

Wechselstromschaltgeräte für Spannungen über 1 kV

Gasisolierte metallgekapselte Hochspannungsschaltanlagen für
Nennspannungen von 72,5 kV und darüber

DIN
VDE 0670
Teil 8

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

A.c. switchgear and controlgear for voltages above 1 kV;
High-voltage metal-enclosed
switchgear and controlgear for
rated voltages of 72.5 kV and above

Mit DIN VDE 0670 Teil 1000/08.84
Ersatz für
DIN 57670 Teil 8/
VDE 0670 Teil 8/02.78
und
DIN 57670 Teil 8a/
VDE 0670 Teil 8a/05.80
Siehe jedoch Übergangsfrist!

Zusammenhang mit dem Harmonisierungsdokument HD 358 S2, Ausgabe 03.87, „Gas-insulated metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages of 72.5 kV and above“, und mit der von der International Electrotechnical Commission (IEC) herausgegebenen Internationalen Norm IEC 517,2. Ausgabe, 1986, „Gas-insulated metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages of 72.5 kV and above“, siehe Erläuterungen.

Hinweise auf DIN VDE 0670 Teil 1000 beziehen sich auf die Ausgabe August 1984 (siehe Erläuterungen).

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. September 1988.

Für gasisolierte metallgekapselte Hochspannungsschaltanlagen für Nennspannungen von 72,5 kV und darüber, die vor dem 29. Februar 1988 den Normen DIN 57670 Teil 8/VDE 0670 Teil 8/02.78 und DIN 57670 Teil 8a/VDE 0670 Teil 8a/05.80 entsprochen haben, dürfen die Festlegungen dieser Normen

- für die Herstellung noch bis zum 30. September 1989 und
 - für das Inverkehrbringen noch bis zum 30. September 1990
- angewendet werden.

Entwurf war veröffentlicht als DIN VDE 0670 Teil 8/05.86.

Fortsetzung Seite 2 bis 25

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	6.101 Nachweis des Ein- und	
2 Betriebsbedingungen	2	Ausschaltvermögens	13
3 Begriffe	3	6.102 Mechanische Funktionsprüfungen	13
4 Einstufung	4	6.103 Nachweis des Schutzgrades von	
4.1 Nennspannung	4	Hilfsstromkreisen	13
4.2 Nenn-Isolationspegel	4	6.104 Dimensionierungsprüfungen	
4.3 Nennfrequenz	4	der Kapselungen	13
4.4 Nenn(betriebs)strom und Erwärmung	4	6.105 Prüfung auf Wetterschutz	14
4.5 Nenn-Kurzzeitstrom	5	6.106 Prüfung des Verhaltens bei inneren	
4.6 Nenn-Stoßstrom	5	Fehlern	14
4.7 Nenn-Kurzschlußdauer	5	6.107 Prüfung der thermischen Stabilität	14
4.8 Nenn-Versorgungsspannung der Ein- und		6.108 Funktionsprüfungen bei	
Ausschaltvorrichtungen		Grenztemperaturen	14
und der Hilfsstromkreise	5	7 Stückprüfungen	14
4.9 Nennfrequenz der Ein- und		7.1 Wechselspannungsprüfungen	
Ausschaltvorrichtungen		des Hauptstromkreises	15
und der Hilfsstromkreise	5	7.2 Spannungsprüfungen an Hilfs-	
4.10 Nennüberdruck der Druckgas-		und Steuerstromkreisen	15
Versorgung für Betätigung	5	7.3 Messung des Widerstandes	
4.101 Nenndichte des Isoliergases	5	der Hauptstrombahn	15
5 Konstruktion und Bau	5	7.101 Teilentladungsmessung	15
5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten		7.102 Druckprüfung der Kapselung	15
in Schaltanlagen	5	7.103 Prüfung auf Gasdichtheit	15
5.2 Anforderungen an Gase in Schaltanlagen .	5	7.104 Mechanische Funktionsprüfungen	15
5.3 Erdung	6	7.105 Prüfungen an elektrischen,	
5.4 Hilfseinrichtungen	6	pneumatischen und hydraulischen	
5.5 Schließen mit abhängiger		Hilfseinrichtungen	15
Kraftbetätigung	6	7.106 Kontrolle der Verdrahtung	15
5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung ...	6	7.107 Prüfungen nach der Vor-Ort-Montage	16
5.7 Arbeitsbedingungen für Auslöser	6	8 Anleitung zur Auswahl gasisolierter	
5.8 Drucküberwachung	6	metallgekapselter Schaltanlagen	18
5.9 Leistungsschilder	6	9 Angaben in Anfragen, Angeboten	
5.101 Schutzart	6	und Bestellungen	18
5.102 Innere Fehler	6	9.101 Angaben in Anfragen und Bestellungen ...	18
5.103 Kapselung	7	9.102 Angaben in Angeboten	18
5.104 Zwischenwände	8	10 Hinweise für Transport, Lagerung,	
5.105 Druckentlastung	8	Aufstellung und Instandhaltung	19
5.106 Trennschalter und Erdungsschalter	9	10.1 Bedingungen während des Transportes,	
5.107 Verriegelungen	9	der Lagerung und der Aufstellung.	19
5.108 Geräusche	9	10.2 Aufstellung (Montage)	19
5.109 Vorkehrungen für Kabelprüfungen	9	10.3 Instandhaltung	19
6 Typprüfungen	9	Anhang AA Empfohlenes Verfahren	
6.1 Dielektrische Prüfungen	10	zur Prüfung metallgekapselter	
6.2 Störspannungsprüfungen	12	Freiluftschaltanlagen auf Wetterschutz	19
6.3 Erwärmungsprüfungen	12	Anhang BB Prüfverfahren für das Verhalten	
6.4 Widerstandsmessung der		gasisolierter metallgekapselter Schaltanlagen	
Hauptstromkreise	12	bei inneren Fehlern	21
6.5 Kurzzeitstrom- und Stoßstrom-Prüfungen .	12	Anhang CC Technische und praktische	
		Überlegungen zur Vor-Ort-Prüfung.	22

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für gasisierte metallgekapselte Schaltanlagen für Wechselspannung mit einer Betriebsfrequenz bis einschließlich 60 Hz und Nennspannungen von 72,5 kV und darüber. Sie gilt sowohl für Innenraum- als auch für Freiluftanlagen.

Gasisierte metallgekapselte Schaltanlagen nach dieser Norm bestehen aus einzelnen Bauteilen, die für direkte gegenseitige Verbindung vorgesehen sind und nur so zusammenwirken können.

Diese Norm vervollständigt und ändert, soweit erforderlich, die jeweiligen einschlägigen Normen, die für die einzelnen Bauteile gelten, aus denen sich die gasisierte metallgekapselte Schaltanlage zusammensetzt.

2 Betriebsbedingungen

Diese Norm gilt für gasisierte metallgekapselte Schaltanlagen, welche, sofern nichts anderes festgelegt wird, für die Verwendung unter normalen Bedingungen ausge-

legt sind. Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 2, mit der folgenden Änderung:

Die dielektrischen Eigenschaften der inneren Isolation bleiben bei beliebiger Höhenlage unverändert. Für diese Isolation stellt diese Norm darum keine Anforderungen bezüglich der Berücksichtigung der Höhenlage des Aufstellungsortes.

Bei Innenraum-Aufstellung wird angenommen, daß die Feuchte der umgebenden Luft hohe Werte erreichen kann, aber üblicherweise keine Kondensation an der Schaltanlage auftritt.

3 Begriffe

Hinsichtlich der in dieser Norm verwendeten Begriffe wird auf IEC 50 (441), Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch (IEV), Kapitel 441, verwiesen.¹⁾

Für die Zwecke dieser Norm gelten zusätzlich die folgenden Begriffe:

3.101 Schaltanlage

en: Switchgear
fr: Appareillage

Ein allgemeiner Begriff, der Kombinationen von Schaltgeräten mit zugehörigen Steuer-, Meß-, Schutz- und Regelanrichtungen sowie Baugruppen aus derartigen Geräten und Einrichtungen mit den dazugehörigen Verbindungen, Zubehöerteilen, Kapselungen und tragenden Gerüsten umfaßt.

3.102 Metallgekapselte Schaltanlage

en: Metal-enclosed switchgear
fr: Appareillage sous enveloppe métallique

Bis auf die äußeren Anschlüsse komplette Schaltanlage mit einer äußeren, zu erdenden Metallkapselung.

3.103 Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlage

en: Gas-insulated metal-enclosed switchgear
fr: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse

Metallgekapselte Schaltanlage, deren Isolation zumindest teilweise durch ein Isoliergas hergestellt wird, das von Luft bei Atmosphärendruck verschieden ist.

3.104 Transporteinheit

en: Transport unit
fr: Unité de transport

Teil einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage, der unzerlegt transportiert werden kann.

3.105 Kapselung

en: Enclosure
fr: Enveloppe

Teil einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage, der das Isoliergas unter den für die sichere Aufrechterhaltung des Nenn-Isolationspegels vorgeschriebenen Bedingungen einschließt, der die Einbauten vor äußeren Einwirkungen schützt und dem Personal einen hohen Schutzgrad bietet.

3.106 Schottraum

en: Compartment
fr: Compartiment

Teil einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage, der mit Ausnahme von Durchbrüchen für (elektrische) Verbindungen und Bedienung, vollständig gekapselt ist.

¹⁾ Siehe Erläuterungen.

Anmerkung: Ein Schottraum kann nach dem darin enthaltenen Hauptbauteil benannt sein, z.B. Leistungsschalter-Raum, Sammelschienen-Raum.

3.107 Bauteil

en: Component
fr: Matériel

Ein wesentlicher Teil der Haupt- oder Erdungsstromkreise einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage, der eine bestimmte Aufgabe erfüllt (z.B. Leistungsschalter, Trennschalter, Lastschalter, Sicherung, Meßwandler, Durchführung, Sammelschiene usw.).

3.108 Zwischenwand

en: Partition
fr: Cloison

Teil einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage, der einen Schottraum von anderen trennt.

3.109 Durchführung

en: Bushing
fr: Traversée

Bauteil, das zum Durchführen eines Leiters durch eine Zwischenwand oder eine Kapselung und zu einer Isolierung gegen diese dient, einschließlich der Mittel zur Befestigung an der Zwischenwand oder Kapselung.

3.110 Hauptstromkreis

en: Main circuit
fr: Circuit Principal

Alle leitfähigen Teile einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage, die in dem Stromkreis liegen, der die elektrische Leistung übertragen soll.

Anmerkung: Verbindungen zu Spannungswandlern sind nicht als Teil des Hauptstromkreises anzusehen.

3.111 Hilfsstromkreis

en: Auxiliary circuit
fr: Circuit auxiliaire

Alle leitfähigen Teile einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage, die einen Stromkreis (nicht Hauptstromkreis) für Steuerung, Messung, Meldung und Regelung bilden.

Anmerkung: Die Hilfsstromkreise einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage schließen die Steuer- und Hilfsstromkreise der Schaltgeräte ein.

3.112 Nennwert, Bemessungswert

en: Rated value
fr: Valeur assignée

Wert einer (Kenn-)Größe, der – im allgemeinen vom Hersteller – einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage für eine festgelegte Funktion zugeordnet wird.

Anmerkung: Die einzelnen Nennwerte sind im Abschnitt 4 aufgeführt.

3.113 Umgebungstemperatur (der gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage)

en: Ambient air temperature (of gas-insulated metal-enclosed switchgear)
fr: Température de l'air ambiant (de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse)

Unter vorgeschriebenen Bedingungen ermittelte Temperatur der Luft, welche die Kapselung gasisolierter metallgekapselter Schaltanlagen umgibt.

3.114 Konstruktionstemperatur (der Kapselung)

- en: Design temperature (of the enclosure)
fr: Température de calcul (de l'enveloppe)

Höchste Temperatur, die die Kapselung unter Betriebsbedingungen annehmen kann.

Das ist im allgemeinen der Höchstwert der Umgebungstemperatur zuzüglich der Übertemperatur bei Belastung mit Nenn(betriebs)strom.

Anmerkung: Sonneneinstrahlung ist zu berücksichtigen, wenn sie einen maßgebenden Einfluß ausübt.

3.115 Konstruktionsdruck (der Kapselung)

- en: Design pressure (of the enclosure)
fr: Pression de calcul (de l'enveloppe)

Der zur Ermittlung der Wandstärke der Kapselung zugrunde gelegte Druck. Er ist mindestens gleich dem Höchstwert des Drucks, der innerhalb der Kapselung bei der Konstruktionstemperatur erreicht wird.

3.116 Durchschlag

- en: Disruptive discharge
fr: Décharge disruptive

Eine Entladung, verbunden mit dem Versagen der Isolation unter elektrischen Beanspruchungen, bei der die Entladung die zu prüfende Isolation 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 Kombinationen von diesen.

Anmerkung 2: Ein Durchschlag in einem festen Isolierstoff führt zu einem bleibenden Verlust des Isoliervermögens (nicht selbstheilende Isolation). In einem flüssigen oder gasförmigen Isolierstoff kann der Verlust des Isoliervermögens vorübergehend sein (selbstheilende Isolation).

4 Einstufung

Zur Einstufung gasisolierter metallgekapselter Schaltanlagen dienen:

- Nennspannung und Anzahl der Leiter
- Nenn-Isolationspegel
- Nennfrequenz
- Nenn(betriebs)strom (für Hauptstromkreise)
- Nenn-Kurzzeitstrom (für Haupt- und Erdungsstromkreise)
- Nenn-Stoßstrom (für Haupt- und Erdungsstromkreise)
- Nenn-Kurzschlußdauer
- Nennwerte von Bauteilen gasisolierter metallgekapselter Schaltanlagen einschließlich ihrer Antriebe und Hilfseinrichtungen
- Nennlichte des Isoliergases

Die Koordination von Nennspannungen, Nenn-Kurzzeitströmen, Nenn-Stoßströmen und Nenn(betriebs)strömen von gasisierten metallgekapselten Schaltanlagen ist in Vorbereitung.

4.1 Nennspannung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitte 4.1 und 4.1.2, unter Hinzufügung des Nennwertes 72,5 kV.

Anmerkung: Bauteile, die Bestandteile gasisolierter metallgekapselter Schaltanlagen sind, dürfen nach ihren einschlägigen Normen eigene Nennspannungswerte haben.

4.2 Nenn-Isolationspegel

Für gasisierte metallgekapselte Schaltanlagen mit einer Nennspannung von 72,5 kV und darüber wurden aus DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.2, Nennstehspannungen ausgewählt, die in Tabelle I aufgeführt sind.

Gasisierte metallgekapselte Schaltanlagen enthalten Bauteile, die einen bestimmten Isolationspegel haben. Obwohl innere Fehler weitgehend durch die Wahl eines geeigneten Isolationspegels verhindert werden können, sollten Maßnahmen zur Begrenzung von äußeren Überspannungen (z.B. Ableiter, Schutzfunkenstrecken) in Betracht gezogen werden.

Anmerkung 1: Durchführungen (falls vorhanden) sollten in ihrem äußeren Teil DIN IEC 36A(CO)17/VDE 0674 Teil 99*) entsprechen.

Anmerkung 2: Die in Tabelle I angenommenen Wellenformen sind die üblichen Wellenformen für Blitzstoß- und Schaltstoßspannungen, wobei die Anlagen möglicherweise auch anderen Wellenformen ausgesetzt werden können.

4.3 Nennfrequenz

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.3, mit den zusätzlichen Nennwerten:

16²/₃ und 25 Hz

4.4 Nenn(betriebs)strom und Erwärmung**4.4.1 Nenn(betriebs)strom**

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.4.1 ergänzt durch folgenden Absatz:

Einzelne Hauptstromkreise der gasisierten metallgekapselten Schaltanlage (z.B. Sammelschienen, Einspeisungen usw.) dürfen unterschiedliche Nenn(betriebs)ströme haben. Diese sollten bevorzugt aus den folgenden Werten ausgewählt werden:

1250 A – 2000 A – 3150 A – 4000 A – 6300 A

4.4.2 Erwärmung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.4.2 mit folgender Ergänzung:

Die Erwärmung von Bauteilen in gasisierten metallgekapselten Schaltanlagen, die nicht in den Anwendungsbereich von DIN VDE 0670 Teil 1000 fallen, darf den Höchstwert der Übertemperatur, wie sie in der jeweiligen, für das Bauteil geltenden Norm zugelassen wird, nicht überschreiten.

Die Übertemperatur zugänglicher Kapselungen darf 30 K nicht überschreiten. Bei zugänglichen Kapselungen, die während üblicher Bedienungsvorgänge nicht berührt zu werden brauchen, darf der Höchstwert der Übertemperatur 40 K betragen.

Anmerkung: Bei Teilen der Kapselung, die dem Bedienungspersonal nicht zugänglich sind, darf die Übertemperatur 65 K erreichen oder überschreiten. Es muß jedoch sichergestellt werden, daß angrenzende Isolierstoffteile nicht beschädigt werden.

*) Z.Z. Entwurf.

Tabelle I.

1	2	3	4	5
Nennspannung (Effektivwert)	Nenn-Stehblitzstoß- spannung (Scheitelwert)	Nenn-Stehschalt- stoßspannung (Scheitelwert)	Nenn-Stehwechsel- spannung (Effektivwert)	Prüfwechselspan- nung (Effektivwert)
kV	kV	kV	kV	kV
72,5 100 123 145 170 245	325 450 550 650 750 950		140 185 230 275 325 395	
300 362 420 525 765	1050 1175 1300 1425 1800	850 950 1050 1175 1425		380 450 520 620 830

4.5 Nenn-Kurzzeitstrom

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.5 mit folgender Ergänzung:

Es wird empfohlen, den Wert des Nenn-Kurzzeitstromes aus der folgenden Reihe auszuwählen:

25 kA – 31,5 kA – 40 kA – 50 kA – 63 kA – 80 kA – 100 kA

4.6 Nenn-Stoßstrom

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.6:

Anmerkung: Grundsätzlich dürfen der Nenn-Kurzzeitstrom und der Nenn-Stoßstrom eines Hauptstromkreises die entsprechenden Nennwerte des schwächsten, in Reihe geschalteten Bauteils nicht überschreiten.

4.7 Nenn-Kurzschlußdauer

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.7.

4.8 Nenn-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.8.

4.9 Nennfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.9 mit folgender Ergänzung:

Die Nennfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise ist die Frequenz, bei der die Arbeitsbedingungen und die Erwärmung dieser Vorrichtungen und Stromkreise bestimmt wurden.

4.10 Nennüberdruck der Druckgas-Versorgung für Betätigung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.10 mit folgender Ergänzung:

Als Überdruck der Druckgasvorrichtung ist der im Vorratsbehälter unmittelbar vor der Schalterbetätigung gemessene Überdruck zu verstehen.

4.101 Nenndichte des Isoliergases

Die Nenndichte des Isoliergases ist die vom Hersteller angegebene Dichte, bei der die gasisolierte metallgekapselte Schaltanlage betrieben werden soll.

Die Mindestbetriebsdichte ist die vom Hersteller angegebene Dichte des Isoliergases, ab der die Nennwerte der Isolation gelten.

5 Konstruktion und Bau

Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen müssen so konstruiert sein, daß sie gefahrlos betrieben und instand gehalten werden können.

Hierzu gehören Erdung angeschlossener Kabel, Ortung von Kabelfehlern, Spannungsprüfungen an angeschlossenen Kabeln oder sonstigen Geräten, Beseitigung gefährlicher elektrostatischer Ladungen sowie übliche Prüfung der Phasenfolge nach Errichtung beziehungsweise Erweiterung.

Die Schaltanlage muß so konstruiert sein, daß die vereinbarten zulässigen Bewegungen der Fundamente oder thermische Auswirkungen das zugesicherte Betriebsverhalten der Anlage nicht beeinträchtigen.

Alle Bauteile mit gleichen Nennwerten und gleicher Ausführung, die eventuell auszuwechseln sind, müssen untereinander austauschbar sein.

Die verschiedenen, in der Kapselung enthaltenen Geräte und Bauteile unterliegen den für sie gültigen Einzelbestimmungen, soweit sie nicht durch diese Norm geändert werden.

5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Schaltanlagen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.1.

5.2 Anforderungen an Gase in Schaltanlagen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.2.

Anmerkung: Für die Prüfung von gebrauchtem Schwefelhexafluorid-Gas (SF₆) siehe DIN IEC 480/VDE 0373 Teil 2.

5.3 Erdung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.3.

5.3.101 Erdung der Hauptstromkreise

Um die Sicherheit während Instandhaltungsarbeiten in der Anlage sicherzustellen, müssen alle Teile der Hauptstromkreise geerdet und kurzgeschlossen werden können. Außerdem muß es möglich sein, nach Öffnen der Kapselung Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen für die Dauer der Instandhaltungsarbeiten anzubringen.

Mittel zum Erden können sein:

- a) Erdungsschalter mit einem Einschaltvermögen, das dem Nenn-Stoßstrom entspricht, wenn nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, daß der zu erdende Stromkreis unter Spannung steht.
- b) Erdungsschalter ohne Einschaltvermögen oder mit einem Einschaltvermögen geringer als es dem Nenn-Stoßstrom entspricht, wenn mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, daß der zu erdende Stromkreis unter Spannung steht.
- c) Herausnehmbare Erdungsvorrichtungen nur nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber.

5.3.102 Erdung der Kapselung

Die Kapselung muß mit Erde verbunden werden können. Alle metallischen Teile, die geerdet werden sollen und die nicht zu einem Haupt- oder Hilfsstromkreis gehören, müssen mit Erde verbunden werden. Für die Verbindung zwischen einzelnen Teilen der Kapselung und der Gerüste usw. ist dabei die Befestigung (zum Beispiel Verschrauben oder Verschweißen) ausreichend für das Herstellen elektrischen Durchgangs.

Die durchgehende galvanische Verbindung der Erdungsstromkreise muß sichergestellt sein, wobei die thermischen und elektrischen Beanspruchungen durch den möglicherweise von ihnen zu führenden Strom zu berücksichtigen sind.

5.4 Hilfseinrichtungen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.4.

5.5 Schließen mit abhängiger Kraftbetätigung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.5.

5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.6.

5.7 Arbeitsbedingungen für Auslöser

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.7.

5.8 Drucküberwachung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.8, mit folgender Ergänzung:

Für gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen wird empfohlen, eine Meldung für das Absinken der Gasdichte auf die Mindestbetriebsdichte (siehe Abschnitt 4.101) vorzusehen.

5.9 Leistungsschilder

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.9 mit folgender Ergänzung:

Nach Übereinkunft zwischen Hersteller und Betreiber müssen alle gasisolierten metallgekapselten Schaltanla-

gen, alle ihre Antriebe und wichtigsten Bauteile mit dauerhaften und gut leserlichen Leistungsschildern versehen sein, die folgende Angaben enthalten:

- Name des Herstellers oder Firmenzeichen
 - Typbezeichnung oder Fabrikationsnummer
- Die Angaben der folgenden Daten werden ebenfalls empfohlen:
- Nennspannung
 - Nennstrom für Sammelschienen und übrige Stromkreise
 - Nennfrequenz
 - Nenn-Kurzzeitstrom
 - Nenn-Betätigungsdruck
 - Mindestbetriebsdichte des Isoliergases
 - Konstruktionsdruck

Anmerkung: Das Wort „Nenn-“ braucht auf dem Leistungsschild nicht genannt zu werden.

5.101 Schutzart**5.101.1 Schutzgrad für die Hauptstromkreise**

Für die Hauptstromkreise und direkt mit ihnen verbundene Teile gelten keine Schutzgrade.

5.101.2 Schutzgrad für die Hilfsstromkreise

Für Hilfsstromkreise wird der Schutz von Personen gegen Berühren von unter Spannung stehenden Teilen und sich bewegender Teile durch eine Kennzeichnung entsprechend Tabelle II festgelegt.

Die Kennzeichnung gibt den Schutzgrad an, der durch die Kapselung für Personen, aber auch für Geräte innerhalb der Kapselung sichergestellt ist.

Tabelle II legt für jeden Schutzgrad Einzelheiten der Gegenstände fest, die durch die Kapselung „ferngehalten“ werden.

Der Ausdruck „ferngehalten“ bedeutet, daß ein Körperteil oder ein Gegenstand, der von einer Person gehalten wird, entweder nicht in die Kapselung eindringen kann oder daß, falls ein Eindringen erfolgt, ein ausreichender Abstand sichergestellt ist und kein sich bewegendes Teil berührt wird.

Geräte und Anlagen für Freiluftaufstellung, die in geeigneter Weise geschützt sind, werden mit dem Buchstaben W unmittelbar nach den beiden Buchstaben IP gekennzeichnet.

Zum Schutz der Anlagen und Geräte gegen atmosphärische Einwirkungen müssen die Betriebsbedingungen beachtet werden (siehe Abschnitt 2).

5.102 Innere Fehler**5.102.1 Allgemeines**

Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Fehler in einer nach dieser Norm gebauten gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage auftritt und zum Lichtbogen führt, ist gering, da die Eigenschaften des Isoliermittels weder durch Verschmutzung noch durch Feuchtigkeit oder Ungeziefer beeinträchtigt werden können. Ferner ist es möglich, die Isolation durch dielektrische Prüfungen an zusammengebauten Einheiten im Werk und vor Ort zu überprüfen. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein solcher Fehler in Anwesenheit von Personen auftritt, ist noch geringer, insbesondere, da gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten errichtet werden, die nur von befugten Personen betreten werden dürfen.

Tabelle II. Schutzgrade gegen das Eindringen von festen Gegenständen und gegen das Berühren unter Spannung stehender oder sich bewegender Teile

Schutzgrad	Definition
IP2X	Schutz gegen feste Gegenstände mit einem Durchmesser größer als 12 mm und gegen Finger oder ähnliche Gegenstände mit einer Länge unter 80 mm
IP3X	Schutz gegen Werkzeuge, Drähte u. a. mit einem Durchmesser oder einer Dicke größer als 2,5 mm
IP4X	Schutz gegen Drähte oder Streifen mit einem Durchmesser oder einer Dicke größer als 1 mm
IP5X	Schutz gegen Eindringen von Staub, so daß die zufriedenstellende Arbeitsweise nicht beeinträchtigt wird
Anmerkung: Die Kennzeichnung der Schutzgrade stimmt mit den Angaben in DIN 40 050 überein. Für gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen ist kein Schutzgrad gegen das schädliche Eindringen von Wasser festgelegt.	

Beispiele von Maßnahmen, durch die Lichtbögen infolge innerer Fehler vermieden oder ihre Dauer und Auswirkungen begrenzt werden können, sind:

- Isolationskoordination
- Begrenzung und Überwachung von Gasverlust
- Schnelle Schutzeinrichtungen
- Schnelle Lichtbogen-Kurzschließer
- Fernsteuerung
- Innere und/oder äußere Druckentlastungsvorrichtungen
- Kontrolle der Baustellenmontage

Es sollten auch Maßnahmen getroffen werden, welche die Auswirkungen innerer Fehler, die zu Lichtbögen führen, auf die Betriebsbereitschaft der gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage so gering wie möglich halten. Die Auswirkung eines Lichtbogens sollte auf den Schottraum der Kapselung, in dem der Lichtbogen zündete, beschränkt bleiben oder auf die anderen Schotträume des fehlerbehafteten Abschnittes, sofern ein innerer Druckausgleich zwischen Schotträumen vorgesehen ist. Nach Abtrennen des fehlerbehafteten Schottraumes oder Abschnittes sollte der normale Betrieb der übrigen Schaltanlage wieder möglich sein.

Falls trotz der getroffenen Maßnahmen zwischen Hersteller und Betreiber eine Prüfung vereinbart wird, um die Auswirkungen eines Lichtbogens infolge eines inneren Fehlers festzustellen, sollte diese nach Abschnitt 6.106 durchgeführt werden.

Prüfungen sind üblicherweise nicht erforderlich bei einphasig gekapselten Schaltanlagen, die in Netzen mit isoliertem Sternpunkt oder mit Erdschlußkompensation eingesetzt sind und die mit einer Schutzeinrichtung zur zeitlichen Begrenzung innerer Erdschlüsse ausgerüstet sind.

5.102.2 Äußere Auswirkungen des Lichtbogens

Um ein hohes Maß an Personenschutz zu erreichen, müssen die äußeren Auswirkungen eines Lichtbogens (durch ein geeignetes Schutzsystem) auf das Auftreten eines Loches oder Risses in der Kapselung beschränkt bleiben, wobei keine festen Teile ungerichtet wegfliegen dürfen.

Der Hersteller muß ausreichende Informationen über das angewandte Schutzsystem liefern.

Hersteller und Betreiber können eine bestimmte Zeitspanne vereinbaren, während der ein Lichtbogen infolge eines inneren Fehlers, bis zu einem bestimmten Kurzschlußstrom, keine äußeren Auswirkungen verursachen darf.

5.102.3 Ortung eines inneren Fehlers

Der Hersteller einer gasisolierten metallgekapselten Schaltanlage sollte auf Verlangen des Betreibers geeignete Maßnahmen für die Fehlerortung vorschlagen.

5.103 Kapselung

5.103.1 Allgemeines

Die Kapselung muß aus Metall bestehen, dauernd geerdet sein und die normalen Drücke sowie Druckschwankungen aushalten, denen sie im Betrieb ausgesetzt ist.

Die Kapselung der gasisolierten Anlagenteile nach dieser Bestimmung steht zwar im Betrieb dauernd unter Druck, jedoch unterliegt sie besonderen Betriebsbedingungen, durch die sie sich von Druckluftbehältern und ähnlichen Speicherkesseln unterscheidet:

- Die Kapselung, die den Hauptstromkreis umgibt, dient nicht nur dem Zweck, eine gefährliche Annäherung an aktive oder sich bewegende Teile zu verhindern. Sie ist vielmehr auch so ausgebildet, daß der Nenn-Isolationspegel (siehe Abschnitt 4.2) sicher eingehalten wird, wenn die Dichte des Isoliergases größer oder gleich der Mindestbetriebsdichte ist (siehe Abschnitt 4.101). (Bei der Formgebung und der Wahl der Werkstoffe geben elektrische und weniger mechanische Gesichtspunkte den Ausschlag.)
- Die Kapselung ist mit einem nicht korrodierenden, sorgfältig getrockneten, chemisch stabilen und inerten Gas gefüllt. Da die Aufrechterhaltung dieses Gaszustandes bei nur geringen Druckschwankungen für den Betrieb der Anlage entscheidend ist, und da die Kapselung keiner inneren Korrosion unterworfen ist, brauchen diese Faktoren bei der Konstruktion der Kapselung nicht berücksichtigt zu werden. (Jedoch sollten Erschütterungen berücksichtigt werden, die möglicherweise auf die Kapselung übertragen werden können.)
- Der Betriebsdruck ist relativ niedrig.

Bei Freiluftaufstellung muß der Hersteller den Einfluß der klimatischen Bedingungen berücksichtigen (siehe Abschnitt 2).

5.103.2 Konstruktion der Kapselung

Bis zu einer internationalen Übereinkunft über ein Standardverfahren dürfen die Verfahren für die Berechnung der Wandstärke und den Bau von geschweißten oder gegossenen Kapselungsteilen geltenden Regelwerken für Druckbehälter entnommen werden, wobei Konstruktions-temperatur und Konstruktionsdruck entsprechend ihrer Definition in dieser Norm zugrunde zu legen sind.

Anmerkung: Bei der Konstruktion der Kapselung sollte auch folgendes berücksichtigt werden:

- a) Gegebenenfalls das Evakuieren der Kapselung beim Füllvorgang.
- b) Der volle Differenzdruck, dem Kapselung oder Zwischenwände ausgesetzt sein können.
- c) Bei angrenzenden Gasräumen mit unterschiedlichen Betriebsdrücken der sich im Falle eines zufälligen Lecks zwischen den Gasräumen ergebende Druck.
- d) Die Möglichkeit des Auftretens eines inneren Fehlers (siehe Abschnitte 5.102.1 und 5.102.2).

Bei der Ermittlung des Konstruktionsdruckes der Kapselung muß als Gastemperatur der Mittelwert aus den Höchstwerten der Kapselungs- und der Leitertemperatur bei Belastung mit Nenn(betriebs)strom angenommen werden, es sei denn, daß der Konstruktionsdruck Erwär-mungsversuchen entnommen werden kann.

Wenn die Festigkeit der Kapselung oder von Kapselungs-teilen nicht vollständig durch Rechnung ermittelt wurde, müssen Prüfungen (siehe Abschnitt 6.104) durchgeführt werden, um nachzuweisen, daß die Kapselung die Anforderungen erfüllt.

Die bei der Konstruktion der Kapselung verwendeten Werkstoffe müssen bekannte und bescheinigte Mindestwerte der mechanischen Eigenschaften aufweisen, die den Berechnungen und/oder Prüfungen zugrunde gelegt werden. Der Hersteller ist verantwortlich für die Wahl der Werkstoffe und die Einhaltung dieser Mindestwerte, beruhend auf Bescheinigung des Werkstofflieferanten oder eigenen Versuchen oder beiden.

5.103.3 Dichtheit

Da unter Druck stehendes Gas zur Isolation dient, ist eine hohe Dichtheit der Kapselung erforderlich. Die zulässige jährliche oder tägliche Leckrate soll vom Hersteller angegeben werden.

Im Hinblick auf die Möglichkeit, Wartungsarbeiten in einem Schottraum durchführen zu können, wenn angegrenzte Schotträume unter Druck stehendes Gas enthalten, soll der Hersteller auf Verlangen des Betreibers auch die zulässige Gasleckrate durch die Zwischenwände nennen.

5.104 Zwischenwände

Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen müssen in Schotträume unterteilt sein, so daß sowohl Anforderungen des normalen Betriebes erfüllt werden als auch eine Begrenzung der Auswirkungen von Lichtbögen innerhalb der Kapselung erreicht wird (siehe Abschnitt 5.102).

Hierzu sind Zwischenwände erforderlich, die sicherstellen, daß sich die dielektrischen Eigenschaften in einem Schottraum nicht wesentlich ändern, wenn in einem angrenzenden Schottraum wegen einer Undichtigkeit oder Instandhaltungsarbeiten ein niedrigerer Druck herrscht.

Zwischenwände bestehen im allgemeinen aus Isolierstoff, dienen aber selbst nicht der Sicherheit des Personals hinsichtlich elektrischer Einwirkungen; hierfür sind andere Maßnahmen, wie die Erdung von Anlagenteilen, erforderlich. Sie müssen jedoch mechanische Sicherheit gegen den noch vorhandenen Betriebsdruck im angrenzenden Schottraum bieten.

Eine Zwischenwand, die einen mit Isoliergas gefüllten Schottraum von einem benachbarten Schottraum trennt, der mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, wie im Falle eines Kabelendverschlusses oder eines Spannungswandlers, darf keine Undichtigkeit haben, welche die dielektrischen Eigenschaften der beiden Isoliermedien beeinflusst.

5.105 Druckentlastung

Druckentlastungsvorrichtungen entsprechend diesem Abschnitt müssen so angebracht werden, daß die Gefahr für einen Bedienenden während der Ausführung seiner üblichen Aufgaben möglichst klein ist, falls Gase oder Dämpfe unter Druck austreten.

Anmerkung: Der Begriff Druckentlastungsvorrichtung umfaßt sowohl

- Druckentlastungsventile, die durch einen Öffnungsdruck und einen Schließdruck gekennzeichnet sind,
- als auch
- nicht wieder schließende Druckentlastungsvorrichtungen, wie Membranen und Berstscheiben.

5.105.1 Druckentlastungsventile zur Begrenzung des maximalen Fülldruckes

Bei Kapselungen, die dauernd an eine Druckgasversorgung angeschlossen sind, muß davon ausgegangen werden, daß die Druckregelungseinrichtungen unzulässig hohe Drücke nicht verhindern. Es müssen daher Druckentlastungsventile mit ausreichend hoher Abblasleistung vorgesehen werden, um zu verhindern, daß der Druck innerhalb der Kapselung den Konstruktionsdruck um mehr als 10 % überschreitet, falls die Druckregelungseinrichtung versagen sollte.

Bei Kapselungen, die nicht dauernd an eine Druckgasversorgung angeschlossen sind, muß ein Druckentlastungsventil am Füllrohr angebracht werden, um zu verhindern, daß beim Füllen der Kapselung der Konstruktionsdruck um mehr als 10 % überschritten wird. Alternativ kann das Ventil auch unmittelbar an der Kapselung angebracht werden.

Nach einem Ansprechen muß das Druckentlastungsventil vor einem Absinken des Druckes auf 75 % des Konstruktionsdruckes wieder schließen.

Der Fülldruck sollte unter Berücksichtigung der Gastemperatur zum Zeitpunkt der Füllung eingestellt werden, z.B. durch Überprüfung mit temperaturkompensierten Druckmeßgeräten.

5.105.2 Druckentlastungsvorrichtungen zur Begrenzung des Druckanstieges bei inneren Fehlern

Da nach einem Lichtbogen infolge eines inneren Fehlers die beschädigten Kapselungsteile ersetzt werden, brauchen die Druckentlastungsvorrichtungen nur so ausgelegt zu werden, daß äußere Auswirkungen des Lichtbogens begrenzt werden (siehe Abschnitt 5.102.2).

Anmerkung 1: Wenn im Falle eines inneren Fehlers eine bleibende Verformung der Kapselung auftritt, sollten die angrenzenden Kapselungsteile ebenfalls auf Verformung untersucht werden.