DIN EN ISO 17201-3

ICS 17.140.20; 95.020; 97.220.10

Ersatz für
DIN EN ISO 17201-3:2010-06

Akustik –
Geräusche von Schießplätzen –
Teil 3: Berechnung der Schallausbreitung (ISO 17201-3:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 17201-3:2019

Acoustics –
Noise from shooting ranges –
Part 3: Sound propagation calculations (ISO 17201-3:2019);
German version EN ISO 17201-3:2019

Acoustique –
Bruit des stands de tir –
Partie 3: Calcul de la propagation du son (ISO 17201-3:2019);
Version allemande EN ISO 17201-3:2019

Gesamtumfang 66 Seiten

DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 17201-3:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitskreis NA 001-01-02-07 AK „Akustik — Geräusche von Schießplätzen“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) verantwortlich.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3741	siehe	DIN EN ISO 3741
ISO 3745	siehe	DIN EN ISO 3745
ISO 9613-2:1996	siehe	DIN ISO 9613-2:1999-10
ISO 9614-3	siehe	DIN EN ISO 9614-3
ISO 17201-1:2018	siehe	DIN EN ISO 17201-1:2019-06
ISO 17201-2	siehe	DIN EN ISO 17201-2
ISO 17201-4	siehe	DIN EN ISO 17201-4

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 17201-3:2010-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) die Gleichungen (B.1) und (B.3) wurden mit dem Einfügen von F_0 berichtigt;

b) geringfügige Berichtigungen wurden in Anhang C vorgenommen.

Frühere Ausgaben

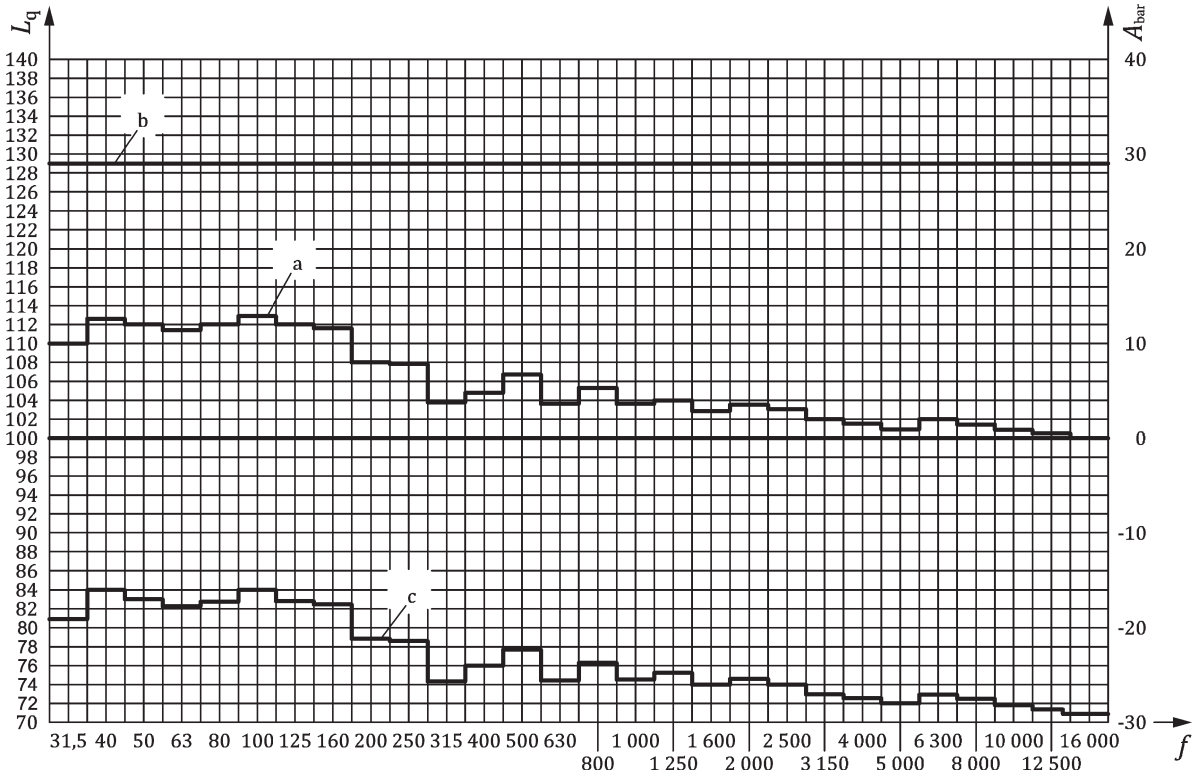
DIN EN ISO 17201-3: 2010-06

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung

Bild B.5 von ISO 17201-3:2019 ist fehlerhaft. Der Fehler ist auf ISO-Ebene bekannt. Zur besseren Anwendbarkeit stellen wir Ihnen ein korrigiertes Bild B.5 zur Verfügung.



Legende

A_{bar} Einfügungsdämpfung, in Dezibel

f Frequenz, in Hertz

L_q Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, in Dezibel

a Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, in Dezibel, der Ersatzquelle nach Gleichung (B.3)

b Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, in Dezibel, unter Freifeldbedingungen

c Differenz zwischen beiden Pegeln winkelabhängiger Schallenergieverteilungen, in Dezibel

ANMERKUNG Es wird angenommen, dass der Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung des Mündungsknalls unter Freifeldbedingungen keine Richtwirkung hat.

Bild B.5 — Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung für 45° zur Schussrichtung und dessen Ersatzquelle, für Mündung 6 m vor der Öffnung und bei 2 m seitlich der Mitte in Richtung des Empfangspunktes P(100 m, 100 m, 4 m), Bodenreflexion (hart)

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3741, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1*

DIN EN ISO 3745, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für reflexionsarme Räume und Halbräume*

DIN EN ISO 9614-3, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen — Teil 3: Scanning-Verfahren der Genauigkeitsklasse 1*

DIN EN ISO 17201-1*, *Akustik — Geräusche von Schießplätzen — Teil 1: Bestimmung des Mündungsknalls durch Messung*

DIN EN ISO 17201-2, *Akustik — Geräusche von Schießplätzen — Teil 2: Bestimmung des Mündungsknalls und des Geschossgeräusches durch Berechnung*

DIN EN ISO 17201-4, *Akustik — Geräusche von Schießplätzen — Teil 4: Abschätzung des Geschossgeräusches*

DIN ISO 9613-2:1999-10, *Akustik — Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien — Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996)*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN ISO 17201-3

Februar 2019

ICS 17.140.20; 95.020; 97.220.10

Ersatz für EN ISO 17201-3:2010

Deutsche Fassung

Akustik - Geräusche von Schießplätzen - Teil 3: Berechnung der Schallausbreitung (ISO 17201-3:2019)

Acoustics - Noise from shooting ranges - Part 3: Sound propagation calculations (ISO 17201-3:2019)

Acoustique - Bruit des stands de tir - Partie 3: Calcul de la propagation du son (ISO 17201-3:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Januar 2019 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, 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 NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

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

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 3
Vorwort ... 4
1 Anwendungsbereich ... 6
2 Normative Verweisungen ... 6
3 Begriffe ... 6
4 Quellenmodellierung ... 7
4.1 Allgemeines ... 7
4.2 Mündungsknall ... 8
4.2.1 Hintergrundinformationen ... 8
4.2.2 Freifeldbedingung ... 8
4.2.3 Nicht-Freifeldbedingung ... 8
4.3 Geschossgeräusch ... 10
5 Schallausbreitungsberechnung ... 11
5.1 Allgemeines ... 11
5.2 Anwendung von ISO 9613-2 für Freifeldbedingungen ... 11
5.3 Anwendung von ISO 9613-2 für Nicht-Freifeldbedingungen ... 13
5.4 Hoch entwickelte Modelle ... 14
6 Umrechnung von Schallexpositionspegeln ... 14
7 Unsicherheiten ... 15
Anhang A (normativ) Referenzfall für einen Schießstand mit Blenden ... 16
Anhang B (informativ) Hoch entwickelte Modellierungsansätze ... 31
Anhang C (informativ) Modellierung von Schießszenarien — Beispiele von Schießplätzen ... 40
Anhang D (informativ) Unsicherheit ... 57
Literaturhinweise ... 61

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 17201-3:2019) 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 August 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2019 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 17201-3:2010.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, 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 17201-3:2019 wurde von CEN als EN ISO 17201-3:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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).

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).

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.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43, *Acoustics*, Unterkomitee SC 1, *Noise*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 17201-3:2010), bei welcher es sich um eine geringfügige Überarbeitung handelt. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

— die Gleichungen (B.1) und (B.3) sind durch das Einfügen von F_0 korrigiert worden;

— geringfügige Korrekturen wurden in Anhang C ausgeführt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 17201 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 zu finden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Einleitung

Die Initiative für die Erstellung einer Norm zu Impulsgeräuschen von Schießplätzen wurde durch AFEMS, die Association of European Manufacturers of Sporting Ammunition, im April 1996 durch das Einreichen eines formalen Vorschlages bei CEN getätigt. Nach Konsultation in CEN im Jahre 1998 bat CEN/TC 211, *Akustik*, ISO/TC 43, *Acoustics*, SC 1, *Noise*, ISO 17201 (alle Teile) zu erstellen.

Dieses Dokument gibt Hinweise für die Berechnung der Schallausbreitung von Schießgeräuschen ausgehend von Schießplätzen. Falls lokale oder nationale Behörden keine diesbezüglichen Berechnungsvorschriften in Form von Regeln oder Regularien vorgegeben haben und höher entwickelte Berechnungsverfahren nicht verfügbar sind, kann ISO 9613-2 unter Berücksichtigung der in diesem Dokument festgelegten Rahmenbedingungen und Empfehlungen angewandt werden.

Die Schallenergie des Mündungsknalls wird üblicherweise unter Freifeldbedingungen gemessen oder berechnet und zeichnet sich oft durch eine starke Richtwirkung aus. In vielen Fällen werden Waffen jedoch auf Schießplätzen abgefeuert, die über überdachte Schießstände, Wände oder Sicherheitsblenden verfügen. Weiter ist zu beachten, dass insbesondere Flinten in unterschiedliche Richtungen abgefeuert werden, welche durch die Flugbahn der Tonscheiben bestimmt werden. Dieses Dokument empfiehlt konkrete Verfahrensweisen, wie die Quellendaten für die Anwendung der ISO 9613-2 aufbereitet werden können, um die in der Umgebung des Schießplatzes zu erwartenden Schallexpositionspegel zu erhalten.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren für die Prognose vom Schallexpositionspegel des Schießgeräusches eines Schusses an einem gegebenen Empfangs- bzw. Immissionspunkt fest. Anleitungen werden gegeben, wie andere akustische Indizes über den Schallexpositionspegel berechnet werden können. Die Prognose beruht auf der Berechnung der in ISO 17201-1 angegebenen Werte oder auf der nach ISO 17201-2 berechneten winkelabhängigen Schall- bzw. Quellenenergieverteilung des Mündungsknalls.

Dieses Dokument ist anwendbar für Waffen mit einem Kaliber kleiner als 20 mm oder für Treibladungen von weniger als 50 g TNT-Äquivalent, für Entfernungen, wo die Spitzendrücke, einschließlich des Beitrags vom Geschossknall, kleiner als 1 kPa (154 dB) sind.

ANMERKUNG Es können nationale oder andere Regelwerke, die noch stringenter sein könnten, gelten.

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).

ISO 9613-2:1996, *Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation*

ISO 17201-1:2018, *Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 1: Determination of muzzle blast by measurement*

ISO/IEC Guide 98-3[1], *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

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 http://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: verfügbar unter http://www.electropedia.org/

3.1
Ersatzquelle
Ersatz einer Schallquelle, einschließlich des zugehörigen *Schießstandes* (3.4), durch eine Modellquelle ohne Schießstand, die im Zentrum der Öffnung des Schießstandes positioniert ist, um die Emission in Richtung des Empfangspunktes darzustellen

3.2
Sicherheitsbarriere
<Schießplätze> Barriere, geschaffen, um Projektile am Verlassen des Schießplatzes zu hindern

1 ISO/IEC Guide 98-3 wurde veröffentlicht als Neuausgabe von „Messunsicherheit — Teil 3: Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen (GUM), 1995“

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

3.3
Sicherheitsblende
<Schießplätze> über Kopfhöhe angeordneter Blende, geschaffen, um Projektile am Verlassen des Schießplatzes zu hindern

3.4
Schießstand
Struktur, errichtet zum Schutz des Schützen und dessen Ausrüstung vor Niederschlägen und Wind, versehen mit einer Öffnung, die das Schießen auf ein Ziel im offenen Gelände erlaubt

3.5
Schießplatz
umschlossene Anordnung von *Schießpositionen* (3.7) und zugehörigen Zielen, die in Abhängigkeit von der planerischen Gestaltung mit Einrichtungen, wie einem *Schießstand* (3.4), *Sicherheitsbarrieren* (3.2), *Sicherheitsblenden* (3.3) und Sicherheitsbereichen, ausgestattet sein können

3.6
Schießanlage
organisatorische Einheit bestehend aus einem oder mehreren *Schießplätzen* (3.5) und angegliederten Gebäuden und Infrastruktur

3.7
Schützenposition
Position des Schützen innerhalb eines *Schießplatzes* (3.5)

3.8
Einschlagschall
beim Einschlag des Geschosses ins Ziel produzierter Schall

3.9
Beugungspunkt
Punkt auf der Oberkante einer Barriere bzw. eines Schirm, welcher die kürzeste Pfadlänge für den sich über diese Barriere zum Empfangspunkt ausbreitenden Schall bereitstellt

4 Quellenmodellierung

4.1 Allgemeines

Die grundlegenden zu verwendenden Kenngrößen sind die winkelabhängige Schallenergieverteilung, $S_q(\alpha)$, und der Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, $L_q(\alpha)$, wie in ISO 17201-1 definiert. Der Winkel zwischen der Schusslinie und der Geraden von der Mündung zum Empfangspunkt wird durch α ausgewiesen. Falls die Waffe in einer Freifeldbedingung abgefeuert wird, kann $S_q(\alpha)$ zur Beschreibung des Mündungsknalls verwendet werden. Bei Gewehrschüssen ist das Geschossgeräusch mit einzubeziehen (siehe 4.3). Ersatzquellen können für überdachte Schießstände und zur Einbeziehung von Reflektionen und Beugungen so angesetzt werden, dass der Pegel am Empfangspunkt danach unter Freifeldbedingungen ermittelt werden kann. Durch den Einschlag des Geschosses im Ziel verursachter Schall kann üblicherweise vernachlässigt werden. Dieses Dokument ist nicht anwendbar für Geschosse, die eine Landung beinhalten, die am Ziel detoniert.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

4.2 Mündungsknall

4.2.1 Hintergrundinformationen

Für Nicht-Freifeldbedingungen (solche wie ein Schießstand mit einer Öffnung) ist das Ausbreitungsmodell der ISO 9613-2 unzureichend und höher entwickelte Schallausbreitungsmodelle und Berechnungsverfahren werden benötigt. Anhang A stellt einen Referenzfall zur Verfügung und zeigt auf, wie mit hoch entwickelten Ansätzen der Schallausbreitung (siehe Anhang B), ausgehend von den Freifeldwerten des Pegels der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, der von solch einer Anlage emittierte Schall berechnet werden kann. Die Schallemission wird dazu durch den Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung einer Ersatzquelle ausgedrückt, die an einem repräsentativen Ort vor oder über dem Schießstand positioniert wird. Alle weiteren Berechnungen des Schalldruckpegels werden, wie in Abschnitt 5 festgelegt, durch eine Punktquelle mit Richtwirkung unabhängig vom Schießstand, der durch eine Blende, über Kopfhöhe angeordnete Blenden und Seitenblenden usw. aufgebaut sein kann, ausgeführt.

4.2.2 Freifeldbedingung

Falls die zu betrachtende Waffe außerhalb eines Schießstandes oder einer vergleichbaren Struktur genutzt wird, ist der Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, $L_q(\alpha)$, der jeweiligen Waffe/Munitions-Kombination direkt zu verwenden. Falls ein Schuss vom Schützen nahe einer reflektierenden Oberfläche abgefeuert wird, ist die Reflexion zu berücksichtigen. Die Richtwirkung ist in entsprechender Weise anzupassen. Falls die Waffe horizontal und vertikal in unterschiedlichen Richtungen abgefeuert werden kann, sind diese Richtungen jeweils separat zu betrachten. Beispiele für Freifeldbedingungen sind in Anhang C beschrieben.

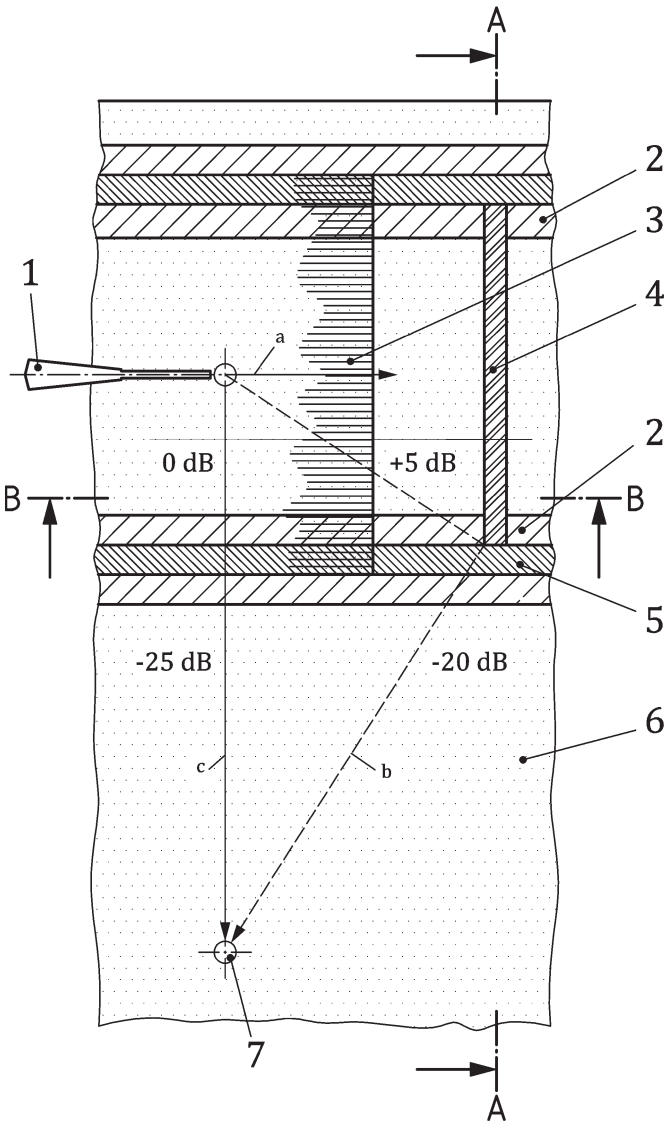
4.2.3 Nicht-Freifeldbedingung

4.2.3.1 Schießstand

In diesem Fall wird der Schuss in einem Stand abgefeuert (siehe z. B. Anhang B). Teile der abgestrahlten Energie – als Folge des Mündungsknalls – werden durch Wände und Boden absorbiert. Falls Sicherheitsblenden und Seitenwände vorhanden, sind die Reflektionen vom Boden, von Sicherheitsblenden und Seitenwänden zu berücksichtigen (siehe Anhang A). Das Vorhandensein einer absorbierenden Decke im Schießstand kann als Stand der Technik betrachtet werden. Die verbleibende Energie wird durch die Öffnung des Schießstandes abgestrahlt. Deshalb dürfen Freifeldwerte nicht direkt verwendet werden. Falls keine Absorption innerhalb des Schießstandes und an den Schirmen erfolgt, ist der Referenzfall kein geeignetes Modell für die Beschreibung der abgestrahlten Schallenergie.

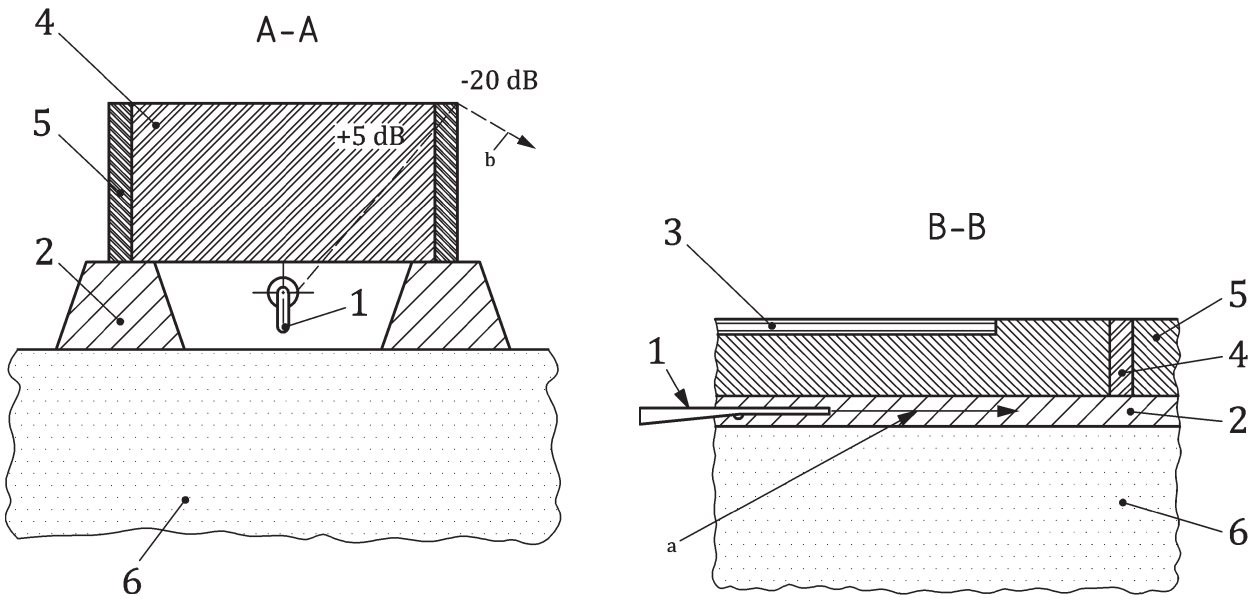
Bild 1 zeigt einen Schießstand mit Seitenwänden und über Kopf angeordneten Sicherheitsblenden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06



a) Draufsicht

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06



b) Ansicht in Schussrichtung **c) Seitenansicht**

Legende

1	Waffe/Gewehr	5	Barriere bzw. Schirm	a	Schussrichtung
2	seitlicher Wall	6	Boden	b	gebeugter Schall
3	Dach	7	Empfangspunkt	c	abgeschirmter Schall
4	Sicherheitsblende				

Bild 1 — Überdachter Schießstand mit der Darstellung von Beugungseffekten auf dem Ausbreitungsweg

4.2.3.2 Komplexere Situationen

Für komplexere Situationen, die sich aus unterschiedlichen Schießständen zusammensetzen, wie einen Trap- und Skeetschießstand in Kombination mit Büchsenschießständen für große und kleine Kaliber, ist manchmal eine größere Anzahl von Quellen und Ersatzquellen für eine angemessene Modellierung erforderlich. Diese Quellen gelten als inkohärent. Reflexionen werden jedoch als kohärent betrachtet, wenn am Empfangspunkt der zeitliche Versatz zwischen dem Eintreffen des Mündungsknalls und seinen Reflexionen geringer ist als 3 ms. In diesem Fall müssen diese als eine Ersatzquelle modelliert werden. Wenn die Prognose auf F-bewertete Pegel ausgerichtet ist, können Ersatzquellen mehrere Schallpfade kombinieren, falls diese mit ihrem zeitlichen Versatz innerhalb einer Zeitspanne von weniger als (125/2) ms liegen.

ANMERKUNG 62,5 ms ist die halbe Exponentialzeitkonstante der Zeit-Bewertung F (125 ms) nach IEC 61672-1:2013, 5.8.1.

4.3 Geschossgeräusch

Die Modellierung des Geschossgeräusches ist in ISO 17201-2 und ISO 17201-4 beschrieben. ISO 17201-4 gibt auch Hinweise zur Berechnung der Schallausbreitung des Geschossgeräusches, insofern sich diese in Bezug auf die Schallausbreitung von der anderen Schalls unterscheidet. Dies bedeutet, dass für die Dämpfung beim Geschossgeräusch, A_{excess}, auch ISO 9613-2 angewandt werden kann. Die anderen Dämpfungsparameter, solche wie geometrische Divergenz, Luftabsorption und Dämpfung bei Nicht-Linearität sind in ISO 17201-4 festgelegt. Unter Freifeldbedingungen, insbesondere vor der Waffe in geringem Abstand zur Schussbahn, kann das Geschossgeräusch eine relevante Quelle des Schallexpositionspegels des Schießgeräusches sein. Falls ein Schuss aus einem Schießstand abgefeuert wird, kann dem Geschossgeräusch bei der Bestimmung des Schallexpositionspegels am Empfangspunkt im Allgemeinen eine kleinere Bedeutung beigemessen werden. Falls jedoch Maßnahmen zur Minderung der Schallexposition des Mündungsknalls unternommen wurden, kann das Geschossgeräusch ein dominierender Faktor werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

5 Schallausbreitungsberechnung

5.1 Allgemeines

Die Schallausbreitungsberechnung darf mit Strahlverfolgungsmethoden oder mit höher entwickelten Modellen ausgeführt werden, die gegebene Wetterbedingungen berücksichtigen. Zur Berechnung des Langzeit-L_{eq} werden die Ergebnisse hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens dieser Wetterbedingungen in Zeitabschnitten von Interesse während der Betriebszeiten des Schießplatzes gewichtet.

5.2 Anwendung von ISO 9613-2 für Freifeldbedingungen

ISO 9613-2 ist weder für Schießgeräusche anwendbar noch trägt sie für Änderungen hinsichtlich des Schalldruckzeitverlaufes bei der Ausbreitung entsprechend Rechnung. Deshalb können keine Ergebnisse für zeitbewertete Größen, wie den L_{Fmax} (siehe Abschnitt 6), gewonnen werden. ISO 9613-2 beschreibt meteorologische Effekte bei der Ausbreitung über Entfernungen von größer als 1 km nicht mehr adäquat. Weiterhin wird die Anwendung von ISO 9613-2 nicht empfohlen, wenn das Spektrum am Empfangspunkt durch Frequenzen dominiert wird, die unter 100 Hz liegen.

ISO 9613-2 darf jedoch für die Modellierung der Schallausbreitung von Schießgeräuschen verwendet werden, wenn Anpassungen eingeführt und berücksichtigt werden.

Der Schallleistungspegel und die Richtwirkung müssen durch den Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung ersetzt werden und der Umgebungspegel muss durch den resultierenden Schallexpositionspegel, $L_E(f)$, am Empfangspunkt, verursacht durch einen Schuss bei günstigen Schallausbreitungsbedingungen, ersetzt werden.

Der Schallexpositionspegel für einen abgefeuerten Schuss berechnet sich wie folgt:

$$L_E(f) = L_q(\alpha, f) - A_{\mathrm{div}}(r) + 11\ \mathrm{dB} - A_{\mathrm{atm}}(r, f) - A_{\mathrm{bar}}(r, f) - A_{\mathrm{gr}}(r, f) - A_{\mathrm{z}}(r, f) - A_{\mathrm{misc}}(r, f) \qquad (1)$$

Dabei ist

$L_q(\alpha, f)$ der Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, in Dezibel, der betrachteten Kombination von Waffe und Munition;

r der Abstand, in Meter, von der Quelle oder der Ersatzquelle $P(x_0, y_0, z_0)$ bis hin zum Empfangspunkt P(x, y, z);

α der Winkel zwischen der Geschossbahn und der Geraden von der Quelle zum Empfangspunkt $P(x, y, z)$, vorausgesetzt, dass diese Gerade keinen Schirm schneidet;

f die Band-Mittenfrequenz, in Hertz, der jeweiligen Frequenzbänder;

A_{div} die Korrektur, in Dezibel, aufgrund geometrischer Ausbreitung;

A_{atm} die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption, in Dezibel, nach ISO 9613-1;

A_{bar} die Dämpfung aufgrund von Abschirmung, in Dezibel, nach ISO 9613-2;

A_{gr} die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts, in Dezibel, nach ISO 9613-2;

A_{z} eine Korrektur von meteorologischen Bedingungen, die von den Standardwerten abweichen (siehe ISO 3741 [2], ISO 3745 [3], ISO 9614-3 [4] und ISO 17201-1:2018, Gleichung (11));

A_{misc} eine Korrektur, in Dezibel, aufgrund verschiedener anderer Effekte nach ISO 9613-2.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Bezüglich α, falls der Schall durch einen Schirm abgeschirmt wird, ist die Berechnung für jeden Beugungspunkt separat auszuführen. Der Winkel α, der gebraucht wird um $L_q(\alpha, f)$ zu erhalten, ist der Winkel zwischen der Geschossbahn und der Linie vom Quellenpunkt zum betrachteten Beugungspunkt. Dieser Ansatz weicht von ISO 9613-2 ab.

Die Einfügungsdämpfung, A_{bar}, wird zum Schallexpositionspegel in Richtung des Beugungspunktes für den gleichen Abstand zwischen dem Empfangspunkt und dem Quellenpunkt in Beziehung gesetzt (siehe Beispiel in Anhang C); (siehe Literaturhinweis [11]).

Zur Einbeziehung des Bodeneffekts und zur Bestimmung von A_{gr} kann ISO 9613-2:1996, 7.3.1, angewendet werden. ISO 9613-2:1996, 7.3.2, kann auch angewendet werden, wobei ein Zusatzterm D_Ω zu $L_q(\alpha, f)$ zu addieren ist. D_Ω kann durch ISO 9613-2:1996, Gleichung (11), ermittelt oder auf 3 dB gesetzt werden.

Die Berechnung von $L_q(x, y, z, f)$ für eine Schießstandöffnung ist in 5.3 festgelegt.

Der Langzeit-Schallexpositionspegel wird gewonnen durch:

$$L_{E,\text{long term}} = L_E - C_{\text{met}} \tag{2}$$

Die Methode, mit der C_{met} bestimmt wird, hängt stark davon ab, wie die Wetterbedingungen definiert werden, für die der Schallexpositionspegel $L_E(f)$ zu berechnen ist. Falls der Langzeit-L_{eq} benötigt wird, sind die Langzeit-Wetterbedingungen des Standortes zu berücksichtigen. Falls diese Information nicht verfügbar ist, kann C_{met} für den Langzeit-$L_{\text{A,eq}}$ nach ISO 9613-2:1996, Gleichung (22), mit Ansatz von $C_0 = 5$ dB bestimmt werden. Bei Anwendung von Strahlverfolgungsmodellen und bei Nutzbarmachung von Langzeitstatistiken hinsichtlich der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit und der atmosphärischer Stabilität kann ein genauerer Wert für Langzeitpegel gewonnen werden (siehe Literaturhinweise [12], [13]).

ANMERKUNG Der Wert von 5 dB für C_0 basiert auf der Annahme, dass in einem Drittel der Zeit günstige Schallausbreitungsbedingungen vorliegen.

Bei Anwendung von ISO 9613-2 sind die folgenden Einschränkungen zu beachten.

— Für größere Entfernungen zeigt ISO 9613-2 die Tendenz der Überschätzung des Langzeit-Schallexpositionspegels, $L_{E,\text{long term}}$, während der Tageszeit (siehe Literaturhinweis [14]).

— Für Mitwindbedingungen kann der Effekt von Schirmen als Folge des induzierten Luftstroms an der Oberkante des Schirms überschätzt werden (siehe Literaturhinweis [15]).

— Die Dämpfung aufgrund von Abschirmung tendiert während der Tageszeit zu höheren Werten, verglichen mit Werten, die mit ISO 9613-2 gewonnen werden (siehe Literaturhinweis [16]).

— ISO 9613-2 berücksichtigt, abgesehen von der Abschirmung, keine Beugung. Gebeugter Schall, so z. B. von Sicherheitsblenden (siehe Bild 1) kann jedoch einen wesentlichen Beitrag am Empfangspunkt liefern.

Es ist zu beachten, dass Streuung nur näherungsweise berücksichtigt wird. Dieser Effekt kann jedoch einen wesentlichen Beitrag zum Gesamtpegel am Empfangspunkt für Situationen liefern, wo die Quellen gut abgeschirmt sind.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

5.3 Anwendung von ISO 9613-2 für Nicht-Freifeldbedingungen

Zur Berechnung der Schallimmission unter Nicht-Freifeldbedingungen sind höher entwickelte Schallausbreitungsmodelle erforderlich (siehe 5.4). Diese Modellberechnungen sind zumeist sehr zeitaufwendig. Selbst für den Fall, dass die Entfernung zwischen dem Schießplatz und dem Empfangspunkt nicht mehr als wenige hundert Meter beträgt, wird die Berechnung über alle Frequenzen für die Lärmkartierung zu zeitaufwendig.

Deshalb wurde das Konzept der Ersatzquelle eingeführt, um den Einsatz von allgemein verfügbarer Software zur Lärmkartierung zugänglich zu machen. Ein höher entwickeltes, wellentheoretische Modell wird zur Berechnung des Schallexpositionspegels, $L_E(f)$, an einigen immissionsrelevanten Empfangspunkten, P(x, y, z), eingesetzt, die so weit vom Schießstand entfernt sind, dass der Ersatz der Originalquelle und seiner direkten Umgebung durch eine Punktquelle mit Richtwirkung möglich ist. Die Entfernung zwischen dem Schießstand und solchen Empfangspunkten sollte mindestens das Zweifache der größten Abmessung des Schießstandes sein. Die Position der Ersatzquelle mit dem Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, $L_{q,S}(x, y, z, f)$, für den Empfangspunkt und andere Empfangspunkte wird in der Mitte der Öffnung angesetzt, durch die der größte Anteil an Schallenergie emittiert wird. Für einen einfachen Stand ohne Schirme und Blenden wird der Quellenpunkt in der Mitte der Öffnung des Schießstandes positioniert. Für Schießplätze mit einem Schießstand, Schirmen und Blenden wird der Quellenpunkt im Zentrum der ersten Öffnung gewählt (siehe Bild B.1, Punkt P).

Die zu berechneten Pegel können auch auf einem Kreis gewählt werden, und dafür kann der Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung entsprechend der in ISO 17201-1 festgelegten Verfahren für die Messung berechnet werden.

Der Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung der Ersatzquelle, $L_{q,S}(\alpha, f)$, wird dann mit dem Expositionspegel nach Gleichung (3) berechnet.

$$L_{q,S}(\alpha, f) = L_E(x, y, z, f) - 11\,\text{dB} + A_{\text{div}}(r) \tag{3}$$

Dabei ist

$L_E\,(x, y, z, f)$ der Schallexpositionspegel, angegeben in Dezibel, für die Frequenz f am Punkt $P(x, y, z)$, gewonnen mittels der Boundary-Element-Methode (BEM) oder einem vergleichbaren Verfahren (siehe Anhang B);

$A_{\text{div}}(r)$ die Korrektur, angegeben in Dezibel, aufgrund geometrischer Divergenz zwischen der angenommenen Quellenposition und dem Punkt $P(x, y, z)$;

r der Abstand, angegeben in Metern, zwischen der Position der gewählten Ersatzquelle und P(x, y, z).

In diesem Modell werden die ursprüngliche Quelle und deren direkte Umgebung durch die Ersatzquelle beschrieben. Falls nur die Richtung von α von Interesse ist, kann Gleichung (1) direkt angewandt werden. Falls die Richtwirkung, z. B. für die Lärmkartierung, benötigt wird, ist das in ISO 17201-1 festgelegte Verfahren anzuwenden. A_{atm}, A_{bar}, A_{gr}, A_{misc} werden bei der Berechnung von $L_{q,S}(\alpha)$ nicht berücksichtigt. Berücksichtigung finden nur Abschirmungseffekte usw. für solche Schirme, die bei der Berechnung mit dem hoch entwickelten Modell nicht mit einbezogen sind.

Bild 1 zeigt einen typischen Schießstand mit über Kopfhöhe angeordneten Blenden und mit Seitenwänden. In Anhang A ist der Schallexpositionspegel eines in solch einem Schießstand abgefeuerten Gewehrs aufgezeigt. Dies ist mit BEM über festem Boden für eine Anzahl von Höhen und Positionen in der Umgebung berechnet worden. Für den Referenzfall wurde die Bodenreflexion einbezogen; A_{atm}, A_{bar} und A_{misc} wurden mit Null angenommen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Für bestehende Situationen wird empfohlen, dass das jeweils gewählte hoch entwickelte Modell anhand vom Messungen des Schallexpositionspegels am Empfangspunkt nachgeprüft wird. Voraussetzung dafür ist, dass die tatsächlichen Schallausbreitungsbedingungen bei der Messung gut beschreibbar sind. Für Ausbreitungsberechnungen für Bereiche außerhalb des Schießstandes wird die Bodenreflexion einbezogen. Sicher zu stellen ist, dass derselbe Oberflächentyp sowohl für das jeweilige höher entwickelte Modell als auch für die Anwendung von ISO 9613-2 verwendet wird.

5.4 Hoch entwickelte Modelle

Für Nicht-Freifeldbedingungen sind im Vergleich zu ISO 9613-2 höher entwickelte Modelle erforderlich. BEM, Strahlverfolgungs-Modelle, Wellenmodelle oder Kombinationen, die es erlauben, Reflexion, Beugung und Streuung detaillierter zu berücksichtigen, sollten herangezogen werden (siehe Anhang A, Anhang B, und Literaturhinweise [17], [18], [19], [20]).

In Anhang A ist für den in Bild A.1 gezeigten Schießstand eine mittels BEM ausgeführte Referenzfallberechung dargestellt.

Falls andere Modelle oder Näherungen verwendet werden, wie:

— Kirchhoff-Näherungsmodell (siehe B.2) oder

— Strahlverfolgungsmodelle (siehe B.3),

ist sicher zu stellen, dass der Schallexpositionspegel des Referenzfalls nach Anhang A bei 100 Hz und 200 Hz durch den Pegel des höher entwickelten Modells ohne signifikante Abweichungen wiedergegeben wird. Für zweifach größere Entfernungen sollte der Pegel des Modells nicht größer als +5 dB und nicht kleiner als −1 dB verglichen mit dem Referenzfall sein:

$$L_{\text{benchmark}} + 5\,\text{dB} > L_{\text{model}} > L_{\text{benchmark}} - 1\,\text{dB} \tag{4}$$

mit einer Wahrscheinlichkeit von weniger als 5 %.

6 Umrechnung von Schallexpositionspegeln

Der Schallexpositionspegel, L_E, ist eine weit verbreitete Kenngröße für Geräusche von Handfeuerwaffen. Jedoch werden in einer Reihe von gesetzlichen Vorschriften oder Regelwerken, die im Allgemeinen zur Beschreibung der Geräusche von Handfeuerwaffen verwendet werden, Kenngrößen basierend auf dem Maximal-Pegel für eine bestimmte Zeitbewertung verwendet. Eine Abschätzung dieser Kenngrößen kann mit folgenden Beziehungsgleichungen erfolgen:

$$L_{\text{Smax}} \approx L_E \tag{5}$$

$$L_{\text{Fmax}} \leq L_E + 9{,}0\,\text{dB} \tag{6}$$

$$L_{\text{Imax}} \leq L_E + 14{,}6\,\text{dB} \tag{7}$$

$$L_{\text{Imax}} \leq L_{\text{Fmax}} + 5{,}6\,\text{dB} \tag{8}$$

Dabei ist

L_{Smax} der höchste S-bewertete Schalldruckpegel innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls, angegeben in Dezibel;

L_{Fmax} der höchste F-bewertete Schalldruckpegel innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls, angegeben in Dezibel;

L_{Imax} der höchste I-bewertete Schalldruckpegel innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls, angegeben in Dezibel.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Das Gleichheitszeichen ist gültig, falls die Ereignisdauer kürzer als 10 % der Zeitkonstanten der exponentiellen Zeitbewertung, τ (S: $\tau = 1$ s, F: $\tau = 0{,}125$ s, I: Anstiegszeitkonstante $\tau = 0{,}035$ s unterscheidet sich von der Abklingzeitkonstanten $\tau = 1{,}5$ s) ist. Dies ist nahe der Quelle der Fall und wenn keine Reflexionen auftreten.

Bei zunehmender Entfernung verlängert sich die Dauer des Zeitsignals, z. B. als Folge von Bodenreflexionen. Der Schalldruckzeitverlauf des Signals, inklusive dessen Reflexionen, müssen berechnet werden, um eine angemessene Bestimmung der obigen Kenngrößen sicherzustellen. Wenn keine ausreichenden Informationen verfügbar sind, kann L_{Imax} nach Literaturhinweis [21] wie folgt geschätzt werden:

$$L_{\mathrm{Imax}} = \begin{cases} L_E + 14{,}6\,\mathrm{dB} - 0{,}003\,r/R_0\,\mathrm{dB} & \text{für} \quad r < 2\,000\,\mathrm{m} \\ L_E + 8{,}6\,\mathrm{dB} & \text{für} \quad r \geq 2\,000\,\mathrm{m} \end{cases} \tag{9}$$

Dabei ist

r der Abstand, in Meter, zwischen der Ersatzquelle und dem Empfangspunkt $P(x, y, z)$;

R_0 $= 1$ m.

Die Beziehungen gelten für Einzelschüsse, wenn der Zeitverlauf zwischen aufeinander folgenden Schüssen größer als die Zeitkonstante ist.

7 Unsicherheiten

Die Unsicherheit des Terzspektrums, des nach diesem Dokument bestimmten Schallexpositionspegels des Mündungsknalls, muss vorzugsweise in Übereinstimmung mit ISO/IEC Guide 98-3 ausgewertet werden.

Unsicherheiten ergeben sich aus einer Anzahl von Gründen:

— dem Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung für die Fälle, in denen dieser durch Messung bestimmt wird (siehe ISO 17201-1), oder nach ISO 17201-2, bei der dieser auf der Grundlage der chemischen Energie der Treibladung abgeschätzt wird;

— der Modellbildung der tatsächlich komplexen Quellensituation in Form von Ersatzquellen oder einer Anzahl von Ersatzquellen;

— der Modellierung der tatsächlichen Situation durch Vereinfachung der Objekte, die die Schallausbreitung beeinflussen (Modellierung komplexer Strukturen durch Würfel, Modellierung von nicht ebenem Terrain durch ebenes Terrain usw.);

— der Position der Schallquelle hinsichtlich der Einflüsse von Objekten, die die Schallausbreitung und die tatsächliche Schussrichtung beeinflussen;

— dem verwendeten Schallausbreitungsmodell.

Falls anstatt des Schallexpositionspegels eine andere Kenngröße für die Bewertung des Schießgeräusches verwendet wird, ergeben sich zusätzliche Unsicherheiten bei der Abschätzung dieser Kenngröße aus dem Schallexpositionspegel.

Falls die Prognose auf der akustischen Energie aller Schüsse über einen bestimmten Zeitabschnitt aufbaut, ergeben sich auch Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Anzahl abgefeuerter Schüsse und der tatsächlichen Waffen-Munitions-Kombinationen.

Die erweiterte Unsicherheit ist zusammen mit dem entsprechenden Erweiterungsfaktor für ein Vertrauensniveau von 95 % anzugeben, wie im ISO/IEC Guide 98-3 definiert.

Eine Anleitung für die Abschätzung und die Angabe der Unsicherheit ist in Anhang D gegeben.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06

Anhang A
(normativ)

Referenzfall für einen Schießstand mit Blenden

A.1 Allgemeines

Der Referenzfall basiert auf einer numerischen Lösung der Helmholtz-Kichhoff-Wellengleichung mittels BEM (siehe Literaturhinweis [22]). Der Einfachheit halber wird ein kleiner Schießstand mit drei über Kopfhöhe angeordneten Blenden verwendet, das Geschossgeräusch wird vernachlässigt und die Richtwirkung wird rundum als einheitlich angenommen.

A.2 Referenzfall

A.2.1 Modellschießstand

Bild A.1 zeigt die Geometrie des modellierten Schießstandes. Dieser besteht aus einer rechteckigen Box mit halboffener Decke und Blenden. Die Geometrie entspricht näherungsweise einem typischen 25 m langen Schießstand, wie er in den Niederlanden genutzt wird. Im Referenzfall wurde jedoch die Länge zum Zwecke der geeigneten Lösbarkeit für große Wellenlängen verkürzt. Verwendet wird ein *xyz*-Koordinatensystem, wobei die *x*-Achse entlang der Schussrichtung verläuft. Die Abmessungen sind in Bild A.1 angegeben. Die Blenden sind 2 m hoch, der Zwischenraum zwischen Boden und Blenden ist ebenfalls 2 m hoch.

Alle Wände und die Decke haben eine endliche Dicke, von ungefähr einem Sechstel der Wellenlänge (aus rechentechnischen Gründen). Für eine Frequenz von 100 Hz ist die Dicke 0,5 m und für eine Frequenz von 200 Hz ist die Dicke 0,25 m. Die Quelle ist eine Monopolquelle, positioniert auf dem Boden P(−3 m, 0 m, 0 m). Alle innen liegenden Oberflächen sind absorbierend (gezeigt in Bild A.1), außer der Bodenfläche und den Blenden, die akustisch hart sind (gezeigt in Bild A.1). Alle außen liegenden Flächen sind akustisch hart. Für die absorbierenden Oberflächen wurde eine normalisierte Impedanz der betrachteten Einheit angenommen (normalisiert zur Impedanz der Luft).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 17201-3:2019-06