

	DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 33.100.20 Ersatz für DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9):2001-12 Siehe Anwendungsbeginn Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-9: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder (IEC 61000-4-9:2016); Deutsche Fassung EN 61000-4-9:2016 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-9: Testing and measurement techniques – Impulse magnetic field immunity test (IEC 61000-4-9:2016); German version EN 61000-4-9:2016 Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-9: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique impulsionnel (IEC 61000-4-9:2016); Version allemande EN 61000-4-9:2016 Gesamtumfang 59 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-08-17 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-05-01.

Für **DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9):2001-12** besteht eine Übergangsfrist bis 2019-08-17.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9):2016-06.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.3 „Hochfrequente Störgrößen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in 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 (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9):2001-12** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme eines Hinweises im **Abschnitt 1** „Anwendungsbereich“, dass auch impulsförmige Magnetfelder in Bahnanlagen sowie in Hoch- und Mittelspannungsschaltanlagen berücksichtigt werden;
- b) Aufnahme eines Hinweises im **Abschnitt 1** „Anwendungsbereich“, dass die Norm für Prüfungen im Labor vorgesehen ist;
- c) Änderung der normativen Verweisungen im **Abschnitt 2**;
- d) Vertauschung der **Abschnitte 3** „Allgemeines“ und **4** „Begriffe“ zwecks Herstellung der üblichen Reihenfolge der Abschnitte;
- e) Aufnahme weiterer Begriffe und Streichung einzelner Begriffe im **Abschnitt 3**;
- f) Hinzufügung von **3.2**;
- g) Anpassung der Festlegungen für den Prüfgenerator in **6.2** an die Festlegungen für den Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator) nach **IEC 61000-4-5**, wobei nur der Stromimpuls 8/20 s verwendet wird;
- h) Straffung der Festlegungen für die Induktionsspule in **6.3**;
- i) Streichung von **6.3.2** bezüglich Hilfs-/Zusatzeinrichtungen;
- j) Aufnahme von Festlegungen in **7.3** für große Prüflinge, die nicht in die genormten Induktionsspulen passen;
- k) Hinzufügung von **7.5** mit Festlegungen für Prüfungen am Aufstell- und Betriebsort;
- l) Hinzufügung von Festlegungen in **8.3** für die Anwendung der Prüfimpulse auf einphasige und dreiphasige mit Wechselstrom versorgte Prüflinge;

- m) Transfer der Festlegungen des bisherigen Anhangs A zur Kalibrierung der Induktionsspulen in den Hauptteil der Norm;
- n) Hinzufügung der neuen [Anhänge B, D, E, F und G](#).

Frühere Ausgaben

DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847-4-9): 1994-05, 2001-12

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
–	IEC 60050 (alle Teile)	^a	–
EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5)	VDE 0847-4-5
–	IEC/TR 61000-1-6:2012	–	–
–	IEC-Guide 107	–	–
–	IEEE Std C62.45-2002	–	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen*

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Teil 4-9: Prüf- und Messverfahren –
Prüfung der Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder
(IEC 61000-4-9:2016)**

Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-9: Testing and measurement techniques –
Impulse magnetic field immunity test
(IEC 61000-4-9:2016)

Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-9: Techniques d'essai et de mesure –
Essai d'immunité au champ magnétique
impulsionnel
(IEC 61000-4-9:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-08-17 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

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

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61000-4-9:2016 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 77B/728/CDV, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 61000-4-9, erarbeitet vom SC 77B „High frequency phenomena“ des IEC/TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61000-4-9:2016 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): 2017-05-17
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-08-17

Dieses Dokument ersetzt **EN 61000-4-9:1993**.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erstellt, das von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone an CENELEC gegeben wurde.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61000-4-9:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Abkürzungen	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Abkürzungen	11
4 Allgemeines	11
5 Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	11
6 Prüfeinrichtung	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator)	12
6.2.1 Allgemeines	12
6.2.2 Leistungsmerkmale des Generators	13
6.2.3 Kalibrierung des Generators	14
6.3 Induktionsspule	14
6.3.1 Feldverteilung	14
6.3.2 Eigenschaften der genormten Induktionsspulen mit den Maßen 1 m × 1 m und 1 m × 2,6 m	15
6.4 Kalibrierung des Prüfsystems	15
7 Prüfaufbau	16
7.1 Prüfeinrichtung	16
7.2 Verifizierung der Prüfeinrichtung	16
7.3 Prüfaufbau für die Anwendung von impulsförmigen Magnetfeldern auf Tischgeräte	17
7.4 Prüfaufbau für die Anwendung von impulsförmigen Magnetfeldern auf Standgeräte	17
7.5 Prüfaufbau für die Anwendung von impulsförmigen Magnetfeldern am Aufstellungs- und Betriebsort	19
8 Prüfverfahren	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 Bezugsbedingungen im Labor	20
8.2.1 Klimatische Bedingungen	20
8.2.2 Elektromagnetische Bedingungen	20
8.3 Durchführung der Prüfung	20
9 Ermittlung der Prüfergebnisse	21
10 Prüfbericht	21
Anhang A (informativ) Eigenschaften von nicht genormten Induktionsspulen	22
A.1 Allgemeines	22
A.2 Bestimmung des Spulenfaktors	22
A.2.1 Allgemeines	22

A.2.2	Messung des Spulenfaktors	22
A.2.3	Berechnung des Spulenfaktors	23
A.3	Magnetfeldmessung	24
A.4	Verifizierung von nicht genormten Induktionsspulen.....	24
Anhang B (informativ)	Informationen zur Feldverteilung bei genormten Induktionsspulen	25
B.1	Allgemeines	25
B.2	(1 m × 1 m)-Induktionsspule	25
B.3	(1 m × 2,6 m)-Induktionsspule mit Bezugsmasseplatte	26
B.4	(1 m × 2,6 m)-Induktionsspule ohne Bezugsmasseplatte	27
Anhang C (informativ)	Auswahl der Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	29
Anhang D (informativ)	Betrachtungen zur Messunsicherheit (MU)	31
D.1	Allgemeines	31
D.2	Legende.....	31
D.3	Beiträge zur Unsicherheit der Messung des Stoßstroms und des Magnetfeldimpulses.....	32
D.4	Unsicherheit der Kalibrierung des Stoßstroms und des Magnetfeldimpulses.....	32
D.4.1	Allgemeines	32
D.4.2	Stirnzeit des Stoßstroms	32
D.4.3	Scheitelwert des Stoßstroms und des Magnetfelds	34
D.4.4	Dauer des Stromimpulses	36
D.4.5	Weitere Messunsicherheitsbeiträge bei den Zeitmessungen.....	37
D.4.6	Verzerrung der Anstiegszeit aufgrund der begrenzten Bandbreite des Messsystems	37
D.4.7	Verzerrung des Scheitelwerts des Impulses und der Impulsbreite aufgrund der begrenzten Bandbreite des Messsystems	38
D.5	Anwendung von Unsicherheiten beim Konformitätskriterium für Stoßwellengeneratoren.....	39
Anhang E (informativ)	Mathematische Modellierung von Impulsformen des Stoßstroms.....	40
E.1	Allgemeines	40
E.2	Normalisierter Stoßstrom im Zeitbereich (8/20 µs)	40
Anhang F (informativ)	Eigenschaften bei Verwendung von zwei genormten Induktionsspulen.....	43
F.1	Allgemeines	43
F.2	Besondere Anforderungen an die Kalibrierung	43
F.3	Feldverteilung der Anordnung mit Doppel-Induktionsspule	44
Anhang G (informativ)	Numerische 3-D-Simulationen	46
G.1	Allgemeines	46
G.2	Simulationen.....	46
G.3	Kommentare	46
Literaturhinweise		54
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	55

Bilder

Bild 1 – Vereinfachtes Prinzipschaltbild des Kombinations-Impulsgenerators (Hybridgenerators)	13
Bild 2 – Impulsform des Kurzschlussstroms (8/20 μ s) am Ausgang des Generators mit dem 18- μ F-Kondensator in Reihe.....	14
Bild 3 – Beispiel für die Messung des Stroms in genormten Induktionsspulen.....	15
Bild 4 – Beispiel für den Prüfaufbau für Tischgeräte, wobei die vertikale orthogonale Ebene gezeigt wird.....	17
Bild 5 – Beispiel für den Prüfaufbau für Standgeräte, wobei die horizontale orthogonale Ebene gezeigt wird.....	18
Bild 6 – Beispiel für den Prüfaufbau für Standgeräte, wobei die vertikale orthogonale Ebene gezeigt wird.....	18
Bild 7 – Beispiel für den Prüfaufbau bei Verwendung des Näherungsverfahrens	19
Bild A.1 – Rechteckförmige Induktionsspule mit den Seiten $a + b$ und c	23
Bild A.2 – Beispiel eines Aufbaus für die Verifizierung von nicht genormten Induktionsspulen	24
Bild B.1 – + 3-dB-Iso-Linie für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - y -Ebene für die (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule.....	25
Bild B.2 – +3-dB- und -3-dB-Iso-Linien für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - z -Ebene für die (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule.....	26
Bild B.3 – + 3-dB-Iso-Linie für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - z -Ebene für die (1 m $\times$ 2,6 m)-Induktionsspule mit Bezugsmasseplatte	26
Bild B.4 – +3-dB- und -3-dB-Iso-Linien für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - y -Ebene für die (1 m $\times$ 2,6 m)-Induktionsspule mit Bezugsmasseplatte	27
Bild B.5 – +3-dB-Iso-Linie für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - y -Ebene für die (1 m $\times$ 2,6 m)-Induktionsspule ohne Bezugsmasseplatte.....	28
Bild B.6 – +3-dB- und -3-dB-Iso-Linien für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - z -Ebene für die (1 m $\times$ 2,6 m)-Induktionsspule ohne Bezugsmasseplatte	28
Bild E.1 – Normalisierter Stoßstrom (8/20 μ s): zeitliche Impulsbreite T_w	41
Bild E.2 – Normalisierter Stoßstrom (8/20 μ s): Anstiegszeit T_r	41
Bild E.3 – Stoßstrom (8/20 μ s): spektraler Verlauf mit $\Delta f = 10$ kHz	42
Bild F.1 – Beispiel für ein Prüfsystem unter Verwendung von genormten Doppel-Induktionsspulen.....	43
Bild F.2 – +3-dB-Iso-Linie für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - y -Ebene für die Anordnung mit Doppel-Induktionsspule (0,8 m Abstand zwischen den Spulen).....	45
Bild F.3 – + 3-dB- und -3-dB-Iso-Linien für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - z -Ebene für die Anordnung mit Doppel-Induktionsspule (0,8 m Abstand zwischen den Spulen)	45
Bild G.1 – Strom und H -Feld im Mittelpunkt der (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule.....	47
Bild G.2 – H_x -Feld in A/m entlang der Seite der (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule.....	47
Bild G.3 – H_x -Feld in A/m in der senkrecht auf der Ebene der (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule stehenden Richtung x	48
Bild G.4 – H_x -Feld in dB entlang der Seite der (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule.....	48
Bild G.5 – H_x -Feld in dB entlang der Diagonale bei der (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule.....	49
Bild G.6 – Plot des H_x -Felds in der y - z -Ebene für die (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule.....	49
Bild G.7 – Plot des H_x -Felds in der x - y -Ebene bei der (1 m $\times$ 1 m)-Induktionsspule	50

Bild G.8 – H_x -Feld in dB entlang der vertikalen Mittellinie bei der (1 m × 2,6 m)-Induktionsspule.....	50
Bild G.9 – 2D-Plot des H_x -Felds in der y-z-Ebene bei der (1 m × 2,6 m)-Induktionsspule	51
Bild G.10 – 2D-Plot des H_x -Felds in der x-y-Ebene bei $z = 0,5$ m bei der (1 m × 2,6 m)-Induktionsspule.....	51
Bild G.11 – Helmholtz-Aufbau: H_x -Feld und 2D-Plot für zwei (1 m × 1 m)-Induktionsspulen im Abstand von 0,6 m.....	52
Bild G.12 – Helmholtz-Aufbau: H_x -Feld und 2D-Plot für zwei (1 m × 1 m)-Induktionsspulen im Abstand von 0,8 m.....	53

Tabellen

Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	12
Tabelle 2 – Definition der Parameter der Impulsform 8/20 μ s.....	13
Tabelle 3 – Festlegung der zeitlichen Kennwerte der Impulsform für das Prüfsystem	15
Tabelle 4 – Festlegung des Scheitelwerts des Impulsstroms für das Prüfsystem	16
Tabelle D.1 – Beispiel für die Unsicherheitsbilanz für die Stirnzeit des Stoßstroms (T_f).....	33
Tabelle D.2 – Beispiel für die Unsicherheitsbilanz für den Scheitelwert des Stoßstroms (I_p).....	35
Tabelle D.3 – Beispiel für die Unsicherheitsbilanz für die Breite des Stromimpulses (T_d).....	36
Tabelle D.4 – α -Faktor (siehe Gleichung (D.10)) für unterschiedliche unidirektionale Impulsantworten korrespondierend zur gleichen Bandbreite B des Systems	38
Tabelle D.5 – β -Faktor (siehe Gleichung (D.14)) der Standard-Kurvenform des Stoßstroms	39
Tabelle F.1 – Festlegung des Scheitelwerts des Impulsstroms für dieses System	44

Einleitung

IEC 61000 wird in mehreren Teilen entsprechend der folgenden Struktur veröffentlicht:

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 weitere Unterteilung kennzeichnet (z. B. **IEC 61000-6-1**).

Dieser Teil ist eine Internationale Norm, die Störfestigkeitsanforderungen und -prüfverfahren gegen impulsförmige Magnetfelder bereitstellt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Internationalen Norm IEC 61000 legt Anforderungen zur Störfestigkeit, Prüfverfahren und einen Bereich von empfohlenen Prüfschärfegraden (Prüfpegel) fest für die Störfestigkeit von Betriebsmitteln, Geräten und Einrichtungen gegenüber impulsförmigen magnetischen Störgrößen, die hauptsächlich auftreten in:

- Industrieanlagen;
- Kraftwerken;
- Bahnanlagen;
- Mittel- und Hochspannungsschaltanlagen.

Die Anwendbarkeit dieser Norm auf Betriebsmittel, Geräte und Einrichtungen, die an unterschiedlichen Orten installiert sind, wird durch das Vorhandensein des Phänomens bestimmt, wie in [Abschnitt 4](#) näher ausgeführt ist.

Diese Norm behandelt keine Störgrößen, die auf kapazitiven oder induktiven Einkopplungen in Leitungen oder in andere Teile der Anlage (Installation) beruhen. Andere Internationale Normen, die sich mit leitungsgeführten Störgrößen beschäftigen, decken diese Aspekte ab.

Zweck dieser Norm ist die Festlegung einer allgemeinen und reproduzierbaren Grundlage zur Beurteilung der Störfestigkeit von elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln, Geräten und Einrichtungen, wenn diese impulsförmigen Magnetfeldern ausgesetzt sind. Das in diesen Teil der IEC 61000 aufgenommene Prüfverfahren beschreibt ein konsistentes Verfahren zur Beurteilung der Störfestigkeit von Betriebsmitteln, Geräten bzw. Einrichtungen sowie von Systemen gegenüber einem festgelegten Phänomen.

ANMERKUNG Entsprechend der Beschreibung im IEC-Leitfaden 107 stellt diese Norm eine EMV-Grundnorm zur Anwendung durch Produktkomitees der IEC dar. Wie ferner im IEC-Leitfaden 107 ausgeführt wird, sind die Produktkomitees der IEC für die Festlegung verantwortlich, ob diese Störfestigkeits-Prüfnorm angewendet oder nicht angewendet wird, und falls sie angewendet wird, sind sie für die Bestimmung der geeigneten Prüfpegel (Prüfschärfegrade) und Bewertungskriterien für das Betriebsverhalten verantwortlich. IEC/TC 77 und seine Unterkomitees sind vorbereitet, mit den Produktkomitees bei der Ermittlung des Werts eines besonderen Störfestigkeits-Prüfpegels für deren Produkte zusammenzuarbeiten.

Diese Norm legt fest:

- einen Bereich von Prüfschärfegraden (Prüfpegeln);
- Prüfeinrichtung;
- Prüfaufbauten;
- Prüfverfahren.

Die Aufgabe der beschriebenen Laborprüfung besteht darin, die Antwort (Reaktion) des zu prüfenden Betriebsmittels, zu prüfenden Geräts bzw. der zu prüfenden Einrichtung gegenüber impulsförmigen Magnetfeldern, wie sie durch Schaltvorgänge und als Folge von Blitzeinschlägen verursacht werden, unter festgelegten Betriebsbedingungen herauszufinden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary*
(erhältlich unter <<http://www.electropedia.org>>)

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050 sowie die folgenden Begriffe.

3.1.1

Kalibrierung

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Benennung wird im Rahmen des „Messunsicherheit“-Konzepts verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Beziehung zwischen den Anzeigen und den Messergebnissen kann im Prinzip durch ein Kalibrierdiagramm ausgedrückt werden.

[QUELLE: IEC 60050-311:2001, 311-01-09]

3.1.2

Kombinations-Impulsgenerator

Hybridgenerator

CWG

Generator zur Erzeugung der Impulsform 1,2/50 µs für die Leerlaufspannung bzw. 8/20 µs für den Kurzschlussstrom

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition wurde aus der entsprechenden Definition in IEC 61000-4-5 in gekürzter Form übernommen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung betrifft nur die französische Fassung.

3.1.3

Dauer

T_d

<Stoßstrom (Stromimpuls) 8/20 µs> virtueller Parameter, der als das 1,18-Fache des Zeitintervalls T_w zwischen dem Augenblick, zu dem der Stoßstrom die Hälfte seines Scheitelwerts erreicht, und dem Augenblick, zu dem der Stoßstrom wieder auf die Hälfte seines Scheitelwerts abfällt, definiert ist

$$T_d = 1,18 \times T_w$$

SIEHE: Bild 2.

3.1.4

Stirnzeit

T_f

<Stoßstrom (Stromimpuls)> virtueller Parameter, der als das 1,25-Fache des Zeitintervalls T_r zwischen den Augenblicken, zu denen der Impuls 10 % bzw. 90 % des Spitzenwerts erreicht, definiert ist

SIEHE: Bild 2.

3.1.5

Störfestigkeit (gegenüber einer Störgröße)

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

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-20]

3.1.6

Induktionsspule

Leiterschleife mit festgelegter Form und festgelegten Abmessungen, in der ein Strom fließt, der in einem festgelegten Volumen ein Magnetfeld mit festgelegter Gleichförmigkeit erzeugt

3.1.7

Induktionsspulenfaktor

Verhältnis zwischen der magnetischen Feldstärke, die durch einen Strom in einer Induktionsspule mit gegebenen Abmessungen erzeugt wird, und der zugehörigen Stromstärke

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Feld ist dasjenige, das im Mittelpunkt der Spulenebene ohne Prüfling gemessen wird.

3.1.8

Näherungsverfahren

Verfahren der Einwirkung eines Magnetfelds auf den Prüfling, wobei eine kleine Induktionsspule entlang den Seiten des Prüflings bewegt wird, um insbesondere empfindliche Stellen zu entdecken

3.1.9

Äquipotentialbezugsebene

Bezugsmassefläche

ebene leitfähige Oberfläche, deren elektrisches Potential als gemeinsames Bezugspotential dient

3.1.10

Anstiegszeit

T_r

Dauer des Zeitintervalls zwischen den Zeitpunkten, zu denen der Augenblickswert eines Impulses erst den 10-%-Wert und dann den 90-%-Wert erreicht

SIEHE: [Bild 2](#).

3.1.11

Stoßwelle

transiente elektrische Strom-, Spannungs- oder Energiewelle, die sich in einer Leitung oder einem Stromkreis fortpflanzt und durch einen schnellen Anstieg und ein anschließendes langsames Absinken gekennzeichnet ist

3.1.12

System

Menge voneinander abhängiger Elemente, die zusammengeschaltet werden, um einen bestimmten Zweck durch die Durchführung einer bestimmten Funktion zu erreichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das System wird als von der Umgebung und anderen äußeren Systemen durch eine gedachte Hüllfläche abgegrenzt betrachtet, durch welche die Verbindungen zwischen diesen (äußeren) Systemen und dem betrachteten System hindurchgehen. Über diese Verbindungen wird das betrachtete System durch die Umgebung oder die äußeren Systeme beeinflusst oder beeinflusst selbst die Umgebung und die anderen Systeme.

3.1.13

transient, Adjektiv

Transiente, f

bezeichnet eine Erscheinung oder Größe, die sich während eines auf der betrachteten Zeitskala kleinen Zeitintervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden stationären Zuständen ändert

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-02-01]

3.1.14

Verifizierung

Tätigkeiten zur Überprüfung des Prüfeinrichtungssystems (z. B. des Prüfgenerators und seiner Verbindungskabel) um zu zeigen, dass das Prüfsystem funktionsfähig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die für die Verifizierung verwendeten Verfahren können sich von denjenigen unterscheiden, die für die Kalibrierung verwendet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für die Anwendung dieser EMV-Grundnorm weicht diese Definition von der in IEC 60050-311: 2001, 311-01-13 gegebenen Definition ab.

3.2 Abkürzungen

Abkürzung	Englisch	Deutsch
AE	Auxiliary equipment	Hilfs-/Zusatzeinrichtung
CDN	Coupling/decoupling network	Koppel-/Entkoppelnetzwerk
CWG	Combination wave generator	Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator)
EFT/B	Electrical fast transient/burst	schnelle elektrische Transiente/Burst
EMV	Electromagnetic compatibility (EMC)	elektromagnetische Verträglichkeit
ESD	Electrostatic discharge	Entladung statischer Elektrizität
EUT	Equipment under test	Prüfling
MU	Measurement Uncertainty	Messunsicherheit
RGP	Reference ground plane	Äquipotentialbezugsebene, Bezugsmassefläche

4 Allgemeines

Magnetfelder, denen Betriebsmittel, Geräte und Einrichtungen ausgesetzt sind, können die zuverlässige Funktion der Betriebsmittel, Geräte bzw. Einrichtungen und Systeme beeinflussen.

Die folgenden Prüfungen sind dazu vorgesehen, die Störfestigkeit von Betriebsmitteln, Geräten und Einrichtungen gegenüber impulsförmigen Magnetfeldern bezogen auf den spezifischen Aufstellungs- und Betriebsort und die spezifischen Installationsbedingungen (z. B. unmittelbare Nähe des Betriebsmittels, des Geräts bzw. der Einrichtung zur Störquelle) zu zeigen.

Impulsförmige Magnetfelder werden durch Blitzeinschläge in Gebäude und andere metallische Gebilde unter Einbeziehung von Freileitungsmasten, Erdungsleitern und Erdungsnetzen sowie durch einleitende Transiente bei Fehlern in Nieder-, Mittel- und Hochspannungs-Elektrizitätssystemen erzeugt.

In Hochspannungsschaltanlagen können impulsförmige Magnetfelder durch das Schalten von Hochspannungs-Sammelschienen und Leitungen mit Hilfe von Leistungsschaltern erzeugt werden.

Die Prüfung ist hauptsächlich auf elektronische Betriebsmittel, Geräte und Einrichtungen anwendbar, die zur Installation in Stromerzeugungs- und -verteilanlagen sowie in Leitwarten vorgesehen sind. Sie ist ohne Bedeutung für Betriebsmittel, Geräte (Einrichtungen) von Stromversorgungsnetzen (z. B. Transformatoren, Stromversorgungsleitungen).

Produktkomitees können andere Anwendungen in Betracht ziehen.

5 Prüfschärfegrade (Prüfpegel)

Der vorrangige Bereich der Prüfschärfegrade (Prüfpegel) wird in [Tabelle 1](#) angegeben.

Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel)

Prüfschärfegrad	Feldstärke des impulsförmigen Magnetfelds A/m (Spitzenwert)
1	nicht anwendbar
2	nicht anwendbar
3	100
4	300
5	1 000
χ^a	besondere Festlegung
ANMERKUNG Die magnetische Feldstärke wird in A/m ausgedrückt: 1 A/m entspricht einer magnetischen Flussdichte im freien Raum von 1,26 μT. ^a „χ^a“ kann jeder beliebige Prüfpegel sein, der oberhalb, unterhalb oder zwischen den anderen in der Tabelle aufgeführten Prüfpegeln liegt. Dieser Prüfschärfegrad (Prüfpegel) muss in der zutreffenden Produktspezifikation festgelegt werden.	

Die Prüfschärfegrade (Prüfpegel) müssen in Übereinstimmung mit den Installationsbedingungen ausgewählt werden. Installationsklassen sind im [Anhang C](#) aufgeführt.

6 Prüfeinrichtung

6.1 Allgemeines

Das Prüfsystem besteht aus einem Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator) und einer Induktionsspule für einen Tischgeräte-Aufbau und zusätzlich aus einer Bezugsmasseplatte für einen Standgeräte-Aufbau.

6.2 Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator)

6.2.1 Allgemeines

Für diese Anwendung wird der Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator) als Stromquelle benutzt.

ANMERKUNG Die Impulsform des Impulses, der von dem in dieser Norm festgelegten Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator) erzeugt wird, ist mit derjenigen identisch, die in [IEC 61000-4-5](#) festgelegt ist.

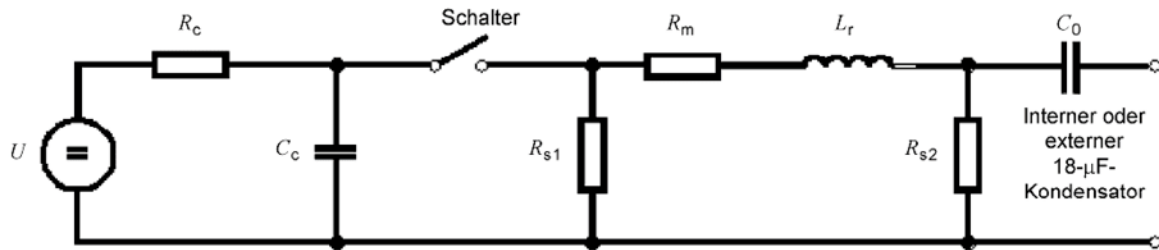
Daher ist (in dieser Norm) nur die Impulsform 8/20 μ s von Bedeutung. Der Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator) muss in der Lage sein, die in [6.3](#) spezifizierten Induktionsspulen mit dem geforderten Impulsstrom zu versorgen.

Die Impulsform wird als Kurzschlussstrom spezifiziert und muss daher ohne angeschlossene Induktionsspule gemessen werden.

Dieser Generator ist zur Erzeugung einer Stoßwelle vorgesehen, die folgendes aufweist:

- eine Stirnzeit von 8 μ s für den Kurzschlussstrom;
- eine Dauer von 20 μ s für den Kurzschlussstrom.

Ein vereinfachtes Schaltbild des Generators ist in [Bild 1](#) dargestellt. Die Werte der einzelnen Komponenten R_{s1} , R_{s2} , R_m , L_r und C_c sind so ausgewählt, dass der Generator unter Kurzschlussbedingungen einen Stromimpuls mit dem Kennwert 8/20 μ s erzeugt.



Legende

- U Hochspannungsquelle
 R_c Ladewiderstand
 C_c Energiespeicherkondensator
 R_s Impulsdauer-formender Widerstand
 R_m Anpasswiderstand
 L_r Anstiegszeit-formende Induktivität
 C_0 interner oder externer 18-µF-Kondensator

Bild 1 – Vereinfachtes Prinzipschaltbild des Kombinations-Impulsgenerators (Hybridgenerators)

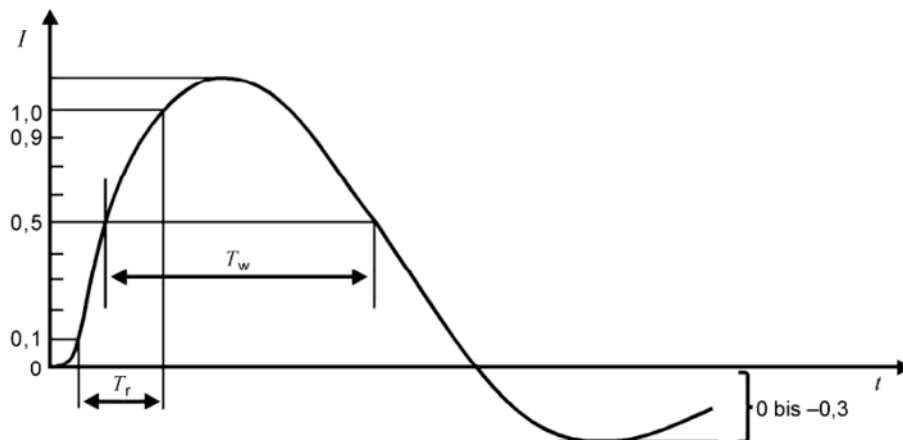
6.2.2 Leistungsmerkmale des Generators

Polarität:	positiv und negativ
Phasenverschiebung:	im Bereich zwischen 0° und 360° gegen den Phasenwinkel der Wechselstromversorgung des Prüfings mit einer Grenzabweichung von $\pm 10^\circ$
Wiederholrate:	mindestens 1 Impuls je Minute
Scheitelwert des Ausgangs-Kurzschlussstroms:	100 A bis 1 000 A oder der geforderte Prüfpegel, geteilt durch den Spulenfaktor
Kurvenform des Stoßstroms:	siehe Tabelle 2 und Bild 2
Grenzabweichung des Scheitelwerts des Ausgangs-Kurzschlussstroms:	$\pm 10 \%$

Tabelle 2 – Definition der Parameter der Impulsform 8/20 µs

	Stirnzeit T_f µs	Dauer T_d µs
Kurzschlussstrom	$T_f = 1,25 \times T_r = 8 \pm 20 \%$	$T_d = 1,18 \times T_w = 20 \pm 20 \%$

Es muss ein Generator mit potentialfreiem Ausgang verwendet werden.



Stirnzeit: $T_r = 1,25 \times T_r = 8 \mu s \pm 20 \%$

Dauer: $T_d = 1,18 \times T_w = 20 \mu s \pm 20 \%$

ANMERKUNG 1 Der Wert 1,25 ist der Umkehrwert der Differenz zwischen den 0,9- und den 0,1-Schwellen.

ANMERKUNG 2 Der Wert 1,18 wurde aus empirischen Daten abgeleitet.

Bild 2 – Impulsform des Kurzschlussstroms (8/20 μs) am Ausgang des Generators mit dem 18- μF -Kondensator in Reihe

6.2.3 Kalibrierung des Generators

Wenn ein Stromtransformator (Stromzange) zur Messung des Kurzschlussstroms verwendet wird, sollte er (sie) so ausgewählt werden, dass keine Sättigung des Magnetkerns stattfindet. Die untere (–3 dB) Eckfrequenz der Stromzange sollte kleiner als 100 Hz sein. Die Kalibrierung muss mit einer Stromzange und einem Oszilloskop oder einer anderen geeigneten Messausrüstung mit einer Bandbreite, die nicht kleiner als 1 MHz ist, durchgeführt werden. Die Kalibrierung muss für sämtliche Prüfpegel durchgeführt werden, die bei Prüfungen angewendet werden.

Die Eigenschaften des Generators müssen mit Hilfe einer externen Kapazität von 18 μF , die mit dem Ausgang in Reihe geschaltet ist, unter Kurzschlussbedingungen gemessen werden. Wenn die Kapazität von 18 μF in den Generator eingebaut ist, ist für die Kalibrierung keine externe Kapazität von 18 μF erforderlich.

Sämtliche in 6.2.2 angegebenen Leistungsmerkmale mit Ausnahme der Phasenverschiebung müssen am Ausgang des Generators erfüllt werden.

6.3 Induktionsspule

6.3.1 Feldverteilung

Die Feldverteilung der beiden genormten (1 m $\times$ 1 m)- und (1 m $\times$ 2,6 m)-Spulen mit einer Windung ist bekannt und wird im [Anhang B](#) dargestellt. Daher ist weder eine Verifizierung noch eine Kalibrierung des Felds erforderlich, die Strommessung, wie sie im [Bild 3](#) gezeigt ist, reicht aus.

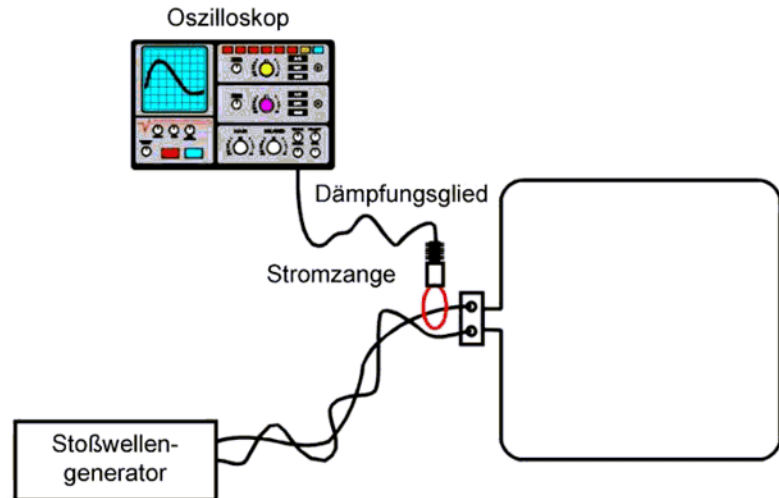


Bild 3 – Beispiel für die Messung des Stroms in genormten Induktionsspulen

Andere Spulen mit abweichenden Maßen können für die Prüfung eines Prüflings, der von jeder der beiden vorgenannten genormten Spulen nicht vollständig umschlossen wird, verwendet werden. In diesen Fällen muss die Feldverteilung durch Messung oder Berechnung ermittelt werden (siehe [Anhang A](#)).

6.3.2 Eigenschaften der genormten Induktionsspulen mit den Maßen 1 m × 1 m und 1 m × 2,6 m

Die genormte Induktionsspule muss aus Kupfer, Aluminium oder einem beliebigen anderen leitfähigen, jedoch nicht magnetischem Material bestehen. Querschnitt und mechanischer Aufbau müssen so sein, dass während der Prüfungen eine stabile Anordnung auf einfache Weise erreicht wird.

Die Grenzabweichung der genormten Spulen beträgt ± 1 cm, gemessen zwischen den Mittellinien (Mittelpunkt des Querschnitts). Die Eigenschaften von Induktionsspulen in Bezug auf die Magnetfeldverteilung sind in [Anhang B](#) angegeben.

6.4 Kalibrierung des Prüfsystems

Die wesentlichen Eigenschaften des Prüfsystems müssen mit Hilfe einer Messung des Stroms kalibriert werden (siehe Bild 3).

Der Ausgangsstrom muss für sämtliche anwendbaren Prüfpegel nachgewiesen werden, während der Generator mit der in [6.2.1](#) festgelegten genormten Induktionsspule verbunden ist. Um die in [Tabelle 3](#) und [Tabelle 4](#) gegebenen Festlegungen einzuhalten, kann eine in Reihe geschaltete externe Kapazität (von z. B. 18 μ F) erforderlich sein.

Der Kondensator kann im Generator eingebaut sein. Die Verbindung muss durch verdrehte Leiter oder Koaxialkabel mit einer Länge von bis zu 3 m und geeignetem Querschnitt hergestellt werden.

Die nachfolgenden in [Tabelle 3](#) und [Tabelle 4](#) gegebenen Festlegungen müssen verifiziert werden.

Tabelle 3 – Festlegung der zeitlichen Kennwerte der Impulsform für das Prüfsystem

	Stirnzeit T_f	Dauer T_d
System, das eine genormte (1 m × 1 m)-Induktionsspule verwendet	$T_f = 1,25 \times T_r = 8 \mu\text{s} \begin{smallmatrix} +2,4 \\ -0,8 \end{smallmatrix} \mu\text{s}$	$T_d = 1,18 \times T_w = 20 \mu\text{s} \begin{smallmatrix} +6 \\ -2 \end{smallmatrix} \mu\text{s}$
System, das eine genormte (1 m × 2,6 m)-Induktionsspule verwendet	$T_f = 1,25 \times T_r = 8 \mu\text{s} \begin{smallmatrix} +3,2 \\ -0,8 \end{smallmatrix} \mu\text{s}$	$T_d = 1,18 \times T_w = 20 \mu\text{s} \begin{smallmatrix} +8 \\ -2 \end{smallmatrix} \mu\text{s}$