

	DIN EN IEC 60749-26 (VDE 0884-749-26)	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
<p>ICS 31.080.01</p> <p>Ersatz für DIN EN 60749-26 (VDE 0884-749-26):2014-09 Siehe Anwendungsbeginn</p> <p>Halbleiterbauelemente – Mechanische und klimatische Prüfverfahren – Teil 26: Prüfung der Empfindlichkeit gegen elektrostatische Entladungen (ESD) – Human Body Model (HBM) (IEC 60749-26:2018); Deutsche Fassung EN IEC 60749-26:2018</p> <p>Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Human body model (HBM) (IEC 60749-26:2018); German version EN IEC 60749-26:2018</p> <p>Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 26: Essai de sensibilité aux décharges électrostatiques (DES) – Modèle du corps humain (HBM) (IEC 60749-26:2018); Version allemande EN IEC 60749-26:2018</p> <p>Gesamtumfang 59 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p>		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2018-02-19 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2018-10-01.

Für **DIN EN 60749-26 (VDE 0884-749-26):2014-09** besteht eine Übergangsfrist bis 2021-02-19.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60749-26 (VDE 0884-749-26):2017-07.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 47 „Semiconductor devices“ erarbeitet. in Zusammenarbeit mit TC 101 „Electrostatics“ erarbeitet.

Der IEC-Publikation liegt der Standard ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2014 zu Grunde, der mit Einverständnis der Copyright-Inhaber ESD Association und JEDEC Solid state Technology Association verwendet wurde.

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 diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- 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.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60749-26 (VDE 0884-749-26):2014-09** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Neue Festlegungen zur HBM-Beanspruchung mit einem Simulator mit geringen parasitären Elementen wurden hinzugefügt;
- b) eine Prüfung zur Bestimmung, ob es sich um einen Simulator mit geringen parasitären Elementen handelt wurde ergänzt;
- c) Festlegungen zu geklonten Nichtversorgungsanschlüssen wurden ergänzt;
- d) ein Anhang über die Prüfung von geklonten Nichtversorgungsanschlüssen wurde hinzugefügt;
- e) die Norm wurde vollständige redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60749-26:2007-01

DIN EN 60749-26 (VDE 0884-749-26):2014-09

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

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60749 (alle Teile)	IEC 60749 (alle Teile)	DIN EN 60749 (alle Teile)	VDE 0884-749
EN 60749-27	IEC 60749-27	DIN EN 60749-27	—

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60749 (alle Teile), *Halbleiterbauelemente – Mechanische und klimatische*

DIN EN 60749-27, *Halbleiterbauelemente – Mechanische und klimatische Prüfverfahren – Teil 27: Prüfung der Empfindlichkeit gegen elektrostatische Entladungen (ESD) – Machine Model (MM)*

**Halbleiterbauelemente –
Mechanische und klimatische Prüfverfahren –
Teil 26: Prüfung der Empfindlichkeit gegen elektrostatische Entladungen (ESD)
– Human Body Model (HBM)
(IEC 60749-26:2018)**

Semiconductor devices –
Mechanical and climatic test methods –
Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity
testing – Human body model (HBM)
(IEC 60749-26:2018)

Dispositifs à semiconducteurs –
Méthodes d'essais mécaniques et climatiques –
Partie 26: Essai de sensibilité aux décharges
électrostatiques (DES) – Modèle du corps
humain (HBM)
(IEC 60749-26:2018)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2018-02-19 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, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

© 2018 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN IEC 60749-26:2018 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 47/2438/FDIS, zukünftige 4. Ausgabe der IEC 60749-26, erarbeitet vom IEC/TC 47 „Semiconductor devices“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 60749-26:2018 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): 2018-11-19
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2021-02-19

Dieses Dokument ersetzt **EN 60749-26:2014**.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60749-26:2018 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 60749 (alle Teile) ANMERKUNG Harmonisiert in der Reihe EN 60749.

IEC 60749-27 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60749-27.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Geräte und erforderliche Einrichtungen	10
4.1 Einrichtung zum Nachweis der Wellenform	10
4.2 Oszilloskop	10
4.3 Zusätzliche Anforderungen für Digital-Oszilloskope	10
4.4 Strommessumformer (induktive Stromzange)	10
4.5 Bewertungslasten	11
4.6 HBM-Simulator	11
4.7 Parasitäre Eigenschaften der HBM-Prüfeinrichtung	12
5 Qualifikation und laufende Überprüfung der Beanspruchungsprüfeinrichtung	12
5.1 Übersicht über geforderte Bewertungen von HBM-Prüfeinrichtungen	12
5.2 Messverfahren	12
5.2.1 Bestimmung des Bezugs-Anschlusspaars	12
5.2.2 Erfassung der Wellenform mit einer Stromzange	13
5.2.3 Bestimmung der Kenngrößen der Wellenform	13
5.2.4 Prüfung des Hochspannungs-Entladungspfads	16
5.3 Qualifikation der HBM-Prüfeinrichtung	16
5.3.1 Anforderungen für die Qualifikation der HBM-ESD-Prüfeinrichtung	16
5.3.2 Verfahren für die Qualifikation der HBM-Prüfeinrichtung	16
5.4 Qualifikation der Prüfleiterplatte für Prüfeinrichtungen mit Fassung	17
5.5 Anforderungen an die laufende Überprüfung der Wellenform	18
5.5.1 Beschreibung der normalen laufenden Überprüfung der Wellenform	18
5.5.2 Häufigkeit der Wellenformüberprüfung	18
5.5.3 Alternatives Verfahren der laufenden Erfassung der Wellenform	19
5.6 Überprüfung des Hochspannungs-Entladungspfads	19
5.6.1 Relais-Prüfeinrichtungen	19
5.6.2 Prüfeinrichtungen ohne Relais	20
5.7 Aufzeichnungen der Wellenformen der Prüfeinrichtung	20
5.7.1 Aufzeichnungen der Qualifikation von Prüfeinrichtung und Prüfleiterplatte	20
5.7.2 Aufzeichnungen der laufenden Wellenformüberprüfungen	20
5.8 Sicherheit	20
5.8.1 Inbetriebnahme	20
5.8.2 Schulung	20
5.8.3 Sicherheit von Personen	20

6	Durchführung der Klassifizierung	21
6.1	Bauelemente für die Klassifizierung	21
6.2	Kenngößen- und Funktionsprüfungen.....	21
6.3	Bauelementbeanspruchung	21
6.4	Einteilung der Anschlüsse	22
6.4.1	Allgemeines	22
6.4.2	Nicht verbundene Anschlüsse (NC-Anschlüsse)	22
6.4.3	Versorgungsanschlüsse	22
6.4.4	Nichtversorgungsanschlüsse	23
6.5	Gruppierung von Anschlüssen	24
6.5.1	Gruppen von Versorgungsanschlüssen	24
6.5.2	Kurzgeschlossene Nichtversorgungsanschlussgruppen.....	24
6.6	Kombinationen der Anschlussbeanspruchung	25
6.6.1	Einteilung der Kombinationen der Anschlussbeanspruchung.....	25
6.6.2	Kombinationen von Nichtversorgungsanschlüssen und Versorgungsanschlüssen gegen Versorgungsanschlüsse (1, 2, ... N)	27
6.6.3	Kombinationen von Nichtversorgungsanschluss gegen Nichtversorgungsanschluss	29
6.7	HBM-Beanspruchung mit einem Simulator mit geringen parasitären Elementen.....	30
6.7.1	HBM-Simulator mit geringen parasitären Elementen.....	30
6.7.2	Anforderungen bei geringen parasitären Elementen	30
6.8	Prüfung nach der Beanspruchung.....	30
7	Ausfallkriterien	30
8	Bauteilklassifizierung	30
Anhang A (informativ)	Flussdiagramm für das HBM-Prüfverfahren	32
Anhang B (informativ)	Parasitäre Eigenschaften der HBM-Prüfeinrichtung.....	35
B.1	Optionale Erfassungseinrichtung für Nachlaufimpulse	35
B.2	Optionale Prüfeinrichtung für den Vorimpuls-Spannungsanstieg	37
B.3	Parasitäre Kapazitäten der offenen Relais der Prüfeinrichtung	38
B.4	Prüfung zur Ermittlung, ob es sich bei der HBM-Prüfeinrichtung um einen HBM-Simulator mit geringen parasitären Elementen handelt.....	39
Anhang C (informativ)	Beispiel für die Produktprüfung anhand Tabelle 2 und Tabelle 3 oder Tabelle 2 mit einer HBM-Anschlusspaar-Prüfeinrichtung	41
C.1	Allgemeines	41
C.2	Verfahren A (nach Tabelle 2)	42
C.3	Alternatives Verfahren B (nach Tabelle 3)	44
C.4	Alternatives Verfahren C (nach Tabelle 2)	45
Anhang D (informativ)	Beispiele für zusammengeschaltete Nichtversorgungsanschlusspaare	47
Anhang E (normativ)	Stichprobenprüfverfahren an geklonten Nichtversorgungs-(E/A-)Anschlüssen	48
E.1	Zweck und Überblick	48
E.2	Übersicht über die Anschluss-Stichproben und statistische Einzelheiten.....	48

E.3	Auswahl der IC-Produkte	49
E.4	Zufällige Auswahl und Prüfung geklonter E/A-Anschlüsse	50
E.5	Bestimmung, ob Proben mit der bereitgestellten Excel-Kalkulationstabelle verwendet werden können	50
E.5.1	Verwendung der bereitgestellten Excel-Kalkulationstabelle	50
E.5.2	Ohne Verwendung der Excel-Kalkulationstabelle	51
E.6	HBM-Prüfung mit einer Stichprobe geklonter E/A-Anschlüsse	51
E.7	Beispiele für die Prüfung mit geklonten E/A-Anschlüssen einer Stichprobe	51
	Literaturhinweise	55

Bilder

Bild 1	– Vereinfachte HBM-Simulatorschaltung mit Lasten	11
Bild 2	– Stromwellenform durch Kurzschlussdrähte	14
Bild 3	– Stromwellenform durch einen 500-Ω-Widerstand	15
Bild 4	– Überschwingwellenform des Spitzenkurzschlussstroms	16
Bild A.1	– Flussdiagramm für das HBM-Prüfverfahren	32
Bild B.1	– Blockschaltbild des Messaufbaus für Nachlaufimpulse	35
Bild B.2	– Positive Beanspruchung mit 4 000 V	36
Bild B.3	– Negative Beanspruchung mit 4 000 V	36
Bild B.4	– Darstellung der Messung der Spannung vor dem HBM-Impuls mit einer Zener-Diode oder einem Bauelement	37
Bild B.5	– Beispiel für den Spannungsanstieg vor dem HBM-Stromimpuls über einer 9,4-V-Zener-Diode	38
Bild B.6	– Darstellung eines Bauelements für die Kurzschlussprüfung mit 10 Anschlüssen und dargestellter Stromzange	40
Bild C.1	– Beispiel zur Veranschaulichung des Konzepts der unterteilten Prüfung	42
Bild E.1	– SPL, V1, VM und z mit Normalverteilung des Anschlussausfalls	49
Bild E.2	– Flussdiagramm des Stichprobenprüfverfahrens	54

Tabellen

Tabelle 1	– Festlegungen zur Wellenform	18
Tabelle 2	– Bevorzugte Anschlusskombinationssätze	26
Tabelle 3	– Alternative Anschlusskombinationen	27
Tabelle 4	– HBM-ESD-Klassifizierungspegel für Bauteile	31
Tabelle C.1	– Produktprüfung nach Tabelle 2	43
Tabelle C.2	– Produktprüfung nach Tabelle 3	44
Tabelle C.3	– Alternative Produktprüfung nach Tabelle 2	46

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil von IEC 60749 wird das Verfahren für die Prüfung, Bewertung und Klassifizierung von Bauteilen und Mikroschaltungen nach ihrer Anfälligkeit (Empfindlichkeit) gegen Beschädigung oder Funktionsbeeinträchtigung festgelegt, wenn diese Bauteile mit den im Human-Body-Modell (HBM) definierten elektrostatischen Entladungen (ESD) (en: electrostatic discharge) beansprucht werden.

Der Zweck dieses Dokuments ist die Festlegung eines Prüfverfahrens, mit dem HBM-Ausfälle wiederholt erzeugt werden und welches ungeachtet der Art des Bauteils von Prüfeinrichtung zu Prüfeinrichtung zuverlässige und wiederholbare HBM-ESD-Prüfergebnisse liefert. Wiederholbare Daten lassen präzise Klassifizierungen und Vergleiche der HBM-ESD-Empfindlichkeitspegel zu.

Die ESD-Prüfung von Halbleiterbauelementen erfolgt nach diesem Prüfverfahren, dem Prüfverfahren des Machine-Models (MM) (siehe IEC 60749-27) und anderen ESD-Prüfverfahren der Normenreihe IEC 60749. Sofern nicht anders festgelegt, ist dieses Prüfverfahren anzuwenden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>;
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>.

3.1

verknüpfter Nichtversorgungsanschluss

Nichtversorgungsanschluss (gewöhnlich ein E/A-Anschluss), der mit einer Versorgungsanschlussgruppe verknüpft ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Nichtversorgungsanschluss wird als mit einer Versorgungsanschlussgruppe verknüpft angesehen, wenn:

- a) der Strom von der Versorgungsanschlussgruppe (d. h. VDDIO) für die Funktion der elektrischen Schaltung(en) erforderlich ist (E/A-Treiber), die mit diesem Nichtversorgungsanschluss verbunden ist (sind) (hohe/geringe Impedanz), oder
- b) zwischen Nichtversorgungsanschluss und Versorgungsanschlussgruppe ein parasitärer Pfad besteht (z. B. Open-Drain-Nichtversorgungsanschluss zu einer VCC-Versorgungsanschlussgruppe, die mit einem nahegelegenen N-Wannen-Schutzring verbunden ist).

3.2

geklonter (E/A-)Nichtversorgungsanschluss

Satz von Eingangs-, Ausgangs- oder bidirektionalen Anschlüssen, die die gleiche E/A-Zelle und dasselbe elektrische Schaltbild nutzen und dieselbe(n) verknüpfte(n) Versorgungsanschlussgruppe(n), einschließlich ESD-Stromklemme(n), teilen

3.3

Bauteil

Element wie z. B. ein Widerstand, eine Diode, ein Transistor, eine integrierte Schaltung oder eine Hybrid-schaltung

3.4

ausgefallenes Bauteil

Zustand, bei dem ein geprüftes Bauteil einen festgelegten oder mehrere festgelegte statische oder dynamische Kenngrößen des Datenblatts nicht erfüllt

3.5

zusammengeschaltetes Nichtversorgungsanschlusspaar

zwei Anschlüsse mit einem bestimmungsgemäßen direkten Strompfad (wie z. B. ein Durchgangs-Gate oder Durchgangswiderstände, Differenzverstärkereingänge oder LVDS-Anschlüsse (LVDS) (en: low voltage differential signalling) einschließlich analoger und digitaler Differenzpaare und Paare mit anderen Sonderfunktionen (z. B. D+, D-, XTALin/XTALout, RFin/Rfout, TxP/TxN, RxP/RxN, CCP_DP/CCN_DN usw.)

3.6

Datenblatt-Kenngrößen

Daten des statischen und dynamischen Leistungsverhaltens des Bauteils, die vom Hersteller oder Lieferanten des Bauelements angegeben werden

3.7

Stehspannung

höchster Spannungspegel, der nicht zum Bauelementeausfall führt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Bauelement besteht alle Prüfungen mit geringerer Spannung (siehe Ausfallfenster).

3.8

Ausfallfenster

Zwischenbereich der Beanspruchungsspannungen, innerhalb dessen ein Ausfall in einem bestimmten Bauelementtyp verursachen kann, wenn dieser Bauelementtyp bei einigen Beanspruchungsspannungen, die über oder unter diesem Bereich liegen, fehlerfrei bleibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Bauteil mit einem Ausfallfenster kann eine Prüfung mit 500 V bestehen, bei einer Prüfung mit 1 000 V ausfallen und eine Prüfung mit 2 000 V bestehen. Die Stehspannung eines solchen Bauelements beträgt 500 V.

3.9

elektrostatische Entladung nach dem Human-Body-Modell

HBM-ESD

ESD-Ereignis, welches die Impulsformkriterien erfüllt, die in dem vorliegenden Dokument festgelegt sind, und annähernd die Entladung von der Fingerspitze eines normalen menschlichen Wesens zu einem geerdeten Bauelement nachbildet

3.10

HBM-ESD-Prüfeinrichtung

HBM-Simulator

Einrichtung, die eine elektrostatische Entladung (ESD) nach dem Human-Body-Modell (HBM) an einem Bauteil erzeugt

3.11

I_{ps}

Spitzenstromwert, der durch den Strom zum Zeitpunkt t_{max} mit der linearen Extrapolation der exponentiellen Abklingkurve des Stroms auf der Basis der Daten der Stromwellenform über eine Dauer von 40 ns, beginnend bei t_{max} , bestimmt wird

Siehe: [Bild 2 a\)](#).

3.12

I_{psmax}

höchster Stromwert, der einschließlich Überswing- oder Nachschwingkomponenten aufgrund interner parasitärer RLC-Elemente des Prüfsimulators gemessen wird

Siehe: [Bild 2 a\)](#).

3.13

nicht verbundener Anschluss

Gehäuseanschluss, der nicht elektrisch mit einem Chip verbunden ist

BEISPIEL: Stift-(en: pin), Lothügel-(en: bump) oder Lotkugel-(en: ball)Anschluss.

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt mitunter Anschlüsse, die als nicht verbunden gekennzeichnet sind, die aber tatsächlich mit dem Chip verbunden sind und deshalb keineswegs als nicht verbundener Anschluss klassifiziert werden sollten.

3.14

Prüfeinrichtung ohne Fassung

HBM-Simulator, bei dem der Kontakt mit den Stift-Anschlüssen (oder Lotkugel-Anschlüssen, Anschlussflächen, Lothügel-Anschlüssen oder Chipkontaktstellen) des Prüflings mit Messspitzen hergestellt wird, anstatt den Prüfling in eine Fassung zu setzen

3.15

Nichtversorgungsanschluss

Anschluss, der nicht als Versorgungsanschluss oder nicht verbundener Anschluss klassifiziert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies umfasst Anschlüsse wie Eingang, Ausgang, Offset-Einstellung, Kompensation, Takt, Steuerung, Adressen, Daten, Bezugsspannungsanschlüsse (Vref-Anschlüsse) und Anschlüsse für die Programmierspannung (VPP-Anschlüsse) von EPROM-Speichern. Die meisten Nichtversorgungsanschlüsse übertragen oder empfangen Informationen wie digitale oder analoge Signale, Zeitsteuersignale, Taktsignale und Spannungs- oder Strombezugspegel.

3.16

gehäuseinnere Verdrahtungslage

in ein IC-Gehäuse eingebaute niederohmige Metallschicht, die eine Gruppe (üblicherweise Betriebsspannung oder Masse) von Lothügel- oder Stift-Anschlüssen miteinander verbindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Für jede Betriebsspannungs- oder Massegruppe kann es mehrere Gehäuseebenen geben (die mitunter als Inseln bezeichnet werden).

3.17

Vorimpulsspannung

Spannung, die am Prüfling kurz vor der Erzeugung des HBM-Stromimpulses auftritt

Siehe: Abschnitt [B.2](#).

3.18

Schaltung für die Impulserzeugung

Schaltung einer Impulsquelle mit zwei Polaritäten, die eine Wellenform des Human-Body-Entladestroms erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schaltung umfasst einen Impulsgenerator mit seinem internen Pfad der Prüfeinrichtung bis zur Kontaktstelle der Prüffassung. Sie wird auch als Impulsquelle mit zwei Polaritäten (en: dual polarity pulse source) bezeichnet.

3.19

Überschwingen

hochfrequente Schwingung, die einer Wellenform überlagert ist

3.20

kurzgeschlossener Nichtversorgungsanschluss

jeder Nichtversorgungsanschluss (üblicherweise ein E/A-Anschluss), der auf dem Chip oder innerhalb des Gehäuses metallisch leitend (in der Regel $< 3 \Omega$) mit einem anderen Nichtversorgungsanschluss (oder einem Satz von Nichtversorgungsanschlüssen) verbunden ist

3.21

Prüfeinrichtung mit Fassung

HBM-Simulator, bei dem der Kontakt mit den Stift-Anschlüssen (oder Lotkugel-Anschlüssen, Anschlussflächen, Lothügel-Anschlüssen oder Chipkontaktstellen) des Prüflings mittels einer Prüffassung hergestellt wird, die auf einer Prüfleiterplatte montiert ist

3.22

Störstromimpuls

kleiner HBM-Impuls, der dem Hauptstromimpuls folgt und üblicherweise als Prozentwert von I_{psmax} definiert ist

3.23

Härtung mit stufenweiser Beanspruchung

(en: stepp-stress hardening)

Fähigkeit eines Bauteils, welches ansteigenden ESD-Spannungsbeanspruchungen ausgesetzt wird, höheren Beanspruchungspegeln als ein vergleichbares Bauteil standzuhalten, welches vorher nicht beansprucht worden ist

BEISPIEL: Ein Bauteil kann bei 1 000 V ausfallen, wenn es einer einzigen Beanspruchung ausgesetzt wird, fällt aber erst bei 3 000 V aus, wenn es schrittweise ab 250 V beansprucht wurde.

3.24

Versorgungsanschluss

jeder Anschluss, der den Strom für eine Schaltung bereitstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Versorgungsanschlüsse übertragen in der Regel keine Informationen (wie z. B. analoge oder digitale Signale, Zeitsteuersignale, Taktsignale und Spannungs- oder Strombezugswerte). Für die Zwecke der ESD-Prüfung werden Stromversorgungs- und Masseanschlüsse wie Versorgungsanschlüsse behandelt.

3.25

Leiterplatte mit Prüffassung

spezielle Leiterplatte mit einer oder mehreren Bauteilfassung(en), über die der Prüfling (die Prüflinge) mit dem HBM-Simulator verbunden wird (werden)

3.26

t_{max}

Zeitpunkt, an dem I_{ps} seinen Höchstwert (I_{psmax}) erreicht

Siehe: [Bild 2 a\)](#).

3.27

nachlaufender Stromimpuls

Stromimpuls, der nach dem Abklingen des HBM-Stromimpulses auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein nachlaufender Stromimpuls ist ein relativ konstanter Strom, der häufig einige hundert Mikrosekunden andauert.

Siehe: Abschnitt [B.1](#).

3.28

Anschlusspaar-HBM-Prüfeinrichtung

HBM-Simulator mit geringen parasitären Elementen, der Prüflinge in Anschlusspaaren prüft, wobei potentialfreie Anschlüsse nicht mit dem Simulator verbunden und damit Wechselwirkungen der Prüfeinrichtung durch parasitäre Prüfbelastungen potentialfreier Anschlüsse beseitigt werden

4 Geräte und erforderliche Einrichtungen

4.1 Einrichtung zum Nachweis der Wellenform

Alle Einrichtungen, die zur Beurteilung der Prüfeinrichtung verwendet werden, müssen nach den Empfehlungen des Herstellers kalibriert sein. Dies gilt für das Oszilloskop, den Strommessumformer und die Hochspannungs-Widerstandslast. Die Dauer zwischen den Kalibrierungen darf höchstens ein Jahr betragen. Die Kalibrierung muss auf nationale oder internationale Normale rückführbar sein.

Einrichtungen zur Überprüfung der Wellenformen der Impulse, die in dieser Norm definiert sind, umfassen, sind aber nicht begrenzt auf, ein Oszilloskop, Bewertungslasten und einen Strommessumformer.

4.2 Oszilloskop

Empfohlen wird ein Digital-Oszilloskop, jedoch sind Analog-Oszilloskope ebenfalls zulässig. Zur Sicherstellung einer genauen Erfassung der Stromwellenform muss das Oszilloskop die folgenden Anforderungen erfüllen:

- a) Mindestempfindlichkeit von 100 mA je Hauptteilung bei einem Einsatz in Verbindung mit dem in 4.4 festgelegten Strommessumformer;
- b) Mindestbandbreite von 350 MHz;
- c) bei Analog-Oszilloskopen eine Mindestschreibgeschwindigkeit von einem Skalenfaktor je Nanosekunde.

4.3 Zusätzliche Anforderungen für Digital-Oszilloskope

Bei Verwendung eines Digital-Oszilloskops gelten die folgenden weiteren Anforderungen:

- a) empfohlene Kanäle: zwei oder mehr;
- b) Mindestanforderung für die Abtastrate: 10^9 Abtastwerte je Sekunde;
- c) Mindestanforderung für die Vertikalauflösung: 8 Bit;
- d) Mindestanforderung für die vertikale Messwertabweichung: $\pm 2,5 \%$;
- e) Mindestanforderung für die Messwertabweichung der Zeitablenkung: 0,01 %;
- f) Mindestanforderung für die Aufzeichnungslänge: 10^3 Punkte.

4.4 Strommessumformer (induktive Stromzange)

- a) Mindestanforderung für die Bandbreite: 200 MHz;
- b) Impulsspitzenbelastbarkeit von 12 A;
- c) Anstiegszeit kleiner als 1 ns;
- d) Aufnahmefähigkeit für einen in 4.5 festgelegten massiven Leiter;
- e) Bereitstellung einer Ausgangsspannung je Signalstrom nach den Anforderungen in 4.2 (üblicherweise zwischen 1 mV/mA und 5 mV/mA);

- f) niederfrequenter 3-dB-Punkt unterhalb 10 kHz (z. B. Tektronix CT-2¹⁾) für die Messung der Abklingkonstante τ_d (siehe 5.2.3.2, Tabelle 1 und nachfolgende Anmerkung).

ANMERKUNG Ergebnisse, die unter Anwendung einer Stromzange mit einem niederfrequenten 3-dB-Punkt von 25 kHz (z. B. Tektronix CT-1¹⁾) zur Messung der Abklingkonstante τ_d ermittelt wurden, sind zulässig, wenn τ_d zwischen 130 ns und 165 ns beträgt.

4.5 Bewertungslasten

Für die Überprüfung der Funktionalität der Prüfeinrichtung sind zwei Bewertungslasten erforderlich:

- a) Last 1: ein massiver verzinnter Kurzschlussdraht, 18 AWG bis 24 AWG (AWG: American Wire Gauge) (außerhalb der USA Drahtquerschnitte von 0,25 mm² bis 0,75 mm²), aus Kupfer, der so kurz wie möglich ist, um den Abstand zwischen den beiden am weitesten voneinander entfernten Anschlüssen in der Fassung herzustellen, wenn die Kurzschlussbrücke durch die Stromzange geführt wird, oder so lang, dass sie durch die Stromzange geführt und ein Kontakt mit den Messspitzen der Prüfeinrichtung ohne Fassung hergestellt werden kann;
- b) Last 2: ein Widerstand von $(500 \pm 5) \Omega$, Spannungsbemessungswert mindestens 4 000 V.

4.6 HBM-Simulator

In Bild 1 ist ein vereinfachtes Blockschaltbild des HBM-Simulators oder der Prüfeinrichtung gegeben. Die Leistungsfähigkeit der Prüfeinrichtung wird durch die parasitäre Kapazität und Induktivität beeinflusst. Das hat zur Folge, dass der Aufbau einer Prüfeinrichtung nach diesem Blockschaltbild nicht sicherstellt, dass die im vorliegenden Dokument geforderten HBM-Impulse zur Verfügung gestellt werden. Die Eignung der Einrichtung für den Einsatz wird mit den in Abschnitt 5 beschriebenen Verfahren und Anforderungen für die Erfassung der Wellenform bestimmt.

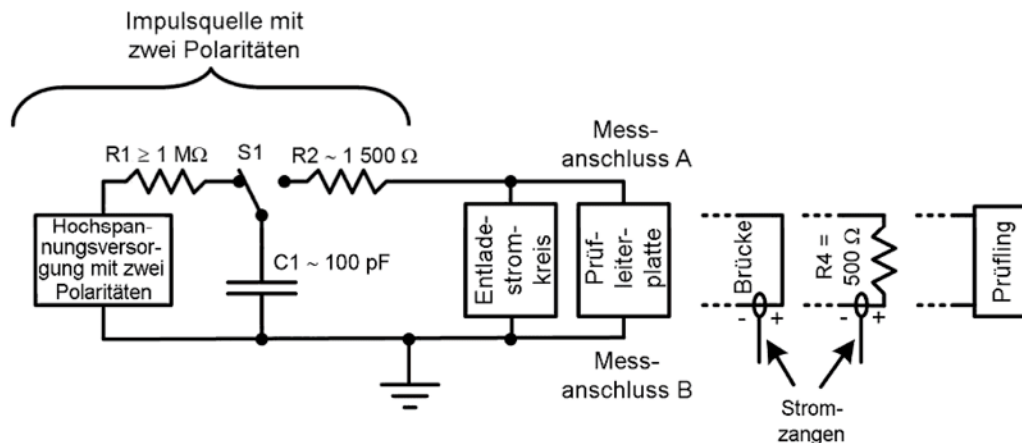


Bild 1 – Vereinfachte HBM-Simulatorschaltung mit Lasten

Der in Bild 1 dargestellte Entladestromkreis stellt eine langsame Entladung des Bauelements sicher, um damit die Möglichkeit der Entladung des Modells eines geladenen Bauelements zu vermeiden. Ein einfaches Beispiel ist ein Widerstand von 10 kΩ oder größer (möglichst in Reihe mit einem Schalter), der parallel zur Prüfleiterplatte geschaltet ist. Dieser Widerstand kann auch zur Steuerung parasitärer Vorimpulsspannungen hilfreich sein (siehe Anhang B). Der Impulsgenerator mit zwei Polaritäten (Quelle) muss so ausgelegt sein, dass Wiederaufladetransienten und Doppelimpulse vermieden werden. Es sollte beachtet werden, dass die Umpolung der Messanschlüsse A und B für das Erzielen des Leistungsmerkmals der zwei Polaritäten nicht

¹⁾ Tektronix CT-1 und CT-2 sind die Herstellerbezeichnungen von Produkten von Tektronix, Inc. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieses Dokuments und bedeutet keine Anerkennung der genannten Produkte durch IEC. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den gleichen Ergebnissen führen.

zulässig ist. Das Übereinanderstecken von Adaptern von Prüflingsfassungen (Huckepackanordnung oder Einsetzen von Zweitfassungen in die Hauptprüffassung) ist nur dann zulässig, wenn die Wellenform an der Zweitfassung die in [Tabelle 1](#) definierten Anforderungen dieses Dokuments erfüllt.

ANMERKUNG 1 Die Strommessumformer (Stromzangen) sind in [4.4](#) festgelegt.

ANMERKUNG 2 Der Kurzschlussdraht (Brücke) und der 500-Ω-Widerstand (R4) sind die in [4.5](#) festgelegten Bewertungslasten.

ANMERKUNG 3 Die Bauteilwerte sind Nennwerte.

4.7 Parasitäre Eigenschaften der HBM-Prüfeinrichtung

Es hat sich erwiesen, dass einige HBM-Simulatoren die HBM-Empfindlichkeitswerte infolge von parasitären Artefakten oder unkontrollierten Spannungen, die sich ungewollt in den HBM-Simulatoren aufbauen, falsch klassifizieren. In [Anhang B](#) sind Verfahren zur Bestimmung dieser Wirkungen und wahlfreie Minderungsmaßnahmen beschrieben. Anschlusspaar-HBM-Prüfeinrichtungen und Prüfeinrichtungen ohne Fassung dürfen unter Umständen geringere parasitäre Kapazitäten aufweisen und die Auswirkungen der parasitären Elemente der Prüfeinrichtung dadurch verringern, dass nur die beanspruchten Anschlüsse kontaktiert werden.

5 Qualifikation und laufende Überprüfung der Beanspruchungsprüfeinrichtung

5.1 Übersicht über geforderte Bewertungen von HBM-Prüfeinrichtungen

Die HBM-Prüfeinrichtung und die Prüfliterplatten müssen qualifiziert, re-qualifiziert und in regelmäßigen Abständen überprüft werden, wie es in Abschnitt 5 beschrieben wird. Die in [5.8](#) beschriebenen Sicherheitsvorkehrungen müssen jederzeit eingehalten werden.

5.2 Messverfahren

5.2.1 Bestimmung des Bezugs-Anschlusspaares

Die zwei Anschlüsse jeder Fassung auf einer Prüfliterplatte, die das Bezugs-Anschlusspaar bilden, sind:

- a) der Anschluss der Fassung mit der kürzesten Verdrahtungslänge der Prüffassung zum Stromkreis für die Impulserzeugung (Messanschluss B) und
- b) der Anschluss der Fassung mit der längsten Verdrahtungslänge der Prüffassung vom Stromkreis für die Impulserzeugung (Messanschluss A) zur Fassung für die ESD-Beanspruchung (siehe [Bild 1](#)).

Diese Angabe wird üblicherweise vom Hersteller der Prüfeinrichtung oder Prüfliterplatte zur Verfügung gestellt. Sind an eine Fassung mehr als ein Stromkreis für die Impulserzeugung angeschlossen, dann gibt es mehr als ein Bezugs-Anschlusspaar.

Bei kraftschlüssigen Klemmfassungen wird besonders empfohlen, an diesen Pfaden durchführende Prüfpunktkontaktflächen vorzusehen, damit bei den Nachweismessungen der Wellenform eine Verbindung entweder mit dem Kurzschlussdraht oder dem 500-Ω-Lastwiderstand hergestellt werden kann. Diese Prüfpunkte sollten so dicht wie möglich an der (den) Fassung(en) vorgesehen werden, und wenn die Prüfliterplatte mehr als einen Impulsgenerator nutzt, sollten für jeden längsten und kürzesten Pfad des Impulsgenerators mehrere durchführende Prüfpunktkontaktflächen hinzugefügt werden.

ANMERKUNG Eine formschlüssige Prüfklemmfassung ist eine Nullkraftfassung (ZIF) (en: zero insertion force) mit einem Klemmmechanismus. Bei einer derartigen Fassung ist das Klemmen des Kurzschlussdrahts in der Fassung problemlos möglich. Beispiele sind ZIF-Fassungen für DIP-(en: dual in-line) und PGA-(en: pin grid array)Gehäuse.

5.2.2 Erfassung der Wellenform mit einer Stromzange

5.2.2.1 Allgemeines

Für die Erfassung der Wellenform des Stroms zwischen zwei Anschlüssen der Fassung (üblicherweise des Bezugs-Anschlusspaars) sind der Kurzschlussdraht (siehe 4.5, Last 1) für die Kurzschlussmessung oder der 500-Ω-Widerstand (siehe 4.5, Last 2) für die Strommessung mit dem 500-Ω-Widerstand und die induktive Stromzange (siehe 4.4) zu verwenden.

5.2.2.2 Wellenform des Kurzschlussstroms

Zwischen den zu messenden Anschlüssen ist der Kurzschlussdraht zu befestigen. Die Stromzange ist so nah wie möglich am Messanschluss B um den Kurzschlussdraht zu legen, wobei die in Bild 1 angegebene Polarität zu beachten ist. Die ESD-Beanspruchung wird mit der Spannung und der Polarität angewendet, die für die Qualifikation, die Re-Qualifikation und die laufende Überprüfung erforderlich sind.

- Bei formschlüssigen Klemmfassungen ist der Kurzschlussdraht zwischen den Anschlüssen der Fassung einzusetzen, die mit den Messanschlüssen A und B verbunden sind, und durch Schließen des Klemmmechanismus zu fixieren.
- Bei kraftschlüssigen Prüffassungen ist der Kurzschlussdraht zwischen den Anschlüssen der Fassung anzuschließen, die mit den Messanschlüssen A und B verbunden sind. Wenn es nicht möglich ist, den Kontakt innerhalb der Fassung herzustellen, ist der Kurzschlussdraht zwischen den Prüfpunkten des Bezugs-Anschlusspaars oder den Einbaubohrungen der Fassung anzuschließen, sofern vorhanden. Die Ausführung der Fassung ist maßgeblich, weil bestimmte Bauarten von Fassungen mit Kontaktfedern (Schraubenfedern) ausgeführt sein können. Diese Federn können eine weitere parasitäre Induktivität in den Signalpfad einführen und die HBM-Wellenform beeinflussen. Es wird empfohlen, Fassungen mit möglichst wenigen Federn (Schraubenfedern) zu verwenden, aber falls das nicht möglich ist, sollte deren Länge so kurz wie möglich gehalten werden.
- Bei Prüfeinrichtungen ohne Fassung werden der Kurzschlussdraht mit der induktiven Stromzange an der isolierenden Oberfläche und die Messspitzen der Messanschlüsse A und B des Simulators an den Drahtenden angelegt.

5.2.2.3 Wellenform des 500-Ω-Laststroms

Die Stromzange ist unter Beachtung der Polarität um den Leiter des 500-Ω-Widerstands zu legen, wie in Bild 1 dargestellt. Der 500-Ω-Widerstand ist zwischen den zu messenden Anschlüssen anzuschließen. Die Stromzange muss um den Draht zwischen dem Widerstand und dem Messanschluss B gelegt werden. Die ESD-Beanspruchung wird mit der Spannung und der Polarität angewendet, die für die Qualifikation, die Re-Qualifikation und die laufende Überprüfung erforderlich sind.

- Bei Prüfeinrichtungen mit Fassung sind die Verfahren entsprechend der Fassungsbauart, wie in 5.2.2.2 beschrieben, einzuhalten.
- Bei Prüfeinrichtungen ohne Fassung werden die Prüflast und die Stromzange an einer isolierenden Oberfläche angelegt und die Messspitzen der Prüfeinrichtung mit den Enden der Prüflast verbunden.

5.2.3 Bestimmung der Kenngrößen der Wellenform

5.2.3.1 Verwendung der Wellenformen

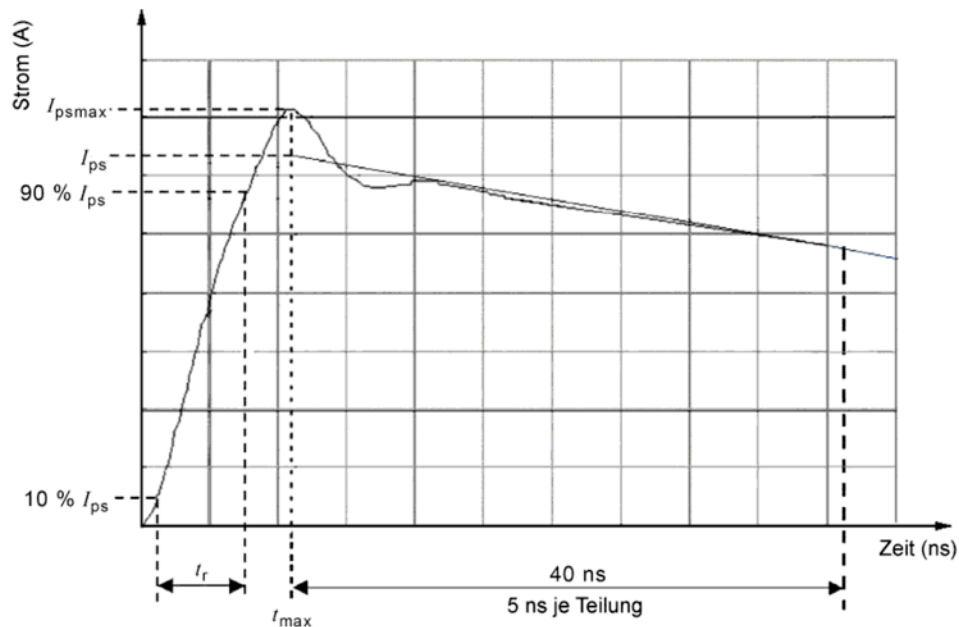
Mit den erfassten Wellenformen werden die in Tabelle 1 aufgeführten Werte der Kenngrößen bestimmt.

5.2.3.2 Wellenform bei Kurzschluss

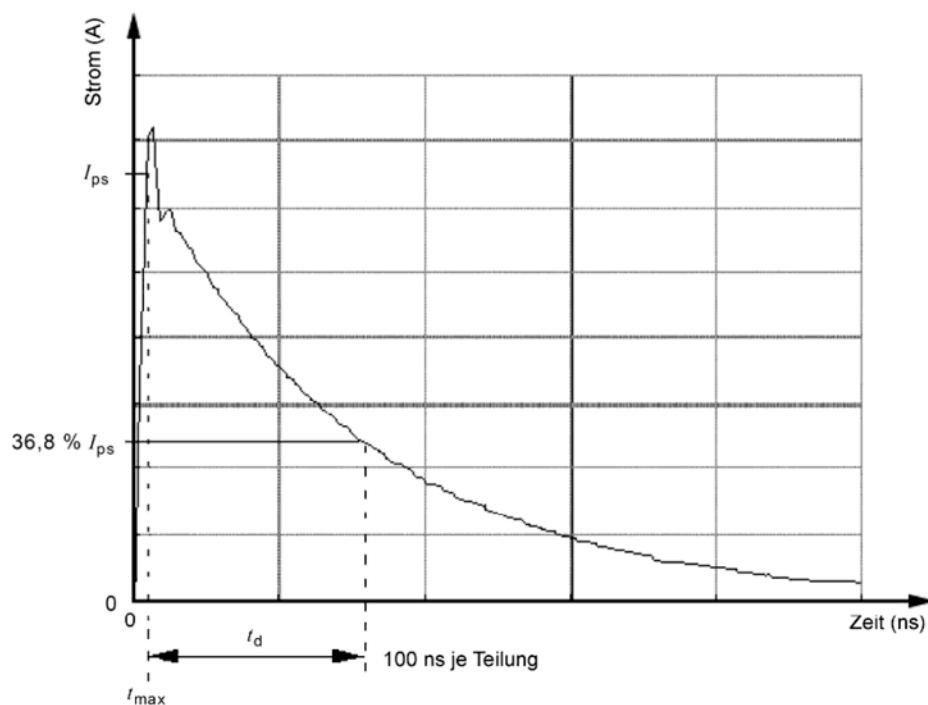
In Bild 2 a), 2 b) und Bild 4 sind typische Kurzschlusswellenformen dargestellt. Anhand dieser Wellenformen werden die Kenngrößen I_{ps} (Spitzenstrom), t_r (Impulsanstiegszeit), t_d (Impulsabklingzeit) und I_R (Nachschwingen) bestimmt. Das Nachschwingen kann die einfache Bestimmung von I_{ps} unmöglich machen. In 5.2.3.4 und Bild 4 wird ein grafisches Verfahren für die Bestimmung von I_{ps} und I_R beschrieben.

5.2.3.3 Wellenform mit dem 500-Ω-Widerstand

In Bild 3 ist eine typische Wellenform bei Belastung mit einem 500-Ω-Widerstand dargestellt. Aus dieser Wellenform werden die Kenngrößen I_{pr} (Spitzenstrom mit 500-Ω-Last) und t_{rr} (Impulsanstiegszeit mit 500-Ω-Last) bestimmt.



a) Stromwellenform durch einen Kurzschlussdraht (I_{psmax})



b) Stromwellenform durch einen Kurzschlussdraht (t_d)

Bild 2 – Stromwellenform durch Kurzschlussdrähte

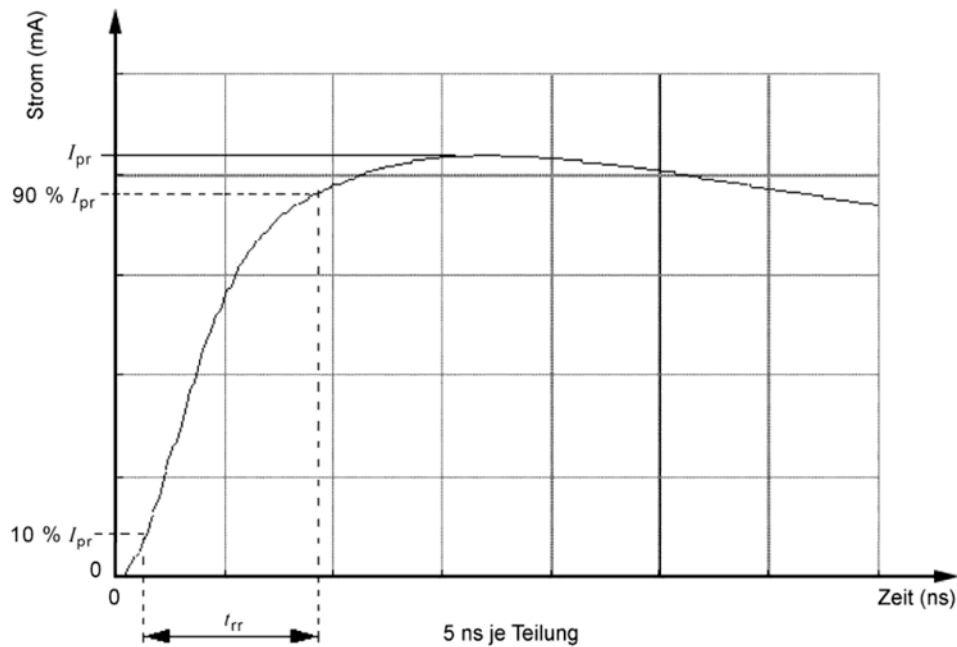


Bild 3 – Stromwellenform durch einen 500-Ω-Widerstand

5.2.3.4 Grafische Bestimmung von I_{ps} und I_R (siehe Bild 4)

5.2.3.4.1 Durch die Wellenform des HBM-Überschwingens wird eine Gerade (entweder von Hand oder nach einem numerischen Verfahren wie der Methode der kleinsten Quadrate) von t_{max} bis $t_{max} + 40$ ns gezogen, um den Wert des Kurvenverlaufs für eine genauere Ableitung des Spitzenstromwerts (I_{ps}) zu interpolieren. t_{max} ist der Zeitpunkt, an dem I_{psmax} auftritt (siehe Definition für t_{max} in 3.26 und Bild 2).

5.2.3.4.2 Die größte Abweichung des gemessenen Stroms oberhalb der Anpassungsgerade ist Ring1. Die größte Abweichung des gemessenen Stroms unterhalb der Anpassungsgerade ist Ring2. Der größte Überschwingsstrom bei der Messung der Kurzschlusswellenform ist definiert als:

$$I_R = |\text{Ring1}| + |\text{Ring2}|$$