

	DIN EN 60099-9 (VDE 0675-9)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.240.10 Überspannungsableiter – Teil 9: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für HGÜ-Stromrichterstationen (IEC 60099-9:2014); Deutsche Fassung EN 60099-9:2014 Surge arresters – Part 9: Metal-oxide surge arresters without gaps for HVDC converter stations (IEC 60099-9:2014); German version EN 60099-9:2014 Parafoudres – Partie 9: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour postes de conversion CCHT (CEI 60099-9:2014); Version allemande EN 60099-9:2014 Gesamtumfang 96 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-07-31 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2015-08-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60099-9 (VDE 0675-9):2013-12.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 441 „Überspannungsableiter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 37 „Surge arresters“ 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.

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 (1 von 3)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60060-1	IEC 60060-1	DIN EN 60060-1 (VDE 0432-1)	VDE 0432-1
EN 60060-2	IEC 60060-2	DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2)	VDE 0432-2
EN 60068-2-11:1999	IEC 60068-2-11:1981	DIN EN 60068-2-11:2000-02	–
EN 60068-2-14	IEC 60068-2-14	DIN EN 60068-2-14 (VDE 0468-2-14)	VDE 0468-2-14
EN 60068-2-17	IEC 60068-2-17	DIN EN 60068-2-17	–

Tabelle NA.1 (2 von 3)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60071-1	IEC 60071-1	DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1)	VDE 0111-1
EN 60071-2:1997	IEC 60071-2:1996	DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2)	VDE 0111-2
–	IEC 60071-5:2002 ersetzt durch:	–	–
–	IEC 60071-5:2014	–	–
EN 60099 (alle Teile)	IEC 60099 (alle Teile)	DIN EN 60099 (VDE 0675) (alle Teile)	VDE 0675
EN 60099-4:2004 + A1:2006 + A2:2009	IEC 60099-4:2009, mod. + A1:2006 + A2:2009	DIN EN 60099-4 (VDE 0675-4):2010-02	VDE 0675-4
EN 60143-1	IEC 60143-1	DIN EN 60143-1 (VDE 0560-42)	VDE 0560-42
EN 60143-2	IEC 60143-2	DIN EN 60143-2 (VDE 0560-43)	VDE 0560-43
EN 60270	IEC 60270	DIN EN 60270 (VDE 0434)	VDE 0434
EN 60507	IEC 60507	DIN EN 60507 (VDE 0448-1)	VDE 0448-1
EN 60633:1999 + A1:2009	IEC 60633:1998 + A1:2009	DIN EN 60633:2010-11	–
EN 60721-3-2	IEC 60721-3-2	DIN EN 60721-3-2	–
–	IEC/TS 60815-1	–	–
–	IEC/TS 60815-2	–	–
–	IEC/TS 60815-3	–	–
–	IEC/TS 61463	–	–
EN 62217	IEC 62217	DIN EN 62217 (VDE 0441-1000)	VDE 0441-1000
EN 62271-1:2008 + A1:2011	IEC 62271-1:2007 + A1:2011	DIN EN 62271-1 (VDE 0671-1):2009-08 DIN EN 62271-1/A1 (VDE 0671-1/A1):2012-04	VDE 0671-1 VDE 0671-1/A1
EN 62271-200:2012	IEC 62271-200:2011	DIN EN 62271-200 (VDE 0671-200):2012-08	VDE 0671-200
EN 62271-203:2012	IEC 62271-203:2011	DIN EN 62271-203 (VDE 0671-203):2012-11	VDE 0671-203
EN 62271-207	IEC 62271-207	DIN EN 62271-207 (VDE 0671-207)	VDE 0671-207
–	IEC/TR 62271-300	–	–
EN ISO 4892-1	ISO 4892-1	DIN EN ISO 4892-1	–
EN ISO 4892-2	ISO 4892-2	DIN EN ISO 4892-2	–
EN ISO 4892-3	ISO 4892-3	DIN EN ISO 4892-3	–
EN 55016-1-1 + A1	CISPR 16-1-1 + A1	DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1)	VDE 0876-16-1-1

Tabelle NA.1 (3 von 3)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	CISPR/TR 18-2	–	–
–	GB 50260	–	–
–	IEEE 693	–	–
–	JEAG 5003	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1), Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messgeräte

DIN EN 60060-1 (VDE 0432-1), Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Begriffe und Prüfbedingungen

DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2), Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 2: Messsysteme

DIN EN 60068-2-11:2000-02, Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Ka: Salznebel (IEC 60068-2-11:1981); Deutsche Fassung EN 60068-2-11:1999

DIN EN 60068-2-14 (VDE 0468-2-14), Umgebungseinflüsse – Teil 2-14: Prüfverfahren – Prüfung N: Temperaturwechsel

DIN EN 60068-2-17, Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Q: Dichtheit

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

DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2):1997-09, Isolationskoordination – Teil 2: Anwendungsrichtlinie (IEC 60071-2:1996); Deutsche Fassung EN 60071-2:1997

DIN EN 60099 (VDE 0675) (alle Teile), Überspannungsableiter

DIN EN 60099-4 (VDE 0675-4):2010-02, Überspannungsableiter – Teil 4: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze (IEC 60099-4:2004, modifiziert + A1:2006 + A2:2009); Deutsche Fassung EN 60099-4:2004 + A1:2006 + A2:2009

DIN EN 60143-1 (VDE 0560-42), Reihenkondensatoren für Starkstromanlagen – Teil 1: Allgemeines

DIN EN 60143-2 (VDE 0560-43), Reihenkondensatoren für Starkstromanlagen – Teil 2: Schutzeinrichtungen für Reihenkondensatorbatterien

DIN EN 60270 (VDE 0434), Hochspannungs-Prüftechnik – Teilentladungsmessungen

DIN EN 60507 (VDE 0448-1), Fremdschichtprüfungen an Hochspannungs-Isolatoren aus Keramik und Glas zur Anwendung in Wechselspannungssystemen

DIN EN 60633:2010-11, *Terminologie für Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) (IEC 60633:1998 + A1:2009); Deutsche Fassung EN 60633:1999 + A1:2009*

DIN EN 60721-3-2, *Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte – Hauptabschnitt 2: Transport*

DIN EN 62217 (VDE 0441-1000), *Hochspannungs-Polymerisolatoren für Innenraum- und Freiluftanwendung – Allgemeine Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien*

DIN EN 62271-1 (VDE 0671-1):2009-08, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen (IEC 62271-1:2007); Deutsche Fassung EN 62271-1:2008*

DIN EN 62271-1/A1 (VDE 0671-1/A1):2012-04, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen (IEC 62271-1:2007/A1:2011); Deutsche Fassung EN 62271-1:2008/A1:2011*

DIN EN 62271-200 (VDE 0671-200):2012-08, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV (IEC 62271-200:2011); Deutsche Fassung EN 62271-200:2012*

DIN EN 62271-203 (VDE 0671-203):2012-11, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 203: Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 52 kV (IEC 62271-203:2011); Deutsche Fassung EN 62271-203:2012*

DIN EN 62271-207 (VDE 0671-207), *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 207: Erdbebenqualifikation für gasisolierte Schaltgerätekombinationen mit Bemessungsspannungen über 52 kV*

DIN EN ISO 4892-1, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 1: Allgemeine Anleitung*

DIN EN ISO 4892-2, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 2: Xenonbogenlampen*

DIN EN ISO 4892-3, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 3: UV-Leuchtstofflampen*

– Leerseite –

**Überspannungsableiter –
Teil 9: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für
HGÜ-Stromrichterstationen
(IEC 60099-9:2014)**

Surge arresters –
Part 9: Metal-oxide surge arresters without gaps
for HVDC converter stations
(IEC 60099-9:2014)

Parafoudres –
Partie 9: Parafoudres à oxyde métallique sans
éclateur pour postes de conversion CCHT
(CEI 60099-9:2014)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2014-07-31 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, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2014 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60099-9:2014 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 37/417/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 60099-9, erarbeitet vom IEC/TC 37 „Surge arresters“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60099-9:2014 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): 2015-05-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-07-31

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 60099-9:2014 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

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

IEC 60071-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60071-1.
IEC 60143-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60143-1.
IEC 60633:1998	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60633:1999 (nicht modifiziert).
IEC 60507	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60507.
IEC 62271-1:2007	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62271-1:2008 (nicht modifiziert).
ISO 4892-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 4892-1.
ISO 4892-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 4892-2.
ISO 4892-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 4892-3.

Inhalt

Seite

Vorwort	2
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Typischer Aufbau von HGÜ-Stromrichterstationen, Ableitertypen, Positionen und Betriebsspannungen	19
5 Ableiter-Kennzeichnung und Ableiter-Einteilung.....	24
5.1 Ableiter-Kennzeichnung	24
5.2 Ableiter-Einteilung	25
6 Betriebsbedingungen	25
6.1 Normale Betriebsbedingungen.....	25
6.2 Besondere Betriebsbedingungen.....	25
7 Anforderungen.....	26
7.1 Isolationsfestigkeit der Ableitergehäuse	26
7.2 Referenzspannung	26
7.3 Restspannungen	26
7.4 Innere Teilentladungen	27
7.5 Leckrate des Dichtungssystems	27
7.6 Stromaufteilung in mehrsäuligen Ableitern und zwischen angepassten Ableitern	27
7.7 Langzeitstabilität bei Dauerspannung	27
7.8 Wiederholtes Ladungsableitvermögen.....	27
7.9 Thermisches Energieaufnahmevermögen	28
7.10 Kurzschlussverhalten	28
7.11 Anforderungen an interne Steuerkomponenten.....	28
7.12 Mechanische Belastungen	28
7.12.1 Allgemeines.....	28
7.12.2 Biegemoment	28
7.12.3 Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse	28
7.12.4 Isolierstützer	29
7.12.5 Mittelwert der Bruchlast (MBL).....	29
7.13 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	29
7.14 Lebensende.....	29
8 Allgemeines zu den Prüfverfahren	29
8.1 Messeinrichtung und Messgenauigkeit.....	29
8.2 Messung der Referenzspannung	29
8.3 Prüflinge	29
8.3.1 Allgemeines.....	29

8.3.2	Teileableiter-Anforderungen	30
9	Typprüfungen (Designprüfungen)	31
9.1	Allgemeines	31
9.2	Prüfung der Isolationsfestigkeit des Ableitergehäuses	32
9.2.1	Allgemeines	32
9.2.2	Prüfungen an Gehäusen von Baugliedern	32
9.2.3	Prüfungen an vollständig montierten Gehäusen	32
9.2.4	Atmosphärische Bedingungen während der Prüfungen	32
9.2.5	Regenprüfung	33
9.2.6	Prüfung mit Blitzstoßspannung	33
9.2.7	Prüfung mit Schaltstoßspannung	33
9.2.8	Prüfung mit Wechselspannung	34
9.3	Kurzschlussprüfungen	34
9.4	Prüfungen der inneren Teilentladungen	35
9.5	Prüfung des Biegemoments	36
9.5.1	Prüfung von Porzellanableitern	36
9.5.2	Prüfung von Polymerableitern	37
9.6	Prüfungen von Umwelteinflüssen	43
9.6.1	Allgemeines	43
9.6.2	Überblick	43
9.6.3	Vorbereitung des Prüflings	43
9.6.4	Prüfverfahren	44
9.6.5	Auswertung der Prüfung	44
9.7	Alterungsprüfung durch Bewitterung	44
9.7.1	Allgemeines	44
9.7.2	Prüflinge	44
9.7.3	Prüfverfahren	44
9.7.4	Auswertung der Prüfung	45
9.8	Leckratenprüfung	45
9.8.1	Allgemeines	45
9.8.2	Überblick	45
9.8.3	Vorbereitung des Prüflings	46
9.8.4	Prüfverfahren	46
9.8.5	Auswertung der Prüfung	46
9.9	Prüfung der Funkstörspannung (RIV)	46
9.10	Restspannungsprüfung	48
9.10.1	Allgemeines	48
9.10.2	Restspannungsprüfung mit Steilstoßstrom	49

9.10.3	Restspannungsprüfung mit Blitzstoßstrom	49
9.10.4	Restspannungsprüfung mit Schaltstoßstrom	49
9.11	Prüfung zum Nachweis der Langzeitstabilität bei Dauerspannung	50
9.11.1	Allgemeines.....	50
9.11.2	Prüfablauf für Ableiter, die einer Spannungsumkehr ausgesetzt sind	51
9.11.3	Prüfablauf für Ableiter, die keiner Spannungsumkehr ausgesetzt sind	53
9.12	Prüfung zum Nachweis des wiederholten Nenn-Ladungsableitvermögens Q_{rs}	54
9.12.1	Allgemeines.....	54
9.12.2	Prüfverfahren	55
9.12.3	Auswertung der Prüfung	55
9.12.4	Bemessungswerte für das wiederholte Nenn-Ladungsableitvermögen Q_{rs}	56
9.13	Wärmeabgabeverhalten des Prüflings.....	56
9.13.1	Allgemeines.....	56
9.13.2	Anforderungen an den Tei­ableiter.....	57
9.13.3	Verfahren zum Nachweis der thermischen Übereinstimmung zwischen vollständigem und Tei­ableiter.....	57
9.14	Prüfung zum Nachweis der thermischen Nenn-Energieaufnahmefähigkeit W_{th}	57
9.14.1	Allgemeines.....	57
9.14.2	Anforderungen an den Tei­ableiter.....	57
9.14.3	Prüfverfahren	58
9.15	Prüfung zum Nachweis der dielektrischen Festigkeit von inneren Komponenten.....	59
9.15.1	Allgemeines.....	59
9.15.2	Durchführung der Prüfung.....	59
9.15.3	Auswertung der Prüfung	59
9.16	Prüfung der inneren Steuerelemente	60
9.16.1	Prüfung zum Nachweis der Langzeitstabilität unter Dauerspannung	60
9.16.2	Thermische Wechselprüfung	61
10	Stück- und Abnahmeprüfungen	61
10.1	Stückprüfungen	61
10.2	Abnahmeprüfungen.....	62
10.2.1	Standard-Abnahmeprüfungen.....	62
10.2.2	Nachweis der thermischen Stabilität.....	63
11	Prüfanforderungen für verschiedene Ableitertypen	63
11.1	Allgemeines.....	63
11.2	Ventilableiter (V).....	63
11.2.1	Allgemeines.....	63
11.2.2	Dauerspannung.....	63
11.2.3	Ersatzdauerspannung	63

11.2.4	Typprüfungen	64
11.2.5	Routine- und Abnahmeprüfungen	65
11.3	Brückenableiter und Ableiter der HV/LV-Stromrichtereinheit (B, CH, CL)	65
11.3.1	Dauerspannung	65
11.3.2	Ersatzdauerspannung	66
11.3.3	Typprüfungen	66
11.3.4	Routine- und Abnahmeprüfungen	66
11.4	Stromrichtergruppenableiter (C)	67
11.4.1	Allgemeines	67
11.4.2	Dauerspannung	67
11.4.3	Ersatzdauerspannung	67
11.4.4	Typprüfungen	67
11.4.5	Routine- und Abnahmeprüfungen	67
11.5	Mittelpunktableiter, Mittelpunkt-Brückenableiter und Ableiter zwischen Stromrichtern (M, MH, ML, CM)	67
11.5.1	Dauerspannung	67
11.5.2	Ersatzdauerspannung	68
11.5.3	Typprüfungen	68
11.5.4	Routine- und Abnahmeprüfungen	68
11.6	Gruppenableiter (CB)	68
11.6.1	Dauerspannung	68
11.6.2	Ersatzdauerspannung	68
11.6.3	Typprüfungen	69
11.6.4	Routine- und Abnahmeprüfungen	69
11.7	Gleichstrom-Sammelschienenableiter- und Gleichstrom-Leitungs-/Kabelableiter (DB, DL/DC)	69
11.7.1	Allgemeines	69
11.7.2	Dauerspannung	69
11.7.3	Ersatzdauerspannung	69
11.7.4	Typprüfungen	69
11.7.5	Routine- und Abnahmeprüfungen	71
11.8	Nullpunkt-Sammelschienenableiter (EB, E1, E)	71
11.8.1	Dauerspannung	71
11.8.2	Ersatzdauerspannung	71
11.8.3	Typprüfungen	71
11.8.4	Routine- und Abnahmeprüfungen	72
11.9	Gleich- und Wechselstrom-Filterableiter (FA, FD)	73
11.9.1	Dauerspannung	73
11.9.2	Ersatzdauerspannung	73

11.9.3	Typprüfungen	74
11.9.4	Routine- und Abnahmeprüfungen	74
11.10	Ableiter der Elektrodenleitung und der metallischen Rückleitung (EL, EM)	74
11.10.1	Dauerspannung	74
11.10.2	Ersatzdauerspannung	74
11.10.3	Typprüfungen	75
11.10.4	Routine- und Abnahmeprüfungen	75
11.11	Gleichstromdrossel-Ableiter (DR)	75
11.11.1	Allgemeines	75
11.11.2	Dauerspannung	75
11.11.3	Ersatzdauerspannung	75
11.11.4	Typprüfungen	75
11.11.5	Routine- und Abnahmeprüfungen	75
11.12	Kondensatorableiter (CC)	75
11.12.1	Allgemeines	75
11.12.2	Dauerspannung	75
11.12.3	Ersatzdauerspannung	75
11.12.4	Typprüfungen	76
11.12.5	Routine- und Abnahmeprüfungen	76
11.13	Ableiter der Ventilwicklung des Transformators (T)	76
11.13.1	Allgemeines	76
11.13.2	Dauerspannung	76
11.13.3	Ersatzdauerspannung	76
11.13.4	Typprüfungen	77
11.13.5	Routine- und Abnahmeprüfungen	77
Anhang A (normativ)	Prüfung zum Nachweis des gleichen thermischen Verhaltens von Ableiter und Teileableiter	78
Anhang B (normativ)	Bestimmung der Starttemperatur für die thermische Stabilitätsprüfung	80
Anhang C (normativ)	Mechanische Aspekte	81
C.1	Prüfung des Biegemoments	81
C.2	Erdbebenprüfung	82
C.3	Festlegung der mechanischer Lasten	82
C.4	Definition der Leckrate	83
C.5	Berechnung des Biegemoments durch Wind	84
C.6	Verfahren zur Prüfung des Biegemoments für Ableiter mit Porzellan- und Kunststoffgehäuse	85
Anhang D (informativ)	Verschiedene Schaltungskonfigurationen	86
Literaturhinweise		88
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	89

Bilder

Bild 1 – Netzschema einer typischen Stromrichterstation mit zwei 12-Puls-Stromrichterbrücken je Pol.....	20
Bild 2 – Netzschema einer typischen Stromrichterstation mit einer 12-Puls-Stromrichterbrücke je Pol	21
Bild 3 – Netzschema eines typischen Kondensator-kommutierten Stromrichterpol mit zwei in Reihe geschalteten 12-Puls-Stromrichtern	22
Bild 4 – Typische Dauerspannungen für verschiedene Ableiter – Niederfrequenzmodellierung (Positionen entsprechend den Bildern 1 bis 3, Grundschiwingung 50 Hz).....	23
Bild 5 – Typische Dauerspannungen für verschiedene Ableiter – Hochfrequenzmodellierung (Positionen entsprechend den Bildern 1 bis 3, Grundschiwingung 50 Hz).....	24
Bild 6 – Thermomechanische Vorbeanspruchung.....	40
Bild 7 – Beispiel einer Prüfanordnung für die thermomechanische Vorbeanspruchung und Richtung der Biegebeanspruchung	41
Bild 8 – Wasserlagerung.....	42
Bild 9 – Prüfzyklus für eine beschleunigte Alterungsprüfung mit Polaritätswechsel, Methode a).....	52
Bild 10 – Betriebsspannung eines Ventilableiters (V) (Gleichrichterbetrieb) und Definition von PCOV und CCOV	63
Bild 11 – Betriebsspannung eines Brückenableiters und Definition von DCOV, PCOV und CCOV	66
Bild 12 – Diagramm, das die relative Spannungsdauer oberhalb bestimmter Amplituden zeigt.....	74
Bild C.1 – Biegemoment – mehrteiliger Ableiter	81
Bild C.2 – Festlegung der mechanischen Lasten	82
Bild C.3 – Bauglied eines Ableiters.....	83
Bild C.4 – Abmessungen eines Ableiters	84
Bild C.5 – Ablaufdiagramm der Prüfverfahren des Biegemoments.....	85
Bild D.1 – Netzschema einer CSCC-Stromrichterstation mit zwei in Reihe geschalteten 12-Puls-Stromrichtern.....	86
Bild D.2 – Netzschema einer HGÜ-Kurzkupplung mit zwei in Reihe geschalteten 12-Puls-Stromrichtern.....	87

Tabellen

Tabelle 1 – Übersicht der Typprüfungen – 1	64
Tabelle 2 – Übersicht der Typprüfungen – 2	72

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60099 ist auf Ableiter ohne Funkenstrecke, bestehend aus nicht linearen Metalloxid-Widerständen, anzuwenden, um Überspannungen in HGÜ-Stromrichterstationen für Zweipunkt- und Mehrpunktbetrieb und für Betrieb als Kurzkupplung bis zu und einschließlich einer Betriebsspannung 1 100 kV zu begrenzen. Der Standard ist im Allgemeinen auf Ableiter mit Porzellan- und Kunststoffgehäuse anzuwenden, aber auch auf gasisolierte, metallgekapselte Ableiter (GIS-Ableiter), die ausschließlich als Gleichstrom-Sammelschienenableiter und Gleichstrom-Leitungs-Kabelableiter verwendet werden. Ableiter für spannungsgeführte Stromrichter sind nicht einbezogen. Ableiter, die im Wechselstromsystem der Stromrichterstation eingesetzt werden und die mit 50 Hz oder 60 Hz Wechselspannung, im Prinzip ohne Oberwellen, beansprucht werden, müssen nach IEC 60099-4 geprüft werden. Wechselstromfilter-Ableiter müssen gemäß dieser Norm geprüft werden

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

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

IEC 60068-2-11:1981, *Environmental testing – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests-Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC/TS 60071-5:2002, *Insulation co-ordination – Part 5: Procedures for high-voltage direct current (HVDC) converter stations*

IEC 60099-4:2004, *Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. Systems*

IEC 60143-2, *Series capacitors for power systems – Part 2: Protective equipment for series capacitor banks*

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

IEC 60721-3-2, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation*

IEC/TS 60815-2, *Selection and dimensioning of high voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems*

IEC 62217, *Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use – General definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 62271-200:2011, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 62271-203:2011, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

CISPR 16-1-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR/TR 18-2, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Abnahmeprüfungen

Prüfungen, die nach Übereinkunft zwischen Hersteller und Anwender an Ableitern oder repräsentativen Prüflingen durchgeführt werden

3.2

Biegemoment

eine horizontal am Ableiter angreifende Kraft, multipliziert mit dem vertikalen Abstand zwischen Ableiterfuß (untere Kante der Endarmatur) und dem Kraftangriffspunkt

3.3

Bruchlast

Kraft senkrecht zu der Längsachse eines Ableiters mit Porzellan Gehäuse, die zu einem mechanischen Versagen des Gehäuses führt

3.4

Dauerstrom

Strom, der durch den Ableiter bei Anlegen der Ableiter-Dauerspannung fließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Dauerstrom setzt sich aus einer resistiven und einer kapazitiven Komponente zusammen. Er kann von der Temperatur, von Streukapazitäten und äußeren Fremdschichteinflüssen abhängig sein. Der Dauerstrom eines Prüflings muss daher nicht der gleiche sein wie der Dauerstrom eines vollständigen Ableiters.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für Vergleichszwecke wird der Dauerstrom entweder als Effektivwert oder als Scheitelwert angegeben.

3.5

Dauerspannung eines HGÜ-Ableiters

U_{cHVDC}

maximale Dauerspannung zwischen den Anschlüssen eines Ableiters, bestimmt durch die Spannungen CCOV, PCOV und DCOV und die Frequenz DFCOV, wo anzuwenden

3.6

Koordinierungsstrom eines Ableiters

bei einem bestimmten zu untersuchenden Netz und für jede Überspannungsklasse, der Strom durch den Ableiter, dessen repräsentative Überspannung bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die genormten Wellenformen der Koordinierungsströme für Steilstoß-, Blitzstoß- und Schaltstoßströme sind in [IEC 60099-4](#) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Koordinierungsströme werden in Netzuntersuchungen bestimmt.

3.7

Scheitelwert der Dauerspannung

CCOV

höchster dauerhaft auftretender Scheitelwert der Spannung am Ableiter, ausgenommen Kommutierungsüberschwingen und Kommutierungseinbrüchen und berechnet mit einem Netzmodell, das bis etwa 5 kHz gültig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel für Ventilableiter, siehe [Bild 10](#).

3.8

Schädigungsgrenze (mechanisch)

niedrigster Wert einer Kraft rechtwinklig zur Längsachse eines Ableiters mit Kunststoffgehäuse, die zum mechanischen Versagen des Ableitergehäuses führt

3.9

Gleichspannungskomponente der Dauerspannung

DCOV

höchste mittlere Dauerspannung am Ableiter, U_{CHVDC} , ausgenommen Oberwellen und Kommutierungsüberschwingen

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel für Brückenableiter siehe [Bild 11](#).

3.10

Netzgleichspannung

höchste mittlere oder durchschnittliche Betriebsspannung gegen Erde, ausgenommen Oberwellen und Kommutierungsüberschwingen

3.11

Bezeichnung einer Stoßform

Kombination zweier Zahlen, wobei die erste die Stirnzeit (T_1) und die zweite die Rückenhalbwertzeit (T_2) angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als T_1/T_2 dargestellt, wobei das Zeichen „/“ keinerlei mathematische Bedeutung hat.

3.12

Ableitstoßstrom

durch den Ableiter fließender Stoßstrom

3.13

Durchschlag

Erscheinungen im Zusammenhang mit dem Versagen einer Isolation unter elektrischer Beanspruchung, wobei die Spannung zusammenbricht und Strom fließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff gilt für das elektrische Versagen von festen, flüssigen und gasförmigen Dielektrika und Kombinationen daraus.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Durchschlag in einem festen Dielektrikum erzeugt den bleibenden Verlust der elektrischen Festigkeit. In einem flüssigen oder gasförmigen Dielektrikum kann dieser Verlust vorübergehend sein.

3.14

vorherrschende Frequenz der Dauerspannung

DFCOV

Frequenz der Oberwellen mit dem höchsten Effektivwert der Spannung an Gleich- und Wechselspannungs-Filterableitern

3.15

elektrischer Teilableiter

Teil eines Ableiters, bei dem jedes Ende mit einer Elektrode abgeschlossen ist, die der äußeren Umgebung ausgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein elektrischer Teilableiter kann aus mehr als einem mechanischen Teilableiter bestehen (siehe IEC 60099-4/A1:2009, Bild 4).

3.16

Ersatzdauerspannung eines Ableiters

ECOV

Effektivwert einer sinusförmigen Wechselspannung oder Gleichspannung an einem Metalloxidableiter, der durch eine Betriebsspannung beliebiger Wellenform beansprucht wird, welche die gleiche Verlustleistung im Metalloxidwerkstoff verursacht wie die tatsächliche Betriebsspannung

3.17

Überschlag

Durchschlag längs einer Feststoffoberfläche

3.18

Stirn eines Stoßes

Teil des Stoßes bis zum Erreichen des Scheitelwerts

3.19

gasisolierter metallgekapselter Überspannungsableiter

GIS-Ableiter

gasisolierter metallgekapselter Metalloxidableiter ohne eingebaute Reihen- oder Parallelfunkenstrecken, der mit einem anderen Gas als Luft gefüllt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Gasdruck ist üblicherweise höher als 1 bar = 10^5 Pa.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Überspannungsableiter, der in gasisolierten Schaltanlagen verwendet wird.

3.20

Steuerring

ein üblicherweise ringförmiges Metallteil, montiert, um elektrostatisch die Spannungsaufteilung entlang des Ableiters zu beeinflussen

3.21

Hochstoßstromimpuls des Ableiters

Scheitelwert eines Blitzstoßstroms 4/10 μ s, mit dem die Stabilität des Ableiters bei direkten Blitzeinschlägen geprüft wird

3.22

Gehäuse

äußerer isolierender Teil eines Ableiters, der den nötigen Kriechweg gewährleistet und die inneren Teile vor Umgebungseinflüssen schützt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Gehäuse kann aus mehreren Teilen bestehen, die jeweils mechanische Festigkeit und Schutz vor Umgebungseinflüssen bieten.

3.23

Stoß

einseitig gerichtete Spannungs- oder Stromform, die ohne merklich überlagerte Schwingungen rasch auf einen Höchstwert ansteigt und dann – üblicherweise langsamer – auf null zurückgeht; dabei kann ein leichtes Überschwingen zur entgegen gerichteten Polarität auftreten

3.24

Isolierstützer

ein kurzer Isolator (oder eine Anordnung aus Isolatoren) auf den der Ableiter montiert wird, um den Anschluss einer Vorrichtung zur Stromüberwachung zwischen dem Sockel des Ableiters und Erde zu ermöglichen

3.25

innere Steuerung

Steuerelemente, insbesondere Steuerkondensatoren, parallel zu einem einzelnen oder einer Gruppe von spannungsabhängigen Widerständen, um die Spannungsverteilung entlang einem Stapel von Metalloxidwiderständen zu steuern

3.26

innerer Teil

MO-Varistoren mit Stützkonstruktion und einem inneren Steuersystem, wenn vorhanden

3.27

Blitzstoßstrom

Stoßstrom $8/20 \mu\text{s}$, für den das Equipment so ausgelegt sein muss, dass eine Stirnzeit zwischen $7 \mu\text{s}$ und $9 \mu\text{s}$ und eine Rückenhalbwertzeit zwischen $18 \mu\text{s}$ und $22 \mu\text{s}$ entsteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Rückenhalbwertzeit ist nicht entscheidend. Jede Abweichung ist bei der Typprüfung der Restspannung zugelassen (siehe 9.10).

3.28

Blitzstoß-Koordinierungsstrom

I_{lico}

ein Koordinierungsstrom mit der Wellenform eines Blitzstoßstroms

3.29

Rechteckstoßstrom

Stoßstrom, der rasch auf einen Höchstwert ansteigt, auf diesem Wert über eine vorgegebene Zeitdauer im Wesentlichen konstant bleibt und dann rasch auf null abfällt mit den definierten Parametern Polarität, Scheitelpunkt, virtuelle Scheiteldauer und virtueller Gesamtdauer

3.30

Mittelwert der Bruchlast

MBL

Mittelwert der durch Versuche ermittelten Bruchlast für Ableiter mit Porzellan- oder Gießharzgehäuse

3.31

mechanischer Teilaableiter

Teil eines Ableiters, innerhalb dessen die Widerstände mechanisch an einer Bewegung in axialer Richtung gehindert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Ableiter kann mehr als einen mechanischen Teilaableiter innerhalb eines elektrischen Teils besitzen (siehe IEC 60099-4/A1:2009, Bild 13).

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein mechanischer Teilaableiter kann aus mehr als einer elektrischen Einheit bestehen (siehe IEC 60099-4/A1:2009, Bild 13).

3.32

Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken

Ableiter mit in Reihe und/oder parallelgeschalteten spannungsabhängigen MO-Widerständen ohne innere Reihen- oder Parallelfunkenstrecken in einem Gehäuse integriert, welches elektrische und mechanische Anschlussmöglichkeiten aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Wann immer innerhalb dieser Norm der Ausdruck „Ableiter“ oder „Überspannungsableiter“ genutzt wird, ist von einem Metalloxidableiter ohne Funkenstrecke die Rede.

3.33

spannungsabhängiger Metalloxidwiderstand MO-Widerstand

Teil des Überspannungsableiters, der aufgrund seiner nichtlinearen Strom-Spannung-Kennlinie bei Überspannungen als niedriger Widerstand wirkt und dadurch die Spannung an den Ableiterklemmen begrenzt, und bei Betriebsspannung als hoher Widerstand wirkt

3.34

Nicht signifikante Dauerspannung NCOV

Dauerspannung, die in einem Ableiter eine so geringe Verlustleistung erzeugt, dass nach einem vorgegebenen Energieeintrag eine Prüfung zum Nachweis der thermischen Stabilität nicht erforderlich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es hängt sowohl von der angelegten Spannung als auch von der Ableiterkonstruktion ab, ob die Dauerspannung (U_{CHVDC}) als erheblich oder unerheblich betrachtet werden kann.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ableiter an der Nullpunkt-Sammelschiene, an der metallischen Rückleitung und an der Elektrodenleitung und Ableiter parallel zur Gleichspannungs-drossel sind Ableiterbeispiele mit nicht signifikanter Dauerspannung.

3.35

Scheitelwert eines Stoßes

Höchstwert der Spannung oder des Stroms bei einem Stoß

Anmerkung 1 zum Begriff: Überlagerte Schwingungen dürfen außer Acht gelassen werden.

3.36

Nachschwingscheitelwert entgegengesetzter Polarität eines Stoßes

höchste Amplitude entgegengerichteter Polarität, die eine Stoßspannung oder ein Stoßstrom vor ihrem Einschwingen auf den Wert null erreicht

3.37

Scheitelwert der Dauerspannung PCOV

höchster dauerhaft auftretender Scheitelwert der Spannung an Betriebsmitteln auf der Gleichspannungsseite der Stromrichterstation, einschließlich Kommutierungsüberschwingen, Kommutierungseinbrüchen und Welligkeit, berechnet mit einem Modell, dass Streukapazitäten und -induktivitäten der Umrichtertransformatoren, der Ventile, Sammelschienen usw. in Betracht zieht und dass für mindestens 50 kHz gültig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel für Ventilableiter siehe [Bild 10](#).

3.38

Ableiter mit Kunststoffgehäuse

Ableiter mit einem Gehäuse aus Kunststoff und Verbundwerkstoffen mit Endarmaturen

Anmerkung 1 zum Begriff: Konstruktionen mit einem eingeschlossenen Gasvolumen sind möglich. Die Dichtung kann durch den Kunststoffwerkstoff selbst oder durch ein separates Dichtungssystem erfolgen.

3.39

Ableiter mit Porzellangehäuse

Ableiter mit einem Gehäuse aus Porzellan mit Endarmaturen und Dichtungssystemen

3.40

Druckentlastungseinrichtung eines Ableiters

Einrichtung zur Entlastung des Ableiters von einem inneren Überdruck, der beim Fließen eines Fehlerstroms oder bei einem inneren Überschlag entsteht und das Bersten seines Gehäuses verhindert

3.41

unbeeinflusster Strom eines Prüfkreises

Strom, der in einem Prüfkreis an bestimmter Stelle fließen würde, wenn dieser dort durch einen Leiter mit vernachlässigbarer Impedanz kurzgeschlossen wäre

3.42

Schutzigenschaften eines Ableiters

bestehend aus:

- a) Restspannung für Steilstoßströme, aus- und einschließlich induktiver Spannungsanteile entsprechend 9.10.2;

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Steilstoßschutzpegel des Ableiters ist die höchste Restspannung beim Steilstoß-Koordinierungsstrom.

- b) Restspannung beim Blitzstoßstrom entsprechend 9.10.3;

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Blitzstoßschutzpegel des Ableiters ist die höchste Restspannung beim Blitzstoß-Koordinierungsstrom.

- c) Restspannung beim Schaltstoßstrom entsprechend 9.10.4

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Schaltstoßschutzpegel des Ableiters ist die höchste Restspannung beim Schaltstoß-Koordinierungsstrom.

3.43

Feststoffdurchschlag

Durchschlag durch einen Feststoff

3.44

Bemessungsfrequenz eines Ableiters

Netzfrequenz, für die der Ableiter ausgelegt ist

3.45

Ableiter-Bemessungsspannung

U_r

Effektivwert der Wechsel- oder Gleichspannung gleich der minimalen Referenzspannung (Wechsel- oder Gleichstrom) multipliziert mit einem durch den Hersteller festgelegten Faktor

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsspannung ist Bezugsgröße für die Festlegung von Betriebseigenschaften.

3.46

Referenzstrom (Wechselstrom) eines Ableiters

I_{refAC}

Scheitelwert (bei unsymmetrischen Strömen der höhere Scheitelwert beider Polaritäten) der resistiven Komponente eines betriebsfrequenten Stroms, bei dem die Referenzspannung des Ableiters bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Referenzstrom muss groß genug sein, um den Einfluss von Streukapazitäten auf die an Ableiterbaugliedern (einschließlich ihres Steuersystems) gemessenen Referenzspannungen vernachlässigen zu können. Er ist vom Hersteller anzugeben. Der Referenzstrom von Ableitern mit nur einer einzelnen Widerstandssäule liegt üblicherweise zwischen etwa 0,05 mA und 1,0 mA je cm² Scheibenquerschnitt.

3.47

Referenzstrom (Gleichstrom) eines Ableiters

I_{refDC}

Scheitelwert (bei unsymmetrischen Strömen der höhere Scheitelwert beider Polaritäten) des resistiven Stroms, bei dem die Referenzspannung (Gleichstrom) des Ableiters bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Referenzstrom von Ableitern mit nur einer einzelnen Widerstandssäule liegt üblicherweise zwischen etwa 0,01 mA und 0,5 mA je cm² Scheibenquerschnitt.

3.48

Referenzspannung (Wechselstrom) eines Ableiters

U_{refAC}

Scheitelwert der betriebsfrequenten Spannung, geteilt durch $\sqrt{2}$, die an den Ableiter angelegt werden muss, um den Referenzstrom zu bekommen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Referenzspannung eines mehrteiligen Ableiters ist die Summe der Referenzspannungen der einzelnen Bauglieder.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Messung der Referenzspannung dient der Auswahl des richtigen Prüflings bei der Prüfung zum Nachweis der thermischen Nenn-Energieaufnahmefähigkeit (siehe 9.14).

3.49

Referenzspannung (Gleichstrom) eines Ableiters

U_{refDC}

Gleichspannung, die an den Ableiter angelegt werden muss, um den Referenzstrom zu bekommen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Referenzspannung eines mehrteiligen Ableiters ist die Summe der Referenzspannungen der einzelnen Bauglieder.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Messung der Referenzspannung dient der Auswahl des richtigen Prüflings bei der Prüfung zum Nachweis der thermischen Nenn-Energieaufnahmefähigkeit (siehe 9.14).

3.50

wiederholtes Ladungsableitvermögen

Q_{rs}

spezifiziertes maximales Ladungsableitvermögen eines Ableiters in Form eines einzelnen Ereignisses (oder mehreren Überspannungen), welches durch einen Ableiter weitergeleitet werden muss, ohne mechanische oder nicht akzeptable elektrische Alterung zu verursachen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Ladung wird als absoluter Wert des Stromes, integriert über die Zeit, berechnet. Für die Anwendung in dieser Norm ist es die Ladung, die in einem einzigen Vorgang oder einer Gruppe von Überspannungen, die nicht länger als 2 s andauern, angesammelt wird und der ein anschließender Vorgang folgen darf, dessen Zeitabstand nicht kürzer als 60 s ist.

3.51

Restspannung eines Ableiters

U_{res}

Scheitelwert der Spannung an den Klemmen eines Ableiters beim Fließen eines Stoßstroms

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Ländern wird der Begriff „Ableitspannung“ verwendet.

3.52

Stückprüfungen

Prüfungen, die an jedem Ableiter oder an Teilen von ihm durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass das Produkt der typgeprüften Auslegung genügt

3.53

Dichtigkeit (Gas- und Wasserdichtheit)

Fähigkeit eines Ableiters, das Eindringen von Stoffen zu verhindern, die sein elektrisches und/oder mechanisches Verhalten beeinflussen

3.54

Teilableiter (gleichwertiges Modell)

vollständiger, geeignet zusammengestellter Teil eines Ableiters, der für eine bestimmte Prüfung das Verhalten des ganzen Ableiters nachbildet

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Teilableiter muss nicht ein Ableiterbauglied sein. Für manche Prüfungen bildet ein einzelner MO-Widerstand allein einen Bereich.

3.55

Schirm

isolierendes, vom Gehäuse abstehendes Teil zur Verlängerung des Kriechweges

3.56

festgelegte Langzeitlast

SLL

eine Kraft rechtwinklig zur Längsachse eines Ableiters, die im Betrieb dauernd anliegen darf, ohne jegliche mechanische Beschädigung des Ableiters hervorzurufen

3.57

festgelegte Kurzzeitlast

SSL

größte Kraft rechtwinklig zur Längsachse eines Ableiters, die im Betrieb kurzzeitig und bei relativ seltenen Ereignissen anliegen darf (z. B. Kurzschlussstromkräfte, sehr hohe Windlasten), ohne jegliche mechanische Beschädigung des Ableiters hervorzurufen

Anmerkung 1 zum Begriff: SSL bezieht sich nicht auf Anforderungen an die mechanische Festigkeit für Erdbebenbeanspruchungen (siehe C.2).

3.58

Steilstoßstrom

Stoßstrom mit einer virtuellen Stirnzeit von $1\text{ }\mu\text{s}$ und mit Grenzwerten in der Einstellung der Geräte derart, dass die gemessenen Werte von $0,9\text{ }\mu\text{s}$ bis $1,1\text{ }\mu\text{s}$ liegen und die Rückenhalbwertzeit nicht mehr als $20\text{ }\mu\text{s}$ beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Rückenhalbwertzeit ist nicht entscheidend. Jeder niedrigere Wert ist bei der Typprüfung der Restspannung zugelassen (siehe 9.10).

3.59

Steilstoß-Koordinierungsstrom

I_{stico}

ein Koordinierungsstrom mit der Wellenform eines Steilstoßstroms

3.60

Schaltstoßstrom

Scheitelwert des Stoßstroms mit einer Stirnzeit zwischen $30\text{ }\mu\text{s}$ und $100\text{ }\mu\text{s}$ und einer Rückenhalbwertzeit von etwa zweifacher Stirnzeit

3.61

Schaltstoß-Koordinierungsstrom

I_{swico}

ein Koordinierungsstrom mit der Wellenform eines Schaltstoßstroms

3.62

Rücken eines Stoßes

Teil des Stoßes nach Auftreten des Scheitelwerts

3.63

Anschlusskraft

eine Kraft rechtwinklig zur Ableiterlängsachse, gemessen an der Ableitermittellinie

3.64

thermische Nenn-Energieaufnahmefähigkeit

W_{th}

spezifizierte maximale Energie in kJ/kV von U_r , die in einen Ableiter oder einen Teilableiter während einer thermischen Energieprüfung in einer Zeitspanne von 3 min eingebracht werden kann, ohne ein thermisches Weglaufen zu verursachen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Nennwert wird in der thermischen Energieprüfung nachgewiesen.

3.65

thermisches Weglaufen eines Ableiters

Vorgang, bei dem die Dauerverluste im Ableiter die mögliche Wärmeabgabe des Gehäuses und der Anschlüsse überschreiten und damit eine Temperaturerhöhung der MO-Widerstandselemente hervorrufen, die schließlich zum Versagen des Ableiters führt

3.66

thermische Stabilität des Ableiters

ein Ableiter ist thermisch stabil, wenn nach einer durch einen Ableitvorgang verursachten Temperaturerhöhung die Temperatur der MO-Widerstandselemente beim Anlegen der vorgegebenen Dauerspannung und bei vorgegebenen Umgebungsbedingungen im Laufe der Zeit wieder absinkt

3.67

Torsionsbeanspruchung

jede horizontale Kraft am Kopf eines senkrecht aufgestellten Ableiters, die nicht an dessen Längsachse angreift

3.68

Typprüfungen

Prüfungen, die zum Abschluss der Entwicklung einer neuen Ableiterkonstruktion durchgeführt werden, um die typische Leistungsfähigkeit und die Übereinstimmung mit der entsprechenden Norm nachzuweisen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Prüfungen brauchen nur dann wiederholt zu werden, wenn Änderungen der Konstruktion auch Änderungen der nachgewiesenen Eigenschaften zur Folge haben. In solchen Fällen müssen jedoch nur die betroffenen Prüfungen wiederholt werden.

3.69

unipolarer Sinushalbwellenimpuls

ein unipolarer Stromimpuls, der nährungsweise aus einer Sinushalbwelle besteht

3.70

Bauglied eines Ableiters

Ableiterbauglied

ein in ein Gehäuse eingebauter Teil eines Ableiters, der parallel und/oder in Reihe mit anderen Baugliedern zu einem Ableiter mit höherer Bemessungsspannung und/oder Bemessungsstrom zusammengesetzt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Ableiterbauglied ist nicht notwendigerweise ein Teilaableiter.

3.71

Scheiteldauer eines Rechteckstoßes

Zeitspanne, während der die Amplitude des Stoßes größer als 90 % des Scheitelwerts ist

3.72

Stirnzeit eines Stoßstroms

T_1

Zeit in Mikrosekunden, festgelegt als das 1,25-Fache der Zeitspanne zwischen den Augenblicken, in denen der Stoßstrom von 10 % auf 90 % seines Scheitelwerts ansteigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn in der Stirn Schwingungen vorhanden sind, sollen die 10-%- und die 90-%-Werte auf einer durch diese Schwingungen gezeichneten Mittelwertkurve angenommen werden.

3.73

Stoßbeginn

Schnittpunkt der durch zwei Bezugspunkte in der Stirn des Stoßes gelegten Geraden mit der Zeitachse in einem Spannungs- bzw. Strom-Zeit-Diagramm

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Stoßströmen sind die Bezugspunkte die Augenblickwerte des Stoßes bei 10 % und bei 90 % des Scheitelwerts.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Festlegung ist nur bei linearem Maßstab der Ordinaten und Abszissen gültig.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wenn in der Stirn Schwingungen vorhanden sind, sollen die 10-%- und die 90-%-Werte auf einer durch diese Schwingungen gezeichneten Mittelwertkurve angenommen werden.

3.74

Stirnsteilheit eines Stoßes

Quotient aus Scheitelwert und Stirnzeit eines Stoßes

3.75

Rückenhalbwertzeit eines Stoßes

T_2

Zeitspanne zwischen Stoßbeginn und dem Zeitpunkt, in dem die Spannung oder der Strom auf den halben Scheitelwert abgefallen ist, angegeben in Mikrosekunden

3.76

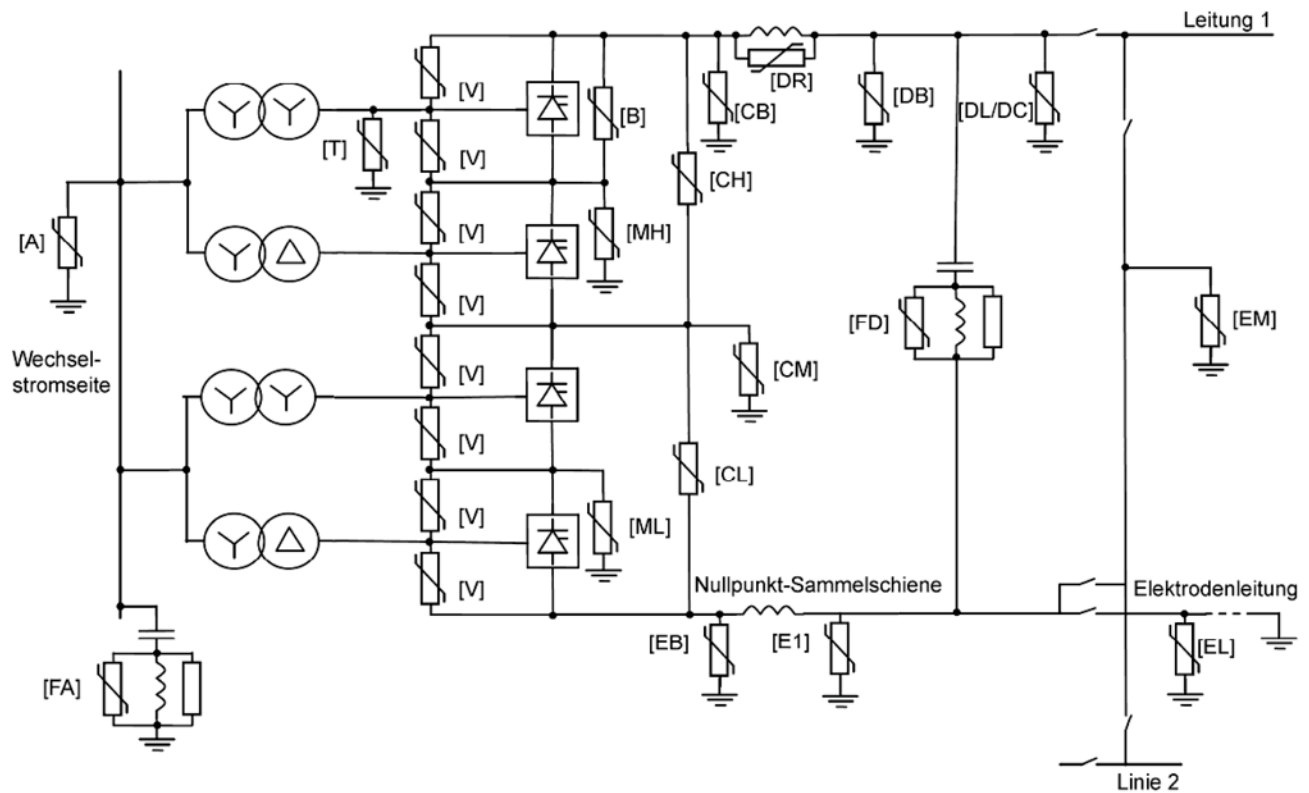
Gesamtdauer eines Rechteckstoßes

Zeitspanne, während der die Amplitude des Stoßes größer als 10 % des Scheitelwerts ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn kleine Schwingungen in der Stirn vorhanden sind, ist eine Mittelwertkurve zu zeichnen, um die Zeit zu bestimmen, bei der der 10-%-Wert erreicht wird.

4 Typischer Aufbau von HGÜ-Stromrichterstationen, Ableitertypen, Positionen und Betriebsspannungen

In den [Bildern 1 bis 3](#) sind die Netzschemata typischer HGÜ-Stromrichterstationen dargestellt, die mit ein oder zwei in Reihe geschalteten 12-Puls-Stromrichterbrücken ausgerüstet sind. Der wesentliche Unterschied zwischen den Schemata besteht im Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Kommutierungskondensatoren oder gesteuerter Reihen-kondensatoren auf der Wechselspannungsseite der HGÜ-Stromrichterstation. Mögliche Ableiterpositionen sind in den Bildern dargestellt. Einige dieser Ableiter können redundant sein und könnten in Abhängigkeit von der spezifischen Auslegung entfallen. In den [Bildern 4 und 5](#) sind typische Wellenformen der Betriebsspannungen dargestellt. Zur Berechnung der Spannungskurven in [Bild 4](#) wurde ein Niederfrequenzmodell verwendet, was im Ergebnis die „klassischen“ Wellenformen zeigt. Für die Kurven in [Bild 5](#) wurde ein genaueres Hochfrequenzmodell verwendet. Im Allgemeinen führt die Verwendung genauerer Modelle zu höheren Spannungsspitzen, die bei der Auslegung und Prüfung von Ableitern in Betracht gezogen werden sollten. Die Niederfrequenzkurven dienen dem Zweck eines besseren Verständnisses. Im Allgemeinen ist das Niederfrequenzmodellieren hier gültig für ungefähr 5 kHz und das Hochfrequenzmodellieren für 50 kHz bis 1 MHz. Für Ventilableiter wird die Betriebsspannung normalerweise mit angeschlossenem Ableiter berechnet, da das Kommutierungsüberschwingen durch Ableiter beeinflusst werden kann. Wenn die Spannung stattdessen ohne Ableiter berechnet wird, führt dies im Allgemeinen zu konservativen Ergebnissen, z. B. höheren Spannungsspitzen. Wenn der Ableiter jedoch eine Begrenzung des Kommutierungsüberschwingens im Betrieb ermöglicht, muss die Verlustleistung im Ableiter unter Berücksichtigung dieser Begrenzung bestimmt werden.

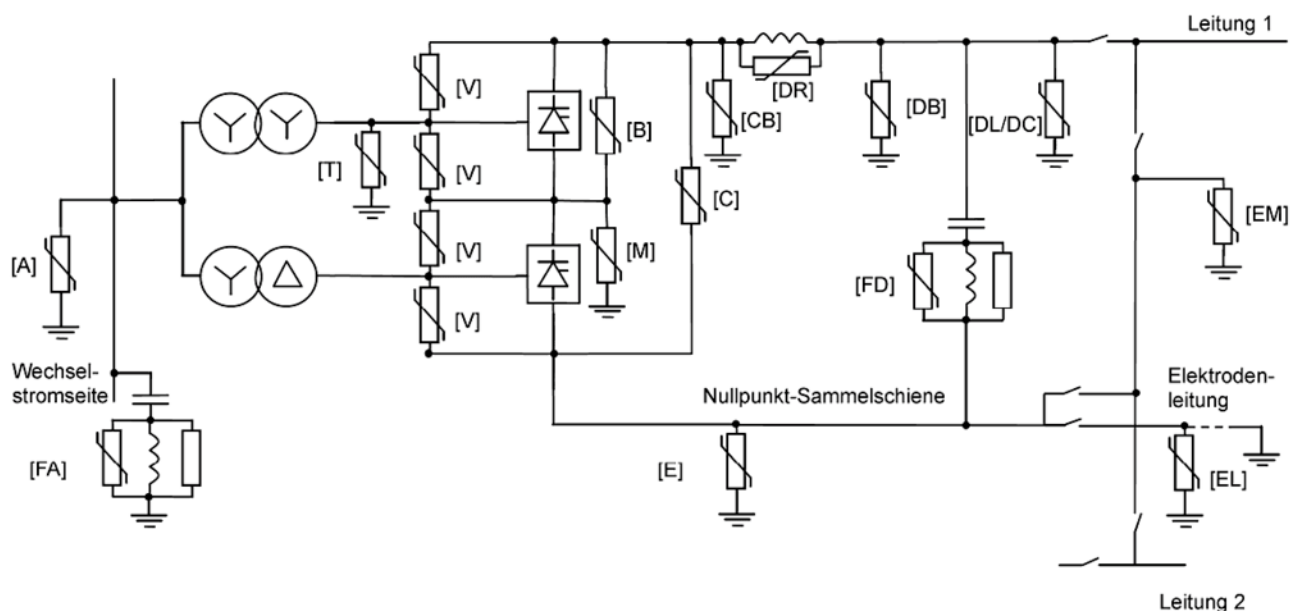


Legende

A	Wechselstrom-Ableiter	DL/DC	Gleichstrom-Leitungs-Kabelableiter	FD	Gleichstromfilter-Ableiter
B	Brückenableiter	DR	Gleichstromdrossel-Ableiter	MH	Mittelpunkt-Brückenableiter (Hochspannungsbrücke)
CB	Gruppenableiter	EB	Nullpunkt-Sammelschienenableiter (Ventilseite der Glättungsdrossel)	ML	Mittelpunkt-Brückenableiter (Niederspannungsbrücke)
CH	Ableiter HV-Stromrichtereinheit (Hochspannungsbrücke)	EL	Elektrodenleitungsableiter	T	Ableiter der Ventilwicklung des Transformators
CL	Ableiter LV-Stromrichtereinheit (Niederspannungsbrücke)	EM	Ableiter der metallische Rückleitung	V	Ventilableiter
CM	Ableiter zwischen Stromrichtern	E1	Nullpunkt-Sammelschienenableiter (Leitungsseite der Glättungsdrossel)		
DB	Gleichstrom-Sammelschienenableiter	FA	Wechselstromfilter-Ableiter		

ANMERKUNG Die Gleich- und die Wechselstromfilter können aufwendiger aufgebaut sein als im Bild dargestellt. Nicht alle Ableiter werden in jedem Projekt verwendet. Das Bild zeigt nicht die genaue Position des Ableiters, z. B. sind die Wechselstromableiter in der Nähe der Transformatoren aufgestellt.

Bild 1 – Netzschema einer typischen Stromrichterstation mit zwei 12-Puls-Stromrichterbrücken je Pol

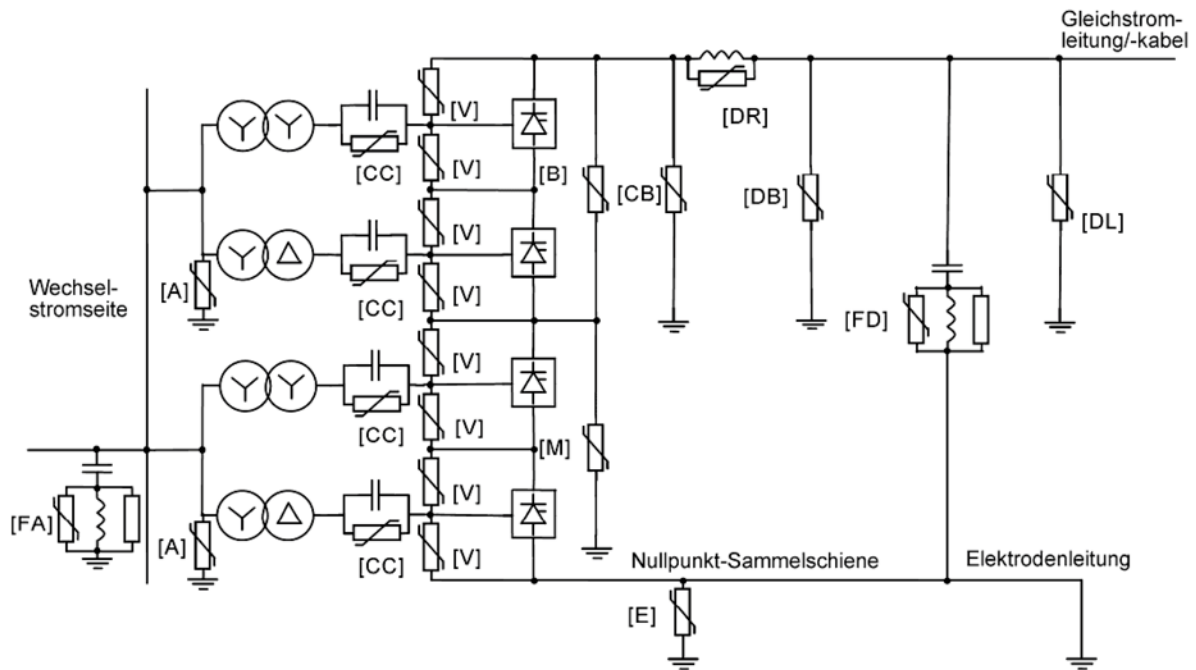


Legende

A	Wechselstrom-Ableiter	DL/DC	Gleichstrom-Leitungs-Kabelableiter	FA	Wechselstromfilter-Ableiter
B	Brückenableiter (6-Puls)	DR	Gleichstromdrossel-Ableiter	FD	Gleichstromfilter-Ableiter
C	Stromrichtergruppenableiter	E	Nullpunkt-Sammelschienenableiter	M	Mittelpunktableiter
CB	Gruppenableiter	EL	Elektrodenleitungsableiter	T	Ableiter der Ventilwicklung des Transformators
DB	Gleichstrom-Sammelschienenableiter	EM	Ableiter der metallische Rückleitung	V	Ventilableiter

ANMERKUNG Die Gleich- und die Wechselstromfilter können aufwendiger aufgebaut sein als im Bild dargestellt. Nicht alle Ableiter werden in jedem Projekt verwendet.

Bild 2 – Netzschema einer typischen Stromrichterstation mit einer 12-Puls-Stromrichterbrücke je Pol



Legende

A	Wechselstrom-Ableiter	DB	Gleichstrom-Sammelschienenableiter	FA	Wechselstromfilter-Ableiter
B	Brückenableiter (6-Puls)	DL/DC	Gleichstrom-Leitungs-Kabelableiter	FD	Gleichstromfilter-Ableiter
CB	Gruppenableiter	DR	Gleichstromdrossel-Ableiter	M	Mittelpunktableiter
CC	Kondensatorableiter	E	Nullpunkt-Sammelschienenableiter	V	Ventilableiter

ANMERKUNG Die Gleich- und die Wechselstromfilter können aufwendiger aufgebaut sein als im Bild dargestellt. Nicht alle Ableiter werden in jedem Projekt verwendet.

Bild 3 – Netzschema eines typischen Kondensator-kommutierten Stromrichterpol mit zwei in Reihe geschalteten 12-Puls-Stromrichtern

Andere Schaltungsanordnungen sind im [Anhang D, Bilder D.1 und D.2](#), gezeigt.

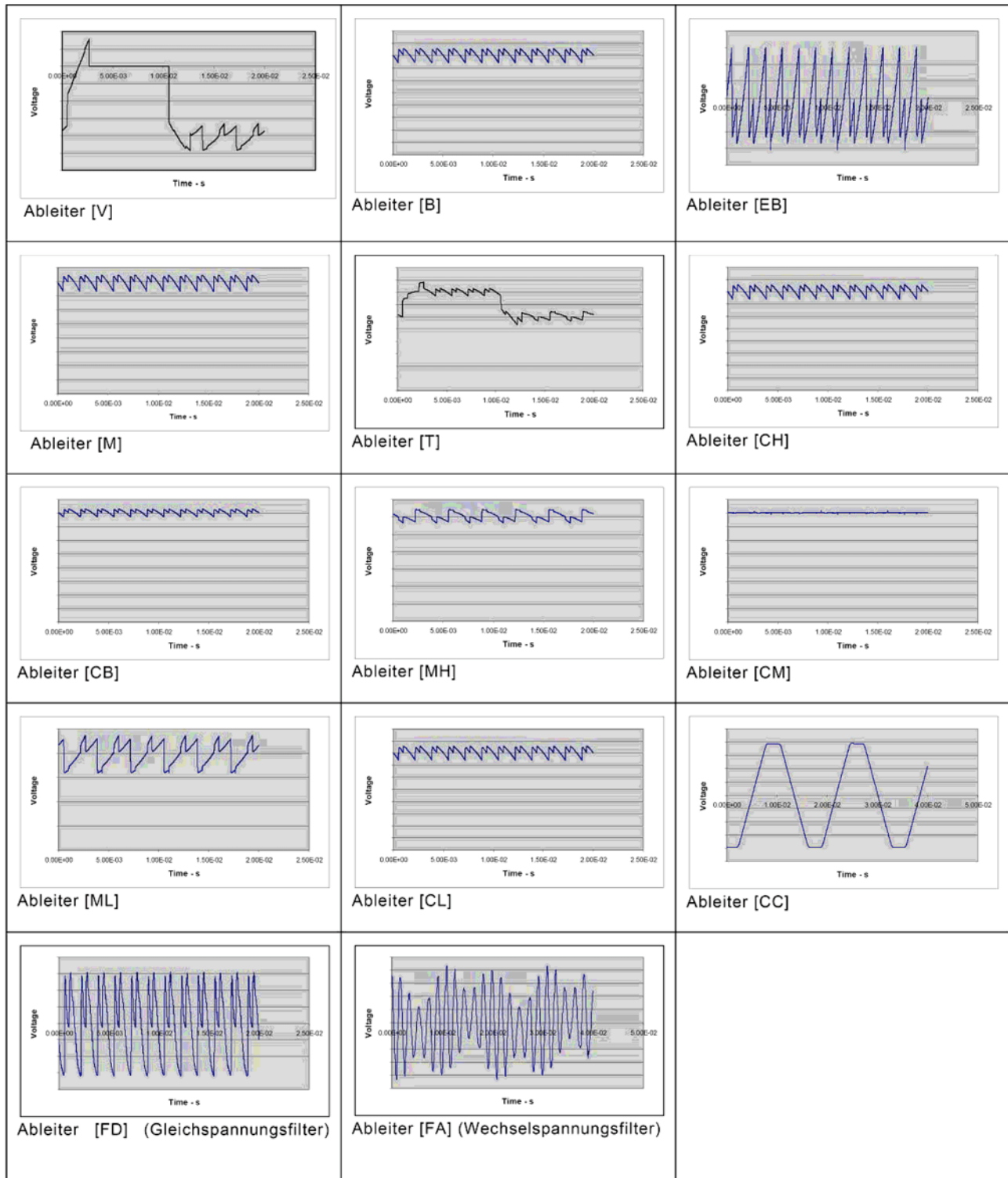


**Bild 4 – Typische Dauerspannungen für verschiedene Ableiter – Niederfrequenzmodellierung
(Positionen entsprechend den Bildern 1 bis 3, Grundschiwingung 50 Hz)**