

	DIN EN 50526-1 (VDE 0115-526-1)	
	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.	
ICS 29.120.50; 29.280	Entwurf Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Überspannungsableiter und Niederspannungsbegrenzer – Teil 1: Überspannungsableiter; Deutsche Fassung prEN 50526-1:2009 Railway applications – Fixed installations – D.C. surge arresters and voltage limiting devices – Part 1: Surge arresters; German version prEN 50526-1:2009 Applications ferroviaires – Installations fixes – Parafoudres et limiteurs de tension pour systèmes à courant continu – Partie 1: Parafoudres; Version allemande prEN 50526-1:2009 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-06-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 63 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE	

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50526-1:2009 „Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Überspannungsableiter und Niederspannungsbegrenzer – Teil 1: Überspannungsableiter“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Das europäische Dokument prEN 50526-1:2009 „Railway applications – Fixed installations – D.C. surge arresters and voltage limiting devices – Part 1: Surge arresters“ wurde vom SC 9XC „Elektrische Versorgungs- und Erdungssysteme für öffentliche Transporteinrichtungen und Hilfsausrüstungen (ortsfeste Installation)“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ prEN nur 2 Monate beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ prEN keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium AK 351.2.7 „Schaltgeräte“ im UK 351.2 „Ortsfeste Anlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 50123-5 (VDE 0115-300-5):2003-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) EN 50123-5 wird aufgeteilt in zwei eigenständige Normen, die keinen Bezug mehr zu EN 50123-1 haben;
- b) dieser Teil der EN 50526 behandelt Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Gleichstrom-Bahnsysteme (Ortsfeste Anlagen) und stützt sich auf die Norm EN 60099-4.

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 Abschnichtsnummer, 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
EN 50122-1:1997	—	DIN EN 50122-1 (VDE 0115-3):1997-12	VDE 0115-3
prEN 50122-1:2008	—	E DIN EN 50122-1 (VDE 0115-3):2008-07	VDE 0115-3
EN 50124-1:2001 + A1:2003 + A2:2005	—	DIN EN 50124-1 (VDE 0115-107-1):2006-04	VDE 0115-107-1
EN 50163:2004 + A1:2007	—	DIN EN 50163 (VDE 0115-102):2005-07 DIN EN 50163/A1 (VDE 0115-102/A1):2008-02	VDE 0115-102 VDE 0115-102/A1
EN 50526-2 ^{a)}			
EN 60068-2-17:1994	IEC 60068-2-17:1994	DIN EN 60068-2-17:1995-05	—
EN 60099-4:2004 + A1:2006	IEC 60099-4:2004 mod. + A1:2006	DIN EN 60099-4 (VDE 0675-4):2007-04	VDE 0675-4
EN 60270:2001	IEC 60270:2000	DIN EN 60270 (VDE 0434):2001-08	VDE 0434
EN 61643-11:2002 + A11:2007	IEC 61643-1:1998 mod. + Corr. Dez.1998 mod.	DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08	VDE 0675-6-11
HD 558.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989 + Corr. 1990	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06	VDE 0432-1
—	IEC 61109:1992 ^{b)} zurückgezogen, ersetzt durch:	—	—
EN 61109:2008	IEC 61109:2008	—	—
EN ISO 3274:1997	ISO 3274:1996	DIN EN ISO 3274:1998-04	—
EN ISO 4287:1998	ISO 4287:1987	DIN EN ISO 4287:1998-10	—
EN ISO 4892-1:2000	ISO 4892-1:1999	DIN EN ISO 4892-1:2001-09	—
EN ISO 4892-2:2006	ISO 4892-2:2006	DIN EN ISO 4892-2:2006-06	—
EN ISO 4892-3:2006	ISO 4892-3:2006	DIN EN ISO 4892-3:2006-05	—
^{a)} Im Entwurfsstadium. ^{b)} Wurde durch IEC 61109:2008 ersetzt, die als EN 61109:2008, <i>Isolatoren für Freileitungen – Verbund-Hänge- und –Abspannisolatoren für Wechselstromsysteme mit einer Nennspannung über 1 000 V – Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien</i> , harmonisiert wurde.			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50122-1 (VDE 0115-3):1997-12, *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Teil 1: Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Sicherheit und Erdung; Deutsche Fassung EN 50122-1:1997*

E DIN EN 50122-1 (VDE 0115-3):2008-07, *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückstromführung – Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag; Deutsche Fassung prEN 50122-1:2008*

DIN EN 50124-1 (VDE 0115-107-1):2006-04, *Bahnanwendungen – Isolationskoordination – Teil 1: Grundlegende Anforderungen – Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel; Deutsche Fassung EN 50124-1:2001 + A1:2003 + A2:2005*

DIN EN 50163 (VDE 0115-102):2005-07, *Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen; Deutsche Fassung EN 50163:2004*

DIN EN 50163/A1 (VDE 0115-102/A1):2008-02, *Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen; Deutsche Fassung EN 50163:2004/A1:2007*

DIN EN 60068-2-17:1995-05, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Q: Dichtheit (IEC 60068-2-17:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-17:1994*

DIN EN 60099-4 (VDE 0675-4):2007-04, *Überspannungsableiter – Teil 4: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze (IEC 60099-4:2004, modifiziert + A1:2006); Deutsche Fassung EN 60099-4:2004 + A1:2006*

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

DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08, *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen (IEC 61643-1:1998 + Corrigendum 1998, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61643-11:2002 + A11:2007*

DIN EN ISO 3274:1998-04, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten (ISO 3274:1996); Deutsche Fassung EN ISO 3274:1997*

DIN EN ISO 4287:1998-10, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997); Deutsche Fassung EN ISO 4287:1998*

DIN EN ISO 4892-1:2001-09, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 1: Allgemeine Anleitung (ISO 4892-1:1999); Deutsche Fassung EN ISO 4892-1:2000*

DIN EN ISO 4892-2:2006-06, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 4892-2:2006*

DIN EN ISO 4892-3:2006-05, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 3: UV-Leuchtstofflampen (ISO 4892-3:2006); Deutsche Fassung EN ISO 4892-3:2006*

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

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen –
Ortsfeste Anlagen –
Überspannungsableiter und Niederspannungsbegrenzer –
Teil 1: Überspannungsableiter**

Railway applications –
Fixed installations –
D.C. surge arresters and voltage limiting
devices – Part 1: Surge arresters

Applications ferroviaires –
Installations fixes –
Parafoudres et limiteurs de tension pour systèmes
à courant continu – Partie 1: Parafoudres

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.

CENELEC Termin: 2009-07-24

Er wurde von CLC/SC 9XC erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder 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.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. 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.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2009 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Projekt: 20529

Ref. Nr. prEN 50526-1:2009 D

AVA **Documents**
Document Sharing Hub

Vorwort

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von dem SC/9XC „Elektrische Versorgungs- und Erdungssysteme für öffentliche Transporteinrichtungen und Hilfsausrüstungen (Ortsfeste Anlagen)“ des Technischen Komitees CENELEC TC 9X „Elektrische und elektronische Anwendungen für Bahnen“ erstellt. Der Entwurf ist der CENELEC-Umfrage unterworfen.

Diese Norm wird EN 50123-5:2003 ersetzen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	7
3.1 Spannungen.....	7
3.2 Begriffe für Ableiter	8
3.3 Allgemeine Begriffe.....	12
4 Metalloxid – Überspannungsableiter ohne Funkenstrecke.....	14
4.1 Kennzeichnung	14
4.2 Betriebsbedingungen	14
4.3 Anforderungen	15
5 Ableiter-Klassifizierung	16
6 Typprüfungen	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Spannungsprüfung am Ableiter-Gehäuse	17
6.3 Restspannungs-Prüfungen	18
6.4 Prüfung des Ableitvermögens.....	20
6.5 Arbeitsprüfungen.....	21
6.6 Kurzschlussprüfungen	26
6.7 Prüfung der inneren Teilentladungen	29
6.8 Prüfung des Biegemomentes	29
6.9 Leckraten-Prüfung	35
6.10 Umweltprüfungen.....	37
7 Stückprüfungen und Abnahmeprüfungen	39
7.1 Stückprüfungen.....	39
7.2 Abnahmeprüfungen	39
Anhang A (informativ) Flussdiagramm zum Prüfverfahren für das Biegemoment	41
Anhang B (informativ) Anwendungsleitfaden.....	42
B.1 Allgemeines	42
B.2 Betriebsbedingungen	44
B.3 Nennableitstrom (In)	44
B.4 Betriebs-Dauergleichspannung (Uc).....	45
B.5 Schutzpegel (Up) und Ladungsableitvermögen	47
B.6 Vorgehen zur Auswahl eines Überspannungs-Ableiters	56
Anhang C (normativ) Prüfung mit direktem Blitzstehstoßstromstößen.....	57
Literaturhinweise	59

— Entwurf —

E DIN EN 50526-1 (VDE 0115-526-1):2009-06
prEN 50526-1:2009

	Seite
Bild 1 – Verlustleistung des Widerstands bei erhöhten Temperaturen über der Zeit.....	22
Bild 2 – Prüfaufbau für die Kurzschluss-Prüfung (alle Anschlussleitungen und Ausblasöffnungen in einer Ebene).....	27
Bild 3 – Beispiel für einen Prüfstromkreis für Zurückschaltung auf Vorbelastung unmittelbar vor dem Aufschalten des Kurzschlussstromes	29
Bild 4 – Thermomechanische Prüfung	32
Bild 5 – Beispiel für die Prüfanordnung zur thermo-mechanischen Prüfung mit der Richtung der Biegebeanspruchung	33
Bild 6 – Wasserlagerungs-Prüfung.....	34
Bild 7 – Definition der mechanischen Lasten (Grundlast = SSL)	35
Bild 8 – Bauglied eines Ableiters	36
Bild A.1 – Flussdiagramm zum Prüfverfahren für das Biegemoment	41
Bild B.1 – Schema für den Einsatz von Überspannungsableitern (bevorzugt)	43
Bild B.2 – Schema für den alternativen Einsatz von Überspannungsableitern.....	43
Bild B.3 – Geschützter Bereich	46
Bild B.4 – Speisung einer 3 kV-Leitung mit Fehler – Ersatzstromkreis.....	49
Bild B.5 – Kurzschluss-Strom I als Funktion der Zeit – Öffnungsbeginn des Leistungsschalters bei $t = 52 \text{ ms}$, $I = 2\,500 \text{ A}$	49
Bild B.6 – Spannung der 3 kV Sammelschiene gegen Erde im Unterwerk in Abhängigkeit von der Zeit (Überspannungsableiter A1 im Unterwerk ist gemäß Vorschlag in Bild B.1 angeschlossen)	50
Bild B.7 – Spannung der 3 kV Sammelschiene gegen den Rückleiter im Unterwerk in Abhängigkeit von der Zeit (Überspannungsableiter A1 im Unterwerk ist gemäß Vorschlag in Bild B.2 angeschlossen)	50
Bild B.8 – Spannung zwischen Schiene und Erde am Ort des Kurzschlusses in Abhängigkeit von der Zeit (Überspannungsableiter A2 in der Leitung)	51
Bild B.9 – Spannung des Rückleiters gegen Erde im Unterwerk in Abhängigkeit von der Zeit (Überspannungsableiter A2 im Unterwerk).....	51
Bild B.10 – Spannungsfall über die 15 km Gleis in Abhängigkeit von der Zeit	51
Bild B.11 – Spannungsfall über die 15 km Oberleitung (OCL) in Abhängigkeit von der Zeit.....	52
Bild B.12– Spannung über den Kontakten des Leistungsschalters in Abhängigkeit von der Zeit	52
Bild B.13 – Überspannungsableiter A1 für 750 V Gleichspannung (Beispiel für Anwendung des Verfahrens A)	54
Bild B.14 – Überspannungsableiter A1 für 1,5 kV Gleichspannung (Beispiel für Anwendung des Verfahrens A)	54
Bild B.15 – Überspannungsableiter A1 für 3 kV Gleichspannung (Beispiel für Anwendung des Verfahrens A)	55
Bild B.16 – Beispiel für das Vorgehen zur Bestimmung der Kennwerte des Ableiters A2.....	56
Tabelle 1 – Ableiter Klassifizierung	16
Tabelle 2 – Typprüfungen.....	17
Tabelle 3 – Scheitelströme für Restspannungsprüfung mit Schaltstoßstrom	19
Tabelle 4 – Werte für die Ableitprüfung.....	20

	Seite
Tabelle 5 – Bestimmung der erhöhten Betriebs-Dauerspannung.....	23
Tabelle 6 – Prüffolge der Arbeitsprüfung	23
Tabelle 7 – Geforderte Hochstrom-Stöße	24
Tabelle 8 – Geforderte Ströme für Kurzschluss-Prüfungen.....	27
Tabelle B.1 – Niedrigste Werte von U_c	47
Tabelle B.2 – Höchste zulässige Berührungsspannungen $U_{te\ max}$ in Gleichspannungs- Bahnanlagen als Funktion über der Zeit.....	47
Tabelle B.3 – Beispiel für Ladungen, in Verbindung mit dem Stromfluss einer vorgegebenen Wellenform und dem Scheitelwert, durch den Ableiter.....	48
Tabelle C.1 – Kennwerte für die Direkt-Blitzstöße	57

Einleitung

Diese Europäische Norm besteht aus zwei Teilen.

Teil 1 behandelt Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Gleichstrom-Bahnsysteme (Ortsfeste Anlagen) und stützt sich auf die Norm EN 60099-4 ab.

Teil 2 behandelt Spannungsbegrenzungseinrichtungen zum Einsatz in Gleichstrom-Bahnsystemen (Ortsfeste Anlagen).

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Überspannungsableiter mit nichtlinearen Metalloxid-Widerständen ohne Funkenstrecken bestimmt zur Begrenzung von Spannungswellen in Gleichstromanlagen mit Nennspannungen bis 3 kV.

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).

EN 50122-1:200X¹⁾, *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückstromführung – Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag*

EN 50124-1:2001, *Bahnanwendungen – Isolationskoordination – Teil 1: Grundlegende Anforderungen – Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel*

EN 50163:2004, *Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen*

EN 50526-2¹⁾, *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Überspannungsableiter und Niederspannungsbegrenzer – Teil 2: Niederspannungsbegrenzer*

EN 60099-4:2004 + A1:2006, *Überspannungsableiter – Teil 4: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze (IEC 60099-4:2004 + A1:2006)*

EN 60270:2001, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teilentladungsmessungen (IEC 60270:2000)*

HD 588.1 S1:1991, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:1989 + Corrigendum März 1990)*

IEC 61109:1992²⁾, *Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria*

EN ISO 4287:1998, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997)*

EN ISO 4892-1:2000, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 1: Allgemeine Anleitung (ISO 4892-1:1999)*

EN ISO 4892-2:2006, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2:2006)*

EN ISO 4892-3:2006, *Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 3: UV-Leuchtstofflampen (ISO 4892-3:2006)*

¹⁾ Im Entwurfsstadium.

²⁾ Wurde durch IEC 61109:2008 ersetzt, die als EN 61109:2008, *Isolatoren für Freileitungen – Verbund-Hänge- und -Abspannisolatoren für Wechselstromsysteme mit einer Nennspannung über 1 000 V – Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien* harmonisiert wurde.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Spannungen

3.1.1

Nennspannung

U_n

Spannung für die eine elektrische Anlage oder ein elektrisches Anlagenteil ausgelegt und gekennzeichnet ist

3.1.2

höchste Dauerspannung

U_{max1}

höchster Wert der Spannung der mit unbestimmter Dauer auftreten kann

3.1.3

höchste nichtpermanente Spannung

U_{max2}

Höchstwert der Spannung, die für eine begrenzte Dauer ansteht

3.1.4

höchste Langzeitüberspannung

U_{max3}

Spannung gekennzeichnet als der höchste Wert einer Langzeitüberspannung für $t = 20$ ms. Dieser Wert ist unabhängig von der Frequenz

3.1.5

Bemessungs-Isolationsspannung

U_{Nm}

Höchstwert der Gleichspannung für den das Betriebsmittel hinsichtlich seiner Isolation ausgelegt ist

ANMERKUNG Normwerte für Bemessungs-Isolationsspannungen sind in EN 50124-1 aufgeführt.

3.1.6

Bemessungs-Stehstoßspannung

U_{Ni}

Scheitelwert einer Stoßspannung mit vorgeschriebener Form und Polarität, den das Betriebsmittel, geschützt durch einen Überspannungsableiter, unter festgelegten Prüfbedingungen ohne Ausfall, aushalten kann

ANMERKUNG Normwerte für den Stoßpegel sind in EN 50124-1 aufgeführt.

3.1.7

Überspannung

Spannung mit einem Scheitelwert, der den entsprechenden Scheitelwert der höchsten nicht permanenten Spannung U_{max2} überschreitet

3.1.8

Langzeitüberspannung

Überspannung, die höher als U_{max2} ist und die durch eine Dauer von mehr als 20 ms gekennzeichnet ist und auf Vorgänge im Bereich niedriger Impedanz zurückzuführen ist, z. B. Anstieg der Primär-Spannung im Unterwerk

ANMERKUNG Solche Überspannungen sind von der Netzlast unabhängig und können nur durch eine Spannungs-Zeitkurve beschrieben werden (siehe EN 50163-1:2004, Anhang A).

3.1.9

transiente Überspannungen

Kurzzeit-Überspannung von einigen Millisekunden Dauer (bis zu 20 ms) oder weniger in Verbindung mit einem transienten System. Zwei verschiedene transiente Überspannungen sind genau bestimmt, Schaltüberspannung und Blitzüberspannung

3.1.9.1

Schalt-Überspannung

transiente Überspannung an einem beliebigen Ort des Netzes, ausgelöst durch einen besonderen Schaltvorgang oder einen Fehler

3.1.9.2

Blitz-Überspannung

transiente Überspannung an einem bestimmten Ort des Netzes, ausgelöst durch einen Blitzeinschlag

3.2 Begriffe für Ableiter

3.2.1

Überspannungs-Ableiter

Bauteil, bestimmt um transiente Überspannungen auf einen festgelegten Wert zu begrenzen

3.2.2

Metalloxid (MO) Überspannungs-Ableiter ohne Funkenstrecken

Ableiter mit in Reihe und/ oder parallel geschalteten nichtlinearen Metalloxid-Widerständen ohne eingebaute Reihen- oder Parallel-Funkenstrecken

3.2.3

höchste Dauer-Betriebsspannung eines Ableiters

U_c

als zulässig erklärter Gleichspannungswert, der dauernd an den Anschlüssen des Ableiters anliegen darf, in Übereinstimmung mit 6.5

3.2.4

Bemessungsspannung eines Ableiters

U_r

Spannung für die der Ableiter ausgelegt ist

ANMERKUNG Da die verschiedenen Bauarten der elektrischen Gleichstromanlagen behandelt werden, stimmt die Bemessungsspannung eines Gleichstromableiters mit der höchsten Dauerbetriebsspannung überein wie in 3.2.3 beschrieben. Aus den im Folgenden beschriebenen Gründen stimmt die Bemessungsspannung eines Gleichspannungs-Metalloxidableiters mit der höchsten Dauerbetriebsspannung überein.

Begriff der „Bemessungsspannung“ für Überspannungsableiter in Wechselstromanlagen:

Entsprechend EN 60099-4:2004, 3.8, ist die Bemessungsspannung eines Überspannungs-Ableiters der höchste zulässige Effektivwert der betriebsfrequenten Spannung an seinen Anschlussklemmen, für die er ausgelegt ist, um unter den Bedingungen von Langzeit-Überspannungen zu arbeiten wie sie in der Arbeitsprüfung festgelegt sind. Die Bemessungsspannung ist die in der Arbeitsprüfung nach dem Hochstrom- oder Langzeitstoß für 10 s angelegte betriebsfrequente Spannung. U_c , die für 30 min unmittelbar nach der Arbeitsprüfung zum Nachweis der thermischen Festigkeit angelegt wird. Das Verhältnis zwischen Bemessungsspannung und U_c liegt bei 1,25 für Überspannungsableiter in Wechselstromnetzen in Übereinstimmung mit einer geforderten Langzeitüberspannung, die unter Fehlerbedingungen in Wechselstromnetzen auftreten kann.

Bedingungen in Gleichstromnetzen:

Gemäß EN 50163 sind die Speisespannungen für Bahnanlagen festgelegt. Die höchste nichtpermanente $U_{\max 2}$ ist für die Dauer von 1 s bis 5 min festgelegt. Mit der Auswahl des Überspannungsableiters für $U_c > U_{\max 2}$ gemäß dem Anwendungsleitfaden (Anhang B) deckt die Arbeitsprüfung in 6.5 alle Auswirkungen der Langzeitüberspannungen mit einer Dauer länger 1 s mit bedeutendem Spielraum ab. Höhere Langzeitüberspannungen, welche die Bemessungsspannung bestimmen, können in Gleichstromnetzen nicht vorkommen.

3.2.5

erhöhte Dauer-Arbeitsspannung

U_c^*

Prüfspannung U_c^* die, wenn sie an einem neuen Widerstand angelegt wird, die gleichen Lastverluste wie die Spannung U_c , angelegt an einem gealterten Widerstand, bringt

ANMERKUNG Berechnung siehe 6.5.2.3.

3.2.6

Ableitvermögen

höchste Ladung pro Stoß, die während der Ableitprüfung zu 6.4 und während der Arbeitsprüfung nach 6.5 abgeführt werden kann

3.2.7

Ableitstrom eines Ableiters

Stoßstrom der durch den Ableiter fließt

3.2.8

Nenn-Ableitstrom eines Ableiters

I_n

Scheitelwert des Blitzstoßstromes (siehe 3.2.11), der für die Klassifizierung eines Ableiters benutzt wird

3.2.9

Hochstoßstrom eines Ableiters

Scheitelwert des Ableitstromes mit einer 4/10 μ s Stoßwelle, die für die Stabilitätsprüfung des Ableiters bei direktem Blitzeinschlag verwendet wird

3.2.10

Steilstromstoß

Stromstoß mit einer Stirnzeit 1 μ s und einer Rückenhalbwertzeit nicht länger als 20 μ s

ANMERKUNG Die Rückenhalbwertzeit ist unkritisch und kann jede Toleranz während der Restspannungsprüfung haben (siehe 6.3.2).

3.2.11

Blitzstromstoß

8/20 μ s Stromstoß mit Grenzen bei der Eichung der Ausrüstung so, dass die gemessenen Werte zwischen 7 μ s und 9 μ s für die Stirnzeit und zwischen 18 μ s und 22 μ s für die Rückenhalbwertzeit liegen

ANMERKUNG Die Rückenhalbwertzeit ist unkritisch und kann jede Toleranz während der Restspannungsprüfung haben (siehe 6.3).

3.2.12

direkter Blitzstromstoß

Stromstoß gekennzeichnet durch die Ladung Q und den Scheitelwert des Stoßstromes I_{imp}

ANMERKUNG 1 Scheitelwert des Stromes I_{imp} des direkten Blitzstoßes muss innerhalb von 50 μ s erreicht und die Bemessungsladung Q innerhalb von 10 ms übertragen werden.

ANMERKUNG 2 Ein Generator mit 10/350 μ s-Stromstößen kann diese Forderungen erfüllen.

3.2.13

Langzeitstromstoß

ein Rechteckstoß, der sehr schnell den Höchstwert erreicht, dann nahezu für eine geforderte Zeit gleich bleibt und dann schnellstens auf den Wert 0 zurückgeht. Die Werte, die einen Rechteckstoß beschreiben sind Polarität, Scheitelwert, die angenommene Dauer des Scheitels und die angenommene Gesamtdauer

ANMERKUNG Die Kurvenform des Stoßes ist in 6.4.2 beschrieben.

3.2.14

Schaltstromstoß eines Ableiters

Scheitelwert des Ableitstromes mit einer angenommenen Stirnzeit größer als 30 µs und kürzer 100 µs und einer angenommenen Rückenhalbwertzeit von ungefähr der zweifachen Stirnzeit

3.2.15

Dauerstrom eines Ableiters

Strom durch einen Ableiter, wenn er dauernd durch die Betriebsspannung gespeist wird

ANMERKUNG Der Dauerstrom kann sich mit der Temperatur und äußeren Verschmutzungseinflüssen ändern.

3.2.16

Referenzstrom eines Ableiters

Gleichstrom festgelegt durch den Hersteller, um die Referenzspannung des Ableiters zu bestimmen

ANMERKUNG Der Referenzstrom wird sich üblicherweise in der Größenordnung von 0,05 mA bis 1,0 mA je Quadrat-zentimeter der Scheibenfläche bei Einsäulen-Ableitern liegen.

3.2.17

Referenzspannung eines Ableiters

U_{ref}

Gleichspannung die an den Ableiter angelegt wird um den Referenzstrom zu erhalten

ANMERKUNG Die Messung der Referenzspannung ist erforderlich für die Auswahl der richtigen Prüflinge für die Arbeitsprüfung (siehe 6.5).

3.2.18

Restspannung eines Ableiters

U_{res}

Scheitelwert der Spannung, die an den Klemmen des Ableiters während des Fließens des Ableitstromes anliegt

ANMERKUNG In einigen Ländern wird der Begriff „Ableitspannung“ benutzt.

3.2.19

Kurzschlussstrom eines Ableiters

Strom, der im Fehlerfall des Ableiters für eine bestimmte Zeit fließen kann ohne gewaltsame Zerstörung

3.2.20

thermische Instabilität eines Ableiters

Vorgang, bei dem die erhaltene Verlustleistung des Ableiters die mögliche Wärmeabgabe des Gehäuses und der Anschlüsse überschreitet und damit zur Temperaturerhöhung der MO-Widerstandselemente und schließlich zum Versagen führt

3.2.21

thermische Stabilität eines Ableiters

ein Ableiter ist thermisch stabil, wenn die nach einer durch einen Ableitvorgang verursachten Temperaturerhöhung der MO-Widerstandselemente mit der Zeit abnimmt beim Anlegen der geforderten Dauerspannung und bei vorgegebenen Umweltbedingungen

3.2.22

Gehäuse

äußeres isolierendes Teil, das den nötigen Kriechweg gewährleistet und die inneren Teile vor Umwelteinflüssen schützt

ANMERKUNG Ein Gehäuse darf aus mehreren Teilen bestehen, die mechanische Festigkeit und Schutz vor Umwelteinflüssen bieten.

3.2.23

Schirm

isolierendes vom Gehäuse abstehendes Teil zur Verlängerung des Kriechweges

3.2.24

Ableiter mit Porzellangehäuse

Ableiter mit einem Gehäuse aus Porzellan mit Endarmaturen und Dichtungssystem

3.2.25

Ableiter mit Kunststoffgehäuse

Ableiter mit einem Gehäuse aus Polymeren und Verbundmaterial mit Endarmaturen

ANMERKUNG Muster mit eingeschlossenem Gasvolumen sind möglich. Die Dichtung kann durch das Kunststoffmaterial selbst oder durch ein Dichtungssystem erfolgen.

3.2.26

Biegemoment

waagrecht am Ableiter angreifende Kraft, multipliziert mit dem senkrechten Abstand zwischen Ableiterfuß (untere Kante des Flansches) und dem Kraftangriffspunkt

3.2.27

Torsionslast

waagerechte Kraft am Kopf eines senkrecht aufgestellten Ableitergehäuses, die nicht an der Längsachse des Ableiters angreift

3.2.28

Bruchlast

eine Kraft senkrecht zur Längsachse eines Ableiters mit Porzellangehäuse die zum mechanischen Versagen des Ableitergehäuses führt

3.2.29

vorgeschriebene Dauerlast SCL

Kraft senkrecht zur Längsachse des Ableiters, die im Betrieb dauernd anliegen darf ohne mechanische Beschädigungen hervor zu rufen

ANMERKUNG Für Ableiter mit Porzellangehäuse wird SCL mit 40 % von SSL angegeben. Für Ableiter mit Kunststoffgehäuse ist SCL niedriger als SSL.

3.2.30

vorgeschriebene Kurzzeitlast SSL

größte Kraft senkrecht zur Längsachse eines Ableiters, die während des Betriebes kurzzeitig und nur für seltene Augenblicke anstehen darf (z. B. Kurzschlusskräfte, sehr hohe Windlast oder Erdbebenkräfte), ohne mechanische Schäden am Ableiter hervorzurufen

3.2.31

nichtlinearer Metalloxid-Widerstand

Teil des Überspannungs-Ableiters, der mit seiner nichtlinearen Spannungs-Stromkennlinie bei Überspannungen als niedriger Widerstand wirkt und dadurch die Spannung an den Klemmen begrenzt und bei normaler Betriebsspannung als hoher Widerstand wirkt

3.2.32

Teilableiter

vollständiger entsprechender Teil eines Ableiters geeignet die Belastungen eines vollständigen Ableiters im Hinblick auf eine einzelne Prüfung nachzubilden

3.2.33

Druckentlastungseinrichtung eines Ableiters

Einrichtung zur Entlastung des Ableiters bei einem inneren Überdruck und Verhinderung der vollständigen Zerstörung des Gehäuses als Folge eines verlängerten Stromflusses oder eines inneren Überschlages im Ableiter

3.2.34

Innenteile

Metalloxid-Widerstandselemente mit den dazugehörigen Stützkonstruktionen

3.2.35

Dichtheit (Gas-/Wasserdichtheit)

Fähigkeit eines Ableiters, das Eindringen von Stoffen zu verhindern, die das elektrische und/oder das mechanische Verhalten des Ableiters beeinflussen

3.3 Allgemeine Begriffe

3.3.1

Durchschlag

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

ANMERKUNG Der Begriff gilt für das elektrische Versagen von festen, flüssigen und gasförmigen Isolierstoffen und Kombinationen von diesen.

3.3.2

Feststoffdurchschlag

Durchschlag durch einen Feststoff

3.3.3

Überschlag

Durchschlag längs einer Feststoffoberfläche

3.3.4

Stoß

einseitig gerichtete Spannungs- oder Stromwelle, die ohne merkliche überlagerte Schwingungen rasch auf einen Höchstwert ansteigt und dann – üblicherweise langsamer – auf Null zurückgeht mit kleinen leichten Überschwingungen zur entgegengesetzten Polarität

ANMERKUNG Kennwerte einer Stoßspannung oder eines Stoßstromes sind Polarität, Scheitelwert, Stirnzeit und Rückenhalbwertzeit.

3.3.5

Bezeichnung einer Stoßwelle

Kombination zweier Zahlen, wobei die erste die Stirnzeit (T_1) und die zweite die Rückenhalbwertzeit (T_2) jeweils in Mikrosekunden angibt. Sie wird als T_1/T_2 geschrieben, wobei das Zeichen „/“ keine mathematische Bedeutung hat

3.3.6

Scheitelwert (Spitze) eines Stoßes

Höchstwert eines Spannungs- oder Stromstoßes

ANMERKUNG Überlagerte Schwingungen dürfen außer Acht gelassen werden siehe 6.4.2 a) und 6.4.2 b).

3.3.7

Stirn eines Stoßes

Teil des Stoßes bis zum Erreichen des Scheitelwertes

3.3.8

Rücken eines Stoßes

Teil des Stoßes nach dem Scheitelwert

3.3.9

Beginn des Stoßes

Schnittpunkt der durch zwei Bezugspunkte in der Stirn des Stoßes gelegten Geraden und der Zeitachse in einem Spannungs- bzw. Stromzeitdiagramm

ANMERKUNG Für Strom- und Spannungsstöße müssen die Bezugspunkte 10 % und 90 % des Scheitelwertes sein. Diese Festlegung ist nur bei linearem Maßstab der Ordinate und der Abszisse gültig. Wenn in der Stirn Schwingungen vorhanden sind, sollen die 10 %- und 90 %-Werte auf einer durch diese Schwingungen gezeichneten Mittelwertkurve liegen.

3.3.10

Stirnzeit eines Stromstoßes

T_1

Zeit in μs , festgelegt als das 1,25fache der Zeit in μs in welcher der Strom von 10 % auf 90 % seines Scheitelwertes ansteigt

ANMERKUNG Wenn Schwingungen in der Stirn vorhanden sind, sollten die Bezugspunkte bei 10 % und 90 % auf einer Mittelwertkurve durch die Schwingungen liegen.

3.3.11

Rückenhalfwertzeit eines Stoßes

T_2

Zeit zwischen Stoßbeginn und dem Zeitpunkt, in dem die Spannung oder der Strom auf den halben Scheitelwert abgefallen ist. Diese Zeit wird in μs ausgedrückt

3.3.12

Scheiteldauer eines Rechteckstoßes

Zeitspanne, in welcher die Amplitude des Stoßes größer als 90 % des Scheitelwertes ist

3.3.13

Gesamtdauer eines Rechteckstoßes

Zeitspanne während der die Amplitude des Stoßes größer als 10 % des Scheitelwertes ist. Wenn kleine Schwingungen in der Stirn vorhanden sind, ist eine Mittelwertkurve zu zeichnen, um die Zeit zu bestimmen, bei welcher der 10 %-Wert erreicht wird

3.3.14

Typprüfungen (Prüfung der Ausführung)

Prüfungen, die zum Schluss einer neuen Ableiterausführung gemacht werden, um den Leistungsnachweis zu erbringen und Einhaltung dieser Norm nachzuweisen

3.3.15

Stückprüfungen

Prüfungen, durchgeführt an jedem Ableiter, an Teilen und Werkstoffen wie gefordert, um sicherzustellen, dass das Produkt die Bauvorschriften erfüllt

3.3.16

Abnahmeprüfungen

Prüfungen, die nach Übereinkunft zwischen Hersteller und Abnehmer an repräsentativen Prüflingen durchgeführt werden

3.3.17

unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Strom, der an einem bestimmten Ort in einem Stromkreis fließen würde, und wenn an diesem Ort ein Kurzschluss mit vernachlässigbarer Impedanz besteht

4 Metalloxid – Überspannungsableiter ohne Funkenstrecke

4.1 Kennzeichnung

Überspannungsableiter müssen mindestens durch folgende Angaben am Ableiter auf einem Typenschild (Firmenschild) gekennzeichnet sein

- Bemessungsspannung U_r ;
- höchste Dauerspannung U_c ;
- Nennableitstrom I_n ;
- Kurzschlussstrom in kA;
- Name des Herstellers oder Warenzeichen, Typ und Kennzeichnung;
- Baujahr;
- Serien-Nummer;
- Ableiter-Klasse.

4.2 Betriebsbedingungen

4.2.1 Normale Betriebsbedingungen

Überspannungsableiter, die dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen für den Betrieb unter folgenden normalen Bedingungen geeignet sein:

- 1) Umgebungstemperatur zwischen -40°C und $+40^{\circ}\text{C}$;
- 2) Sonneneinstrahlung;
- 3) Aufstellungshöhe nicht über 1 000 m (aus EN 60099-4);
- 4) Verschmutzungsgrad nicht übersteigend PD 1 für Innenraumanlagen und PD 4 für Freiluftaufstellung nach EN 50124-1;
- 5) Aufbau in der Nähe von Eisenbahnstrecken mit Gerüsten, die wesentliche Einflüsse fahrender Züge dämpfen. Unabhängig davon können begrenzte Schwingungen oder begrenzte Stöße die Geräte beaufschlagen, die selbst aber in der Lage sein müssen, zufrieden stellend zu arbeiten, wenn die folgenden herkömmlichen Beschleunigungen getrennt auftreten:
 - g_v : senkrechte Beschleunigung: 5 m/s²;
 - g_h : waagerechte Beschleunigung: 5 m/s².

4.2.2 Besondere Betriebsbedingungen

Im Folgenden sind typische besondere Betriebsbedingungen aufgeführt, die bei der Herstellung oder Anwendung von Überspannungsableitern angewendet werden können und auf die der Hersteller hingewiesen werden soll:

- a) Umgebungstemperatur über $+40^{\circ}\text{C}$ oder unter -40°C ;
- b) Betrieb in einer Höhe über 1 000 m;
- c) Gase oder Dämpfe, die zu Beschädigungen an Isolierflächen oder Befestigungsteilen führen können;
- d) außerordentliche hohe Verunreinigung durch Rauch, Staub, Salznebel oder andere leitende Stoffe;
- e) außerordentliche hohe Beanspruchung durch Kondenswasser, Luftfeuchtigkeit, Tropfwasser oder Wasserdampf;
- f) Abspritzen im Betrieb;
- g) explosive Mischungen von Staub, Gasen oder Dämpfen;

- h) ungewöhnliche mechanische Belastungen (Erdbeben, Schwingungen, hohe Eislasten, hohe waagerechte Zugbeanspruchung);
- i) ungewöhnlicher Transport oder ungewöhnliche Lagerung;
- j) Wärmequellen in der Nähe des Ableiters;
- k) Windgeschwindigkeit > 34 m/s;
- l) nicht senkrechte Montage und hängende Montage;
- m) Torsionsbeanspruchung des Ableiters;
- n) Zugbeanspruchung des Ableiters;
- o) Verwendung des Ableiters als Stützer.

4.3 Anforderungen

4.3.1 Spannungsfestigkeit des Ableitergehäuses

Die Isolierung des Ableitergehäuses muss in Übereinstimmung mit Schutzkennwerten des Ableiters sein. Prüfungen müssen entsprechend 6.2 durchgeführt werden.

4.3.2 Referenzspannung

Die Referenzspannung jedes Ableiters muss vom Hersteller bei dem von ihm ausgewählten Referenzstrom gemessen werden.

Die niedrigste Referenzspannung des Ableiters bei dem für Stückprüfung gewählten Referenzstrom muss vom Hersteller angegeben und in den Datenblättern veröffentlicht werden.

4.3.3 Restspannungen

Die höchste Restspannung für eine bestimmte Ausführung bei allen festgelegten Strömen und Stoßwellen muss aus Typprüfungen und aus den höchsten Restspannungen bei Blitzstoßströmen in Stückprüfungen hergeleitet werden und vom Hersteller angegeben und veröffentlicht werden.

Die höchste Restspannung einer bestimmten Ableiterausführung bei beliebiger Stromstärke und bei beliebiger Stoßwelle muss aus der Restspannung von typgeprüften Teilableitern, die mit den dazugehörigen Umrechnungsfaktoren multipliziert werden, berechnet werden. Dieser Umrechnungsfaktor entspricht dem Verhältnis der in den Stückprüfungen ermittelten höchsten Restspannung zu den an den Teilableitern bei gleicher Stromstärke und Stoßwelle gemessenen Restspannungen.

4.3.4 Innere Teilentladungen

Die inneren Teilentladungen des Ableiters dürfen bei Anliegen des 1,05fachen seiner Dauerspannung einen Wert von 10 pC nicht überschreiten.

4.3.5 Leckrate

Für gasgefüllte Ableiter mit getrennten Dichtungseinrichtungen müssen die Leckraten entsprechend 6.9 festgelegt werden.

4.3.6 Stromaufteilung in Mehssäulen-Ableitern

Der Hersteller muss die ungleichmäßige Stromaufteilung in Mehssäulen-Ableitern angeben.

4.3.7 Betriebsbeanspruchung

Ableiter müssen die Stoßströme führen können, die in Typprüfungen nachgewiesen wurden, siehe 6.4.2.