

**ISO 11904-2:2021**



**EN ISO 11904-2:2021**

**NBN EN ISO 11904-2:2021**



---

**Akustik - Bestimmung der Schallimmission von ohrnahen  
Schallquellen - Teil 2: Verfahren unter Verwendung eines Kopf-  
und Rumpfsimulators (ISO 11904-2:2021)**

---

Gültig ab 01-04-2021

Ersetzt NBN EN ISO 11904-2:2005

ICS: 13.140



EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE

**EN ISO 11904-2**

März 2021

ICS 13.140

Ersetzt EN ISO 11904-2:2004

Deutsche Fassung

**Akustik - Bestimmung der Schallimmission von ohrnahen  
Schallquellen - Teil 2: Verfahren unter Verwendung eines  
Kopf- und Rumpfsimulators (ISO 11904-2:2021)**

Acoustics - Determination of sound immission from  
sound sources placed close to the ear - Part 2:  
Technique using a manikin (ISO 11904-2:2021)

Acoustique - Détermination de l'exposition sonore due  
à des sources placées à proximité de l'oreille - Partie 2:  
Technique utilisant un mannequin (ISO 11904-2:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. März 2021 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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

**CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel**

## Inhalt

	Seite
<b>Europäisches Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Messprinzip</b> .....	<b>8</b>
<b>5 Messgeräte</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1 Messpuppe (Kopf- und Rumpfsimulator)</b> .....	<b>9</b>
<b>5.2 Überprüfung der Kalibrierung</b> .....	<b>9</b>
<b>5.3 Filter</b> .....	<b>9</b>
<b>6 Bestimmung des freifeld- bzw. diffusfeldbezogenen A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegels</b> .....	<b>9</b>
<b>6.1 Messung des Messpuppen-Schalldruckpegels</b> .....	<b>9</b>
<b>6.2 Umrechnung in freifeld- bzw. diffusfeldbezogene Schalldruckpegel</b> .....	<b>10</b>
<b>6.3 A-Bewertung und Summenbildung</b> .....	<b>12</b>
<b>7 Prüfbericht</b> .....	<b>12</b>
<b>Anhang A (informativ) Beispiele für Quellen der Messunsicherheit</b> .....	<b>13</b>
<b>Anhang B (informativ) Beispiel einer Unsicherheitsanalyse</b> .....	<b>20</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>22</b>

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11904-2:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2021 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 11904-2:2004.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11904-2:2021 wurde von CEN als EN ISO 11904-2:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## EN ISO 11904-2:2021 (D)

### Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43, *Acoustics*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 211, *Akustik*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 11904-2:2004), gegenüber der sie eine geringfügige Änderung darstellt. Die Änderungen gegenüber der vorherigen Ausgabe sind redaktionell.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 11904 ist auf der ISO Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html) zu finden.

## 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,  $L_{FF,H,Aeq}$  bzw.  $L_{DF,H,Aeq}$  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 (en: 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 geeignet sind. Weder diese Prüfsignale noch die Betriebsbedingungen für die Geräte sind in ISO 11904 enthalten, könnten 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 könnten in anderen Normen festgelegt sein.

Beide Teile von ISO 11904 sind auf dasselbe Ergebnis ausgelegt: einen Mittelwert des freifeld- bzw. diffusfeldbezogenen Pegels für eine Population. 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 sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

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 wird der Kopf- oder Ohrhörer möglichst so an die simulierte Ohrmuschel und den künstlichen Gehörgang angekoppelt, wie dies beim menschlichen Ohr der Fall ist. In Fällen, wo Kopfhörer, 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 der 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 möglicherweise 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

Dieses Dokument legt Rahmenmessverfahren für die Messung von Schallimmissionen durch ohrnahe Schallquellen fest. Diese Messungen werden unter Verwendung einer Messpuppe durchgeführt, die mit Ohrsimulatoren und Mikrofonen ausgestattet ist. Die Messwerte werden im Anschluss in entsprechende Freifeld- oder Diffusfeldpegel umgerechnet. Die Ergebnisse werden als freifeld- oder diffusfeldbezogene A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel angegeben. Das Verfahren wird als Messpuppen- oder Manikin-Verfahren bezeichnet.

Dieses Dokument ist anwendbar auf die Exposition durch ohrnahe Schallquellen, wie etwa Ohrhörer oder Gehörschützer mit Sprachübertragungssystemen, beispielsweise bei Geräteprüfungen oder am Arbeitsplatz.

Dieses Dokument ist anwendbar für den Frequenzbereich von 20 Hz bis 10 kHz. Für Frequenzen oberhalb von 10 kHz kann ISO 11904-1 verwendet werden.

## 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).

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

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

ITU-T P.58:2013, *Head and torso simulator for telephony*

## 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:

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

### 3.1

#### Messpuppen-Schalldruckpegel

$L_{M,expf}$

äquivalenter Dauerschalldruckpegel in Terzbändern mit der nominellen Bandmittenfrequenz  $f$ , gemessen mit dem Mikrofon eines in eine Messpuppe eingebauten Ohrsimulators, wenn die Messpuppe dem zu untersuchenden Geräusch ausgesetzt ist

### 3.2

#### Freifeldkorrektur zur Verwendung für Messpuppen

$\Delta L_{FF,M,f}$

durchschnittliche Freifeldkorrektur beim Menschen zur Verwendung für Messpuppen, die die Differenz zwischen der Schallübertragung in einem durchschnittlichen menschlichen Ohrkanal und der entsprechenden Übertragung im Ohrsimulator einer Messpuppe berücksichtigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Anwendung für Messpuppen wird für die aufgelisteten Werte von  $L_{FF,M,f}$  der Trommelfellbezug durch den Ausgangswert des Ohrsimulators ersetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Freifeldkorrektur zur Verwendung für Messpuppen ist identisch mit der Amplitude der Außenohrübertragungsfunktion (HRTF, en: head-related transfer function) für frontalen Schalleinfall.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Freifeldkorrektur für Menschen ist in ISO 11904-1 festgelegt.