

	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2)	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 33.100.20 Ersatz für DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (IEC 61000-4-2:2008); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:2009 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test (IEC 61000-4-2:2008); German version EN 61000-4-2:2009 Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques (CEI 61000-4-2:2008); Version allemande EN 61000-4-2:2009 Gesamtumfang 73 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2009-03-01 angenommene EN 61000-4-2 gilt als DIN-Norm ab 2009-12-01.

Daneben darf **DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12** noch bis 2012-03-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61000-4-2 (VDE 847-4-2):2008-09.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.3 „Hochfrequente Störgrößen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 77B „High frequency phenomena“ erarbeitet.

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

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

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung von Festlegungen zur Kalibrierung: Aufnahme eines entsprechenden Hinweises in die Aufzählung im Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“, der zugehörigen Definition im Abschnitt 3 „Begriffe“;
- b) Ergänzung von Festlegungen zur Messunsicherheit: Aufnahme eines entsprechenden Hinweises in die Aufzählung im Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“;
- c) Umstellung der datierten Verweisungen im Abschnitt 2 auf undatierte Verweisungen;
- d) Ergänzung weiterer Begriffe im Abschnitt 3 Begriffe;
- e) Streichung des zweiten Satzes im Abschnitt 4 Allgemeines;
- f) Einschränkung der Festlegung in Abschnitt 5, dass sämtliche in Tabelle 1 angegebenen Prüfschärfe- grade (Prüfpegel) bis zum und einschließlich dem jeweils festgelegten Prüfschärfe- grad (Prüfpegel) angewendet werden müssen, auf die Luftentladung; somit wird diese Festlegung auch in 8.3.1 für die Anwendung der direkten Entladung gestrichen;
- g) Änderung von Kennwerten und Grenزابweichungen für die Kurvenform der Spannung nach Tabelle 3 (früher Tabelle 2);
- h) Ergänzung von Grenزابweichungen für weitere Parameter in anderen Abschnitten;
- i) Angabe der idealen anstelle einer typischen Kurvenform des Ausgangsstromes in Bild 2 (früher Bild 3) einschließlich Ergänzung der zugehörigen Gleichung in 6.2;
- j) Ergänzung einer Hinweises zur Vermeidung von Funkenüberschlägen und zur Überprüfung der Masse- verbindung beim Nachweis der Eigenschaften des Prüfgenerators in 6.2;
- k) Klarstellung der Angabe des Mindestabstandes zwischen Prüfling und Laborwänden sowie weiteren metallischen Strukturen (mindestens 0,8 m) in 7.1;
- l) Ergänzung einer Anmerkung in 7.1, dass es gestattet ist, die Rückleitung des Entladekreises mit der Metallwand des Prüflabors zu verbinden, wenn diese flächig mit der Bezugsmasseplatte verbunden ist;
- m) Streichung der Möglichkeit in 7.1.3, dass ein Luftionisierer zum Abbau der Ladung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Entladungen verwendet werden kann;
- n) Aufnahme einer verbesserten Darstellung des Prüfaufbaus im Bild 6 (früher Bild 8) sowie im Bild 7 (früher Bild 9) in 7.1.3;
- o) Aufnahme einer Anmerkung in 7.2;

- p) Aufnahme der Anmerkung 1 in 8.3.1 sowie einer Festlegung zur Aufnahme der Prüfbedingungen in den Prüfbericht, wenn der ESD-Generator nicht rechtwinklig zur Oberfläche des Prüflings gehalten werden kann;
- q) Ergänzung einer Begründung für die Festlegungen des ESD-Generators im Anhang A (neuer Abschnitt A.8);
- r) Streichung des bisherigen Anhangs B „Konstruktive Einzelheiten“;
- s) Ergänzung eines neuen Anhangs B und der weiteren Anhänge C bis F;
- t) die Norm wurde redaktionell überarbeitet; dabei wurde auch die Reihenfolge der Abschnitte 3 und 4 vertauscht.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0843-2 (VDE 0843-2): 1987-09
 DIN EN 60801-2 (VDE 0843-2): 1994-03
 DIN EN 61000-4-2/A1 (VDE 0847-4-2/A1): 1998-10
 DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2): 1996-03, 2001-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
—	IEC 60050-161:1990	¹⁾	—
—	IEV 311	¹⁾	—
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992	DIN EN 60068-1:1995-03	—
EN 61000-6-1:2007	IEC 61000-6-1:2005	DIN EN 61000-6-1 (VDE 0839-6-1):2007-10	VDE 0839-6-1

¹⁾ Als Bezugsquelle dient: Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe, im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM über den Beuth Verlag, Berlin, zu beziehen.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-1, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden*

DIN EN 61000-6-1 (VDE 0839-6-1):2007-10, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-1: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe (IEC 61000-6-1:2005); Deutsche Fassung EN 61000-6-1:2007*

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren –
Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität
(IEC 61000-4-2:2008)**

Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-2: Testing and measurement
techniques –
Electrostatic discharge immunity test
(IEC 61000-4-2:2008)

Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure –
Essai d'immunité aux décharges
électrostatiques
(CEI 61000-4-2:2008)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2009-03-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

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

Ref. Nr. EN 61000-4-2:2009 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks IEC/SC/77B/574/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61000-4-2, ausgearbeitet von dem SC 77B „High frequency phenomena“ des IEC/TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-03-01 als EN 61000-4-2 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2001.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber EN 61000-4-2:1995 sind:

- Die Festlegungen für die Last wurden bis 4 GHz erweitert. Ein Beispiel für eine Kalibrierlast, die diese Anforderungen erfüllt, wird ebenfalls gegeben.
- Informationen über abgestrahlte Felder aus Entladungen Mensch – Metall und von ESD-Generatoren werden zur Verfügung gestellt.
- Betrachtungen zur Messunsicherheit werden aufgenommen und Beispiele werden zur Verfügung gestellt.

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): 2009-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-03-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61000-4-2:2008 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 61000-6-1 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61000-6-1:2007 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Allgemeines	11
5 Prüfschärfegrade	11
6 Prüfgenerator	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Eigenschaften und Leistungsmerkmale des ESD-Generators	13
6.3 Nachweis der Funktionsfähigkeit des ESD-Prüfaufbaus	16
7 Prüfaufbau	16
7.1 Prüfeinrichtung	16
7.2 Prüfaufbau für Prüfungen im Labor	17
7.3 Prüfaufbau für Prüfungen am Aufstellungsort nach erfolgter Installation	24
8 Prüfverfahren	25
8.1 Bezugsbedingungen im Labor	25
8.2 Prüfprogramme	26
8.3 Durchführung der Prüfung	26
9 Bewertung der Prüfergebnisse	29
10 Prüfbericht	29
Anhang A (informativ) Erläuterungen	31
A.1 Allgemeine Betrachtungen	31
A.2 Einfluss der Umgebungsbedingungen auf die Höhe der Aufladung	31
A.3 Zusammenhang zwischen den Umgebungsbedingungen und dem Entladestrom	32
A.4 Auswahl der Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	33
A.5 Auswahl der Prüfpunkte	33
A.6 Technische Begründung für die Anwendung des Verfahrens der Kontaktentladung	34
A.7 Auswahl der Komponenten des ESD-Generators	34
A.8 Begründung für die Festlegungen für den ESD-Generator	34
Anhang B (normativ) Kalibrierung des Systems zur Strommessung und Messung des Entladestroms	36
B.1 Spezifikation für die Kalibrierlast für den Strom – Eingangsimpedanz	36
B.2 Spezifikation für die Kalibrierlast für den Strom – Einfügungsdämpfung	36
B.2.1 Messkette	36
B.2.2 Anpassleitung der Kalibrierlast	37
B.2.3 Bestimmung der Einfügungsdämpfung der aus Strom-Kalibrierlast, Dämpfungsglied und Kabel bestehenden Messkette	38

B.3	Bestimmung der Transferimpedanz der aus Kalibrierlast, Dämpfungsglied und Kabel bestehenden Übertragungskette im Niederfrequenzbereich	39
B.4	Kalibrierung des ESD-Generators.....	40
B.4.1	Ergebnis der Kalibrierung.....	40
B.4.2	Für die Kalibrierung des ESD-Generators erforderliche Prüfeinrichtung.....	40
B.4.3	Verfahren für die Kalibrierung des Generators für Kontaktentladung.....	40
Anhang C (informativ)	Beispiel für eine Kalibrierlast, die die Anforderungen des Anhangs B erfüllt.....	43
Anhang D (informativ)	Gestrahlte Felder aus Entladungen Mensch – Metall und aus ESD-Generatoren	49
D.1	Übersicht über die Vorgänge, die gewünschte und unerwünschte Felder erzeugen	49
D.1.1	Allgemeines	49
D.1.2	ESD vom Menschen	49
D.1.3	ESD-Generator.....	50
D.2	Reaktion des Prüflings auf ESD-Prüfungen.....	51
D.3	Transiente Felder des ESD-Bezugsereignisses	52
D.4	In einer kleinen Stromschleife induzierte Spannung.....	53
D.5	Messung von abgestrahlten Feldern, die von einer Entladung statischer Elektrizität verursacht werden, unter Verwendung von auf dem Markt erhältlichen Feldsonden und ESD-Generatoren.....	54
D.6	Ein einfaches Verfahren zur Abschätzung der von ESD-Generatoren erzeugten abgestrahlten Felder und Induktionsspannungen.....	57
D.7	Bezugsschriftstück	58
Anhang E (informativ)	Betrachtungen zur Messunsicherheit (<i>MU</i>)	59
E.1	Einleitung.....	59
E.2	Kategorien der Messunsicherheit.....	59
E.3	Einschränkungen.....	60
E.4	Berechnung der Unsicherheit des Typs B	60
E.5	Zusammenstellung einer Unsicherheitsbilanz	61
E.6	Beiträge des ESD-Vorgangs zur Unsicherheit.....	61
E.7	Unsicherheit von Kalibrierergebnissen	62
E.8	Anwendung der Unsicherheiten im Rahmen des Abnahmekriteriums für ESD-Generatoren	66
Anhang F (informativ)	Streuungen in den Prüfergebnissen und Eskalationsstrategie.....	67
F.1	Streuungen in den Prüfergebnissen	67
F.2	Eskalationsstrategie	67
Literaturhinweise		68
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	69
Bilder		
Bild 1	– Prinzipschaltbild des ESD-Generators.....	13
Bild 2	– Ideale Kurvenform des Stromimpulses für Kontaktentladung bei 4 kV	14
Bild 3	– Entladeelektroden des ESD-Generators	15

	Seite
Bild 4 – Beispiel für den Prüfaufbau für Tischgeräte, Prüfung im Labor	19
Bild 5 – Beispiel für den Prüfaufbau für Standgeräte, Prüfung im Labor	20
Bild 6 – Beispiel für einen Prüfaufbau für ungeerdete Tischgeräte	22
Bild 7 – Beispiel für einen Prüfaufbau für ungeerdete Standgeräte.....	23
Bild 8 – Beispiel für den Prüfaufbau für Standgeräte, Prüfung nach erfolgter Installation am Aufstellungsort	25
Bild A.1 – Höchstwerte elektrostatischer Spannungen, auf die eine Bedienerperson aufgeladen werden kann, während sie mit den im Abschnitt A.2 genannten Materialien Kontakt hat.....	32
Bild B.1 – Beispiel für eine Anpassleitung, die mit der Strom-Kalibrierlast verbunden ist	37
Bild B.2 – Beispiel für die Stirnseitenansicht einer Strom-Kalibrierlast.....	38
Bild B.3 – Beispiel für die Messung der Einfügungsdämpfung der aus Strom-Kalibrierlast, Dämpfungsglied und Kabel bestehenden Messkette	39
Bild B.4 – Schaltbild zur Bestimmung der niederfrequenten System-Transferimpedanz	39
Bild B.5 – Typische Anordnung zur Kalibrierung des Betriebsverhaltens eines ESD-Generators	42
Bild C.1 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 1 aus 5)	44
Bild C.2 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 2 aus 5)	45
Bild C.3 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 3 aus 5)	46
Bild C.4 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 4 aus 5)	47
Bild C.5 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 5 aus 5)	48
Bild D.1 – Elektrisches Feld eines realen Menschen, der ein Metallstück hält und mit 5 kV aufgeladen ist, gemessen in einem Abstand von 0,1 m und bei einer Lichtbogenlänge von 0,7 mm	52
Bild D.2 – Magnetisches Feld eines realen Menschen, der ein Metallstück hält und mit 5 kV aufgeladen ist, gemessen in einem Abstand von 0,1 m und bei einer Lichtbogenlänge von 0,5 mm	53
Bild D.3 – Halbe Stromschleife auf der Bezugsmasseplatte	54
Bild D.4 – In eine halbe Stromschleife induzierte Spannungen	54
Bild D.5 – Beispiel für den Prüfaufbau zur Messung von abgestrahlten Feldern, die von einer Entladung statischer Elektrizität verursacht werden	55
Bild D.6 – Vergleich des gemessenen (durchgezogene Linie) und berechneten numerischen (gepunktete Linie) Spannungsabfalls an der Stromschleife für einen Abstand zur Entladung von 45 cm.....	56
Bild D.7 – Vergleich des aus den Messdaten berechneten H -Felds (durchgezogene Linie) und des mittels numerischer Simulation berechneten H -Felds (gepunktete Linie) für einen Abstand zur Entladung von 45 cm	56
Bild D.8 – Abgestrahlten Feldern ausgesetzte Struktur und dazugehörige äquivalente Schaltung	57
Bild D.9 – Abgestrahltes H -Feld	58
Tabellen	
Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	12
Tabelle 2 – Allgemeine Festlegungen.....	13
Tabelle 3 – Kennwerte der Kurvenform für den Stromimpuls für Kontaktentladung	14
Tabelle 4 – Fälle der Anwendung der Entladung statischer Elektrizität auf Steckverbinder	27
Tabelle A.1 – Anleitung für die Auswahl der Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	33

	Seite
Tabelle B.1 – Kalibrierverfahren für die Kontaktentladung.....	41
Tabelle E.1 – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für die Kalibrierung der Anstiegszeit des ESD-Entladestroms.....	63
Tabelle E.2 – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für die Kalibrierung des Spitzenwerts des ESD-Entladestroms.....	64
Tabelle E.3 – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für die Kalibrierung der I_{30} - und I_{60} -Werte des ESD-Entladestroms.....	65

Einleitung

Die Reihe IEC 61000-4 ist ein Teil der Reihe IEC 61000 entsprechend der folgenden Struktur:

Teil 1: Allgemeines

Allgemeine Betrachtungen (Einleitung, Grundprinzipien)
Definitionen, Begriffe

Teil 2: Umgebung

Umgebungsbeschreibung
Einteilung der Umgebung in Klassen
Verträglichkeitspegel

Teil 3: Grenzwerte

Grenzwerte der Störaussendung
Grenzwerte der Störfestigkeit (soweit sie nicht in den Zuständigkeitsbereich der Produktkomitees fallen)

Teil 4: Prüf- und Messverfahren

Messverfahren
Prüfverfahren

Teil 5: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen

Installationsrichtlinien
Abhilfemaßnahmen und Geräte

Teil 6: Fachgrundnormen

Teil 9: Verschiedenes

Jeder Teil ist darüber hinaus in mehrere Teile unterteilt, die entweder als Internationale Normen oder als Technische Spezifikationen oder als Technische Berichte veröffentlicht werden; einige von ihnen wurden bereits als Hauptabschnitte veröffentlicht. Andere werden veröffentlicht, wobei der Teilnummer ein Bindestrich folgt und eine zweite Nummer die Unterteilung kennzeichnet (z. B. IEC 61000-6-1).

Dieser Teil ist eine Internationale Norm, die Störfestigkeitsanforderungen und -prüfverfahren in Bezug auf Entladungen statischer Elektrizität bereitstellt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen und Prüfverfahren für die Störfestigkeit von elektrischen und/oder elektronischen Geräten und Einrichtungen, die Entladungen statischer Elektrizität ausgesetzt sind, fest; die Anforderungen und Prüfverfahren gelten für Entladungen der Bedienperson und für Entladungen von Personen auf benachbarte Gegenstände. Zusätzlich legt sie Bereiche für die Prüfschärfegrade (Prüfpegel) fest, die sich auf verschiedene Umgebungs- und Installationsbedingungen beziehen, und führt Prüfprogramme ein.

Zweck dieser Norm ist die Festlegung einer allgemeinen und reproduzierbaren Grundlage für die Ermittlung der Störfestigkeit von elektrischen und elektronischen Geräten (Einrichtungen), wenn sie Entladungen statischer Elektrizität ausgesetzt sind. Sie umfasst zusätzlich auch Entladungen statischer Elektrizität von Personen auf Gegenstände in der Nähe des betreffenden, in Betrieb befindlichen Geräts.

Diese Norm legt fest:

- die typische Kurvenform des Entladungsstromes;
- die Bereiche der Prüfschärfegrade (Prüfpegel);
- die Prüfeinrichtung;
- den Prüfaufbau;
- das Prüfverfahren;
- das Kalibrierverfahren;
- die Messunsicherheit.

Diese Norm enthält Festlegungen für Prüfungen, die im „Labor“ und „am Aufstellungsort“ des Geräts (der Einrichtung) in seiner (ihrer) endgültigen Installation durchgeführt werden.

Diese Norm beabsichtigt nicht, Prüfungen für besondere Geräte (Einrichtungen) oder Systeme festzulegen. Ihr Hauptziel ist, einen allgemeinen Bezug für alle betroffenen Produktkomitees der IEC zu geben. Die Produktkomitees (oder Anwender und Hersteller von Geräten) bleiben für die geeignete Auswahl der Prüfungen und des für ihre Geräte (Einrichtungen) anzuwendenden Schärfegrades verantwortlich.

Um die Aufgabe der Koordination und Normierung nicht zu behindern, wird den Produktkomitees oder Anwendern und Herstellern nachhaltig empfohlen, die Übernahme der in dieser Norm festgelegten entsprechenden Störfestigkeitsprüfungen (in ihrer zukünftigen Arbeit oder bei der Überarbeitung von älteren Normen) in Betracht zu ziehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050(161), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe und sind anwendbar für das begrenzte Gebiet der Entladung statischer Elektrizität; nicht alle sind in IEC 60050(161) (IEV) enthalten.

3.1

(Verfahren der) Luftentladung

Prüfverfahren, bei dem die aufgeladene Elektrode des Prüfgenerators zum Prüfling hin bewegt wird, bis sie den Prüfling berührt

3.2

antistatisches Material

Material, das mit Eigenschaften ausgestattet ist, welche die Aufladung verringern, wenn es gegen das gleiche oder andere ähnliche Materialien gerieben oder von diesen getrennt wird

3.3

Kalibrierung

Tätigkeiten zur Ermittlung des unter festgelegten Bedingungen bestehenden Zusammenhangs zwischen einer Anzeige und einem Messergebnis

ANMERKUNG 1 Dieser Begriff beruht auf dem Unsicherheitsansatz.

ANMERKUNG 2 Die Beziehung zwischen den Anzeigen und den Messergebnissen kann im Prinzip durch ein Kalibrierdiagramm ausgedrückt werden.

[IEV 311-01-09]

3.4

Abnahmeprüfung

eine Prüfung an einem repräsentativen Einzelstück des Geräts (der Einrichtung) mit dem Ziel zu bestimmen, ob das Gerät (die Einrichtung) – wie konstruiert und gefertigt – die Anforderungen dieser Norm einhalten kann

3.5

(Verfahren der) Kontaktentladung

Prüfverfahren, bei dem der Kontakt der Elektrode des Prüfgenerators mit dem Prüfling beibehalten und die Entladung durch den im Generator befindlichen Entladungsschalter ausgelöst wird

3.6

Koppelplatte

metallische Tafel oder Platte, auf die Entladungen stattfinden, um Entladungen statischer Elektrizität auf Gegenstände, die sich in der Nähe des Prüflings befinden, nachzubilden; HCP: horizontale Koppelplatte; VCP: vertikale Koppelplatte

3.7

Beeinträchtigung der Funktion

unerwünschte Abweichung des Betriebsverhaltens eines Geräts, einer Ausrüstung oder eines Systems vom beabsichtigten Betriebsverhalten

ANMERKUNG Eine Beeinträchtigung der Funktion kann ein vorübergehender oder ein andauernder Fehlzustand sein.

[IEV 161-01-19]

3.8

direkte Entladung

Entladung, die direkt auf den Prüfling erfolgt

3.9

elektromagnetische Verträglichkeit

EMV

Fähigkeit einer Einrichtung oder eines Systems, in ihrer/seiner elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne in diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässige elektromagnetische Störgrößen einzubringen

[IEV 161-01-07]

3.10

Entladung statischer Elektrizität

ESD

Übertragung elektrischer Ladung zwischen Körpern verschiedenen elektrostatischen Potentials bei deren Annäherung oder direkter Berührung

[IEV 161-01-22]

3.11

Energiespeicherkondensator

Ladekondensator

Kondensator des ESD-Generators, der die Kapazität des menschlichen Körpers nachbildet und auf den Wert der Prüfspannung aufgeladen wird

ANMERKUNG Dieses Element kann durch ein diskretes Bauteil oder eine verteilte Kapazität realisiert werden.

3.12

EUT

Prüfling

3.13

Äquipotentialbezugsebene

Bezugsmasseplatte

(en: ground reference plane, GRP)

ebene leitfähige Oberfläche, deren elektrisches Potential als gemeinsamer Bezugswert benutzt wird

[IEV 161-04-36]

3.14

Haltezeit

Zeitintervall, in dem die Abnahme der Prüfspannung infolge von Verlusten vor der Entladung nicht größer als 10 % ist

3.15

Störfestigkeit (gegenüber einer Störgröße)

Fähigkeit eines Geräts, einer Ausrüstung oder eines Systems, in Gegenwart einer elektromagnetischen Störgröße ohne Beeinträchtigung der Funktion zu funktionieren

[IEV 161-01-20]

3.16

indirekte Entladung

Entladung, die auf eine Koppelplatte in der Nähe des Prüflings erfolgt, um die Entladung einer Person auf Gegenstände, die in der Nähe des Prüflings angeordnet sind, nachzubilden

3.17

Anstiegszeit

Zeitintervall zwischen den Zeitpunkten, zu denen der Augenblickswert eines Impulses zuerst den festgelegten unteren Wert und dann den festgelegten oberen Wert erreicht

ANMERKUNG Wenn nicht anders festgelegt, sind der untere und der obere Wert auf 10 % bzw. 90 % des Impulsbetrags festgelegt.

[IEV 161-02-05, modifiziert]

3.18

Verifizierung

Nachweis

Tätigkeiten zur Überprüfung des Prüfsystems (Systems der Prüfeinrichtungen) (z. B. des Prüfgenerators und der Verbindungskabel) und zum Nachweis der Funktionsfähigkeit des Prüfsystems

ANMERKUNG 1 Die für diese Verifizierung (diesen Nachweis) genutzten Verfahren können sich von denen, die für die Kalibrierung verwendet werden, unterscheiden.

ANMERKUNG 2 Die für die Anwendung dieser Norm verwendete Definition unterscheidet sich von der in IEC 311-01-13 angegebenen Definition.

4 Allgemeines

Diese Norm bezieht sich auf Geräte (Einrichtungen), Systeme, Teilsysteme und Peripheriegeräte, die auf Grund der Umgebungs- und Installationsbedingungen Entladungen statischer Elektrizität ausgesetzt sein können; zu diesen Bedingungen gehören niedrige relative Luftfeuchte, Bodenbeläge mit geringer Leitfähigkeit (Kunstfasern), Kleidung aus Vinyllfasern usw., die in allen Einsatzorten, die in den entsprechenden Normen für elektrische und elektronische Geräte klassifiziert sind, vorhanden sein können (für weitere Einzelheiten siehe [A.1](#)).

ANMERKUNG Vom technischen Standpunkt aus betrachtet lautet die genaue englische Bezeichnung für das Phänomen static electricity discharge (Entladung statischer Elektrizität). Die englische Bezeichnung electrostatic discharge (ESD) (im deutschen ebenfalls als Entladung statischer Elektrizität übersetzt) ist jedoch in der technischen Welt und der technischen Literatur weit verbreitet. Deshalb wurde beschlossen, die Bezeichnung „ESD“ im Text dieser Norm beizubehalten.

5 Prüfschärfegrade

Der vorrangige Bereich der Prüfschärfegrade (Prüfpegel) für die ESD-Prüfung wird in [Tabelle 1](#) angegeben.

Die Kontaktentladung ist das bevorzugte Prüfverfahren. Luftentladungen müssen dort angewendet werden, wo die Kontaktentladung nicht möglich ist. Spannungswerte für jedes Prüfverfahren sind in [Tabelle 1](#) angegeben. Auf Grund der Unterschiede in den Prüfverfahren sind die für jedes der beiden Verfahren angegebenen Spannungswerte unterschiedlich. Es besteht jedoch keinesfalls die Absicht, damit anzudeuten, dass die Prüfschärfe bei beiden Verfahren gleich ist.

Einzelheiten zu den verschiedenen Parametern, welche die Spannungshöhe beeinflussen können, auf die der menschliche Körper aufgeladen werden kann, sind in [A.2](#) erläutert. [A.4](#) enthält Beispiele für die Anwendung der Prüfschärfegrade, bezogen auf Umgebungs-(Installations-)Klassen.

Bei Prüfungen mit Luftentladung müssen während der Prüfung alle in [Tabelle 1](#) angegebenen Prüfschärfegrade (Prüfpegel) bis zum und einschließlich dem jeweils festgelegten Prüfschärfegrad (Prüfpegel) angewendet werden. Bei Prüfungen mit Kontaktentladung muss während der Prüfung nur der vom jeweiligen Produktkomitee festgelegte Prüfschärfegrad (Prüfpegel) angewendet werden, sofern dieses keine anderweitigen Festlegungen getroffen hat.

Weitere Informationen sind in [A.3](#), [A.4](#) und [A.5](#) enthalten.

Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel)

Kontaktentladung		Luftentladung	
Prüfschärfegrad	Prüfspannung kV	Prüfschärfegrad	Prüfspannung kV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
$X^a)$	besondere Festlegung	$X^a)$	besondere Festlegung
a) X kann jeder beliebige Prüfschärfegrad (Prüfpegel) sein, der oberhalb, unterhalb oder zwischen den in der Tabelle aufgeführten Prüfschärfegraden (Prüfpegeln) liegt. Dieser Prüfschärfegrad (Prüfpegel) muss in der betreffenden Produktnorm festgelegt werden. Falls höhere Spannungen als die vorstehend angegebenen festgelegt werden, sind möglicherweise besondere Prüfgeräte erforderlich.			

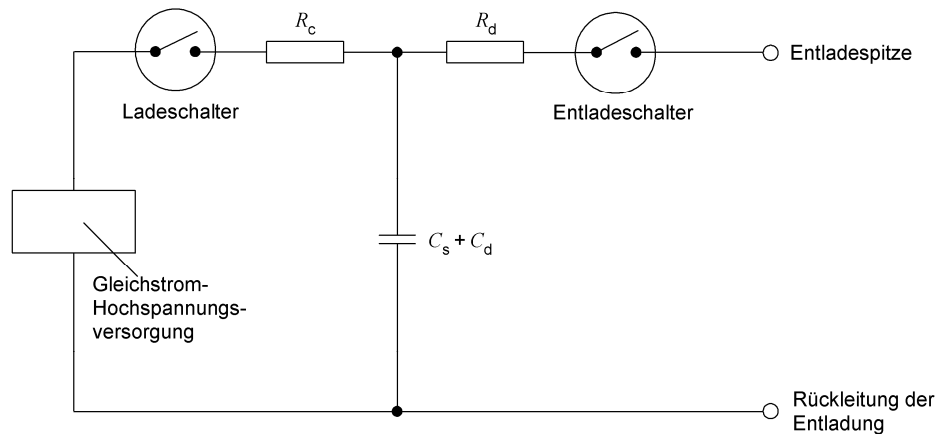
6 Prüfgenerator

6.1 Allgemeines

Der Prüfgenerator besteht in seinen wesentlichen Teilen aus:

- Ladewiderstand R_c ;
- Energiespeicherkondensator C_s ;
- verteilter Kapazität C_d ;
- Entladewiderstand R_d ;
- Spannungsanzeige;
- Entladeschalter;
- Ladeschalter;
- austauschbarer Spitze der Entladeelektrode (siehe [Bild 3](#));
- Rückleitung des Entladekreises;
- Stromversorgungseinheit.

Ein Prinzipschaltbild des ESD-Generators ist in [Bild 1](#) gezeigt. Konstruktive Einzelheiten werden nicht angegeben.



ANMERKUNG 1 C_d ist eine verteilte Kapazität, die zwischen dem Generator und seiner Umgebung vorhanden ist.

ANMERKUNG 2 $C_d + C_s$ hat einen typischen Wert von 150 pF.

ANMERKUNG 3 R_d hat einen typischen Wert von 330 Ω .

Bild 1 – Prinzipschaltbild des ESD-Generators

Bei einer Bewertung nach den Verfahren im [Anhang B](#) muss der Generator die in 6.2 festgelegten Anforderungen erfüllen. Aus diesem Grund wird das Schaltbild in Bild 1 nicht im Detail dargestellt und es werden keine Bemessungswerte für die Bauelemente angegeben.

6.2 Eigenschaften und Leistungsmerkmale des ESD-Generators

Der Prüfgenerator muss die in den [Tabellen 2](#) und [3](#) enthaltenen Festlegungen einhalten. [Bild 2](#) zeigt eine ideale Kurvenform des Stromimpulses und die Messpunkte, auf die in den [Tabellen 2](#) und [3](#) Bezug genommen wird. Die Übereinstimmung mit diesen Festlegungen muss mit den in [Anhang B](#) beschriebenen Verfahren nachgewiesen werden.

Tabelle 2 – Allgemeine Festlegungen

Ausgangsspannung für die Kontaktentladung (siehe Anmerkung 1)	mindestens 1 kV bis zu und einschließlich 8 kV (Nennspannung)
Ausgangsspannung für die Luftentladung (siehe Anmerkung 1)	mindestens 1 kV bis zu und einschließlich 15 kV (Nennspannung) (siehe Anmerkung 3)
Grenzabweichung der Ausgangsspannungsanzeige	$\pm 5 \%$
Polarität der Ausgangsspannung	positiv und negativ
Haltezeit	mindestens 5 s
Betriebsart der Entladung	Einzelentladung (siehe Anmerkung 2)
ANMERKUNG 1 Ausgangsspannung im Leerlauf, gemessen an der Entladungselektrode des ESD-Generators.	
ANMERKUNG 2 Für Untersuchungszwecke sollte der Generator in der Lage sein, eine Wiederholrate von wenigstens 20 Entladungen je Sekunde zu erzeugen.	
ANMERKUNG 3 Wenn die höchste jeweils festgelegte Prüfspannung kleiner als 15 kV ist, ist es nicht erforderlich, einen Generator zu verwenden, der in der Lage ist, 15 kV Prüfspannung für die Luftentladung bereitzustellen.	

Tabelle 3 – Kennwerte der Kurvenform für den Stromimpuls für Kontaktentladung

Prüfschärfe- grad	Angezeigte Spannung	Erste Entlade- Stromspitze ± 15 %	Anstiegszeit t_r (± 25 %)	Strom bei 30 ns (± 30 %)	Strom bei 60 ns (± 30 %)
	kV	A	ns	A	A
1	2	7,5	0,8	4	2
2	4	15	0,8	8	4
3	6	22,5	0,8	12	6
4	8	30	0,8	16	8

Bezugspunkt für die Messung der Zeit für den Strom bei 30 ns und bei 60 ns ist der Moment, in dem der Strom das erste Mal 10 % des ersten Höchstwerts des Entladestroms erreicht.

ANMERKUNG Die Anstiegszeit t_r ist das Zeitintervall zwischen 10 % und 90 % des Werts der ersten Stromspitze.

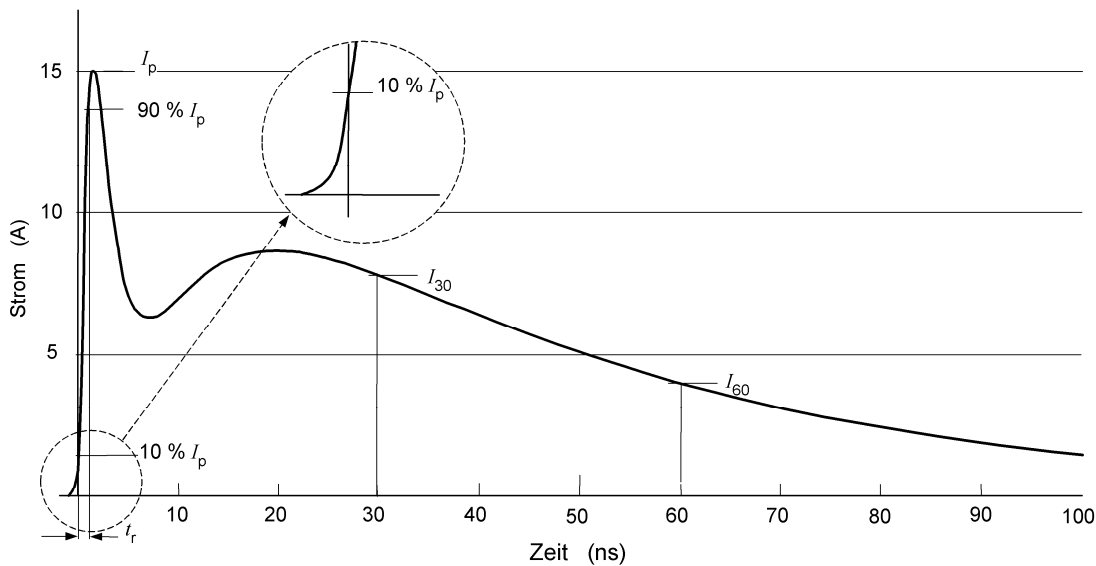


Bild 2 – Ideale Kurvenform des Stromimpulses für Kontaktentladung bei 4 kV

Die Gleichung für ideale Kurvenform des Stromimpulses $I(t)$ nach Bild 2 ist wie folgt:

$$I(t) = \frac{I_1}{k_1} \times \frac{\left(\frac{t}{\tau_1}\right)^n}{1 + \left(\frac{t}{\tau_1}\right)^n} \times \exp\left(\frac{-t}{\tau_2}\right) + \frac{I_2}{k_2} \times \frac{\left(\frac{t}{\tau_3}\right)^n}{1 + \left(\frac{t}{\tau_3}\right)^n} \times \exp\left(\frac{-t}{\tau_4}\right)$$

Dabei sind

$$k_1 = \exp\left(-\frac{\tau_1}{\tau_2} \left(\frac{n \tau_2}{\tau_1}\right)^{1/n}\right)$$

$$k_2 = \exp \left(-\frac{\tau_3}{\tau_4} \left(\frac{n \tau_4}{\tau_3} \right)^{1/n} \right)$$

und

$\tau_1 = 1,1 \text{ ns}$; $\tau_2 = 2 \text{ ns}$; $\tau_3 = 12 \text{ ns}$; $\tau_4 = 37 \text{ ns}$;
 $I_1 = 16,6 \text{ A}$ (bei 4 kV); $I_2 = 9,3 \text{ A}$ (bei 4 kV);
 $n = 1,8$.

Der Generator sollte mit Mitteln ausgerüstet sein, die die Aussendung von unbeabsichtigten, entweder impulsförmigen oder andauernden Feldern oder leitungsgeführten Störgrößen verhindern, um den Prüfling oder Hilfs-/Zusatzgeräte nicht durch parasitäre Einflüsse zu stören (siehe [Anhang D](#)).

Die Entladeelektroden müssen in Bezug auf ihre Form und Abmessungen mit dem in Bild 3 Gezeigten übereinstimmen. Die Elektroden können mit isolierenden Schutzschichten überzogen sein, vorausgesetzt, die Festlegungen zur Kurvenform des Stromimpulses werden eingehalten.

Maße in Millimeter

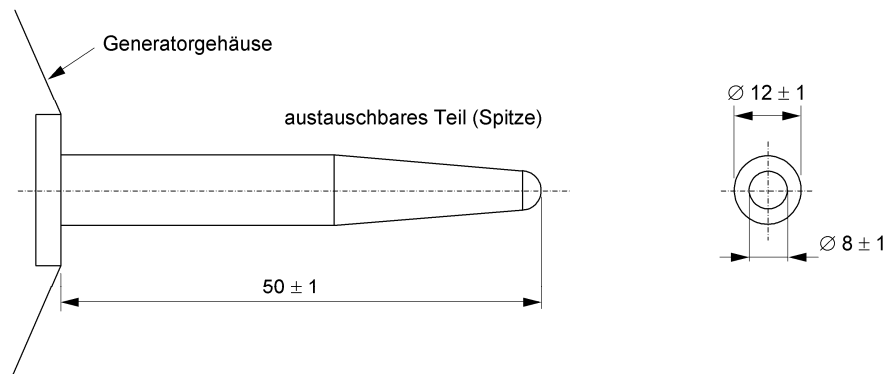


Bild 3 a) – Entladeelektrode für Luftentladungen

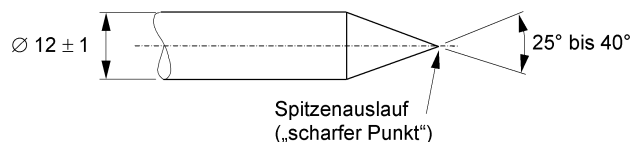


Bild 3 b) – Entladeelektrode für Kontaktentladungen

Bild 3 – Entladeelektroden des ESD-Generators

Für die Luftentladung ist der gleiche Generator zu verwenden, und der Entladeschalter muss geschlossen sein. Die Entladeelektrode muss mit der runden Spitze, wie sie in Bild 3 a) gezeigt wird, ausgestattet sein. Da für die Luftentladung der gleiche ESD-Generator verwendet wird, bestehen keine weiteren Festlegungen für das Prüfverfahren mit Luftentladung.

Die Rückleitung des Entladekreises des Prüfgenerators muss $(2 \pm 0,05) \text{ m}$ lang und so ausgeführt sein, dass der Generator die festgelegte Kurvenform einhält. Die Länge der Rückleitung des Entladekreises wird vom Gehäuse des ESD-Generators bis zum Anschlusspunkt am Ende der Leitung gemessen. Die Leitung muss ausreichend isoliert sein, um zu vermeiden, dass der Entladestrom zur Person oder auf leitende Oberflächen über andere Wege als den Generatorabschluss während der ESD-Prüfung fließt.

Die bei den Prüfungen verwendete Rückleitung des Entladekreises muss entweder dieselbe oder eine vom Kabeltyp gleiche sein wie die, die auch bei der Kalibrierung verwendet wurde.

In Fällen, bei denen eine Länge der Rückleitung des Entladekreises von 2 m nicht ausreicht (z. B. bei großen Prüflingen), darf eine Länge bis zu 3 m verwendet werden. Die festgelegte Kurvenform muss mit der (den) Leitung(e)n eingehalten werden, die auch während der Prüfung verwendet wird (werden).

6.3 Nachweis der Funktionsfähigkeit des ESD-Prüfaufbaus

Zweck des Nachweises ist sicherzustellen, dass der ESD-Prüfaufbau funktionsfähig ist. Der ESD-Prüfaufbau besteht aus:

- dem ESD-Prüfgenerator;
- der Rückleitung des Entladekreises;
- den 470-k Ω -Ableitwiderständen;
- der Bezugsmasseplatte und
- allen Verbindungen, die den Entladungspfad bilden.

Beispiele für den ESD-Prüfaufbau sind in [Bild 4](#) für Tischgeräte und in [Bild 5](#) für Standgeräte dargestellt.

Ein Nachweisverfahren des ordnungsgemäßen ESD-Prüfaufbaus kann darin bestehen, dass bei Einstellung kleiner Prüfspannungen während der Luftentladung gegen die Koppelplatte ein kleiner Funke erzeugt wird und bei höheren Prüfspannungen ein größerer Funke erzeugt wird. Es ist wichtig, sich vor der Durchführung des Nachweises davon zu überzeugen, dass die Masseverbindung vorhanden und an der festgelegten Stelle mit der gemeinsamen Masse verbunden ist.

Begründung: Da sich die Kurvenformen von ESD-Generatoren typischerweise nicht in subtiler Weise ändern (z. B. besitzen die Anstiegszeit und die Dauer der Kurvenform keine Drift), werden die am häufigsten auftretenden Fehler des ESD-Generators darin bestehen, dass der Entladeelektrode keine Spannung zugeführt wird oder keine Spannungsüberwachung vorhanden ist. Jede der Leitungen, Widerstände oder Verbindungen im Entladungspfad könnte beschädigt oder locker oder fehlend sein, wodurch keine Entladung möglich ist.

Der Nachweis der Funktionsfähigkeit des ESD-Prüfaufbaus sollte vor Durchführung der Prüfungen erfolgen.

7 Prüfaufbau

7.1 Prüfeinrichtung

Der Prüfaufbau besteht aus dem Prüfgenerator, dem Prüfling und den Zusatz-/Hilfsgeräten, die für die Durchführung der direkten und indirekten Entladung auf den Prüfling notwendig sind, für die folgenden Verfahren:

- a) Kontaktentladung auf leitende Oberflächen und auf Koppelplatten;
- b) Luftentladung auf isolierende Oberflächen.

Zwei verschiedene Prüfverfahren werden unterschieden:

- Typ-(Konformitäts-)Prüfungen im Labor;
- Prüfungen am Aufstellungsort des Gerätes (der Einrichtung) in der endgültigen Installation.

Das bevorzugte Prüfverfahren ist die Typprüfung im Labor.

Der Prüfling muss in Übereinstimmung mit den Installationsanweisungen des Herstellers (falls vorhanden) angeordnet werden.

7.2 Prüfaufbau für Prüfungen im Labor

7.2.1 Prüfanforderungen

Die folgenden Festlegungen gelten für Prüfungen im Labor unter Umgebungs-Bezugsbedingungen, wie sie in [8.1](#) umrissen sind.

Eine Bezugsmasseplatte muss auf dem Boden des Labors angeordnet werden. Sie muss eine metallische Fläche (Kupfer oder Aluminium) von mindestens 0,25 mm Dicke sein. Andere metallische Materialien dürfen verwendet werden; ihre Dicke muss aber mindestens 0,65 mm betragen.

Die Bezugsmasseplatte muss den Prüfling oder die horizontale Koppelplatte (sofern anwendbar) auf allen Seiten um mindestens 0,5 m überragen und an das Schutzleitersystem angeschlossen sein.

Örtliche Sicherheitsvorschriften müssen in allen Fällen eingehalten werden.

Der Prüfling muss entsprechend seinen funktionalen Anforderungen angeordnet und angeschlossen werden.

Ein Mindestabstand von 0,8 m zwischen dem Prüfling und den Laborwänden sowie jeglichen weiteren metallischen Strukturen muss eingehalten werden.

Der Prüfling und der ESD-Generator (einschließlich jeglicher externer Stromversorgung) muss entsprechend ihrer Installationsanweisungen an das Erdungssystem angeschlossen werden. Zusätzliche Erdverbindungen sind nicht zulässig.

Die Anordnung von Stromversorgungs- und Signalleitungen muss der Installationspraxis entsprechen.

Die Rückleitung des Entladekreises des ESD-Generators muss an die Bezugsmasseplatte angeschlossen werden. Nur in den Fällen, in denen die Länge dieser Leitung die für die Durchführung der Entladungen an den ausgewählten Punkten erforderliche Länge überschreitet, muss die überschüssige Länge, soweit möglich, induktivitätsarm außerhalb der Bezugsmasseplatte verlegt werden. Die überschüssige Länge darf nicht näher als 0,2 m an andere leitende Teile des Prüfaufbaus außer der Bezugsmasseplatte selbst kommen.

ANMERKUNG 1 Es ist gestattet, die Rückleitung des Entladekreises mit der Metallwand des Prüflabors zu verbinden, wenn diese flächig mit der Bezugsmasseplatte verbunden ist.

Die Verbindungen der Erdungskabel zur Bezugsmasseplatte und alle anderen Erdverbindungen müssen von geringer Impedanz sein, z. B. durch die Verwendung von mechanischen Klemmvorrichtungen für Hochfrequenzanwendungen.

Wenn Koppelplatten festgelegt sind, z. B. um die Durchführung von indirekten Entladungen zu ermöglichen, müssen sie aus Metallblechen (Kupfer- oder Aluminiumblechen) mit mindestens 0,25 mm Dicke hergestellt werden (wobei auch andere metallische Materialien verwendet werden dürfen, wenn sie eine Dicke von mindestens 0,65 mm haben). Die Koppelplatten müssen mit einer Leitung, die an beiden Enden mit je einem 470-k Ω -Widerstand abgeschlossen ist, an die Bezugsmasseplatte angeschlossen werden. Diese Widerstände müssen so ausgelegt sein, dass sie der Entladespannung widerstehen, und müssen isoliert sein, um Kurzschlüsse zur Bezugsmasseplatte zu vermeiden, falls die Leitung auf der Bezugsmasseplatte liegt.

ANMERKUNG 2 Die 470-k Ω -Ableitwiderstände, die in den Erdungskabeln der horizontalen und vertikalen Koppelplatte (siehe [Bilder 4 bis 8](#)) enthalten sind, werden verwendet, um zu verhindern, dass die gegenüber den Koppelplatten angewendete Ladung umgehend nach der Entladung des ESD-Generators auf die Koppelplatte verschwindet. Dadurch wird die Auswirkung des ESD-Vorgangs auf den Prüfling erhöht. Die Widerstände sollten so ausgelegt sein, dass sie der maximalen während der Prüfung gegenüber der Prüflingsplatte angewendeten Entladespannung widerstehen. Sie sollten in der Nähe des Endes des Erdungskabels angeordnet sein, um einen verteilten Widerstand zu erzeugen.

Zusätzliche Festlegungen für die verschiedenen Gerätearten werden nachfolgend angegeben.

7.2.2 Tischgeräte

Der Prüfaufbau muss aus einem $(0,8 \pm 0,08)$ m hohen nichtleitenden Tisch bestehen, der auf der Bezugs-massefläche steht.

Eine horizontale Koppelplatte (HCP) von $(1,6 \pm 0,02)$ m $\times$ $(0,8 \pm 0,02)$ m wird auf dem Tisch angeordnet. Der Prüfling und die Leitungen müssen von der Koppelplatte durch eine isolierende Unterlage von $(0,5 \pm 0,05)$ mm Dicke isoliert werden.

ANMERKUNG Die Isolationseigenschaften sollten aufrechterhalten werden.

Wenn die Größe des Prüflings nicht zulässt, dass die Koppelplatte den Prüfling um mindestens 0,1 m auf allen Seiten überragt, muss eine zusätzliche identische horizontale Koppelplatte verwendet werden, die im Abstand von $(0,3 \pm 0,02)$ m von der ersten angeordnet wird. Der Tisch muss vergrößert werden oder es können zwei Tische verwendet werden. Abgesehen von den galvanischen Verbindungen der horizontalen Koppelplatten zur Bezugsmasseplatte dürfen die horizontalen Koppelplatten nicht elektrisch miteinander verbunden haben.

Jegliche am Prüfling vorhandenen Montagefüße dürfen nicht entfernt werden.

Ein Beispiel für den Prüfaufbau für Tischgeräte ist in [Bild 4](#) gegeben.