

	Leistungselektronik für Übertragungs- und Verteilungsnetze Prüfung von Thyristorventilen für statische Blindleistungskompensatoren (IEC 61954:1999 + Corr. 1999) Deutsche Fassung EN 61954:1999	DIN EN 61954
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0553 Teil 100
Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 61954 ICS 31.080.20 Power electronics for electrical transmission and distribution systems – Testing of thyristor valves for static VAR compensators (IEC 61954:1999 + Corr. 1999); German version EN 61954:1999 Electronique de puissance pour les réseaux électriques de transport et de distribution – Essais des valves à thyristors pour les compensateurs statiques d'énergie réactive (CEI 61954:1999 + Corr. 1999); Version allemande EN 61954:1999 Die Europäische Norm EN 61954:1999 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61954 wurde am 1. Oktober 1999 angenommen. Fortsetzung Seite 2 und 34 Seiten EN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 331 „Leistungselektronik“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 61954 (VDE 0553 Teil 100):1999-09.

Nationaler Anhang NA (informativ)

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989 + Corr. März 1990	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432 Teil 1):1994-06	VDE 0432 Teil 1
EN 60060-2:1994	IEC 60060-2:1994	DIN EN 60060-2 (VDE 0432 Teil 2):1996-03	VDE 0432 Teil 2
EN 60071-1:1995	IEC 60071-1:1993	DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1):1996-07	VDE 0111 Teil 1
–	IEC 60270:1981	DIN VDE 0110-20 (VDE 0110 Teil 20):1990-08 DIN 57434 (VDE 0434):1983-05	VDE 0110 Teil 20 VDE 0434
EN 60700-1:1998	IEC 60700-1:1998	DIN EN 60700-1 (VDE 0553 Teil 1):1999-10	VDE 0553 Teil 1

Literaturhinweise

DIN 57434 (VDE 0434), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teilentladungsmessungen*

DIN EN 60060-2 (VDE 0432 Teil 2), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 2: Messsysteme (IEC 60060-2:1994); Deutsche Fassung EN 60060-2:1994*

DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1), *Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen (IEC 60071-1:1993); Deutsche Fassung EN 60071-1:1995*

DIN EN 60700-1 (VDE 0553 Teil 1), *Thyristorventile für Hochspannungsgleichstrom-Energieübertragung – Teil 1: Elektrische Prüfung (IEC 60700-1:1998); Deutsche Fassung EN 60700-1:1998*

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

DIN VDE 0110-20 (VDE 0110 Teil 20), *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teilentladungsprüfungen; Anwendungsrichtlinie*

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 61954

November 1999

ICS 29.240.99; 31.080.20

Deutsche Fassung

Leistungselektronik für Übertragungs- und Verteilungsnetze
Prüfung von Thyristorventilen für statische Blindleistungskompensatoren
(IEC 61954:1999)

Power electronics for electrical
transmission and distribution systems –
Testing of thyristor valves for static
VAR compensators
(IEC 61954:1999)

Electronique de puissance pour les réseaux
électriques de transport et de distribution –
Essais des valves à thyristors pour les
compensateurs statiques d'énergie réactive
(CEI 61954:1999)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1. Oktober 1999 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Seite 2
EN 61954:1999

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 22F/57/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61954, 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 1. Oktober 1999 als EN 61954 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): 2000-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2002-10-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61954:1999 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Allgemeine Anforderungen an Typprüfungen und unverbindliche Prüfungen	6
4.1 Zusammenfassung der Prüfungen	6
4.2 Zweck der Prüfungen	6
4.2.1 Isolationsprüfungen	6
4.2.2 Funktionsprüfungen	8
4.2.3 Prüfungen für elektromagnetische Störungen	8
4.2.4 Abnahmeprüfungen	8
4.2.5 Unverbindliche Prüfungen	8
4.3 Richtlinie für die Durchführung von Typprüfungen und unverbindlichen Prüfungen	8
4.4 Prüfbedingungen	9
4.4.1 Allgemeines	9
4.4.2 Ventilterperatur bei der Prüfung	9
4.4.3 Redundante Thyristormodule	10
4.5 Zulässige Bauelementeausfälle bei der Typprüfung	10
4.6 Dokumentation der Prüfergebnisse	10
4.6.1 Anzufertigende Prüfberichte	10
4.6.2 Inhalt eines Typprüfberichtes	10
5 Typprüfungen an TCR- und TSR-Ventilen	11
5.1 Isolationsprüfungen zwischen Ventilanschlüssen und Erdpotential	11
5.1.1 Wechselspannungsprüfung	11
5.1.2 Blitzstoßspannungsprüfung	11
5.2 Isolationsprüfungen zwischen Ventilen (nur MVU)	12
5.2.1 Wechselspannungsprüfung	12
5.2.2 Blitzstoßspannungsprüfung	12
5.3 Isolationsprüfungen zwischen Ventilanschlüssen	12
5.3.1 Wechselspannungsprüfung	12
5.3.2 Schaltstoßspannungsprüfung	14
5.4 Funktionsprüfungen	15
5.4.1 Prüfung mit periodischer Zündung und Löschung	15
5.4.2 Prüfung der Mindestwechselspannung	16
5.4.3 Erwärmungsprüfung	16
6 Typprüfungen an TSC-Ventilen	17
6.1 Isolationsprüfungen zwischen Ventilanschlüssen und Erdpotential	17
6.1.1 Wechselspannungs-Gleichspannungsprüfung	17
6.1.2 Blitzstoßspannungsprüfung	18
6.2 Isolationsprüfungen zwischen Ventilen (nur für MVU)	19
6.2.1 Wechselspannungs-Gleichspannungsprüfung	19
6.2.2 Blitzstoßspannungsprüfung	20
6.3 Isolationsprüfungen zwischen Ventilanschlüssen	21
6.3.1 Wechselspannungs-Gleichspannungsprüfung	21
6.3.2 Schaltstoßspannungsprüfung	22

	Seite
6.4 Funktionsprüfungen	23
6.4.1 Überstromprüfungen	23
6.4.2 Prüfung der Mindestwechselspannung	25
6.4.3 Erwärmungsprüfung	25
7 Prüfung der elektromagnetischen Störungen	25
7.1 Zweck	25
7.2 Durchführung der Prüfung	25
7.2.1 Schaltstoßspannungsprüfung	25
7.2.2 Prüfung der nichtperiodischen Zündung	26
8 Abnahmeprüfungen	26
8.1 Sichtprüfung	26
8.2 Prüfung der Anschlüsse und Verbindungen	26
8.3 Prüfung der Spannungsteiler-/Dämpfungsstromkreise	26
8.4 Prüfung der Spannungsfestigkeit	26
8.5 Prüfung der Hilfseinrichtungen	26
8.6 Zündprüfung	26
8.7 Prüfung des Kühlsystemdruckes	26
9 Unverbindliche Prüfungen für TCR- und TSR-Ventile	27
9.1 Überstromprüfung	27
9.1.1 Überstrom mit nachfolgender Blockierung	27
9.1.2 Überstrom ohne Blockierung	27
9.2 Positive Spannungstransiente während der Sperrverzögerungsprüfung	28
9.2.1 Zweck	28
9.2.2 Prüfwerte und Kurvenformen	28
9.2.3 Durchführung der Prüfungen	28
9.3 Prüfung der nichtperiodischen Zündung	28
9.3.1 Zweck	28
9.3.2 Prüfwerte und Kurvenformen	28
9.3.3 Durchführung der Prüfungen	29
10 Unverbindliche Prüfungen an TSC-Ventilen	29
10.1 Positive Spannungstransiente während der Sperrverzögerungsprüfung	29
10.1.1 Prüfzweck	29
10.1.2 Prüfwerte und Kurvenformen	29
10.1.3 Durchführung der Prüfungen	30
10.2 Prüfung der nichtperiodischen Zündung	30
10.2.1 Zweck	30
10.2.2 Prüfwerte und Kurvenformen	30
10.2.3 Durchführung der Prüfungen	31
Tabellen	7
Tabelle 1 – Verzeichnis der Typprüfungen und unverbindlichen Prüfungen	7
Bilder	32
Bild 1 – TSC-Zweig	32
Bild 2 – Einschleifen-Überstrom	32
Bild 3 – Zweischleifen-Überstrom	33
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	34

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Internationale Norm definiert den Typ, die Herstellung und unverbindliche Prüfungen von Thyristorventilen, die in thyristorgesteuerten Drosseln (TCR – Thyristor **C**ontrolled **R**eactors), thyristorgeschalteten Drosseln (TSR – Thyristor **S**witched **R**eactors) und thyristorgeschalteten Kondensatoren (TSC – Thyristor **S**witched **C**apacitors), die einen Teil von statischen Blindleistungskompensatoren (SVC – Static **V**AR **C**ompensators) für Anwendungen in Starkstromnetzen bilden, verwendet werden. Die Anforderungen der Norm gelten sowohl für Einzelventil-Baueinheiten (eine Phase) als auch für Mehrventil-Baueinheiten (mehrere Phasen).

Die [Abschnitte 4 bis 7](#) beschreiben die Typprüfungen, d. h. Prüfungen, die ausgeführt werden, um nachzuweisen, dass die Ventilbauart die festgelegten Anforderungen erfüllt. [Abschnitt 8](#) enthält Abnahmeprüfungen, die zum Nachweis der richtigen Herstellung ausgeführt werden. Die [Abschnitte 9 und 10](#) beschreiben unverbindliche Prüfungen, d. h. Prüfungen, die zusätzlich zu Typprüfungen und Abnahmeprüfungen durchgeführt werden können.

2 Normative Verweisungen

Die nachfolgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der IEC 61954 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Vertragspartner, deren Vereinbarungen jedoch auf IEC 61954 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

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

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

IEC 60060-2:1994, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*.

IEC 60071 (alle Teile), *Insulation co-ordination*.

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*.

IEC 60270:1981, *Partial discharge measurements*.

IEC 60700-1:1998, *Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission – Part 1: Electrical testing*.

3 Begriffe

Im Sinne der vorliegenden Internationalen Norm gelten nachfolgende Begriffe:

3.1

Ventilmodul

kleinste Baugruppe, bestehend aus einem Paar Zweirichtungsthyristoren, deren unmittelbar zugeordneten Hilfseinrichtungen für das Zünden und Bauelementen zur Spannungsteilung/Dämpfung. Der Thyristormodul kann parallel geschaltete Thyristoren für jede Richtung enthalten

3.2

Thyristor(serien)kette

in Reihe geschaltete Thyristoren, die eine Richtung des Thyristorventils bilden

3.3

Ventildrossel

Drossel, die in einigen Ventilen zur Begrenzung der Spannungsbeanspruchungen enthalten ist. Zu Prüfzwecken wird sie als Bestandteil des Ventils angesehen

3.4

Ventilabschnitt

Anzahl von in Reihe geschalteten Thyristormodulen, zusammen mit verteilten Ventildrosseln (sofern vorhanden), die dieselben elektrischen Eigenschaften aufweisen wie das vollständige Ventil, aber nur einen Teil der vollständigen Spannungssperrfähigkeit haben und für Prüfungen verwendet werden können

3.5

Thyristorventil

elektrisch und mechanisch zusammengefasste Baugruppe aus Thyristormodulen, vollständig mit allen Verbindungen, Hilfsbauelementen und mechanischen Aufbauten, die mit jeder Phase der Drossel oder des Kondensators eines SVC in Reihe geschaltet werden kann

3.6

Ventilaufbau

physikalischer Aufbau, der die Ventile auf dem entsprechenden Pegel über dem Erdpotential und gegeneinander isoliert

3.7

Elektronik der Ventilbasis (VBE – Valve Base Electronics)

Elektronikbaueinheit auf Erdpotential, die die Schnittstelle zwischen dem SVC-Steuerungssystem und den Ventilen bei allen Aufgaben bildet, die die Bereitstellung von Informationen für das Zünden der Ventile und zum Empfang der Informationen von den Ventilen zur Steuerung und Überwachung betreffen

3.8

Mehrventil-Baueinheit (MVU – Multiple Valve Unit)

Baugruppe aus mehreren Ventilen mit demselben physikalischen Aufbau, die für Prüfzwecke nicht getrennt werden kann (z. B. Drehstromventile)

3.9

Redundante Thyristormodule

Thyristormodule im Thyristorventil, die kurzgeschlossen werden dürfen, wobei das festgelegte Betriebsverhalten des Ventils bei der Typprüfung noch erfüllt wird

3.10

Schutz gegen Spannungsdurchbruch (VBO – Voltage Breakover)

Mittel zum Schutz der Thyristoren vor übermäßiger Spannung, indem sie bei einer vorbestimmten Spannung gezündet werden

4 Allgemeine Anforderungen an Typprüfungen und unverbindliche Prüfungen

4.1 Zusammenfassung der Prüfungen

Die nebenstehende [Tabelle 1](#) verzeichnet die in den nachfolgenden Abschnitten angegebenen Prüfungen.

4.2 Zweck der Prüfungen

Die beschriebenen Prüfungen gelten für das Ventil (oder Ventilabschnitte), den Ventilaufbau und jene Teile des Kühlmittelverteilungssystems sowie der Zünd- und Überwachungsstromkreise, die im Ventilaufbau enthalten sind oder zwischen den Ventilaufbau und das Erdpotential geschaltet sind. Andere Ausrüstungen, wie die Ventilsteuerung, der Ventilschutz und die Elektronik der Ventilbasis, können für den Nachweis der richtigen Arbeitsweise des Ventils während der Prüfung von Bedeutung sein, sind jedoch nicht selbst Gegenstand der Prüfungen.

4.2.1 Isolationsprüfungen

Es sind Prüfungen für die nachfolgenden Spannungsbeanspruchungen festgelegt:

- Wechselspannung;
- kombinierte Wechsel- und Gleichspannung (nur TSC);
- Stoßspannungen.

Im Interesse der Normung mit anderen Ausrüstungen sind Blitzstoßspannungsprüfungen zwischen Ventilanschlüssen und Erdpotential und bei MVU auch zwischen den Ventilen enthalten. Für Prüfungen zwischen Ventilanschlüssen ist als Stoßspannungsprüfung nur eine Schaltstoßspannungsprüfung festgelegt.

4.2.1.1 Prüfungen am Ventilaufbau

Die Prüfungen sind für die Anforderungen an die Spannungsfestigkeit zwischen einem Ventil (mit kurzgeschlossenen Anschlüssen) und Erdpotential und auch zwischen den Ventilen für MVU definiert. Die Prüfungen müssen nachweisen, dass:

- ausreichend bemessene Luftstrecken vorgesehen wurden, um einen Überschlag zu verhindern;
- keine zerstörende Entladung in der Isolierung des Ventilaufbaus, in den Kühlkanälen, Lichtwellenleitern und anderen Isolierteilen der Impulsübertragungs- und -verteilungssysteme auftritt;
- Teilentladungsanfangs- und -löschspannungen unter Wechsel- und Gleichstrombedingungen oberhalb der höchsten Dauerbetriebsspannung, die am Ventilaufbau auftritt, liegen.

Tabelle 1 – Verzeichnis der Typprüfungen und unverbindlichen Prüfungen

Prüfung	Abschnitt		Prüfgegenstand
	TCR/TSR	TSC	
Isolationsprüfungen zwischen Ventilanschlüssen und Erdpotential			
Wechselspannungsprüfung	5.1.1		Ventil
Wechselspannungs-Gleichspannungsprüfung		6.1.1	Ventil
Blitzstoßspannungsprüfung	5.1.2		Ventil
Isolationsprüfungen zwischen Ventilen (nur MVU)			
Wechselspannungsprüfung	5.2.1		MVU
Wechselspannungs-Gleichspannungsprüfung		6.2.1	MVU
Blitzstoßspannungsprüfung	5.2.2	6.2.2	MVU
Isolationsprüfungen zwischen Ventilanschlüssen			
Wechselspannungsprüfung	5.3.1		Ventil
Wechselspannungs-Gleichspannungsprüfung		6.3.1	Ventil
Schaltstoßspannungsprüfung	5.3.2	6.3.2	Ventil
Funktionsprüfungen			
Prüfung mit periodischer Zündung und Löschung	5.4.1		Ventil oder Ventilabschnitt
Überstromprüfung		6.4.1	Ventil oder Ventilabschnitt
Prüfung der Mindestwechselspannung	5.4.2	6.4.2	Ventil oder Ventilabschnitt
Erwärmungsprüfung	5.4.3	6.4.3	Ventil oder Ventilabschnitt
Prüfung der elektromagnetischen Störungen			
Schaltstoßspannungsprüfung	7.2.1	7.2.1	Ventil
Prüfung mit nichtperiodischen Zündimpulsen	7.2.2	7.2.2	Ventil
Abnahmeprüfungen			
Sichtprüfung	8.1	8.1	
Verbindungsprüfung	8.2	8.2	
Prüfung der Spannungsteilerstromkreise	8.3	8.3	
Prüfung der Spannungsfestigkeit	8.4	8.4	
Prüfung der Hilfsausrüstungen	8.5	8.5	
Zündprüfung	8.6	8.6	
Prüfung des Kühlsystemdruckes	8.7	8.7	
Unverbindliche Prüfungen			
Überstromprüfung	9.1		Ventil oder Ventilabschnitt
Positive Spannungstransiente während der Sperrverzögerungsprüfung	9.2	10.1	Ventil oder Ventilabschnitt
Prüfung mit nichtperiodischen Zündimpulsen	9.3	10.2	Ventil

4.2.1.2 Prüfungen zwischen Ventilanschlüssen

Der Zweck dieser Prüfungen ist, die Fähigkeit der Bauart des Ventils nachzuweisen, Überspannungen zwischen den Anschlüssen zu widerstehen. Die Prüfungen müssen nachweisen, dass:

- eine ausreichende innere Isolierung vorgesehen wurde, so dass das Ventil festgelegten Spannungen widerstehen kann;
- Teilentladungsanfangs- und -löschspannungen unter Wechsel- und Gleichstrombedingungen oberhalb der höchsten Dauerbetriebsspannung, die am Ventil auftritt, liegen;
- das Schutzsystem der Überspannungszündung (sofern vorhanden) wie vorgesehen arbeitet;
- die Thyristoren ein entsprechendes du/dt -Verhalten für die Betriebsbedingungen haben. (In den meisten Fällen sind die festgelegten Prüfungen ausreichend, in manchen Ausnahmefällen können jedoch zusätzliche Prüfungen erforderlich sein.)

4.2.2 Funktionsprüfungen

Der Zweck dieser Prüfungen ist, die Funktion der Ventilbauart für zusammenwirkende Spannungs- und Strombeanspruchungen sowohl unter bestimmungsgemäßen und wiederholten außergewöhnlichen Bedingungen als auch unter transienten Fehlerbedingungen zu bestätigen. Sie müssen nachweisen, dass:

- das Ventil richtig arbeitet;
- die Spannungs- und Strombeanspruchungen beim Ein- und Ausschalten innerhalb der Leistungsfähigkeit der Thyristoren und anderen inneren Stromkreise liegen;
- die vorgesehene Kühlung ausreichend und kein Bauelement überhitzt ist;
- das Vermögen des Ventils, Überströmen zu widerstehen, ausreichend ist.

4.2.3 Prüfungen für elektromagnetische Störungen

Der Hauptzweck dieser Prüfungen ist, die Störfestigkeit des Ventils gegen elektromagnetische Störungen, die vom Ventil selbst erzeugt werden oder von außen einwirken, nachzuweisen. Im Allgemeinen wird die Störfestigkeit gegen elektromagnetische Störungen durch Überwachung des Ventils während anderer Prüfungen nachgewiesen.

4.2.4 Abnahmeprüfungen

Der Zweck der Prüfungen ist, die richtige Herstellung zu bestätigen. Die Abnahmeprüfungen müssen nachweisen, dass:

- alle im Ventil verwendeten Werkstoffe, Bauelemente und Teilbaugruppen richtig eingebaut wurden;
- die beabsichtigten Funktionen der Ventilausrüstung erreicht werden und die vordefinierten Parameter innerhalb der vorgeschriebenen Annahmegrenzen liegen;
- Thyristormodule und das Ventil oder die Ventilabschnitte die erforderliche Spannungsfestigkeit haben;
- die Übereinstimmung und Gleichmäßigkeit der Herstellung erreicht ist.

4.2.5 Unverbindliche Prüfungen

Unverbindliche Prüfungen sind zusätzliche Prüfungen, die nach Vereinbarung zwischen Käufer und Lieferer ausgeführt werden dürfen. Der Zweck ist derselbe wie für die Funktionsprüfungen nach 4.2.2.

4.3 Richtlinie für die Durchführung von Typprüfungen und unverbindlichen Prüfungen

Es müssen nachfolgende Grundsätze gelten:

- Typprüfungen müssen an mindestens einem Ventil oder an einer entsprechenden Anzahl von Ventilabschnitten durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass die Ventilbauart den festgelegten Anforderungen genügt. Alle Typprüfungen müssen an demselben (denselben) Ventil(en) oder Ventilabschnitt(en) durchgeführt werden.
- Unter der Voraussetzung, dass ein Ventil nachweisbar einem zuvor geprüften ähnlich ist, darf der Lieferer anstelle der Typprüfung einen zertifizierten Prüfbericht zu einer vorhergehenden Typprüfung vorlegen, die mindestens den im Vertrag festgelegten Anforderungen entspricht.
- Bestimmte Typprüfungen dürfen entweder an einem vollständigen Ventil oder an Ventilabschnitten ausgeführt werden, wie es in [Tabelle 1](#) angegeben ist (siehe [4.1](#)).
- Bei Typprüfungen, die an Ventilabschnitten durchgeführt werden, muss die Gesamtanzahl der Thyristormodule, die solchen Typprüfungen unterworfen werden, mindestens der Anzahl der Thyristormodule in einem Ventil entsprechen.
- Das (die) für Typprüfungen verwendete(n) Ventil oder Ventilabschnitte muss (müssen) zuerst alle Abnahmeprüfungen bestehen. Nach Abschluss des Typprüfprogrammes muss (müssen) das Ventil oder die Ventilabschnitte erneut auf Übereinstimmung mit den Kriterien der Abnahmeprüfung überprüft werden.

- Werkstoffe für Typprüfungen müssen zufällig ausgewählt werden.
- Die Isolationsprüfungen müssen, soweit anwendbar, IEC 60060-1 und IEC 60060-2 entsprechen.
- Einzelne Prüfungen dürfen in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden.

ANMERKUNG Prüfungen, die Teilentladungsmessungen einschließen, können ein erhöhtes Vertrauen liefern, wenn sie am Ende des Isolationstypprüfprogrammes durchgeführt werden.

4.4 Prüfbedingungen

4.4.1 Allgemeines

Isolationsprüfungen müssen an vollständig zusammengebauten Ventilen durchgeführt werden, wogegen einige Funktionsprüfungen entweder an vollständigen Ventilen oder an Ventilabschnitten ausgeführt werden dürfen. Prüfungen, die an Ventilabschnitten ausgeführt werden dürfen, sind in 4.1 gekennzeichnet.

4.4.1.1 Isolationsprüfungen

Das Ventil muss mit allen Hilfselementen versehen sein, außer Ventil-Überspannungsableitern, sofern diese verwendet werden. Falls nicht anders festgelegt, muss die Ventilelektronik gespeist werden. Besonders die Kühl- und Isolierflüssigkeiten müssen in einem Zustand sein, der Betriebsbedingungen darstellt, wie z. B. die Leitfähigkeit, außer denen für die Durchflussgeschwindigkeit und der Frostschutzmittelgehalt, die verringert werden können. Falls irgendein Gegenstand oder eine Einrichtung außerhalb des Aufbaus für die richtige Darstellung der Beanspruchungen während der Prüfung erforderlich ist, muss er (sie) bei der Prüfung vorhanden sein oder nachgebildet werden. Metallene Teile des Ventilaufbaus (oder andere Ventile in einer MVU), die nicht an der Prüfung teilnehmen, müssen in solch einer Weise kurzgeschlossen und mit Erdpotential verbunden werden, wie es für die in Frage kommende Prüfung geeignet ist.

Wo Normwerte für die Frequenz des Wechselstromes und Blitzstoßspannungsprüfungen nach IEC 60071 verwendet werden müssen, gelten die bestimmungsgemäßen Verfahren nach IEC 60060. Wo nichtgenormte Prüfstufen von der vorliegenden Norm festgelegt werden, gilt, wo angegeben, ein Luftdichte-Korrekturfaktor k_d für den Einbauort, der nachfolgend definiert ist.

Der Wert von k_d muss nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$k_d = \frac{b_1}{b_2} \times \frac{273 + T_2}{273 + T_1}$$

Dabei ist:

- b_1 der im Laboratorium herrschende Luftdruck, Pa;
- T_1 die Umgebungstemperatur im Laboratorium, °C;
- b_2 der Luftdruck des Normreferenzklimas von 101,3 kPa (d. h. 1013 mbar), korrigiert auf die Höhe des Prüfortes, an dem die Ausrüstung installiert ist;
- T_2 die höchste Lufttemperatur des Einbauortes der Ventilbauart, °C.

4.4.1.2 Funktionsprüfungen

Falls festgelegt ist, dass eine Prüfung an einem Ventilabschnitt durchgeführt werden darf, müssen die besonderen Bauartkennwerte des Ventils vollständig berücksichtigt werden, wenn die Anzahl der zu prüfenden Thyristor-module ausgewählt wird.

Manchmal dürfen Funktionsprüfungen bei einer Netzfrequenz durchgeführt werden, die von der Betriebsfrequenz abweicht, z. B. 50 Hz anstelle von 60 Hz. Einige Betriebsbeanspruchungen, wie z. B. Schaltverluste oder das Stromintegral I^2t des Kurzschlussstromes, werden während der Prüfung durch die tatsächliche Netzfrequenz beeinflusst. Wenn diese Situation auftritt, müssen die Prüfbedingungen überprüft und entsprechende Änderungen vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass die Ventilbeanspruchungen mindestens so groß wie diejenigen sind, die auftreten würden, wenn die Prüfungen bei der Betriebsfrequenz durchgeführt werden.

Das Kühlmittel muss in einem Zustand sein, der für die Betriebsbedingungen repräsentativ ist. Besonders der Durchfluss und die Temperatur müssen auf die ungünstigsten Werte eingestellt werden, die für die in Frage kommende Prüfung zutreffen. Der Frostschutzmittelgehalt sollte vorzugsweise den Betriebsbedingungen entsprechen; wo dies jedoch praktisch nicht möglich ist, muss ein zwischen dem Lieferer und dem Käufer vereinbarter Korrekturfaktor angewendet werden.

4.4.2 Ventiltemperatur bei der Prüfung

4.4.2.1 Ventiltemperatur bei Isolationsprüfungen

Falls nicht anders festgelegt, müssen Prüfungen bei Raumtemperatur durchgeführt werden.