit zutreffend, der Öffentlichkeit ein annehmbares Schutzniveau zu bieten.

Dieser Schutz wird erreicht, indem das Risiko auf ein erträgliches Niveau gesenkt wird. Gemäß ISO/IEC Leitfaden 51 besteht das Risiko sowohl aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens als auch aus der Schwere des Schadens. (Siehe ISO/IEC Guide 51, Abschnitt 5, zum Konzept der Sicherheit.)

Deshalb sollte das Verfahren zur Auswahl einer geeigneten Anlage auch von der Überlegung geleitet sein, ein vertretbares Risikoniveau hinsichtlich eines Störlichtbogens zu erreichen. Ein derartiges Verfahren wird im ISO/IEC Guide 51, Abschnitt 6, beschrieben. Dieses Verfahren setzt voraus, dass der Bediener zur Verringerung des Risikos einen Beitrag zu leisten hat.

Als Anleitung enthält Tabelle 2 eine Aufstellung von Orten, an denen erfahrungsgemäß Fehler am wahrscheinlichsten auftreten. Weiterhin sind die Fehlerursachen und mögliche Maßnahmen zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit eines Störlichtbogens in Tabelle 2 aufgeführt. Soweit erforderlich sollte der Betreiber diejenigen in die Praxis umsetzen, die für Installation, Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung zutreffen.

Um den höchstmöglichen Grad des Schutzes von Personen im Falle eines Störlichtbogens zu bieten, können weitere Maßnahmen angewandt werden. Diese Maßnahmen zielen auf die Begrenzung der äußeren Folgen eines derartigen Ereignisses.

Die Folgenden sind einige Beispiele für derartige Maßnahmen:

- schnelle Fehlerabschaltzeiten, ausgelöst durch Detektoren, die für Licht, Druck oder Wärme empfindlich sind oder durch Sammelschienen-Differentialschutz;
- Verwendung geeigneter Sicherungen zur Begrenzung des Durchlassstromes und der Fehlerdauer, in Kombination mit Schaltgeräten;
- schnelle Unterdrückung eines Störlichtbogens durch seine Umlenkung in einen metallischen Kurzschluss mittels schnell erfassenden und schnell schließenden Einrichtungen (Lichtbogenlöscher);
- Fernsteuerung;
- Druckentlastungseinrichtung;
- Bewegung eines Einschubs in die oder aus der Betriebsstellung nur bei geschlossener Fronttür.

5.102.3 beschreibt die praktische Anwendung von Shuttern, die Teil der Kapselung werden, wenn sie in einer der unter 3.127 bis 3.130 festgelegten Stellungen geschlossen sind. Die Änderung des Zustandes, wenn sie aus den Stellungen 3.126 bis 3.128 (und umgekehrt) bewegt werden, wird nicht geprüft.

Fehlerzustände können beim Herausnehmen oder Einsetzen von Trenneinschüben auftreten. Derartige Fehler treten nicht zwangsläufig durch eine Änderung des elektrischen Feldes beim Schließen der Shutter auf, obwohl dies eine Möglichkeit ist. Ein häufigere Ursache ist die Beschädigung oder Verformung der Steckkontakte und/oder der Shutter, so dass ein Überschlag gegen Erde durch das Herausnehmen oder Einsetzen ausgelöst wird.

E DIN IEC 62271-200 (VDE 0671-200):2008-03

Bei der Störlichtbogenqualifikation IAC sind die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- nicht alle Schaltanlagen werden störlichtbogenqualifiziert sein;
- nicht jede Schaltanlage ist in Einschubtechnik ausgeführt;
- nicht jede Schaltanlage ist mit einer Tür ausgerüstet, die in den in 3.126 bis 3.128 definierten Stellungen geschlossen werden kann.

Tabelle 2 – Fehlerorte, Ursachen und Beispiele für Maßnahmen zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit von Störlichtbögen

Orte, an denen Störlichtbögen am häufigsten auftreten (1)	Mögliche Ursachen von Störlichtbögen (2)	Beispiele für vorbeugende Maßnahmen (3)
Verbindungs- Schotträume	Unzulängliche Konstruktion	Auswahl geeigneter Maße. Anwendung geeigneter Werkstoffe.
	Fehlerhafte Montage	Vermeidung von Kabelkreuzungen. Überprüfung der vor Ort ausgeführten Arbeiten. Richtiges Drehmoment.
	Fehler in der festen oder flüssigen Isolierung (schadhaft oder fehlend)	Überprüfung der vor Ort ausgeführten Arbeiten und/oder Spannungsprüfung vor Ort. Regelmäßiges Prüfen des Füllstandes von Flüssigkeiten, sofern zutreffend.
Trennschalter Lastschalter Erdungsschalter	Fehlbedienung	Verriegelungen (siehe 5.11). Verzögertes Wiederöffnen. Unabhängige Handbetätigung. Einschaltvermögen von Last- und Erdungsschaltern. Anweisungen für das Personal.
Schraubverbindungen und Kontakte	Korrosion	Verwendung korrosionshemmender Beschichtungen und/oder Fette. Galvanische Überzüge. Umhüllungen, soweit möglich.
	Fehlerhafter Zusammenbau	Überprüfung der ausgeführten Arbeiten mit geeigneten Mitteln. Richtiges Drehmoment. Angemessene Befestigungsmittel.
Messwandler	Ferroresonanz	Vermeidung dieser Fehlerursache durch geeignete Auslegung der Stromkreise.
	Kurzschluss an der Niederspannungsseite von Spannungswandlern	Vermeidung des Kurzschlusses durch geeignete Mittel, z. B. Schutzabdeckung, Niederspannungssicherungen.
Leistungsschalter	Unsachgemäße Instandhaltung	Regelmäßige geplante Instandhaltung. Anweisungen für das Personal.
Allgemein	Fehler durch Personal	Einschränkung der Zugänglichkeit durch Unterteilung in Schotträume. Unter Spannung stehende Teile mit Isolierstoffumhüllung. Anweisungen für das Personal.
	Alterung unter elektrischer Beanspruchung	Teilentladungsprüfung als Stückprüfung.
	Verschmutzung, Feuchtigkeit, Staub, Ungeziefer usw.	Maßnahmen, die sicherstellen, dass die festgelegten Betriebsbedingungen eingehalten werden (siehe Abschnitt 2). Verwendung gasgefüllter Schotträume.
	Überspannungen	Überspannungsschutz. Angemessene Isolationskoordination. Spannungsprüfungen vor Ort.

Als Leitfaden für die Auswahl einer geeigneten Schaltanlage hinsichtlich Störlichtbogen können die folgenden Kriterien angewendet werden:

- Bei vernachlässigbarem Risiko: Metallgekapselte Schaltanlage mit Störlichtbogenqualifikation IAC ist nicht erforderlich.
- Wenn das Risiko als erheblich eingeschätzt wird: Es sollten nur metallgekapselte Schaltanlagen mit Störlichtbogenqualifikation IAC verwendet werden.