

DIN EN IEC 60268-4

ICS 33.160.50

Ersatz für
DIN EN 60268-4:2016-07
Siehe Anwendungsbeginn

**Elektroakustische Geräte –
Teil 4: Mikrofone
(IEC 60268-4:2018);
Deutsche Fassung EN IEC 60268-4:2018**

Sound system equipment –
Part 4: Microphones
(IEC 60268-4:2018);
German version EN IEC 60268-4:2018

Equipements pour systèmes électroacoustiques –
Partie 4: Microphones
(IEC 60268-4:2018);
Version allemande EN IEC 60268-4:2018

Gesamtumfang 58 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2018-10-17 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2019-08-01.

Für DIN EN 60268-4:2016-07 besteht eine Übergangsfrist bis 2021-10-17.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60268-4:2018-02.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 742.6 „Mikrofone und Kopfhörer“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments 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.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60268-4:2016-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) grundlegend technisch überarbeitet;
- b) die Pop-Messung in 19.4 wurde durch den überarbeiteten Anhang C der vorigen Version ersetzt;
- c) ein neuer Anhang D für Geräuschmessungen im digitalen Bereich wurde hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 45590: 1960-02, 1974-03

DIN 45593: 1960-02, 1976-08

DIN 45591: 1963-12, 1974-02

DIN EN 60268-4: 2000-01, 2004-07, 2011-01, 2016-07

Elektroakustische Geräte –
Teil 4: Mikrofone
(IEC 60268-4:2018)

Sound system equipment –
Part 4: Microphones
(IEC 60268-4:2018)

Equipements pour systèmes électroacoustiques –
Partie 4: Microphones
(IEC 60268-4:2018)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2018-10-17 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, 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 Brüssel

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 100/2992/CDV, zukünftige 6. Ausgabe von IEC 60268-4, erarbeitet vom IEC/TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 60268-4:2018 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): 2019-07-17
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2021-10-17

Dieses Dokument ersetzt EN 60268-4:2014.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60268-4:2018 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:

CISPR 22:2008	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 55022:2010 (modifiziert).
IEC 60065:2014	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60065:2014 (modifiziert).
IEC 60958-4:2016 (Reihe)	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60958-4:2016.
IEC 61000-3-2:2014	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61000-3-2:2014 (nicht modifiziert).
IEC 61000-3-3:2013	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61000-3-3:2013 (nicht modifiziert).
IEC 61606 (Reihe)	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 61606.
IEC 61672-1:2013	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61672-1:2013 (nicht modifiziert).

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
CISPR 35 (mod.)	2016	Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Immunity requirements	EN 55035	2017
IEC 60268-1	1985	Sound system equipment – Part 1: General	HD 483.1 S2	1989
+ A1	1988		–	–
+ A2	1988		–	–
IEC 60268-2	1987	Sound system equipment – Part 2: Explanation of general terms and calculation methods	HD 483.2 S2	1993
+ A1	1991		–	–
IEC 60268-3	2013	Sound system equipment – Part 3: Amplifiers	EN 60268-3	2013
IEC 60268-5	2003	Sound system equipment – Part 5: Loudspeakers	EN 60268-5	2003
+ A1	2007		+ A1	2009
IEC 60268-11	1987	Sound system equipment – Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components	HD 483.11 S3	1993
+ A1	1989		–	–
+ A2	1991		–	–
IEC 60268-12	1987	Sound system equipment – Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use	EN 60268-12	1995
+ A1	1991		–	–
+ A2	1994		+ A2	1995
IEC 61000-4-2	2008	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test	EN 61000-4-2	2009
IEC 61000-4-3	2006	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test	EN 61000-4-3	2006
+ A1	2007		+ A1	2008
+ A2	2010		+ A2	2010
IEC 61000-4-4	2012	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test	EN 61000-4-4	2012
IEC 61000-4-6	2013	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	EN 61000-4-6	2014

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 61000-4-8	2009	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test	EN 61000-4-8	2010
IEC 61000-4-16	2015	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz	EN 61000-4-16	2016
IEC 61000-4-17 + A1 + A2	1999 2001 2008	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-17: Testing and measurement techniques – Ripple on d.c. input power port immunity test	EN 61000-4-17 + A1 + A2	1999 2004 2009
IEC 61260-1	2014	Electroacoustics – Octave-band and fractional- octave-band filters – Part 1: Specifications	EN 61260-1	2014
IEC 61938	2013	Multimedia systems – Guide to the recommended characteristics of analogue interfaces to achieve interoperability	–	–
ITU-T Recommendation P.51	–	Artificial mouth	–	–
EN 55103-2	2009	Electromagnetic compatibility – Product family standard for audio, video, audio-visual and entertainment lighting control apparatus for professional use – Part 2: Immunity	EN 55103-2	2009
EN 300 422-2 V1.3.1	2011	Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters (ERM) – Wireless microphones in the 25 MHz to 3 GHz frequency range – Part 2: Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive	EN 300 422-2 V1.3.1	2011

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	2
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	3
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Allgemeine Bedingungen	12
4.1 Allgemeines.....	12
4.2 Messbedingungen.....	12
4.2.1 Allgemeines.....	12
4.2.2 Nennbedingungen.....	13
5 Einzelbedingungen.....	14
5.1 Anfangsbedingungen	14
5.2 Schallquelle	14
5.3 Messung des Schalldrucks	14
5.4 Aufbau für Spannungsmessung.....	14
5.5 Akustische Umgebung	14
5.5.1 Allgemeines.....	14
5.5.2 Freifeldbedingungen	15
5.5.3 Bedingungen für das Diffusfeld.....	16
5.5.4 Ankopplung des Mikrofons über einen kleinen Hohlraumkuppler an die Schallquelle	17
5.6 Verfahren zur Messung des Frequenzgangs.....	17
5.6.1 Punkt-zu-Punkt-Verfahren und stetiges Frequenzänderungsverfahren	17
5.6.2 Kalibrierungsverfahren	18
5.7 Gesamtgenauigkeit	18
5.8 Grafische Darstellung der Ergebnisse	18
6 Typbeschreibung (akustisches Verhalten).....	19
6.1 Wandlerprinzip	19
6.2 Art des Mikrofons	19
6.3 Art der Richtcharakteristik	19
6.4 Anwendung	19
7 Anschlüsse und Einstellmöglichkeiten	19
7.1 Kennzeichnung.....	19
7.2 Steckverbinder und elektrische Anschlusswerte.....	19
8 Bezugspunkt und Bezugsachse.....	20
8.1 Bezugspunkt.....	20
8.2 Bezugsachse.....	20
9 Nenn-Stromversorgung.....	20

	Seite
9.1 Anzugebende Kenngrößen	20
9.2 Messverfahren.....	20
10 Elektrische Impedanz	20
10.1 Quellimpedanz.....	20
10.1.1 Anzugebende Kenngröße	20
10.1.2 Messverfahren.....	21
10.2 Nennimpedanz	21
10.3 Anzugebende minimal zulässige Lastimpedanz	21
11 Übertragungskoeffizient.....	22
11.1 Allgemeines	22
11.2 Übertragungskoeffizienten in Bezug auf die akustische Umgebung.....	22
11.2.1 Freifeldübertragungskoeffizient	22
11.2.2 Diffusfeldübertragungskoeffizient	23
11.2.3 Nahbesprechungsübertragungskoeffizient und Nahfeldübertragungskoeffizient	24
11.2.4 Druckübertragungskoeffizient.....	24
11.3 Nennübertragungskoeffizient	24
12 Übertragungsfunktion	25
12.1 Frequenzgang	25
12.1.1 Anzugebende Kenngröße	25
12.1.2 Messverfahren.....	25
12.1.3 Grafische Darstellung der Ergebnisse	25
12.2 Effektiver Frequenzbereich	25
12.2.1 Anzugebende Kenngröße	25
12.2.2 Messverfahren.....	26
13 Richtungseigenschaften	26
13.1 Richtcharakteristik	26
13.1.1 Anzugebende Kenngröße	26
13.1.2 Messverfahren.....	26
13.1.3 Grafische Darstellung der Ergebnisse	27
13.2 Bündelungsmaß	27
13.2.1 Anzugebende Kenngröße	27
13.2.2 Messverfahren.....	27
14 Amplituden-Nichtlinearität.....	28
14.1 Allgemeines	28
14.2 Klirrfaktor	28
14.2.1 Anzugebende Kenngröße	28
14.2.2 Messverfahren.....	28
14.3 Klirrfaktor n -ter Ordnung ($n = 2, 3, \dots$).....	29
14.3.1 Anzugebende Kenngröße	29

	Seite
14.3.2 Messverfahren	29
14.4 Differenzton-Verzerrung zweiter Ordnung	29
14.4.1 Anzugebende Kenngröße	29
14.4.2 Messverfahren	30
15 Begrenzungsverhalten	30
15.1 Höchst-Spitzennennschalldruck.....	30
15.2 Grenzschalldruck	30
15.2.1 Anzugebende Kenngröße	30
15.2.2 Messverfahren	31
16 Symmetrie	31
16.1 Symmetrie des Mikrofonausganges.....	31
16.2 Symmetrie im Betriebszustand	31
17 Äquivalenter Schalldruckpegel der Eigenstörspannung	32
17.1 Anzugebende Kenngröße	32
17.2 Messverfahren.....	32
18 Umgebungsbedingungen	33
18.1 Allgemeines.....	33
18.2 Druckbereich	33
18.3 Temperaturbereich	33
18.4 Bereich relativer Luftfeuchte	33
19 Äußere Einflussgrößen	33
19.1 Allgemeines.....	33
19.1.1 Angabe und Messverfahren.....	33
19.1.2 Andere äußere Einflüsse.....	34
19.2 Äquivalenter Schalldruck bei mechanischen Schwingungen.....	34
19.2.1 Anzugebende Kenngröße	34
19.2.2 Messverfahren	34
19.3 Äquivalenter Schalldruckpegel für Wind	34
19.3.1 Anzugebende Kenngröße	34
19.3.2 Messverfahren	34
19.4 Transienter äquivalenter Schalldruck für den „Pop“-Effekt	37
19.4.1 Allgemeines	37
19.4.2 Anzugebende Kenngröße	37
19.4.3 Messverfahren	38
20 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	39
20.1 Regulatorische Anforderungen	39
20.2 Anforderungen zur Sicherstellung der Programmqualität.....	39
20.3 Kriterien zum Betriebsverhalten	40
20.3.1 Kriterium A	40

	Seite
20.3.2 Kriterium B	41
20.4 Prüfung auf Störfestigkeit in Gegenwart akustischer Störsignale	41
20.5 Störfestigkeit gegenüber frequenzmodulierter Störstrahlung	41
20.6 Störfestigkeit gegenüber magnetischen Feldern	41
20.7 Störfestigkeit gegenüber Welligkeit von Gleichstromversorgungen	42
20.8 Permanentes Magnetfeld	42
20.9 Auswertung und Darstellung der Prüfergebnisse	42
21 Physikalische Kenngrößen	42
21.1 Maße	42
21.2 Gewicht	42
21.3 Kabel und Anschlüsse	42
22 Klassifizierung der anzugebenden Kenngrößen	43
Anhang A (normativ) Zusätzliche Kenngrößen	46
A.1 Kenn-Übertragungskoeffizient für Sprache	46
A.1.1 Anzugebende Kenngröße	46
A.1.2 Messverfahren	46
A.2 Vor-Rück-Übertragungsmaß (0° bis 180°)	47
A.2.1 Anzugebende Kenngröße	47
A.2.2 Messverfahren	47
A.3 Störschall-Unterdrückungsindex	47
A.3.1 Anzugebende Kenngröße	47
A.3.2 Messverfahren	47
A.4 Besondere Kenngrößen für Stereomikrofone	48
A.4.1 Allgemeines	48
A.4.2 Hauptachsenwinkel eines XY-(links-rechts-)Mikrofons	48
A.4.3 Akzeptanzwinkel	48
Anhang B (informativ) Vorrichtung zur Schalldämmung	49
Anhang C (informativ) Empfehlungen für professionelle digitale Mikrofone	50
C.1 Allgemeines	50
C.2 Datenblätter für digitale Mikrofone	50
Anhang D (informativ) Empfohlenes Verfahren zur Messung von Geräuschpegeln nach ITU-R BS.468-4 im Digitalbereich	52
D.1 Allgemeines	52
D.2 Empfohlenes Verfahren	52
D.3 Matlab-Code	53
Literaturhinweise	56

Bilder

Bild 1 – Symmetrie des Ausgangs	31
Bild 2 – Symmetrie unter Betriebsbedingungen	32
Bild 3 – Aufbau zur Messung der Windempfindlichkeit	35
Bild 4 – Windmaschinen, Typ 1 (Bild 4a) und Typ 2 (Bild 4b)	36
Bild 5 – Elektrischer und mechanischer Aufbau zur Messung des „Pop“-Effektes	38
Bild B.1 – Vorrichtung zur Schalldämmung	49
Bild D.1 – ITU-Bewertungsfilter für bewertete und unbewertete Messungen	52
Bild D.2 – Spitzenwertgleichrichterschema	53

Tabellen

Tabelle 1 – Nachhallzeit des leeren Raumes	17
Tabelle 2 – Beispiele für EMV-Verordnungen und Normen	39
Tabelle 3 – Grundlegende EMV-Normen und ihre Anwendung auf Mikrofone	40
Tabelle 4 – Klassifizierung der Kenngrößen	43
Tabelle A.1 – Bewertungsfaktor der Sprachleistung bei Mittenfrequenzen von Oktavbändern	46
Tabelle C.1 – Klassifikation empfohlener Eigenschaften	50
Tabelle C.2 – Zusätzliche anzugebende digitale Eigenschaften	51
Tabelle D.1 – Zeitkonstanten für die beiden Spitzenwertgleichrichter	53

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60268 legt Messverfahren für elektrische Impedanz, Übertragungskoeffizienten, Richtungseigenschaften, Dynamikbereich und externe Einflüsse von Mikrofonen elektroakustischer Anlagen fest und benennt im Einzelnen die durch den Hersteller anzugebenden Eigenschaften.

Er gilt für Mikrofone zur Anwendung in elektroakustischen Anlagen für Sprache und Musik. Er gilt nicht für Messmikrofone, aber er gilt für jeden Kanal von Mikrofonen mit mehr als einem Tonkanal, z. B. für Stereo oder ähnliche Anwendungen. Er gilt auch für oberflächenbündig eingesetzte Mikrofone und für die analogen Eigenschaften von Mikrofonen mit digitalem Tonausgang.

Im Sinne dieser Internationalen Norm schließt ein Mikrofon alle Teile ein, die fester Bestandteil des Mikrofons sind, wie z. B. Übertrager, Vorverstärker oder andere Bauteile, bis hin zu den vom Hersteller angegebenen Ausgangsanschlüssen.

Die wesentlichen Kenngrößen eines Mikrofons werden in den Abschnitten 6 bis 21 beschrieben. Zusätzliche Kenngrößen werden in Anhang A und Anhang C berücksichtigt.

ANMERKUNG Die in diesem Dokument angegebenen Kenngrößen beschreiben nicht das subjektiv empfundene Ausgangssignal eines Mikrofons. Daher sind weitere Arbeiten notwendig, um neue Festlegungen und Messverfahren für eine spätere Einführung von objektiven Kenngrößen anstelle zumindest einiger subjektiver Signalbeschreibungen zu finden.

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).

CISPR 35:2016, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Immunity requirements*

IEC 60268-1:1985, *Sound system equipment – Part 1: General*
IEC 60268-1:1985/AMD1:1988
IEC 60268-1:1985/AMD2:1988

IEC 60268-2:1987, *Sound system equipment – Part 2: Explanation of general terms and calculation methods*
IEC 60268-2:1987/AMD1:1991

IEC 60268-3:2013, *Sound system equipment – Part 3: Amplifiers*

IEC 60268-5:2003, *Sound system equipment – Part 5: Loudspeakers*
IEC 60268-5:2003/AMD1:2007

IEC 60268-11:1987, *Sound system equipment – Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components*
IEC 60268-11:1987/AMD1:1989
IEC 60268-11:1987/AMD2:1991

IEC 60268-12:1987, *Sound system equipment – Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use*
IEC 60268-12:1987/AMD1:1991
IEC 60268-12:1987/AMD2:1994

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

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-16:2015, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz*

IEC 61000-4-17:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-17: Testing and measurement techniques – Ripple on d.c. input power port immunity test*
61000-4-17:1999/AMD1:2001
61000-4-17:1999/AMD2:2008

IEC 61260-1:2014, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters – Part 1: Specifications*

IEC 61938:2013, *Multimedia systems – Guide to the recommended characteristics of analogue interfaces to achieve interoperability*

ITU-T Recommendation P.51:1996, *Artificial mouth*

EN 55103-2:2009, *Elektromagnetische Verträglichkeit – Produktfamiliennorm für Audio-, Video- und audiovisuelle Einrichtungen sowie für Studio-Lichtsteuereinrichtungen für professionellen Einsatz – Teil 2: Störfestigkeit*

EN 300 422-2 V1.3.1:2011, *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) – Drahtlose Mikrofone im Frequenzbereich von 25 MHz bis 3 GHz – Part 2: Harmonisierte EN, die die wesentlichen Anforderungen nach Artikel 3.2 der R&TTE-Richtlinie enthält*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60268-1 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

Fernfeldmikrofon

Mikrofon zur überwiegenden Anwendung in einer Schallquellenentfernung von 1 m oder mehr

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Fernfeldmikrofon“ beschreibt eine Mikrofonanwendung (siehe 6.4) und keine Mikrofonart. Ein bestimmtes Mikrofon darf auch mehrere Anwendungen haben, der Begriff hilft jedoch bei der Festlegung des Messverfahrens.

3.2

Nahfeldmikrofon

Mikrofon zur Anwendung durch einen einzelnen Ausführenden in einem Abstand von etwa 30 cm

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Nahfeldmikrofon“ beschreibt eine Mikrofonanwendung (siehe 6.4) und keine Mikrofonart. Ein bestimmtes Mikrofon darf auch mehrere Anwendungen haben, der Begriff hilft jedoch bei der Festlegung des Messverfahrens.

3.3

Nahbesprechungsmikrofon

Mikrofon zur Anwendung in einer Schallquellenentfernung von etwa 25 mm

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Nahbesprechungsmikrofon“ beschreibt eine Mikrofonanwendung (siehe 6.4) und keine Mikrofonart. Ein bestimmtes Mikrofon darf auch mehrere Anwendungen haben, der Begriff hilft jedoch bei der Festlegung des Messverfahrens.

4 Allgemeine Bedingungen

4.1 Allgemeines

Besonders verwiesen wird auf IEC 60268-1, betreffend

- Einheiten und Maßsysteme,
- Messfrequenzen,
- anzugebende Größen und ihre Genauigkeit (siehe auch 5.7),
- Kennzeichnung (siehe auch 7.1),
- Umgebungsbedingungen,
- Filter, Netzwerke und Messgeräte zur Geräuschkennzeichnung und Geräuschmessung,
- Einzelangaben und Modellangaben,
- grafische Darstellung der Eigenschaften,
- Maßstäbe für die grafische Darstellung,
- Sicherheit von Personen und Brandschutz,
- Verfahren zur Erzeugung eines homogenen magnetischen Wechselfeldes,
- Spulen zur Messung der magnetischen Feldstärke,

und auf IEC 61938, betreffend Speisung von Mikrofonen.

4.2 Messbedingungen

4.2.1 Allgemeines

Zur Erleichterung für die Auswahl der Vorbedingungen für die Messung von Mikrofonen wurden in diesem Dokument drei Arten von Bedingungen unter dem Titel „Nennbedingungen“ festgelegt.

Mikrofone sollten unter Bedingungen gemessen werden, die denen entsprechen, unter denen sie verwendet werden. Drei Arten von Messbedingungen werden in diesem Dokument angegeben: Freifeld, Nahfeld und Nahbesprechung. Die Unterschiede dieser Bedingungen liegen im Abstand zur Schallquelle und dem Schalldruckpegel der Messung. Die Messergebnisse müssen mindestens nach einer dieser drei Bedingungen angegeben werden. Zusätzliche Daten dürfen enthalten sein, vorausgesetzt, dass die Messbedingungen angegeben sind.

Drei Nenngrößen sind Grundbestandteil für diese Konzepte:

- Nenn-Stromversorgung (siehe 9.1);
- Nennimpedanz (siehe 10.2);
- Nennübertragungskoeffizient (siehe 11.3).

Um einwandfreie Messbedingungen zu erhalten, müssen die oben genannten Nenngrößen den Angaben des Herstellers entnommen werden.

Der Wortbestandteil „Nenn-“ auf andere Größen angewendet, bezieht sich auf die Angabe oder Messung der jeweiligen Größe unter Nennbedingungen oder unter Bedingungen, die eindeutig mit ihnen zusammenhängen. Dies gilt beispielsweise für die folgenden zwei Größen:

- Nenn-Ausgangsspannung;
- äquivalenter Nennschalldruckpegel der Eigenstörspannung.

Messverfahren werden in diesem Dokument für elektrische Impedanz, Übertragungskoeffizient, Richtwirkung, Dynamikbereich und äußere Einflussgrößen angegeben. Bei alternativen Verfahren muss das gewählte Verfahren angegeben werden.

4.2.2 Nennbedingungen

Das Mikrofon arbeitet unter Nennbedingungen, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Das Mikrofon ist mit der ohmschen Last nach 5.4 verbunden oder wie vom Hersteller angegeben;
- Falls das Mikrofon eine Stromversorgung benötigt, ist dies die Nenn-Stromversorgung.
- Das Mikrofon (ausgenommen ein Nahbesprechungsmikrofon oder Nahfeldmikrofon) wird in ein Schallfeld eingebracht, das den Freifeldbedingungen nach 5.5.2 entspricht, dabei erfolgt die Wellenausbreitung unter 0 ° bezogen auf die Bezugsrichtung.
- Fernfeldmikrofone müssen unter Freifeldbedingungen gemessen werden.
- Der unbeeinträchtigte Schalldruck (bei Abwesenheit des Mikrofons) im Schallfeld am Bezugspunkt des Mikrofons ist sinusförmig und muss auf einen Effektivwert von 1 Pa (Schalldruckpegel 94 dB) eingestellt werden.
- Bei Nahbesprechungsmikrofonen wird das Mikrofon im festgelegten Abstand nicht mehr als 25 mm vom künstlichen Mund, entsprechend der ITU-T-Empfehlung P.51, angebracht, und der unbeeinträchtigte Schalldruck im Schallfeld am Bezugspunkt ist sinusförmig und muss auf einen Effektivwert von 3 Pa (104 dB SPL) eingestellt werden.
- Bei Nahfeldmikrofonen wird das Mikrofon im Abstand von 30 cm vom künstlichen Mund, entsprechend der ITU-T-Empfehlung P.51, angebracht, und der unbeeinträchtigte Schalldruck im Schallfeld am Bezugspunkt ist sinusförmig und muss auf einen Effektivwert von 1 Pa (94 dB SPL) eingestellt werden.
- Erfordert ein bestimmtes Mikrofon einen anderen Messpegel oder ein anderes Verfahren (z. B. Lavalier- oder Grenzflächenmikrofone), ist dies in den technischen Daten zusammen mit der Begründung dafür anzugeben. Pegel sind zu bevorzugen, die sich auf den Nenn-Bezugspegel von 94 dB mit Stufen von 10 dB beziehen.
- Einstellungen am Mikrofon, soweit möglich, sind nach den vom Hersteller empfohlenen Angaben vorzunehmen.
- Ohne triftigen Grund für eine Abweichung muss die Messfrequenz auf 1 000 Hz eingestellt werden (siehe IEC 60268-1).
- Der Umgebungsdruck, die relative Luftfeuchte und die Umgebungstemperatur müssen in den Grenzen von IEC 60268-1 liegen und angegeben werden.

Messungen dürfen bei einem Schalldruck von 0,3 Pa durchgeführt werden, falls dies aufgrund der Einschränkungen der Lautsprecherleistung oder anderer Messgeräte notwendig ist, aber nur, wenn für die entsprechenden Kenngrößen jeder Unterschied bei den Eigenschaften zwischen dem verwendeten Pegel und dem Referenzpegel mit der erforderlichen Genauigkeit bekannt ist.

5 Einzelbedingungen

5.1 Anfangsbedingungen

Ein Mikrofon mit Vorverstärker muss vor der Messung für die vom Hersteller angegebene Dauer eingeschaltet sein, damit die Bauteile unter Nennbedingungen eine stationäre Temperatur annehmen. Wird keine Dauer angegeben, müssen zum Erreichen stabiler Verhältnisse 10 s vorgesehen werden. Enthält das Mikrofon eine Röhre oder andere Beheizungseinrichtungen, muss die Dauer 10 min betragen.

5.2 Schallquelle

Die Schallquelle muss in der Lage sein, am Ort des Mikrofons den Schalldruckpegel zu erzeugen, der in den Nennbedingungen festgelegt ist. Die Amplitudenverzerrungen der Schallquelle müssen so gering gehalten werden, dass die Auswirkungen auf das Messergebnis kleiner als 0,5 dB bleiben. Bieten die Messbedingungen keine genügende Sicherheit für das Einhalten ausreichend niedriger Verzerrungen, darf ein Schmalbandfilter hinter den Mikrofonausgang geschaltet werden, um nur die Grundfrequenz zu messen.

Zur Kalibrierung im Freifeld und Kalibrierung von Nahfeldmikrofonen muss sich die Schallquelle in einem Gehäuse befinden, das den Schall durch eine definierte Öffnung abstrahlt und die Schallfeldbedingungen erfüllt. Vorzugsweise sollte eine einzige Öffnung vorhanden sein, die zur Bezugsachse des Mikrofons radial-symmetrisch ist.

5.3 Messung des Schalldrucks

Ein kalibriertes Bezugsmikrofon muss für die Messung des Schalldrucks verwendet werden. Das Bezugsmikrofon muss auf ± 1 dB bei 1 kHz oder genauer kalibriert sein.

5.4 Aufbau für Spannungsmessung

Die Spannung, die das Mikrofon im Schallfeld erzeugt, muss durch die Verwendung eines Spannungsmessgeräts bestimmt werden, dessen Eingangswiderstand gegenüber der festgelegten Last des Mikrofons vernachlässigbar ist. Diese Last beträgt das 5-fache der Nennimpedanz des Mikrofons, falls vom Hersteller nicht anders angegeben. Wenn externe Geräte, wie z. B. eine Stromversorgung, als eine Impedanz parallel zum Mikrofon anliegen, muss ihre Impedanz berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Mikrofone mit einer Nennimpedanz von 200 Ω haben oft eine tatsächliche interne Impedanz in der Größenordnung von 50 Ω , und viele von ihnen arbeiten am besten mit einer minimalen Lastimpedanz um 1 000 Ω ^{N1}.

5.5 Akustische Umgebung

5.5.1 Allgemeines

Das Mikrofon kann bei unterschiedlichen akustischen Bedingungen gemessen werden:

- a) in einem Freifeld oder ähnlich mit vernachlässigbaren Auswirkungen von Begrenzungen, z. B. unter Verwendung von computergenerierten Schallquellensignalen mit:
 - Kugelwellen oder
 - ebenen Wellen oder
 - Wellen, die durch eine besondere Schallquelle (künstlicher Mund oder künstlicher Kopf) erzeugt werden;
- b) in einem Diffusfeld;
- c) über einen kleinen Hohlraum (Kuppler) an eine Schallquelle gekoppelt.

^{N1} Nationale Fußnote: Die Angabe zum optimalen Betrieb gilt nicht allgemein.

5.5.2 Freifeldbedingungen

5.5.2.1 Allgemeines

Eine Schallwelle im Freifeld ist von Natur aus immer divergierend. Unter gewissen Umständen kann sie sich einer idealen ebenen Welle annähern. Freifeldbedingungen können erzielt werden:

- im Freien, soweit es Umgebungsgeräusch und Wind erlauben, oder
- im reflexionsarmen Raum oder
- in einem Messrohr.

Eine Schallquelle kleiner Abmessungen im Vergleich zur Wellenlänge erzeugt in dieser Umgebung eine Kugelwelle. Die Kugelwelle ist einer ebenen Welle angenähert, wenn sich der Messort in ausreichender Entfernung von der Quelle befindet. Kugelwellen können für die Messung von Druckmikrofonen eingesetzt werden, für die Messung von Druckgradientenmikrofonen ist es aber notwendig, im Niederfrequenzbereich nahezu ideale ebene Wellen zu verwenden.

Für Mikrofone, die sowohl auf Druck als auch auf den Druckgradienten reagieren und einen ausreichend frequenzunabhängigen Frequenzgang in einem ebenen freien Schallfeld (d. h. bei genügendem Abstand von der Quelle) haben, kann die Erregungsantwort als Funktion der Frequenz f des Abstandes r von einem Zentrum divergierender Kugelwellen und des Einfallswinkels θ der Wellen auf das Mikrofon in komplexer Form angegeben werden:

$$(1 - B) + B \left(1 + \frac{1}{jkr} \right) \cos \theta$$

Dabei ist

- $1 - B$ der Beitrag des Druckanteils;
- B der Beitrag des Druckgradientenanteils;
- $k = 2\pi/\lambda$ oder $2\pi f/c$ (λ – Wellenlänge, c – Schallgeschwindigkeit);
- $B = 0$ für den richtungsunabhängigen Typ (Kugelcharakteristik);
- $B = 0,5$ für die Niere;
- $B = 1$ für den bidirektionalen Druckgradiententyp (Acht).

Bei niedrigen Frequenzen wird es schwierig, die Bedingungen für ebene Wellen in einem reflexionsarmen Raum zu erfüllen. Bei niedrigen Frequenzen unterhalb der Grenzfrequenz des reflexionsarmen Raumes kann daher eine ebene Welle besser unter anderen Bedingungen erzeugt werden.

Freifeldbedingungen gelten in der Umgebung eines Mikrofons als ausreichend erfüllt, wenn die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- Innerhalb einer Entfernung von 200 mm vor, hinter, rechts, links, oberhalb und unterhalb des Ortes des Mikrofons wird der Schalldruckpegel bei jeder Messfrequenz mit einem Druckwandler gemessen;
- die Achse des Wandlers muss immer zum Bezugspunkt des Lautsprechers zeigen (siehe IEC 60268-5);
- die zugehörigen Schalldruckpegel dürfen auf der Achse bei unterschiedlichen Abständen vom Lautsprecher nicht um mehr als 0,5 dB vom berechneten Pegel im idealen Schallfeld abweichen;
- die Werte bei annähernd konstantem Abstand zur Schallquelle (d. h. rechts, links, oberhalb und unterhalb des Mikrofons) dürfen sich nicht um mehr als 1 dB vom Pegel am Bezugspunkt des Mikrofons unterscheiden.

5.5.2.2 Kugelwellen

Der Schalldruck in einem freien Feld einer Kugelschallquelle verändert sich umgekehrt proportional zum Abstand vom akustischen Mittelpunkt der Quelle.

Die Ausgangsspannung des Mikrofons ändert sich umgekehrt zum Abstand zwischen Quelle und Mikrofon, wenn die Abmessungen von beiden klein gegenüber der Wellenlänge sind, so dass die Ergebnisse von einem bestimmten Messabstand r auf den Bezugsabstand umgerechnet werden können.

Sind entweder der Umfang der abstrahlenden Oberfläche der Quelle oder der Umfang der Haupt-Schalleintrittsöffnung des Mikrofons größer als die Wellenlänge, ist die Berechnung nur anwendbar, wenn der Messabstand übereinstimmt mit:

$$r \geq d$$

$$r \geq d^2/\lambda$$

Dabei ist

- r der Abstand von der Quelle zum Messpunkt;
- d der effektive Durchmesser der Schallquelle;
- λ die Schallwellenlänge.

Es wird empfohlen, den Abstand zwischen Quelle und Messpunkt größer als den 3-fachen Wert der größten Abmessung der abstrahlenden Oberfläche der Quelle zu wählen.

5.5.2.3 Ebene fortschreitende Wellen

Eine ebene fortschreitende Welle kann in einem Rohr oder in einem Freifeld erzeugt werden.

a) In einem Rohr

Bei der Konstruktion eines Rohrs, das brauchbare Ergebnisse liefern kann, sind viele Schwierigkeiten zu bewältigen, wie z. B. die Auslegung der Abschlussimpedanz, die Vermeidung von Quermodi, die Form der eigentlichen Wellenfront und die Größenverhältnisse von Rohr und Mikrofon.

b) In einem Freifeld

Eine Kugelwelle im Abstand von mindestens einer halben Wellenlänge vom Krümmungsmittelpunkt bei der niedrigsten Messfrequenz ist eine praktische Näherung für eine ebene fortschreitende Welle.

Bei der Messung von Richtrohrmikrofonen und oberflächenbündig eingelassenen Mikrofonen können keine exakten Regeln angegeben werden und es ist schwierig, die geringste zulässige Entfernung festzulegen. Daher muss in diesen Fällen die verwendete Messentfernung angegeben werden.

5.5.2.4 Verwendung eines künstlichen Mundes

Um die Prüfbedingungen den tatsächlichen Betriebsbedingungen anzunähern, kann es notwendig sein, Erweiterungen der Messanordnung einzufügen, wie z. B. einen Kopf- und Rumpfsimulator bei Messungen an Nahbesprechungs- und Nahfeldmikrofonen mit einem künstlichen Mund (siehe 4.2.2). Falls Messungen bei derartigen Bedingungen durchgeführt werden, d. h. anders als mit künstlichem Mund unter annähernd reflexionsfreien Bedingungen, müssen Details zu der Messung bereitgestellt werden.

5.5.3 Bedingungen für das Diffusfeld

Einige Messungen können in einem Diffusfeld durchgeführt werden, in dem sich die Schallwellen in vielen gestreuten Einfallrichtungen ausbreiten. In diesem Fall müssen Rauschbänder in Terzbreite oder Breitbandsignale zusammen mit geeigneten Filtern verwendet werden.

Ein diffuses Schallfeld kann annähernd in einem Hallraum realisiert werden, der eine genügend lange Nachhallzeit in einer genügend großen Entfernung von Quellen und Wänden hat, wobei die durch das Rauminvolumen bedingte obere Grenzfrequenz zu beachten ist (siehe auch ISO 354).

Die Nachhallzeit T des leeren Raumes ist in Tabelle 1 angegeben.