

	DIN EN 60700-1 (VDE 0553-1)	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 31.080.20 Ersatz für DIN EN 60700-1 (VDE 0553-1):2004-01 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Thyristorventile für Hochspannungsgleichstrom-Energieübertragung (HGÜ) – Teil 1: Elektrische Prüfung (IEC 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008); Deutsche Fassung EN 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008 Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission – Part 1: Electrical testing (IEC 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008); German version EN 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008 Valves à thyristors pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) – Partie 1: Essais électriques (CEI 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008); Version allemande EN 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008 Gesamtumfang 51 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 1998-10-01 angenommene EN 60700-1 gilt zusammen mit der am 2003-04-01 angenommenen Änderung A1 und der am 2008-11-01 angenommenen Änderung A2 als DIN-Norm ab 2009-07-01.

Daneben darf **DIN EN 60700-1 (VDE 0553-1):2004-01** noch bis 2011-11-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60700-1/A2 (VDE 0553-1/A2):2007-11.

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

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

Diese Norm ist eine konsolidierte Fassung aus IEC 60700-1:1998 und ihren Änderungen A1 und A2.

- | | |
|---|---|
| 1 | Die Änderung IEC 60700-1/A1 ist am linken Seitenrand durch eine senkrechte Linie verbunden mit der Zahl 1 gekennzeichnet. |
| 2 | Die Änderung IEC 60700-1/A2 ist am linken Seitenrand durch eine senkrechte Linie verbunden mit der Zahl 2 gekennzeichnet. |

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result 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.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60700-1 (VDE 0553-1):2004-01** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) Abschnitt 13.1 wurde ersetzt;
- c) Anhang C (informativ) Fehlerabweichung wurde gestrichen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60700-1 (VDE 0553-1): 1999-10, 2004-01

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
Normen der Reihe EN 60060	Normen der Reihe IEC 60060	Normen der Reihe DIN EN 60060 (VDE 0432)	VDE 0432
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989 + Cor.:1990-03	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06	VDE 0432-1
EN 60071-1	IEC 60071-1	DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1)	VDE 0111-1
Normen der Reihe EN 60099	Normen der Reihe IEC 60099	Normen der Reihe DIN EN 60099 (VDE 0675)	VDE 0675
EN 60270:2001	IEC 60270:2000	DIN EN 60270 (VDE 0434):2001-08	VDE 0434
EN 60633:1999	IEC 60633:1998	DIN EN 60633:2000-04	–
EN 61803:1999	IEC 61803:1999 + Cor.:1999	DIN EN 61803:2000-07	–
EN ISO/IEC 17025:2005	ISO/IEC Guide 25:1990 ersetzt durch ISO/IEC Guide 25:2005	DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

Normen der Reihe

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

DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1), *Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen*

Normen der Reihe

DIN EN 60099 (VDE 0675), *Überspannungsableiter*

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

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen* (IEC 60060-1:1989 + Corrigendum:1990-03); Deutsche Fassung HD 588.1 S1:1991

DIN EN 60633:2000-04, *Terminologie für Hochspannungsgleichstrom-Energieübertragung (HGÜ)*
(IEC 60633:1998); Deutsche Fassung EN 60633:1999

DIN EN 61803:2000-07, *Bestimmung der Leistungsverluste in Hochspannungsgleichstrom-(HGÜ-)Stromrichterstationen* (IEC 61803:1999 + Corrigendum:1999); Deutsche Fassung EN 61803:1999

DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien* (ISO/IEC 17025:2005); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2005

Thyristorventile für Hochspannungsgleichstrom-Energieübertragung (HGÜ) –
Teil 1: Elektrische Prüfung
(IEC 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008)

Thyristor valves for high voltage direct current
(HVDC) power transmission –
Part 1: Electrical testing
(IEC 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008)

Valves à thyristors pour le transport d'énergie
en courant continu à haute tension (CCHT) –
Partie 1: Essais électriques
(CEI 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1998-10-01, die A1 am 2003-04-01 und die A2 am 2008-11-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2008 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60700-1:1998 + A1:2003 + A2:2008 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 22F/44/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60700-1, ausgearbeitet von dem SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ des IEC/TC 22 „Power electronics“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1998-10-01 als EN 60700-1 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 1999-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2001-07-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A, B und ZA normativ und ist Anhang C informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60700-1:1998 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 22F/81/FDIS, zukünftige Änderung A1 zu IEC 60700-1:1998, 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 2003-04-01 als Änderung A1 zu EN 60700-1:1998 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2004-01-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-04-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung A1:2003 zur Internationalen Norm IEC 60700-1:1998 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Vorwort zu A2

Der Text des Schriftstücks 22F/154/CDV, zukünftige Änderung A2 zu IEC 60700-1:1998, 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 2008-11-01 als Änderung A2 zu EN 60700-1:1998 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2009-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2011-11-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung A2:2008 zur Internationalen Norm IEC 60700-1:1998 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

Seite

Vorwort.....	2
Vorwort zu A1.....	2
Vorwort zu A2.....	3
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	6
3.1 Begriffe der Isolationskoordination	6
3.2 Begriffe des Ventilaufbaus.....	8
3.3 Typprüfungen.....	8
3.4 Fertigungsprüfungen.....	9
4 Allgemeine Anforderungen	9
4.1 Leitlinien zur Durchführung von Typprüfungen.....	9
4.2 Atmosphärische Korrektur	10
4.3 Behandlung der Redundanz	10
4.4 Kriterien für die erfolgreiche Typprüfung	11
5 Liste der Typprüfungen.....	12
6 Dielektrische Prüfungen an der Ventilbasis.....	13
6.1 Zweck der Prüfungen.....	13
6.2 Prüfobjekt.....	13
6.3 Prüfungsanforderungen	13
7 Dielektrische Prüfungen für Mehrfachventile (MVU)	15
7.1 Zweck der Prüfungen.....	15
7.2 Prüfobjekt.....	16
7.3 Prüfungsanforderungen	16
8 Dielektrische Prüfungen zwischen Ventilanschlüssen.....	19
8.1 Zweck der Prüfungen.....	19
8.2 Prüfobjekt.....	19
8.3 Prüfungsanforderungen	20
8.4 Prüfung des Ventils mit nichtperiodischer Zündung	24
9 Prüfungen des periodischen Ein- und Ausschaltens	25
9.1 Zweck der Prüfungen.....	25
9.2 Prüfobjekt.....	25
9.3 Prüfungsanforderungen	26
10 Prüfungen mit transientser Vorwärtsspannung während der Freiwerdezeit	31
10.1 Zweck der Prüfungen.....	31
10.2 Prüfobjekt.....	31
10.3 Prüfungsanforderungen	31
11 Fehlerstromprüfungen des Ventils.....	32

Inhalt

	Seite
11.1 Zweck der Prüfungen	32
11.2 Prüfobjekt.....	33
11.3 Prüfungsanforderungen.....	33
12 Prüfungen der Unempfindlichkeit des Ventils gegen elektromagnetische Störungen	35
12.1 Zweck der Prüfungen	35
12.2 Prüfobjekt.....	36
12.3 Prüfungsanforderungen.....	36
13 Prüfung besonderer Eigenschaften und Fehlertoleranzen.....	37
13.1 Zweck der Prüfungen	37
13.2 Prüfobjekt.....	38
13.3 Prüfungsanforderungen.....	38
14 Fertigungsprüfungen	38
14.1 Zweck der Prüfungen	38
14.2 Prüfobjekt.....	38
14.3 Prüfungsanforderungen.....	38
14.4 Ziele der Fertigungsprüfungen	39
15 Verfahren zur Bestimmung der Verluste	39
16 Darstellung der Ergebnisse der Typprüfungen.....	39
Anhang A (normativ) Prüfsicherheitsfaktoren.....	41
Anhang B (normativ) Teilentladungsmessungen.....	45
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	47
 Bild 1 – Steilstoß-Prüfspannung	 7
 Tabelle 1 – Zulässige Fehler der Thyristorplätze während der Typprüfungen.....	 12
Tabelle 2 – Liste der Typprüfungen.....	12

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Thyristorventile mit Metalloxid-Überspannungsableitern, die unmittelbar zwischen den Ventilanschlüssen angeschlossen sind, zur Verwendung in einem netzkommutierten Umrichter für die Hochspannungsgleichstrom-Energieübertragung oder als Teil eines Kurzschlusskupplungssystems. Sie ist eingeschränkt auf elektrische Typ- und Fabrikationsprüfungen.

Die in dieser Norm festgelegten Prüfungen basieren auf luftisolierten Ventilen. Bei anderen Ventiltypen müssen die Prüfanforderungen und Annahmekriterien 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).

ISO/IEC Guide 25:1990, *General requirements for the competence of calibration and testing laboratories*

IEC 60060, *High-voltage test techniques*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

~ IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60099 (Reihe), *Surge arresters*

~ IEC 60270:2000, *High voltage test techniques – Partial discharge measurements*

~ IEC 61803:1999, *Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe der Isolationskoordination

3.1.1

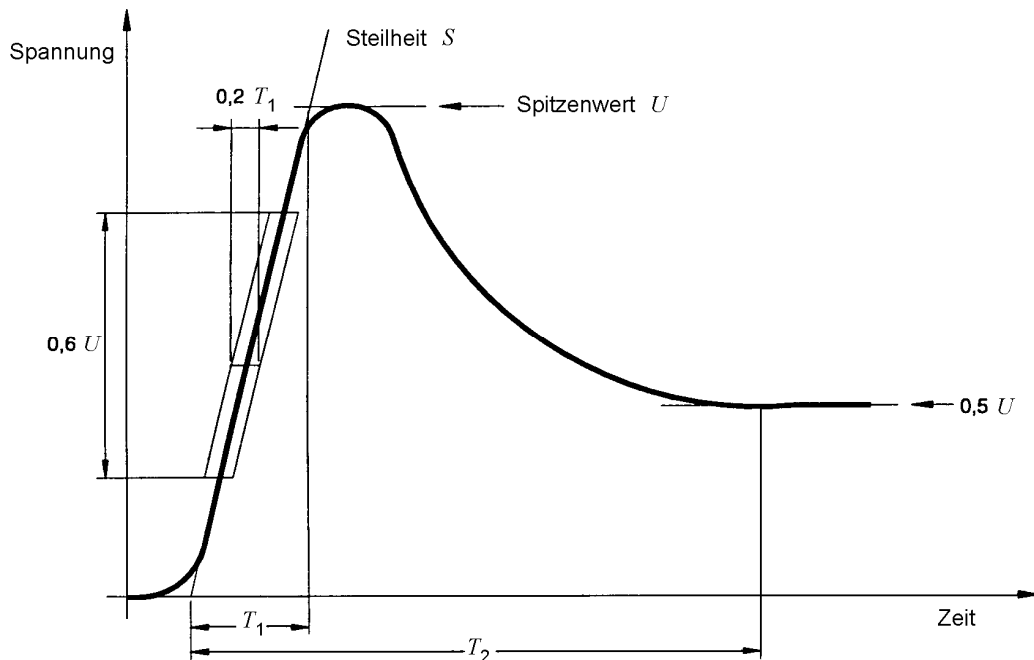
Prüfstehspannung

Wert einer Prüfspannung mit genormter Wellenform, bei der ein neues Ventil ohne irgendwelche Defekte keine Überschläge zeigt und alle anderen für die bestimmte Prüfung festgelegten Annahmekriterien erfüllt, wenn das Ventil einer vorgeschriebenen Anzahl von Anwendungen oder einer vorgeschriebenen Dauer der Prüfspannung unter den vorgeschriebenen Bedingungen ausgesetzt wird

3.1.2

Steilstoß

Spannungsimpuls mit einer rasch ansteigenden Anstiegsflanke, dessen Anstiegszeit bis zum Spitzenwert geringer als die eines genormten Blitzstoßes, aber nicht geringer als die einer sehr rasch ansteigenden Spannung nach IEC 60071-1 ist. Für diese Norm wird ein Steilstoß für Prüfungszwecke in Bild 1 angegeben.



ANMERKUNGEN

U Festgelegter Spitzenwert des Steilstoßes (kV)

S Festgelegte Steilheit des Steilstoßes (kV/ μ s)

T_1 Virtuelle Anstiegszeit $\frac{U}{S}$ (μ s)

Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt werden.

- Der Spitzenwert der aufgezeichneten Prüfspannung muss $U \pm 3 \%$ betragen. Diese Grenzabweichung ist die gleiche wie in IEC 60060 für den genormten Blitzstoß.
- Der Spannungsverlauf des Anstiegs der aufgezeichneten Prüfspannung muss sich in einem Bereich von mindestens $0,6 U$ vollständig innerhalb zweier paralleler Linien der Steilheit S und des Abstandes $0,2 T_1$ befinden.
- Der Wert der Prüfspannung bei T_2 darf nicht geringer sein als $0,5 U$. T_2 ist der Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Zeitpunkt, zu dem die Spannung auf die Hälfte des Spitzenwertes der Wellenform abgefallen ist, was durch Systemstudie ermittelt wird. Es muss jedoch gesichert sein, dass ein unbeabsichtigtes dv/dt -Schalten des Thyristors adäquat nachgewiesen wird.

Bild 1 – Steilstoß-Prüfspannung

3.1.3

innere und äußere Isolation

Luft außerhalb der Bauteile und Isoliermaterialien des Ventils, die sich innerhalb des Profils des Ventils oder des Mehrfachventils befinden, wird als Teil des inneren Isolationssystems des Ventils betrachtet. Die äußere Isolierung ist die Luft zwischen der äußeren Oberfläche des Ventils oder des Mehrfachventils und seiner Umgebung.

3.1.4

Schutzzündung des Ventils

Mittel zum Schutz der Thyristoren vor Überspannung durch deren Zünden bei einer vorbestimmten Spannung

3.2 Begriffe des Ventilaufbaus

3.2.1

Ventilbasis

Teil des Ventils, der den aktiven Teil des Ventils, in dem die Ventilabschnitte untergebracht sind, mechanisch trägt und elektrisch gegen Erde isoliert

ANMERKUNG Ein Ventilteil, der deutlich in einer diskreten Form als eine Ventilbasis erkennbar ist, braucht nicht in allen Ventilkonstruktionen vorhanden sein.

3.2.2

Ventilgerüst

Teil des mechanischen Aufbaus, der die Thyristorplätze eines Ventils mechanisch fixiert und entsprechend der Spannung gegen Erde isoliert ist

3.2.3

redundante Thyristorplätze

höchste Anzahl von Thyristorplätzen in einem Ventil, die von außen oder intern während des Betriebes kurzgeschlossen werden können, ohne den mit Typprüfungen nachgewiesenen sicheren Betrieb des Ventils zu beeinflussen, und die, wenn sie überschritten wird, entweder die Abschaltung des Thyristorventils erfordern würden, um die ausgefallenen Thyristoren auszuwechseln, oder die Akzeptanz eines erhöhten Ausfallrisikos bedeutet

3.2.4

Ventilfußpunktelektronik

Elektronikeinheit auf Erdpotential, welche die Schnittstelle zwischen dem Steuerungssystem des Umrichters und den Thyristorventilen bildet

3.2.5

Thyristorplatz

Teil eines Ventils, bestehend aus einem Thyristor oder parallel geschalteten Thyristoren, mit den unmittelbar zugehörigen Hilfseinrichtungen und einer gegebenenfalls vorhandenen Drosselspule

3.2.6

Ventilabschnitt

elektrische Baueinheit, bestehend aus einer Anzahl Thyristoren und weiteren Komponenten, die dieselben elektrischen Eigenschaften besitzt wie das vollständige Thyristorventil und eine anteilig reduzierte Spannungsfestigkeit aufweist.

3.2.7

Mehrfachventil

MVU

Baueinheit, die aus mehreren Ventilen besteht mit einer gemeinsamen mechanischen Tragkonstruktion

3.3 Typprüfungen

Die Prüfungen, die durchgeführt werden um zu überprüfen, dass die Ventilart/Ventilbemessung die festgelegten Anforderungen erfüllt. In dieser Norm werden Typprüfungen in zwei Hauptkategorien eingeteilt: dielektrische Prüfungen und Funktionsprüfungen.

3.3.1

dielektrische Prüfungen

Prüfungen, die durchgeführt werden um die Hochspannungseigenschaften des Ventils zu überprüfen

3.3.2

Funktionsprüfungen

Prüfungen, die durchgeführt werden, um die Einschalteigenschaften, die Abschalteigenschaften und die Eigenschaften hinsichtlich Stromführung des Ventils zu überprüfen

3.4 Fertigungsprüfungen

Die Prüfungen, die durchgeführt werden, um die ordnungsgemäße Herstellung zu überprüfen, damit die Eigenschaften eines Ventils den festgelegten Eigenschaften entsprechen.

3.4.1

Stückprüfungen

Fertigungsprüfungen, die an allen Ventilen, Ventilmodulen oder Komponenten durchgeführt werden

3.4.2

Stichprobenprüfungen

Fertigungsprüfungen, die an einer kleinen Anzahl von Ventilen, Ventilmodulen oder Komponenten durchgeführt werden, die wahllos einem Fertigungslos entnommen werden

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Leitlinien zur Durchführung von Typprüfungen

4.1.1 Ersatznachweis

Jede Ventilausführung muss den in dieser Norm vorgeschriebenen Typprüfungen unterzogen werden. Falls das Ventil nachweisbar einem bisher geprüften ähnlich ist, darf der Lieferant, anstatt eine Typprüfung durchzuführen, einen Prüfbericht einer vorangegangenen Typprüfung dem Käufer zur Berücksichtigung übergeben. Dieser sollte durch einen getrennten Bericht begleitet werden, der die Unterschiede in der Bemessung und Konstruktion beschreibt und darstellt, wie die Referenz-Typprüfung den Prüfzielen der vorgeschlagenen Ausführung genügt.

4.1.2 Prüfungsziel

- a) Bestimmte Typprüfungen können entweder an einem vollständigen Ventil oder an Ventilabschnitten, wie in [Tabelle 2](#) angegeben, durchgeführt werden. Für Typprüfungen an Ventilabschnitten muss die Gesamtanzahl der geprüften Ventilabschnitte mindestens so groß sein wie die Anzahl der Abschnitte in einem vollständigen Ventil.
- b) Die gleichen Ventilabschnitte müssen für alle Typprüfungen verwendet werden, sofern nicht anders angegeben.
- c) Vor Beginn der Typprüfungen sollte nachgewiesen werden, dass das Ventil, die Ventilabschnitte und/oder ihre Komponenten die Fertigungsprüfungen zur Sicherstellung der korrekten Herstellung bestanden haben.

4.1.3 Reihenfolge der Prüfungen

Die vorgeschriebenen Typprüfungen können in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden.

ANMERKUNG Prüfungen mit Teilentladungsmessung können zusätzliches Vertrauen schaffen, wenn sie am Ende des Programms der dielektrischen Prüfungen durchgeführt werden.

4.1.4 Prüfverfahren

Die Prüfungen müssen nach IEC 60060 durchgeführt werden, wenn anwendbar.

4.1.5 Umgebungstemperatur für das Prüfen

Die Prüfungen müssen bei der in der Prüfeinrichtung vorherrschenden Umgebungstemperatur durchgeführt werden, sofern nicht anders vorgeschrieben.

4.1.6 Prüffrequenz

Dielektrische Prüfungen mit Wechselspannung können entweder bei 50 Hz oder bei 60 Hz durchgeführt werden. Für die Funktionsprüfungen sind die spezifischen Anforderungen betreffend der Prüffrequenz in den entsprechenden Abschnitten angegeben.

4.1.7 Prüfberichte

Bei Beendigung der Typprüfungen muss der Lieferant Typprüfberichte in Übereinstimmung mit [Abschnitt 16](#) bereitstellen.

4.2 Atmosphärische Korrektur

Eine Korrektur der Prüfspannungen nach den atmosphärischen Bedingungen nach IEC 60060-1 muss angewendet werden, wenn dies im entsprechenden Abschnitt vorgeschrieben ist. Die Referenzbedingungen, auf die sich die Korrektur bezieht, müssen wie folgt sein:

- Druck:
 - a) Wenn die Isolationskoordination des geprüften Teils des Thyristorventils auf die genormten Bemessungsstehspannungen nach [IEC 60071-1](#) zurückzuführen ist, gelten die Korrekturfaktoren nur für Höhen über 1 000 m. Wenn also die Höhe a_s an dem Ort, an dem die Einrichtung installiert werden wird, $\leq 1\,000$ m ist, ist der Normluftdruck ($b_0 = 101,3$ kPa) ohne Korrektur der Höhe anzuwenden. Ist $a_s > 1\,000$ m, wird das Normverfahren nach [IEC 60060-1](#) angewendet, mit der Ausnahme, dass der Bezugsluftdruck b_0 durch den für eine Höhe von 1 000 m (b_{1000m}) geltenden Luftdruck ersetzt wird.
 - b) Ist die Isolationskoordination des geprüften Teils des Thyristorventils nicht auf die genormten Bemessungsstehspannungen nach [IEC 60071-1](#) zurückzuführen, wird das Normverfahren nach [IEC 60060-1](#) mit dem Bezugsluftdruck b_0 ($b_0 = 101,3$ kPa) angewendet.
- Temperatur: höchste Nenntemperatur der Ventilhalle (°C);
- Feuchte: niedrigste absolute Nennluftfeuchte der Ventilhalle (g/m³).

Die zu verwendenden Werte müssen durch den Lieferanten festgelegt werden.

4.3 Behandlung der Redundanz

4.3.1 Dielektrische Prüfungen

Bei allen dielektrischen Prüfungen zwischen den Ventilklemmen müssen die redundanten Thyristorplätze kurzgeschlossen werden mit der möglichen Ausnahme der Ventilprüfung mit nichtperiodischer Zündung (siehe [8.4](#)). Die Lage der kurzzuschließenden Thyristorplätze muss zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.

ANMERKUNG Abhängig von der Auslegung können Einschränkungen hinsichtlich der Verteilung der kurzgeschlossenen Thyristorplätze auferlegt werden. Beispielsweise kann es eine höchstzulässige Anzahl kurzgeschlossener Thyristorplätze in einem einzelnen Ventilabschnitt geben.

4.3.2 Funktionsprüfungen

Bei den Funktionsprüfungen sollen redundante Thyristorplätze nicht kurzgeschlossen werden. Die verwendeten Prüfspannungen müssen mittels eines Skalierungsfaktors k_n angepasst werden:

$$k_n = \frac{N_{\text{tut}}}{N_t - N_r}$$

Dabei ist

- N_{tut} die Anzahl der reihengeschalteten Thyristorplätze im Prüfling;
 N_t die Gesamtanzahl der reihengeschalteten Thyristorplätze im Ventil;
 N_r die Gesamtanzahl der redundanten reihengeschalteten Thyristorplätze im Ventil.

4.4 Kriterien für die erfolgreiche Typprüfung

Erfahrungen der Industrie haben gezeigt, dass es selbst bei sorgfältigster Ventilbemessung nicht möglich ist, gelegentliche zufällige Fehlfunktionen von Komponenten der Thyristorplätze während des Betriebes zu vermeiden. Obwohl diese Fehlfunktionen belastungsabhängig sein können, werden diese soweit als zufällig betrachtet, als die Ursache der Fehlfunktion oder der Beziehung zwischen der Fehlerrate und der Belastung nicht vorhersehbar oder einer präzisen quantitativen Bestimmung nicht zugänglich ist. Typprüfungen setzen Ventile oder Ventilabschnitte innerhalb einer kurzen Zeit vielfachen Belastungen aus, die im Allgemeinen den ungünstigsten Belastungen entsprechen, die in der Anlage nur wenige Male während der Lebenszeit des Ventils auftreten. Unter Berücksichtigung des Vorstehenden gestatten die nachstehenden Kriterien für die erfolgreiche Typprüfung daher, dass eine geringe Anzahl von Thyristorplätzen während der Typprüfung ausfällt, vorausgesetzt, dass die Ausfälle selten sind und keine Systematik aufweisen, die auf eine ungeeignete Bemessung hindeutet.

4.4.1 Kriterien für Thyristorplätze

- a) Falls durch eine in [Abschnitt 5](#) aufgeführten Typprüfung mehr als ein Thyristorplatz (alternativ mehr als 1 % der in Reihe geschalteten Thyristorplätze in einem vollständigen Ventil, falls größer) kurzgeschlossen worden ist, muss dies als Versagen des Ventils bei den Typprüfungen angesehen werden.
- b) Falls während eines Prüfschrittes ein Thyristorplatz (oder mehr, sofern innerhalb der 1-%-Grenze) kurzgeschlossen worden ist, muss der ausgefallene Platz wiederhergestellt werden und der entsprechende Prüfabschnitt ist zu wiederholen.
- c) Falls die kumulative Anzahl kurzgeschlossener Thyristorplätze während aller Typprüfungen mehr als 3 % der in Reihe geschalteten Thyristorplätze in einem vollständigen Ventil beträgt, gilt die komplette Typprüfung als nicht bestanden.
- d) Falls Typprüfungen an Ventilabschnitten durchgeführt werden, gelten ebenfalls die vorstehenden Annahmekriterien, da die Anzahl der geprüften Ventilabschnitte nicht geringer als die Anzahl der Abschnitte in einem vollständigen Ventil sein darf (siehe [4.1.2 a\)](#)).
- e) Das Ventil oder die Ventilabschnitte muss/müssen nach jeder Typprüfung überprüft werden, um zu bestimmen, ob einer der Thyristorplätze kurzgeschlossen wurde oder nicht. Ausgefallene Thyristoren oder Hilfskomponenten, die während oder am Ende einer Typprüfung entdeckt werden, dürfen vor weiterem Prüfen ersetzt werden.
- f) Beim Beenden des Prüfprogramms muss das Ventil oder müssen die Ventilabschnitte einer Folge von Kontrollprüfungen unterzogen werden, welche mindestens enthalten muss:
 - Kontrolle der Spannungsfestigkeit der Thyristorplätze sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung;
 - Kontrolle der Thyristor-Ansteuerungsbaugruppen, sofern vorhanden;
 - Kontrolle der Thyristor-Überwachungsbaugruppen;
 - Kontrolle der Überspannungs-Schutzkreise der Thyristorplätze durch Anlegen transienter Spannungen über und unter der/den Schutzzündpegeln sofern vorhanden;
 - Kontrolle der Beschaltungskreise zur Spannungsaufteilung.
- g) Kurzschlüsse der Thyristorplätze, die während der Kontrollprüfungen auftreten, müssen als Teil der vorstehend angegebenen Annahmekriterien gezählt werden. Zusätzlich zu den kurzgeschlossenen Plätzen darf die Gesamtanzahl der Fehler aufweisenden Thyristorplätze, welche nicht zu Kurzschlüssen der Thyristorplätze führten und die während des Typprüfungsprogramms entdeckt wurden, 3 % der in Reihe geschalteten Thyristorplätze in einem vollständigen Ventil nicht überschreiten. Wenn die Gesamtzahl solcher Plätze 3 % übersteigt, müssen Art der Fehler und ihre Ursache betrachtet und zusätzliche Maßnahmen, falls es welche gibt, zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.

- h) Beim Anwenden der Prozent-Kriterien zur Bestimmung der größten zulässigen Anzahl kurzgeschlossener Thyristorplätze und der größten zulässigen Anzahl von Plätzen mit Fehlern, welche nicht zu Kurzschlüssen der Thyristorplätze führten, ist es übliche Praxis, auf die nächsthöhere ganze Zahl aufzurunden, wie in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 – Zulässige Fehler der Thyristorplätze während der Typprüfungen

Anzahl der Thyristorplätze in einem vollständigen Ventil abzüglich der Anzahl redundanter Ebenen ($N_t - N_r$)	Anzahl der Thyristorplätze, die in einer der Typprüfungen kurzgeschlossen werden dürfen	Gesamtanzahl der Thyristorplätze, die in allen Typprüfungen kurzgeschlossen werden dürfen	Zusätzliche Anzahl der Thyristorplätze, die in allen Typprüfungen fehlerhaft werden dürfen, aber nicht kurzgeschlossen werden
bis 33	1	1	1
34 bis 67	1	2	2
68 bis 100	1	3	3
und so weiter			

Die Verteilung der kurzgeschlossenen Plätze und weiterer Fehler der Thyristorplätze am Ende aller Typprüfungen muss im Wesentlichen zufällig sein und darf keine Systematik aufweisen, die auf eine ungeeignete Bemessung hindeutet.

4.4.2 Kriterien für das Ventil als Ganzes

Ein Versagen der oder ein äußerer Überschlagn über gemeinsame elektrische Bauteile, die mehr als einem Thyristorplatz des Ventils zugeordnet sind, oder ein Durchschlag in Isolierstoffen, die einen Teil des Ventilgerüsts, der Kühlleitungen, der Lichtleiter oder anderer isolierender Teile des Impulsübertragungs- und -verteilungssystems bilden, darf nicht zulässig sein.

Die Oberflächentemperaturen der Komponenten und Leiter ebenso wie die zugeordneten stromführenden Verbindungen und Anschlüsse sowie die Temperatur benachbarter Montageoberflächen müssen zu jeder Zeit innerhalb der zulässigen Grenzen der Auslegung bleiben.

5 Liste der Typprüfungen

Die folgende Tabelle gibt die Typprüfungen in den [Abschnitten 6 bis 13](#) an.

Tabelle 2 – Liste der Typprüfungen

Typprüfung	Abschnitt	Prüfobjekt
Gleichspannungsprüfung der Ventilbasis	6.3.1	Ventilbasis
Wechselspannungsprüfung der Ventilbasis	6.3.2	Ventilbasis
Schaltstoß-Spannungsprüfung der Ventilbasis	6.3.3	Ventilbasis
Blitzstoß-Spannungsprüfung der Ventilbasis	6.3.4	Ventilbasis
Gleichspannungsprüfung des Mehrfachventils (MVU)	7.3.1	Mehrfachventil (MVU)
Wechselspannungsprüfung des Mehrfachventils (MVU)	7.3.2	Mehrfachventil (MVU)
Schaltstoß-Spannungsprüfung des Mehrfachventils (MVU)	7.3.3	Mehrfachventil (MVU)
Blitzstoß-Spannungsprüfung des Mehrfachventils (MVU)	7.3.4	Mehrfachventil (MVU)
Gleichspannungsprüfung des Ventils	8.3.1	Ventil
Wechselspannungsprüfung des Ventils	8.3.2	Ventil
Schaltstoß-Spannungsprüfung des Ventils	8.3.4	Ventil