

	DIN EN 62501 (VDE 0553-501)	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 17.220.20; 29.130.10 Ersatz für DIN EN 62501 (VDE 0553-501):2015-08 Siehe Anwendungsbeginn Ventile von Spannungszwischenkreis-Stromrichtern (VSC) für die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) – Elektrische Prüfung (IEC 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017); Deutsche Fassung EN 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017 Voltage sourced converter (VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) power transmission – Electrical testing (IEC 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017); German version EN 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017 Valves à convertisseur de source de tension (VSC) pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) – Essais électriques (IEC 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017); Version allemande EN 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017 Gesamtumfang 56 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2009-07-01 angenommene Europäische Norm und die am 2014-09-16 angenommene Änderung A1 und die am 2017-10-27 angenommene Änderung A2 als DIN-Norm ist 2018-08-01.

Für **DIN EN 62501 (VDE 0553-501):2015-08** besteht eine Übergangsfrist bis 2020-10-27.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62501/A2 (VDE 0553-501/A2):2016-12.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 331 „Leistungselektronik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

A1	Das A1 wurde eingearbeitet und mit einem senkrechten Strich und „A1“ am linken Seitenrand gekennzeichnet.
A2	Das A2 wurde eingearbeitet und mit einem senkrechten Strich und „A2“ am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 62501 (VDE 0553-501):2015-08** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung und Anpassung der normativen Verweisungen;
- b) Anpassung der Anforderungen des Prüfobjekts und Zweck der Prüfungen;
- c) Ergänzungen und Überarbeitung der Spannungsprüfungen;
- d) Aufnahme von Prüfverfahren bei „Spannungsprüfungen zwischen Ventilhülsen“.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62501 (VDE 0553-501): 2010-04, 2015-08

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60060 (alle Teile)	IEC 60060 (alle Teile)	DIN EN 60060 (VDE 0432) (alle Teile)	VDE 0432
EN 60071 (alle Teile)	IEC 60071 (alle Teile)	DIN EN 60071 (VDE 0111) (alle Teile)	VDE 0111
EN 60270:2001 + A1:2016	IEC 60270:2000 + Cor.:2001 + A1:2015	DIN EN 60270 (VDE 0434):2016-11	VDE 0434
EN 60700-1:2015	IEC 60700-1:2015	DIN EN 60700-1 (VDE 0553-1):2016-07	VDE 0553-1
EN 62747:2014	IEC 62747:2014	DIN EN 62747:2015-03	–
EN ISO/IEC 17025:2017	ISO/IEC 17025:2017	DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03	–
EN 60146-2:2000	IEC 60146-2:1999	DIN EN 60146-2 (VDE 0558-2):2001-02	VDE 0558-2
EN 61975:2010 + A1:2017	IEC 61975:2010 + A1:2016	DIN EN 61975 (VDE 0553-975):2017-11	VDE 0553-975
–	IEC/TR 62543:2011 + A1:2013 + A2:2017	DIN IEC/TR 62543 (VDE 0553-543):2018-01	VDE 0553-543
–	CIGRÉ Technical Brochure No. 269	–	–
–	CIGRÉ Technical Brochure No. 447	–	–
–	CIGRÉ Technical Brochure No. 492	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60060 (VDE 0432) (alle Teile), *Hochspannungs-Prüftechnik*

DIN EN 60071 (VDE 0111) (alle Teile), *Isolationskoordination*

DIN EN 60146-2, (VDE 0558-2):2001-02, *Halbleiter-Stromrichter – Teil 2: Selbstgeführte Halbleiter-Stromrichter einschließlich Gleichstrom-Direktumrichter* (IEC 60146-2:1999); Deutsche Fassung EN 60146-2:2000

DIN EN 60270 (VDE 0434):2016-11, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teilentladungsmessungen* (IEC 60270:2000 + Cor.:2001 + A1:2015); Deutsche Fassung EN 60270:2001 + A1:2016

DIN EN 60700-1 (VDE 0553-1):2016-07, *Thyristorventile für Hochspannungsgleichstrom-Energieübertragung (HGÜ) – Teil 1: Elektrische Prüfung* (IEC 60700-1:2015); Deutsche Fassung EN 60700-1:2015

DIN EN 61975 (VDE 0553-975):2017-11, *Anlagen zur Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) – Systemprüfungen* (IEC 61975:2010 + A1:2016); Deutsche Fassung EN 61975:2010 + A1:2017

DIN EN 62747:2015-03, *Terminologie für Spannungszwischenkreis-Stromrichter (VSC) für Hochspannungsgleichstrom(HGÜ)-Systeme* (IEC 62747:2014); Deutsche Fassung EN 62747:2014

DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien* (ISO/IEC 17025:2017); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2017

DIN IEC/TR 62543 (VDE 0553-543):2018-01, *Hochspannungsgleichstrom(HGÜ-)Energieübertragung mit selbstgeführten Stromrichtern (VSC)* (IEC/TR 62543:2011 + A1:2013 + A2:2017)

Ventile von Spannungszwischenkreis-Stromrichtern (VSC) für die
Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) –
Elektrische Prüfung
(IEC 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017)

Voltage sourced converter (VSC) valves
for high-voltage direct current (HVDC) power
transmission –
Electrical testing
(IEC 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017)

Valves à convertisseur de source de tension
(VSC) pour le transport d'énergie en courant
continu à haute tension (CCHT) –
Essais électriques
(IEC 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2009-07-01, die A1 am 2014-09-16 und die A2 am 2017-10-27 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62501:2009 + A1:2014 + A2:2017 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 22F/185/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 62501, ausgearbeitet von dem SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ des IEC/TC 22 „Power electronic systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-07-01 als EN 62501 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2010-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-07-01

Der [Anhang ZA](#) wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm **IEC 62501:2009** wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelistete Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 60146-2 ANMERKUNG Harmonisiert als **EN 60146-2:2000** (nicht modifiziert).

Vorwort zu A1

Der Text des Dokuments 22F/299/CDV, zukünftige IEC 62501:2009/A1, erarbeitet vom SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ des IEC/TC 22 „Power electronic systems and equipment“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62501:2009/A1:2014 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2015-06-16
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-09-16

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62501:2009/A1:2014 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Europäisches Vorwort zu A2

Der Text des Dokuments 22F/438/CDV, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62501:2009/A2:2017, erarbeitet vom SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“, des IEC/TC 22 „Power electronic systems and equipment“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62501:2009/A2:2017 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2018-07-27
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-10-27

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62501:2009/A2:2017 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Ändere die Literaturhinweise wie folgt:

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60146-2 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60146-2.

IEC 61975 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61975.

Inhalt

Seite

Vorwort	2
Vorwort zu A1	3
Europäisches Vorwort zu A2	4
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
3.1 Begriffe der Isolationskoordination	9
3.2 Begriffe für Leistungshalbleiter	10
3.3 Betriebszustände des Stromrichters	10
3.4 Begriffe zum Aufbau des VSC	11
3.5 Begriffe des Ventilaufbaus	12
4 Allgemeine Anforderungen	13
4.1 Leitlinien für die Durchführung von Typprüfungen	13
4.1.1 Ersatznachweis	13
4.1.2 Auswahl des Prüfobjekts	13
4.1.3 Prüfverfahren	13
4.1.4 Umgebungstemperatur für die Prüfungen	14
4.1.5 Prüffrequenz	14
4.1.6 Prüfberichte	14
4.1.7 Bedingungen, die bei der Festlegung der Parameter für die Typprüfung zu berücksichtigen sind	14
4.2 Atmosphärischer Korrekturfaktor	14
4.3 Behandlung der Redundanz	15
4.3.1 Betriebsprüfungen	15
4.3.2 Isolationsprüfungen	15
4.4 Kriterien für eine erfolgreiche Typprüfung	15
4.4.1 Allgemeines	15
4.4.2 Für Ventilplätze geltende Kriterien	16
4.4.3 Für das Ventil als Ganzes geltende Kriterien	17
5 Liste der Typprüfungen	17
6 Betriebsprüfungen	17
6.1 Zweck der Prüfungen	17
6.2 Prüfobjekt	18
6.3 Prüfschaltung	18
6.4 Arbeitsprüfung des längsten Dauerbetriebs	18
6.5 Arbeitsprüfung der längsten zeitweiligen Überlastung	19
6.6 Prüfung mit der kleinsten Gleichspannung	19
7 Spannungsprüfungen an der Ventilbasis	20

7.1	Zweck der Prüfungen	20
7.2	Prüfobjekt	20
7.3	Prüfanforderungen.....	20
7.3.1	Gleichspannungsprüfung der Ventilbasis.....	21
7.3.2	Wechselspannungsprüfung der Ventilbasis	22
7.3.3	Schaltstoßspannungsprüfung der Ventilbasis	22
7.3.4	Blitzstoßspannungsprüfung der Ventilbasis	23
8	Spannungsprüfungen an Mehrfachventileinheiten.....	23
8.1	Zweck der Prüfungen	23
8.2	Prüfobjekt	23
8.3	Prüfanforderungen.....	23
8.3.1	Gleichspannungsprüfung der MVU gegen Erde	23
8.3.2	Wechselspannungsprüfung der MVU.....	24
8.3.3	Schaltstoßspannungsprüfung der MVU	25
8.3.4	Blitzstoßspannungsprüfung der MVU.....	26
9	Spannungsprüfungen zwischen Ventilanschlüssen	27
9.1	Zweck der Prüfungen	27
9.2	Prüfobjekt	27
9.3	Prüfanforderungen.....	27
9.3.1	Wechselspannung-Gleichspannung-Prüfung des Ventils	27
9.3.2	Stoßspannungsprüfungen des Ventils (allgemein)	29
9.3.3	Schaltstoßspannungsprüfung des Ventils	29
9.3.4	Blitzstoßspannungsprüfung des Ventils	30
9.4	Prüfverfahren.....	31
9.4.1	Allgemeines	31
9.4.2	Verfahren 1.....	31
9.4.3	Verfahren 2.....	31
10	IGBT-Überstromausschaltprüfung.....	32
10.1	Zweck der Prüfung	32
10.2	Prüfobjekt	32
10.3	Prüfanforderungen.....	32
11	Kurzschlussstromprüfung	33
11.1	Zweck der Prüfung	33
11.2	Prüfobjekt	33
11.3	Prüfanforderungen.....	33
12	Prüfungen der Unempfindlichkeit des Ventils gegen elektromagnetische Störgrößen.....	33
12.1	Zweck der Prüfungen	33
12.2	Prüfobjekt	34
12.3	Prüfanforderungen.....	34

12.3.1	Allgemeines.....	34
12.3.2	Verfahren eins.....	34
12.3.3	Verfahren zwei.....	34
12.3.4	Annahmekriterium.....	35
15	Prüfungen für Bremsstellerventile.....	35
13	Fertigungsprüfungen.....	35
13.1	Zweck der Prüfungen.....	35
13.2	Prüfobjekt.....	36
13.3	Prüfanforderungen.....	36
13.4	Ziele von Fertigungsprüfungen.....	36
13.4.1	Sichtprüfung.....	36
13.4.2	Verbindungsprüfung.....	36
13.4.3	Prüfung der Spannungsteilerkreise.....	36
13.4.4	Prüfungen der Steuer-, Schutz- und Überwachungskreise.....	36
13.4.5	Stehspannungsprüfung.....	37
13.4.6	Teilentladungsprüfungen.....	37
13.4.7	Schaltprüfung.....	37
13.4.8	Druckprüfung.....	37
14	Darstellung der Ergebnisse der Typprüfungen.....	37
Anhang A (informativ)	Übersicht über VSC-Stromrichter für die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ).....	38
Anhang B (informativ)	Fehlzustandstoleranz von Ventilbauelementen.....	50
Literaturhinweise		51
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	52

Bilder

Bild A.1	– Eine einzelne VSC-Phaseneinheit und ihre idealisierte Ausgangsspannung.....	39
Bild A.2	– Ausgangsspannung einer VSC-Phaseneinheit eines 2-Stufen-Stromrichters.....	39
Bild A.3	– Ausgangsspannung einer VSC-Phaseneinheit eines 15-Stufen-Stromrichters ohne Pulsbreitenmodulation.....	40
Bild A.4	– Grundsaltung einer Phaseneinheit eines 2-Stufen-Stromrichters.....	41
Bild A.5	– Grundsaltung einer Phaseneinheit eines 3-Stufen-Stromrichters mit Diodenklemmung.....	42
Bild A.6	– Grundsaltung einer Phaseneinheit eines 5-Stufen-Stromrichters mit Diodenklemmung.....	42
Bild A.7	– Grundsaltung einer Phaseneinheit eines 3-Stufen-Flying-Capacitor-Stromrichters.....	43
Bild A.8	– Eine einzelne VSC-Phaseneinheit mit VSC-Ventilen, Typ der steuerbaren Spannungsquelle.....	44
Bild A.9	– Die Halbbrücken-MMC-Schaltung.....	45
Bild A.10	– Die Vollbrücken-MMC-Schaltung.....	45
Bild A.11	– Die Halbbrücken-CTL-Schaltung.....	47
Bild A.12	– Begriffe hinsichtlich des Aufbaus von MMC-Ventilen.....	48

	Seite
Bild A.13 – Begriffe hinsichtlich des Aufbaus von CTL-Ventilen	48
Tabellen	
Tabelle 1 – Mindestanzahl von Ventilplätzen, die den Betriebs-Typprüfungen zu unterziehen sind, als Funktion der Anzahl der Ventilplätze je Ventil	13
Tabelle 1 – Fehler von Ventilplätzen, die bei Typprüfungen zulässig sind	16
Tabelle 2 – Liste der Typprüfungen	17

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Internationale Norm gilt für selbstgeführte Stromrichterventile zum Einsatz in einer spannungsgeführten (VSC) Drehstrom-Stromrichterbrücke für die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) oder als Teil einer Kurzkupplung. Sie ist auf elektrische Typprüfungen und Fertigungsprüfungen beschränkt.

A1 | Der Anwendungsbereich dieser Norm schließt elektrische Typ- und Fertigungsprüfungen von dynamischen Bremsventilen ein, die in bestimmten HGÜ-Projekten zur Überspannungsbegrenzung der Gleichspannung eingesetzt werden können.

A2 |
A1 | Die in der vorliegenden Norm beschriebenen Prüfungen gelten für luftisolierte Ventile. Die Prüfanforderungen und Annahmekriterien für andere Ventiltypen sollten zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.

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 60060 (alle Teile), *High-voltage test techniques*

A1/A2 | IEC 60071 (alle Teile), *Insulation co-ordination*

IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

A2 | IEC 60700-1:2015, *Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission – Part 1: Electrical testing*

IEC 62747, *Terminology for voltage-sourced converters (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) systems*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

3 Begriffe

A2 | Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62747 und die Folgenden.

3.1 Begriffe der Isolationskoordination

3.1.1

Prüf-Stehspannung

Wert der Prüfspannung einer Normkurvenform, bei der ein neues unversehrtes Ventil keinen Durchschlag zeigt und sämtliche anderen Annahmekriterien erfüllt, die für die bestimmte Prüfung festgelegt sind, wenn das Ventil einer festgelegten Anzahl von Anwendungen oder einer festgelegten Dauer der Prüfspannung unter festgelegten Bedingungen ausgesetzt wird

3.1.2

innere Isolierung

die umhüllende Luft der Bauteile und Isolierstoffe des Ventils, die sich aber innerhalb des Profils des Ventils oder des Mehrfachventils befindet

3.1.3

äußere Isolierung

die Luft zwischen der äußeren Oberfläche des Ventils oder des Mehrfachventils und seiner Umgebung

3.2 Begriffe für Leistungshalbleiter

3.2.1

Ausschalt-Halbleiterbauelement

steuerbares Halbleiterbauelement, das mit einem Steuersignal ein- und ausgeschaltet werden kann, z. B. ein IGBT

ANMERKUNG Es stehen viele Arten von steuerbaren Halbleiterschaltern zur Verfügung, die in VSC-Stromrichtern für HGÜ eingesetzt werden können. Der Einfachheit halber wird in der vorliegenden Norm der Begriff IGBT benutzt und damit auf den wichtigsten steuerbaren Halbleiterschalter verwiesen. Die Norm gilt jedoch genauso für andere Arten von steuerbaren Halbleiterschaltern.

3.2.2

Bipolartransistor mit isolierter Steuerelektrode

IGBT

Ausschalt-Halbleiterbauelement mit drei Anschlüssen: einem Steueranschluss (G) und zwei Lastanschlüssen Emitter (E) und Kollektor (C)

ANMERKUNG Durch Anlegen einer entsprechenden Spannung zwischen Steueranschluss und Emitter kann der Laststrom gesteuert, d. h. ein- und ausgeschaltet werden.

3.2.3

Freilaufdiode

FWD

Leistungshalbleiterbauelement mit Diodenkennlinie

ANMERKUNG 1 Eine Freilaufdiode besitzt zwei Anschlüsse: eine Anode (A) und eine Kathode (K). Der Strom durch FWDs fließt in entgegengesetzter Richtung zum IGBT-Strom.

ANMERKUNG 2 FWDs sind durch die Fähigkeit gekennzeichnet, dass sie große Stromabfallgeschwindigkeiten verarbeiten können, die durch das Schaltverhalten des IGBT verursacht werden.

3.2.4

IGBT-Diode-Paar

Anordnung von IGBT und FWD in Gegenparallelschaltung

3.3 Betriebszustände des Stromrichters

3.3.1

Sperrzustand

Zustand des Stromrichters, bei dem ein Ausschaltsignal an allen IGBTs des Stromrichters anliegt

ANMERKUNG Typischerweise ist der Stromrichter nach der Zuschaltung im Sperrzustand.

3.3.2

Entsperrzustand

Zustand des Stromrichters, bei dem an die IGBTs des Stromrichters wiederkehrend Einschalt- und Ausschaltsignale angelegt werden

3.3.3

Schutzsperrung des Ventils

Mittel zum Schutz des Ventils oder Stromrichters gegen zu hohe elektrische Beanspruchung durch Not-ausschaltung aller IGBTs in einem oder mehreren Ventil(en)

3.3.4

Höhe des Spannungssprungs

Spannungssprung, der durch das Schalten eines Ventils oder Teil eines Ventils während des entsperren Zustandes des Stromrichters verursacht wird

ANMERKUNG Bei Ventilen des Typs der steuerbaren Spannungsquelle entspricht die Höhe des Spannungssprungs der Änderung der Spannung, die durch das Schalten eines Teilmoduls oder einer Zelle verursacht wird. Bei geschalteten Ventilen entspricht die Höhe des Spannungssprungs der Änderung der Spannung, die durch das Schalten des vollständigen Ventils verursacht wird.

3.4 Begriffe zum Aufbau des VSC

3.4.1

VSC-Phaseneinheit

Einrichtung zum Anschluss der beiden Gleichstromsammelschienen an einen Wechselstromanschluss

3.4.2

VSC-Ventil vom Schaltertyp

Anordnung von in Reihe geschalteten IGBT-Diode-Paaren, die so angeordnet sind, dass sie als eine Funktionseinheit gleichzeitig geschaltet werden können

3.4.3

VSC-Ventil vom Typ der steuerbaren Spannungsquelle

vollständige steuerbare Spannungsquellenbaugruppe, die im Allgemeinen zwischen einen Wechselstromanschluss und einen Gleichstromanschluss geschaltet ist

3.4.4

Diodenventil

Halbleiterventil, welches nur Dioden als Haupt-Halbleiterbauelemente enthält und in bestimmten VSC-Topologien eingesetzt werden kann

3.4.5

dynamisches Bremsventil

vollständig steuerbare Bauelementegruppe, die zur Steuerung der Energieaufnahme im Bremswiderstand angewendet wird

3.4.6

Ventil

abhängig vom Zusammenhang VSC-Ventil, Widerstandsbremsventil oder Diodenventil

3.4.7

Teilmodul

Teil eines VSC-Ventils, welcher steuerbare Schalter und Dioden enthält, die zu einer Halbbrücke oder Vollbrücke geschaltet sind, gemeinsam mit ihren unmittelbaren Hilfseinrichtungen, gegebenenfalls vorhandenem Speicherkondensator, wobei jeder steuerbare Schalter aus nur einem geschalteten Ventilbauelement in Reihenschaltung besteht

3.4.8

Zelle

MMC-Baustein, bei dem jede Schaltstufe aus mehr als einem in Reihe geschalteten IGBT-Diode-Paar besteht

ANMERKUNG Siehe [Bild A.13](#).

3.4.9

VSC-Ventilplatz

kleinste untrennbare Funktionseinheit eines VSC-Ventils

ANMERKUNG Bei jedem VSC-Ventil, in dem IGBTs in Reihe geschaltet sind und gleichzeitig angesteuert werden, ist ein VSC-Ventilplatz ein IGBT-Diode-Paar, einschließlich seiner Hilfseinrichtungen (siehe Bild A.13). Bei MMC, die keine in Reihe geschalteten IGBT-Diode-Paare haben, ist ein Ventilplatz ein Teilmodul gemeinsam mit seinen Hilfseinrichtungen (siehe Bild A.12).

3.4.10

Diodenventilplatz

Teil eines Diodenventils, das sich aus einer Diode und gegebenenfalls zugehörigen Stromkreisen und Bauelementen zusammensetzt

3.4.11

redundante Plätze

Höchstzahl von in Reihe geschalteten VSC-Ventilplätzen oder Dioden-Ventilplätzen in einem Ventil, die beim Betrieb von außen oder von innen kurzgeschlossen werden können, ohne Beeinflussung des sicheren Betriebs des Ventils, wie durch Typprüfungen nachgewiesen wurde und die bei einer Überschreitung eine Abschaltung des Ventils zum Austausch der ausgefallenen Plätze oder eine Akzeptanz einer erhöhten Ausfallwahrscheinlichkeit erforderlich machen würde

ANMERKUNG Bei Ausführungen des Ventils, wie dem kaskadierten Zweipunktstromrichter, die innerhalb jeder Zelle zwei oder mehr leitende Pfade enthalten und in jedem Pfad in Reihe geschaltete VSC-Ventilplätze haben, sind die redundanten Plätze nur in einem leitenden Pfad in jeder Zelle zu zählen.

3.4.12

Bremsstellerventilplatz

Teil eines Bremsstellerventils, das aus einem Ausschalt-Halbleiterbauelement und einer zugehörigen Diode oder steuerbaren Schaltern und parallel geschalteten Dioden oder Ausschalt-Halbleiterbauelementen und Dioden in einer Halbbrückenschaltung gemeinsam mit ihren unmittelbaren Hilfseinrichtungen und gegebenenfalls dem Speicherkondensator besteht

3.5 Begriffe des Ventilaufbaus

3.5.1

Ventilgerüst

mechanische Bauteile eines Ventils, die zum mechanischen Abstützen der Ventilmodule erforderlich sind

3.5.2

Ventilbasis

der Teil eines Ventils, der den aktiven Teil des Ventils mechanisch trägt und elektrisch gegen Erde isoliert

3.5.3

Mehrfachventil

MVU

mechanische Anordnung von zwei oder mehr Ventilen oder einer oder mehr VSC-Phaseneinheiten auf einer gemeinsamen Ventilbasis

ANMERKUNG Nicht in allen Topologien und physikalischen Anordnungen von Stromrichtern existiert ein MVU.

3.5.4

Ventilabschnitt

für Prüfzwecke definierte elektrische Baueinheit, die aus einer Anzahl von Ventilplätzen und weiteren Bauelementen besteht und die die proportionalen elektrischen Eigenschaften eines vollständigen Ventils hat

ANMERKUNG 1 Für Ventile vom Typ der steuerbaren Spannungsquelle muss der Ventilabschnitt außer den VSC-Ventilplätzen den Zellen- oder Teilmodul-Gleichstromkondensator enthalten.

ANMERKUNG 2 Die Mindestanzahl der in einem Ventilabschnitt zulässigen VSC- oder Diodenventilplätze ist entsprechend den Anforderungen jeder Prüfung festgelegt.

A2

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Leitlinien für die Durchführung von Typprüfungen

4.1.1 Ersatznachweis

Jede Ventilausführung muss den in dieser Norm festgelegten Typprüfungen unterzogen werden. Wenn das Ventil nachweislich einem vorher geprüften Ventil gleicht, darf der Lieferant dem Kunden anstelle der Durchführung einer Typprüfung zur Begutachtung den Prüfbericht einer vorausgegangenen Typprüfung vorlegen. Dieser Bericht sollte von einem gesonderten Bericht begleitet werden, in dem genau die Unterschiede in der Ausführung angegeben sind und in dem nachgewiesen wird, in welcher Art und Weise die angegebene Typprüfung die Prüfvorgaben für die vorgeschlagene Ausführung erfüllt.

A2

4.1.2 Auswahl des Prüfobjekts

Dieser Unterabschnitt gilt nicht für Prüfungen am Ventilgerüst und an Mehrfachventilen. Das Prüfobjekt für diese Prüfungen wird in 7.2 und 8.2 definiert.

- a) Typprüfungen dürfen entweder an einem vollständigen Ventil oder unter bestimmten Umständen an Ventilabschnitten nach den Angaben in Tabelle 3 durchgeführt werden.
- b) Die Mindestanzahl von Ventilabschnitten, die den Betriebs-Typprüfungen zu unterziehen sind, hängt von den Ventilabschnitten in einem einzelnen Ventil ab und wird in Tabelle 1 angegeben.

A2

A2

Tabelle 1 – Mindestanzahl von Ventilplätzen, die den Betriebs-Typprüfungen zu unterziehen sind, als Funktion der Anzahl der Ventilplätze je Ventil

Anzahl der Ventilplätze je Ventil	Gesamtanzahl der zu prüfenden Ventilplätze
1 bis 50	Anzahl der Ventilplätze in einem Ventil
51 bis 250	50
≥ 251	20 %

A2

Die Mindestanzahl der Ventilplätze, die der Isolations-Typprüfung zu unterziehen sind, kann gleich oder kleiner als die festgelegte Anzahl für die Betriebs-Typprüfungen sein.

Die Mindestanzahl der Ventilplätze muss jedoch repräsentativ für die dielektrische Auslegung des Ventils sein. Einzelheiten sind in 9.2 beschrieben.

- c) Es wird im Allgemeinen empfohlen, für alle Typprüfungen die gleichen Ventilabschnitte zu benutzen. Es dürfen jedoch nach einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunde unterschiedliche Prüfungen an unterschiedlichen Ventilabschnitten gleichzeitig durchgeführt werden, um die Durchführung der Prüfungen zu beschleunigen.
- d) Vor dem Beginn der Typprüfungen sollte nachgewiesen werden, dass das Ventil, die Ventilabschnitte und/oder dessen Bauteile die Fertigungsprüfungen, die eine ordnungsgemäße Herstellung gewährleisten, bestanden haben.

A1

4.1.3^{N1)} Prüfverfahren

A1

Die Prüfungen sind nach IEC 60060, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von IEC 60071 (alle Teile) durchzuführen. Teilentladungsmessungen sind nach IEC 60270 durchzuführen.

^{N1)} Nationale Fußnote: Durch Streichen von 4.1.3 ändern sich in der konsolidierten IEC-Fassung Ed. 1.1 die nachfolgenden Unterabschnittsnummern.