

Akustik
Bestimmung der Schallimmission von ohrnahen Schallquellen
Teil 1: Verfahren mit Mikrofonen in menschlichen Ohren (MIRE-Verfahren)
(ISO 11904-1:2002)
Deutsche Fassung EN ISO 11904-1:2002

DIN
EN ISO 11904-1

ICS 17.140.20; 33.160.50

Acoustics — Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear —
Part 1: Technique using a microphone in a real ear
(MIRE technique) (ISO 11904-1:2002);
German version EN ISO 11904-1:2002

Acoustique — Détermination de l'exposition sonore due à des sources sonores placées à proximité de l'oreille —
Partie 1: Technique du microphone placé dans une oreille réelle
(technique MIRE) (ISO 11904-1:2002);
Version allemande EN ISO 11904-1:2002

Die Europäische Norm EN ISO 11904-1:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die der Europäischen Norm EN ISO 11904-1 zugrunde liegende internationale Norm ISO 11904-1 ist in der WG 6 „Noise immissions from sound sources placed close to the ears“ von ISO/TC 43 „Acoustics“ unter deutscher Mitarbeit erstellt worden. Auf europäischer Ebene fällt die Norm in den Bereich des CEN/TC 211 „Akustik“. Der zuständige nationale Arbeitsausschuss ist der NALS A 2 „Geräuschimmission: Ermittlung, Bewertung, Beurteilung“.

Für die im Abschnitt 2 und in den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 8253	siehe DIN ISO 8253-2	IEC 60942	siehe DIN EN 60942
ISO 11904-2	siehe E DIN EN ISO 11904-2	IEC 61094-1	siehe DIN EN 61094-1
IEC 60065	siehe E DIN EN 60065	IEC 61260	siehe DIN EN 61260
IEC 60268-1	siehe DIN IEC 60268-1	IEC 61672-1	siehe DIN IEC 29/362/CDV
IEC 60268-7	siehe DIN EN 60268-7	GUM	siehe DIN V ENV 13005
IEC 60601-1	siehe DIN EN 60601-1		

Fortsetzung Seite 2
und 27 Seiten EN

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

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

E DIN EN 60065, *Audio-, Video- und ähnliche elektronische Geräte — Sicherheitsanforderungen (IEC 92/76/CDV:2000); Deutsche Fassung prEN 60065:2000.*

DIN EN 60268-7, *Elektroakustische Geräte — Teil 7: Kopfhörer und Ohrhörer (IEC 60268-7:1996); Deutsche Fassung EN 60268-7:1996.*

DIN EN 60601-1, *Medizinische elektrische Geräte — Teil 1: Allgemeine Festlegungen für die Sicherheit (IEC 60601-1:1988 + A1:1991 + A2:1995); Deutsche Fassung EN 60601-1:1990 + A1:1993 + A2:1995.*

DIN EN 60942, *Elektroakustik — Schallkalibratoren (IEC 60942:1997); Deutsche Fassung EN 60942:1998.*

DIN EN 61094-1, *Messmikrofone — Teil 1: Anforderungen an Laboratoriums-Normalmikrofone (IEC 61094-1:2000); Deutsche Fassung EN 61094-1:2000.*

DIN EN 61260, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven (IEC 61260:1995); Deutsche Fassung EN 61260:1995.*

E DIN EN ISO 11904-2, *Akustik — Bestimmung der Schallimmission von ohrnahen Schallquellen — Teil 2: Verfahren unter Verwendung eines Kopf- und Rumpfsimulators (Messpuppen-Verfahren) (ISO/DIS 11904- 2:2001); Deutsche Fassung prEN ISO 11904-2:2001.*

DIN ISO 8253-2, *Akustik — Audiometrische Prüfverfahren — Teil 2: Schallfeld-Audiometrie mit reinen Tönen und schmalbandigen Prüfsignalen; Identisch mit ISO 8253-2:1992.*

E DIN IEC 29/362/CDV, *Elektroakustik — Schallpegelmesser (IEC 29/362/CDV:1997).*

DIN IEC 60268-1, *Elektroakustische Geräte — Allgemeines; Identisch mit IEC 60268-1:1985 (Stand 1988).*

DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005:1999.*

Deutsche Fassung

Akustik

Bestimmung der Schallimmission von ohrnahen Schallquellen

Teil 1: Verfahren mit Mikrofonen in menschlichen Ohren (MIRE-Verfahren)
(ISO 11904-1:2002)

Acoustics —
Determination of sound immission from sound sources
placed close to the ear —
Part 1: Technique using a microphone in a real ear
(MIRE technique) (ISO 11904-1:2002)

Acoustique —
Détermination de l'exposition sonore due à des sources
sonores placées à proximité de l'oreille —
Partie 1: Technique du microphone placé dans une oreille
réelle (technique MIRE) (ISO 11904-1:2002)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. August 2002 angenommen.

Die CEN-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 Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe.....	6
4 Messprinzip/Kurzbeschreibung.....	8
5 Messgeräte.....	8
5.1 Gehörgangsmikrofon.....	8
5.2 Bezugsschallfeld-Mikrofon	8
5.3 Überprüfung der Kalibrierung.....	8
5.4 Filter.....	8
6 Versuchspersonen	9
7 Einsatz des Gehörgangsmikrofons.....	9
7.1 Wahl des Gehörgangsmesspunktes	9
7.2 Anbringung der Mikrofone	9
7.3 Sicherheit.....	9
8 Bestimmung des freifeld- bzw. diffusfeldbezogenen A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegels.....	12
8.1 Messung des Schalldruckpegels im Gehörgang	12
8.2 Umrechnung in freifeld- bzw. diffusfeldbezogene Schalldruckpegel.....	12
8.3 A-Bewertung und Summenbildung	12
9 Freifeld- und Diffusfeldfrequenzgangkorrekturen für ausgewählte Gehörgangsmesspunkte	13
10 Bestimmung von Freifeld- bzw. Diffusfeldkorrekturen	13
10.1 Allgemeines	13
10.2 Messprinzip.....	13
10.3 Erzeugung eines freien Bezugsschallfeldes	13
10.4 Erzeugung eines quasi-freien Bezugsschallfeldes	13
10.5 Erzeugung eines diffusen Bezugsschallfeldes	13
10.6 Messung des Bezugsschallfeldes	14
10.7 Messung des Schalldruckpegels im Gehörgang unter Einwirkung des Bezugsschallfeldes.....	15
10.8 Bestimmung der Freifeld- bzw. Diffusfeldkorrektur	15
10.9 Vereinfachungen in besonderen Fällen	15
10.10 Wahlweise Überprüfung der Messanordnung	15
11 Ergebnisbericht	15
Anhang A (informativ) Beispiele für Quellen der Messunsicherheit	17
Anhang B (informativ) Beispiel einer Unsicherheitsanalyse	24
Literaturhinweise.....	26
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	27

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom CEN/TC 211 „Akustik“ in Zusammenarbeit mit dem ISO/TC 43 „Acoustic“ erarbeitet.

Dieses Europäische Dokument muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2003 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 11904-1:2002 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

ISO 11904 besteht aus einer Reihe von Normen, die Verfahren zur Bestimmung von Schallimmissionen durch ohrnahe Schallquellen festlegen. In solchen Fällen gibt der Schalldruckpegel, der am Ort der exponierten Person in Abwesenheit dieser Person gemessen wird, die Schallexposition nicht angemessen wieder.

Um eine Einschätzung der Schallexposition anhand bewährter Kriterien zu ermöglichen, wird die Schallexposition im Ohr gemessen und anschließend in einen entsprechenden Freifeld- bzw. Diffusfeldpegel umgerechnet. Das Ergebnis ist der freifeldbezogene bzw. diffusfeldbezogene A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel, $L_{FF,Aeq}$ bzw. $L_{DF,Aeq}$ im Falle der Anwendung von ISO 11904-1, oder $L_{FF,M,Aeq}$ bzw. $L_{DF,M,Aeq}$ im Falle der Anwendung von ISO 11904-2.

ISO 11904-1 beschreibt Messungen, bei denen Miniatur- oder Sondenmikrofone in die Ohren von Versuchspersonen eingeführt werden (microphones in real ears, MIRE-Verfahren). ISO 11904-2 beschreibt Messungen unter Verwendung einer Messpuppe, die mit Ohrsimulatoren und Mikrofonen ausgestattet ist (Messpuppen- oder Manikin-Verfahren).

ISO 11904 kann z. B. für Geräteprüfungen und für die Bestimmung der Schallexposition am Arbeitsplatz angewendet werden, wenn, aufgrund der Exposition durch ohrnahe Schallquellen, der am Ort der exponierten Person (aber bei Abwesenheit dieser Person) gemessene Schalldruckpegel die Schallexposition nicht angemessen wiedergibt. Anwendungsbeispiele sind Kopf- und Ohrhörer, die der Wiedergabe von Musik oder Sprache am Arbeitsplatz oder in der Freizeit dienen, in Kopfnähe verwendete Druckluftnagler und die kombinierte Schallexposition durch eine ohrnahe Schallquelle und ein externes Schallfeld.

Sind bestimmte Gerätearten zu prüfen (z. B. tragbare Kassettenabspielgeräte oder Gehörschützer mit eingebautem Radioempfänger), so müssen Prüfsignale verwendet werden, die für diese besonderen Gerätearten geeignete sind. Weder diese Prüfsignale noch die Betriebsbedingungen für die Geräte sind in ISO 11904 enthalten, können aber in anderen Normen festgelegt sein.

Werden Arbeitsplatzsituationen gemessen, sollten die verschiedenen zur Immission beitragenden Schallquellen identifiziert werden. Betriebsbedingungen für die verwendeten Maschinen und Geräte können in anderen Normen festgelegt sein.

Beide Teile von ISO 11904 sind auf dasselbe Ergebnis, einen Mittelwert des freifeld- bzw. diffusfeldbezogenen Pegels für eine Population, ausgelegt. In ISO 11904-1 wird dies durch Festlegung der Messungen an einer Anzahl von Versuchspersonen erreicht, in ISO 11904-2 durch Verwendung einer Messpuppe, mittels derer die akustischen Auswirkungen auf einen durchschnittlichen Erwachsenen reproduziert werden. Allerdings ergeben die beiden Verfahren unterschiedlich große Messunsicherheiten, die die Auswahl des Verfahrens beeinflussen können. Nur das in ISO 11904-1 beschriebene Verfahren führt zu Ergebnissen, die die Streuung innerhalb einer menschlichen Population zeigen. Angaben zu den Unsicherheiten werden in den Anhängen A und B gemacht.

Bei Verwendung des MIRE-Verfahrens für die Messung des Schalls von Einsteckhörern oder Stethoskop-Ohrhörern können praktische Probleme bei der Positionierung des Gehörgangsmikrofons auftreten. Bei Verwendung des Messpuppen-Verfahrens muss der Kopf- oder Ohrhörer möglichst so an die simulierte Ohrmuschel und den künstlichen Gehörgang angekoppelt werden, wie dies beim menschlichen Ohr der Fall ist. In Fällen, wo Kopf- oder Ohrhörer oder andere Gegenstände die Ohrmuschel berühren, hat eine mögliche Abweichung der Steifigkeit oder Form der künstlichen Ohrmuschel von menschlichen Ohrmuscheln einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis und kann sogar zur Ungültigkeit der Ergebnisse führen.

Eine Übersicht über die Unterschiede zwischen den beiden Teilen von ISO 11904 ist in Tabelle 0.1 enthalten.

Tabelle 0.1 — Übersicht über Unterschiede zwischen MIRE- und Messpuppen-Verfahren

Parameter	ISO 11904-1	ISO 11904-2
Art des Verfahrens	Mikrofonmessung im menschlichen Ohr	Messpuppen-Verfahren
Einschränkung des Verfahrens	Bei Einsteckhörern oder Stethoskop-Ohrhörern können praktische Probleme bei der Positionierung des Mikrofons im Gehörgang auftreten.	Wenn die künstliche Ohrmuschel in Steifigkeit oder Form von menschlichen Ohrmuscheln abweicht, ist nicht immer eine gute Ankopplung gegeben. In einigen Fällen kann die beschallte Person nicht durch eine Messpuppe ersetzt werden, z. B. wenn die Person ein Gerät bedienen muss.
Hauptpunkte, die die Genauigkeit beeinflussen	— Anzahl der Versuchspersonen - Bei Verwendung tabellierter Werte für $\Delta L_{FF,H}$ bzw. $\Delta L_{DF,H}$: — Kalibrierung des Gehörgangsmikrofons — Genauigkeit der Positionierung des Mikrofons im Gehörgang - Bei Verwendung individueller Werte für $\Delta L_{FF,H}$ bzw. $\Delta L_{DF,H}$: — Qualität des Bezugsschallfeldes — Stabilität von Empfindlichkeit, Frequenzgang und Sitz des Gehörgangsmikrofons	— Ähnlichkeit zwischen Messpuppe und Mensch — Kalibrierung der Messpuppe
Frequenzbereich	20 Hz bis 16 kHz	20 Hz bis 10 kHz

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 11904 legt Rahmenverfahren für die Messung von Schallimmissionen durch ohrnahe Schallquellen fest. Diese Messungen werden mit Miniatur- oder Sondenmikrofonen in den Gehörgängen von Versuchspersonen durchgeführt. Die gemessenen Werte werden anschließend in entsprechende Freifeld- bzw. Diffusfeldpegel umgerechnet. Die Ergebnisse werden als freifeldbezogene bzw. diffusfeldbezogene A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel angegeben. Das Verfahren wird als MIRE-Verfahren bezeichnet (MIRE = Microphone In Real Ear / Mikrofon im menschlichen Ohr).

Dieser Teil von ISO 11904 ist anwendbar auf die Exposition durch ohrnahe Schallquellen, beispielsweise bei Geräteprüfungen oder am Arbeitsplatz durch Ohrhörer oder Gehörschützer mit Sprachübertragungssystemen.

Dieser Teil von ISO 11904 ist anwendbar für den Frequenzbereich von 20 Hz bis 16 000 Hz.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils von ISO 11904 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieses Teils von ISO 11904 werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO 8253-2:1992, *Acoustics — Audiometric test methods — Part 2: Sound field audiometry with pure tone and narrow-band test signals*.

IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus — Safety requirements*.

IEC 60268-7:1996, *Sound system equipment — Part 7: Headphones and earphones*.

IEC 60601-1, *Medical electrical equipment — Part 1: General requirements for safety*.

IEC 60942, *Electroacoustics — Sound calibrators*.

IEC 61094-1, *Measurement microphones — Part 1: Specifications for laboratory standard microphones*.

IEC 61260, *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters*.

IEC 61672-1, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*.

GUM:1993¹⁾, *Guide to the expression of uncertainty in measurement*. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils von ISO 11904 gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Gehörgangsmesspunkt

Stelle im Gehörgang, an der der Schalldruck gemessen wird

3.2

Schalldruckpegel im Gehörgang

L_{ear}

äquivalenter Dauerschalldruckpegel, gemessen am Gehörgangsmesspunkt

1) Korrigiert und 1995 erneut veröffentlicht.

ANMERKUNG Bei Messung während der Exposition durch das zu untersuchende Geräusch wird er mit $L_{\text{ear,exp}}$ bezeichnet. Bei wahlweiser Messung während der Exposition in einem Bezugsschallfeld zur Bestimmung der Freifeld- bzw. Diffusfeldkorrektur nach Abschnitt 10 wird er mit $L_{\text{ear,FF}}$ bzw. $L_{\text{ear,DF}}$ bezeichnet. Bei Messung in Terzbändern mit der Bandmittenfrequenz f werden die Werte mit $L_{\text{ear,exp},f}$, $L_{\text{ear,FF},f}$ bzw. $L_{\text{ear,DF},f}$ bezeichnet.

3.3

Freifeldkorrektur der Versuchsperson

$\Delta L_{\text{FF,H},f}$

Differenz in Terzbändern f zwischen

- dem Schalldruckpegel am Gehörgangsmesspunkt, der gemessen wird, während die Versuchsperson einer frontal auftreffenden ebenen Schallwelle ausgesetzt ist, und
- dem Schalldruckpegel desselben Schallfeldes, der in Abwesenheit der Versuchsperson gemessen wird

ANMERKUNG 1 Die Freifeldkorrektur ist identisch mit der Amplitude der Außenohrübertragungsfunktion (HRTF) für frontalen Schalleinfall.

ANMERKUNG 2 Diese Definition ist für einzelne Versuchspersonen und Gruppen von Versuchspersonen anwendbar.

3.4

Diffusfeldkorrektur der Versuchsperson

$\Delta L_{\text{DF,H},f}$

Differenz in Terzbändern f zwischen

- dem Schalldruckpegel am Gehörgangsmesspunkt, der gemessen wird, während die Versuchsperson einem Diffusschallfeld ausgesetzt ist, und
- dem Schalldruckpegel desselben Schallfeldes, der in Abwesenheit der Versuchsperson gemessen wird

ANMERKUNG Diese Definition ist für einzelne Versuchspersonen und Gruppen von Versuchspersonen anwendbar.

3.5

freifeldbezogener Schalldruckpegel

$L_{\text{FF,H}}$

Schalldruckpegel einer ebenen Schallwelle, die den gemessenen Schalldruckpegel im Gehörgang, $L_{\text{ear,exp}}$, erzeugt, wenn die Versuchsperson einer frontal auftreffenden ebenen Schallwelle ausgesetzt ist

ANMERKUNG Die Definition kann auf bestimmte Frequenzen oder Frequenzbänder, bewertete oder nicht bewertete Pegel, bestimmte Zeitbewertungen usw. angewendet werden, z. B. "freifeldbezogener A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel" (freifeldbezogener $L_{\text{H,Aeq}}$, weiter abgekürzt $L_{\text{FF,H,Aeq}}$).

3.6

diffusfeldbezogener Schalldruckpegel

$L_{\text{DF,H}}$

Schalldruckpegel eines diffusen Schallfeldes, das den gemessenen Schalldruckpegel im Gehörgang, $L_{\text{ear,exp}}$, erzeugt, wenn die Versuchsperson einem Diffusfeld ausgesetzt ist

ANMERKUNG Die Definition kann auf bestimmte Frequenzen oder Frequenzbänder, bewertete oder nicht bewertete Pegel, bestimmte Zeitbewertungen usw. angewendet werden, z. B. "diffusfeldbezogener A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel" (diffusfeldbezogener $L_{\text{H,Aeq}}$, weiter abgekürzt $L_{\text{DF,H,Aeq}}$).

3.7

offener Gehörgang

Gehörgang, in dem mögliche Fremdkörper (wie Mikrofon, Halterungselemente und elektrische Zuleitungen) an jedem Punkt entlang des Gehörganges weniger als 5 mm² der Querschnittsfläche einnehmen

3.8

verschlossener Gehörgang

Gehörgang, in dem ein Fremdkörper (z. B. ein Ohrstöpsel) an einer beliebigen Stelle im Gehörgang die gesamte Querschnittsfläche einnimmt