

DIN EN ISO 17201-3

ICS 17.140.20; 95.020; 97.220.10

**Akustik –
Geräusche von Schießplätzen –
Teil 3: Anleitung für die Berechnung der Schallausbreitung
(ISO 17201-3:2010);
Deutsche Fassung EN ISO 17201-3:2010**

Acoustics –
Noise from shooting ranges –
Part 3: Guidelines for sound propagation calculations (ISO 17201-3:2010);
German version EN ISO 17201-3:2010

Acoustique –
Bruit des stands de tir –
Partie 3: Lignes directrices pour le calcul de la propagation du son (ISO 17201-3:2010);
Version allemande EN ISO 17201-3:2010

Gesamtumfang 62 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Nationales Vorwort

Diese Norm beinhaltet die deutsche Fassung der Europäischen Norm EN ISO 17201-3:2010. Die dieser Europäischen Norm zugrunde liegende Internationale Norm ISO 17201-3:2010 ist in der WG 51 „Noise from shooting ranges“ des ISO/TC 43 „Acoustics“, SC 1 „Noise“ unter deutscher Mitarbeit erstellt worden.

Auf europäischer Ebene fällt diese Norm in den Bereich des CEN/TC 211 „Akustik“. Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitskreis NA 001-01-02-07 AK „Akustik — Geräusche von Schießplätzen“ im Arbeitsausschuss NA 001-01-02 AA „Geräuschimmission — Grundlagen, Ermittlung, Beurteilung“ zuständig.

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

ISO 3741	siehe DIN EN ISO 3741
ISO 3745	siehe DIN EN ISO 3745
ISO 9613-2	siehe DIN ISO 9613-2
ISO 9614-3	siehe DIN EN ISO 9614-3
ISO 17201-1	siehe DIN EN ISO 17201-1
ISO 17201-2	siehe DIN EN ISO 17201-1
ISO 17201-4	siehe DIN EN ISO 17201-4
IEC 61672-1	siehe DIN EN 61672-1
ISO/IEC Guide 98-3	siehe DIN V ENV 13005

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3741, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1*

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

DIN EN ISO 9614-3, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel 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 EN 61672-1, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen*

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

DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

Deutsche Fassung

Akustik – Geräusche von Schießplätzen –
Teil 3: Anleitung für die Berechnung der Schallausbreitung
(ISO 17201-3:2010)

Acoustics – Noise from shooting ranges –
Part 3: Guidelines for sound propagation calculations
(ISO 17201-3:2010)

Acoustique – Bruit des stands de tir –
Partie 3: Lignes directrices pour le calcul de la
propagation du son
(ISO 17201-3:2010)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. November 2009 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 des CEN 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, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Quellenmodellierung	7
5 Schallausbreitungsberechnung	10
6 Umrechnung von Schallexpositionspegeln	13
7 Unsicherheiten	14
Anhang A (normativ) Referenzfall für einen Schießstand mit Blenden	15
Anhang B (normativ) Komplexere Modellierungsansätze.....	30
Anhang C (informativ) Modellierung von Schießszenarien — Beispiele von Schießplätzen	39
Anhang D (informativ) Unsicherheit	55
Literaturhinweise	59

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 17201-3:2010) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 211 „Akustik“, dessen Sekretariat von DS gehalten wird, erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2010 zurückgezogen werden.

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

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 17201-3:2010 wurde vom CEN als EN ISO 17201-3:2010 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Die Initiative für die Erstellung einer Norm zu Impulsgeräuschen von Schießplätzen wurde durch die Association of European Manufacturers of Sporting Ammunition (AFEMS) im April 1996 durch das Einreichen eines formalen Vorschlages bei CEN (siehe das Schriftstück CEN N 1085) eingebracht. Nach Konsultation in CEN im Jahre 1998 bat CEN/TC 211, *Akustik*, ISO/TC 43, *Acoustics*, SC 1, *Noise*, die ISO 17201 (alle Teile) zu erstellen.

Dieser Teil von ISO 17201 gibt Hinweise für die Berechnung der Schallausbreitung von Schießgeräuschen. Falls lokale oder nationale Behörden keine diesbezüglichen Berechnungsvorschriften in Form von Regeln oder Regularien vorgegeben haben und komplexere Berechnungsverfahren nicht verfügbar sind, kann die ISO 9613-2 unter Berücksichtigung der in dieser Internationalen Norm 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, die durch die Flugbahn der Tonscheiben bestimmt werden. Dieser Teil von ISO 17201 gibt konkrete Vorgaben, wie die Quelldaten für die Anwendung der ISO 9613-2 aufbereitet werden können, um die in der Umgebung des Schießplatzes zu erwartenden Schallexpositionspegel zu erhalten.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 17201 legt Verfahren für die Prognose des Expositionspegels des Schießgeräusches eines Schusses an einem gegebenen Immissionsort fest. Anleitungen werden gegeben, wie andere akustische Indizes über den Expositionspegel berechnet werden können. Die Prognose beruht auf der nach ISO 17201-1 gemessenen oder auf der nach ISO 17201-2 berechneten winkelabhängigen Quellenenergieverteilung des Mündungsknalls.

Dieser Teil von ISO 17201 ist anwendbar für Waffen mit einem Kaliber kleiner als 20 mm, für Treibladungen von weniger als 50 g TNT-Äquivalent, für Entfernungen, wo die Spitzendrücke, einschließlich der Beitrag vom Geschossknall, kleiner als 1 kPa (154 dB) sind.

ANMERKUNG Nationale oder andere Regelwerke, die noch stringenter sein könnten, können angewendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 9613-1, *Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere*

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

ISO 17201-1:2005, *Acoustics — Noise from shooting ranges — Determination of muzzle blast by measurement*

ISO 17201-2, *Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 2: Estimation of muzzle blast and projectile sound by calculation*

ISO 17201-4, *Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 4: Prediction of projectile sound*

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

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 9613-2, ISO 17201-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

Ersatzquelle

Ersatz einer Schallquelle, einschließlich des zugehörigen Schießstandes durch eine Modellquelle ohne Schießstand, die im Zentrum der Öffnung des Schießstandes positioniert ist, um die Emission in Richtung des Empfangsortes darzustellen

3.2

Sicherheitsbarriere

⟨Schießplätze⟩ Barriere, die Projektile am Verlassen des Standes hindern sollen

3.3

Sicherheitsblende

〈Schießplätze〉 über Kopfhöhe angeordneter Blende, die Projektile am Verlassen des Standes hindern soll

3.4

Schießstand

eine 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

eine umschlossene Anordnung von Schießpositionen und zugehörigen Zielen, die in Abhängigkeit von der planerischen Gestaltung mit Einrichtungen, wie einem Schießstand, Sicherheitsschirmen, Sicherheitsblenden und unsicheren Bereichen versehen sein können

3.6

Schießanlage

eine organisatorische Einheit bestehend aus einem oder mehreren Schießplätzen und angegliederten Gebäuden und Infrastruktur

3.7

Schützenposition

Position des Schützen innerhalb eines Schießplatzes

3.8

Treffer-Zielrichtungsanpassung

die Schussrichtung des Schützen zur Position eines bewegten Ziels unter Berücksichtigung der Zeit, die der Schuss benötigt zu treffen

3.9

A-bewerteter und S-bewerteter Maximalschalldruckpegel

$L_{p,AS,max}$

höchster A-bewerteter und S-bewerteter Schalldruckpegel innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls

ANMERKUNG 1 Der A-bewertete und S-bewertete Maximalschalldruckpegel wird in Dezibel angegeben.

ANMERKUNG 2 A kennzeichnet die Frequenzbewertung und S die Zeitbewertung wie in IEC 61672-1 festgelegt.

ANMERKUNG 3 Die Definition ist aus technischer Sicht in Übereinstimmung mit ISO 1996-1:2003 [1], 3.1.2.

3.10

A-bewerteter und F-bewerteter Maximalschalldruckpegel

$L_{p,AF,max}$

höchster A-bewerteter und F-bewerteter Schalldruckpegel innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls

ANMERKUNG 1 Der A-bewertete und F-bewertete Maximalschalldruckpegel wird in Dezibel angegeben.

ANMERKUNG 2 A kennzeichnet die Frequenzbewertung und F die Zeitbewertung wie in IEC 61672-1 festgelegt.

ANMERKUNG 3 Die Definition ist aus technischer Sicht in Übereinstimmung mit ISO 1996-1:2003 [1], 3.1.2.

3.11

A-bewerteter und I-bewerteter Maximalschalldruckpegel

$L_{p,AI,max}$

höchster A-bewerteter und I-bewerteter Schalldruckpegel innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls

ANMERKUNG 1 Der A-bewertete und I-bewertete Maximalschalldruckpegel wird in Dezibel angegeben.

ANMERKUNG 2 A kennzeichnet die Frequenzbewertung und I die Zeitbewertung wie in IEC 61672-1 festgelegt.

3.12

Einschlagschall

Schall produziert beim Einschlag des Geschosses ins Ziel

3.13

Beugungspunkt

Punkt auf der Oberkante einer Barriere, welcher auf dem kürzesten Pfad für den sich über den Schirm zum Empfangsort ausbreitende Schall liegt

4 Quellenmodellierung

4.1 Einleitung

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 Immissionsort wird durch α ausgewiesen. Falls die Waffe im Freien abgefeuert wird, kann $S_q(\alpha)$ zur Beschreibung des Mündungsknalls verwendet werden. Bei Gewehrscüssen 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 Immissionsort danach unter Freifeldbedingungen ermittelt werden kann. Schall, verursacht durch den Einschlag des Geschosses im Ziel, kann üblicherweise vernachlässigt werden. Dieser Teil von ISO 17201 ist nicht anwendbar für Geschosse, die eine Landung beinhalten, die am Ziel detoniert.

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 komplexere Schallausbreitungsmodelle und Berechnungsverfahren werden benötigt. Anhang A beschreibt einen Referenzfall und wie mit komplexen Ansätzen (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 im Abschnitt 5 festgelegt, durch eine Punktquelle mit Richtwirkung unabhängig vom Schießstand, der durch eine Blende, über Kopfhöhe angeordneter Blenden und Seitenblenden, usw. aufgebaut sein kann, ausgeführt.

4.2.2 Freifeld Situation

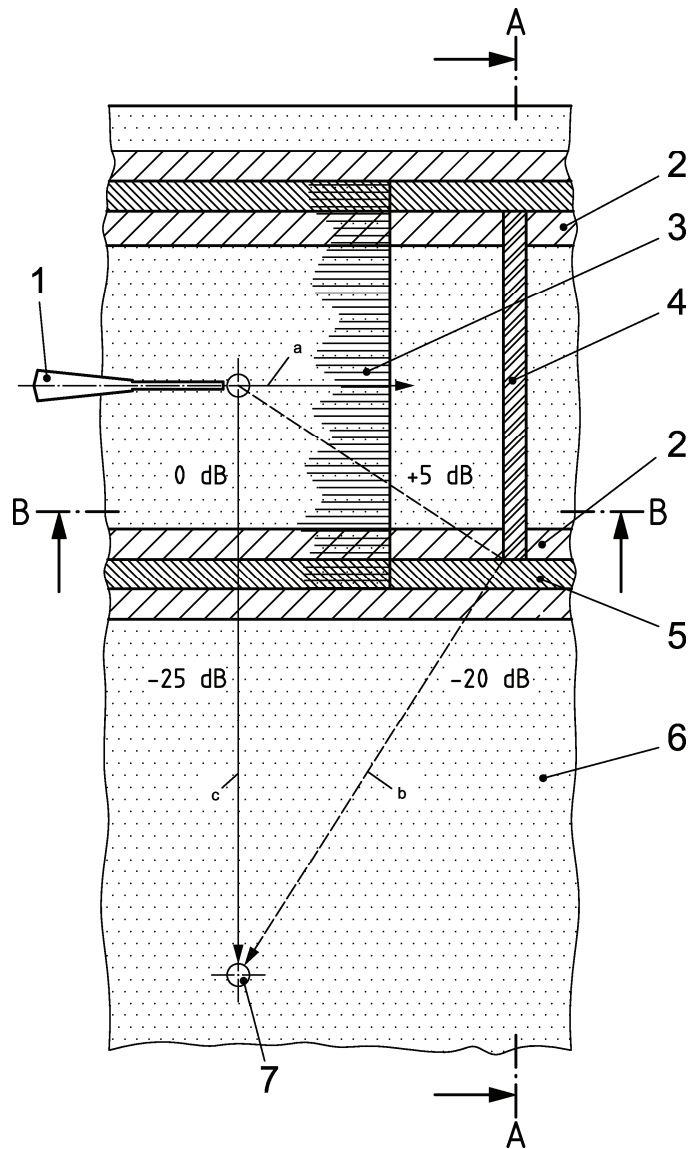
Falls die zu betrachtende Waffe außerhalb eines Schießstandes oder einer vergleichbaren Struktur genutzt wird, verwende den Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, $L_q(\alpha)$, der jeweiligen Waffe/Munitions-Kombination direkt. Falls ein Schuss vom Schützen nahe einer reflektierenden Oberfläche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

4.2.3 Nicht-Freifeld Situation

4.2.3.1 Schießstand

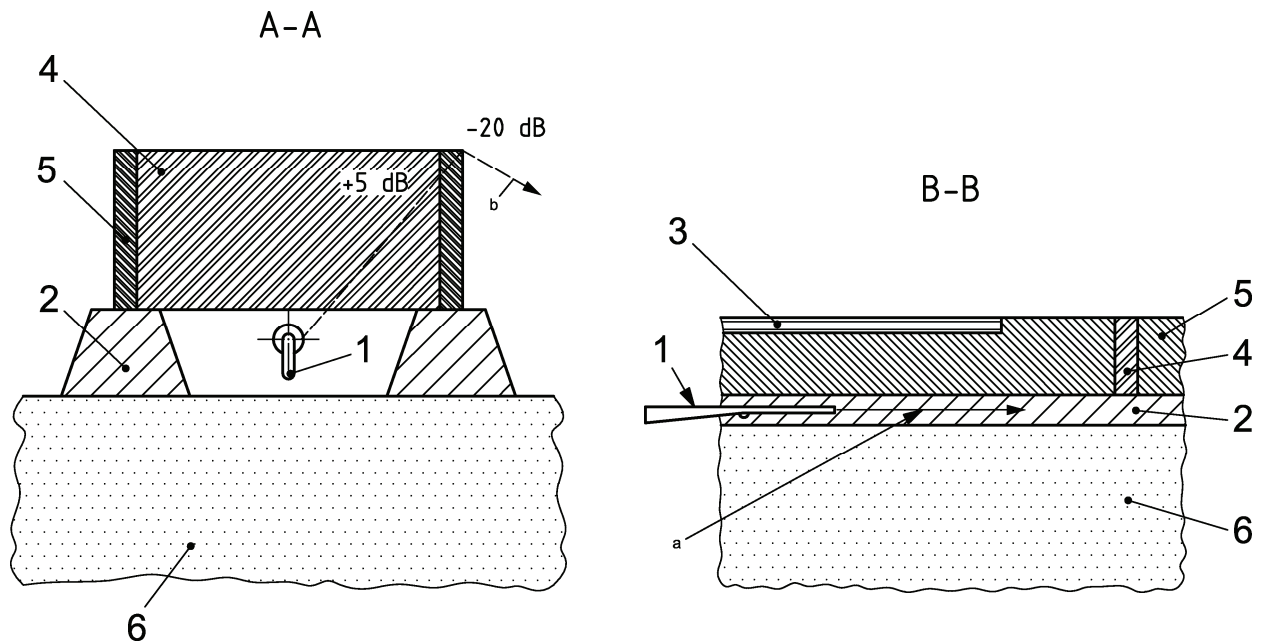
In diesem Fall wird der Schuss in einem überdachten Stand abgefeuert (siehe z. B. Anhang B). Teile der abgestrahlten Energie — als Folge des Mündungsknalls — werden durch Wände und Boden absorbiert. Falls Sicherheitsblenden und Seitenwände anwesend sind, berücksichtige die Reflektionen vom Boden, von Sicherheitsblenden und Seitenwänden (siehe Anhang A). Das Vorhandensein einer absorbierenden Decke im Schießstand wird als Stand der Technik betrachtet. Die verbleibende Energie wird durch die Öffnung des

Schießstandes abgestrahlt. Im Bild 1 wird ein Schießstand mit Seitenwänden und Sicherheitsblenden gezeigt. Deshalb verwende Freifeldwerte nicht direkt. Falls keine Absorption innerhalb des Schießstandes und an den Schirmen erfolgt, ist der Referenzfall kein geeignetes Modell für die Beschreibung der abgestrahlten Schallenergie.



a) Draufsicht

Bild 1 (fortgesetzt)



b) Ansicht in Schussrichtung

c) Seitenansicht

Legende

- 1 Gewehr
- 2 seitlicher Wall
- 3 Dach
- 4 Sicherheitsblende

- 5 Barriere bzw. Schirm
- 6 Boden
- 7 Immissionsort

- a Schussrichtung
- b gebeugter Schall
- c abgeschirmter Schall

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 zusammen mit Büchenschießständen für große und kleine Kaliber, ist eine größere Anzahl von Quellen und Ersatzquellen für eine angemessene Modellierung erforderlich. Diese Quellen werden als nicht kohärent betrachtet. Bei Reflexionen ist Kohärenz anzunehmen, falls der Laufzeitunterschied zwischen dem Mündungsknall und dessen Reflexionen am Empfangsort geringer als 3 ms ist. Dann sind diese als eine Ersatzquelle zu modellieren.

4.3 Geschossgeräusch

Die Modellierung des Geschossgeräusches ist in ISO 17201-2 und ISO 17201-4 festgelegt. ISO 17201-4 gibt auch Hinweise zur Berechnung der Schallausbreitung des Geschossgeräusches, insofern sich dies von der Schallausbreitung anderen Schalls unterscheidet. Dies bedeutet, dass für die Dämpfung beim Geschossgeräusch, A_{excess} , die ISO 9613-2 angewandt werden kann. Die anderen Dämpfungsparameter, solche wie Divergenz, Luftabsorption und Dämpfung bei Nicht-Linearität sind in ISO 17201-4 festgelegt. Im Freifeld, insbesondere vor der Waffe im geringen 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 Immissionsort 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.

5 Schallausbreitungsberechnung

5.1 Allgemeines

Die Schallausbreitungsberechnung kann mit Strahlverfolgungsmethoden oder weiter entwickelten Modellen ausgeführt werden, die vorgegebene Wetterbedingungen berücksichtigen. Zur Berechnung des Langzeit- L_{eq} werden die Ergebnisse hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens dieser Wetterbedingungen in interessierenden Zeitabschnitten während der Betriebszeiten des Schießplatzes gewichtet.

5.2 Anwendung von ISO 9613-2 für Freifeldbedingungen

Es ist zu beachten, dass die ISO 9613-2 weder für Schießgeräusche anwendbar ist, noch Änderungen hinsichtlich des Schalldruckzeitverlaufes bei der Ausbreitung entsprechend Rechnung trägt. Deshalb können keine Ergebnisse für zeitbewerteten Größen, wie den $L_{F,max}$ gewonnen werden. Die ISO 9613-2 beschreibt meteorologische Effekte bei der Ausbreitung über Entfernungen von mehr als 1 km nicht mehr adäquat. Weiterhin wird die Anwendung von ISO 9613-2 nicht empfohlen, wenn das Spektrum am Empfangsort 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 durch den resultierenden Schallexpositionspegel, $L_E(f)$, am Immissionsort verursacht durch einen Schuss bei günstigen Schallausbreitungsbedingungen.

Der Schallexpositionspegel für einen abgefeuerten Schuss berechnet sich wie folgt:

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

Dabei ist

$L_q(\alpha, f)$	der Pegel der winkelabhängigen Schallenergieverteilung, in Dezibel, der betrachteten Kombination von Waffe und Munition;
r	der Abstand, in Metern, von der Quelle oder der Ersatzquelle $P(x_0, y_0, z_0)$ bis hin zum Immissionsort $P(x, y, z)$;
α	der Winkel zwischen der Geschossbahn und der Geraden von der Quelle zum Immissionsort $P(x, y, z)$, 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 ist eine Korrektur von meteorologischen Bedingungen, die von den Standardwerten abweichen (siehe ISO 3741 [2], ISO 3745 [3], ISO 9614-3 [4] und ISO 17201-1:2005, Gleichung (8));

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

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 der ISO 9613-2 ab.

Die Einfügungsdämpfung A_{bar} wird zum Schallexpositionspegel in Richtung des Beugungspunktes für den gleichen Abstand zwischen dem Immissionsort und dem Quellenpunkt in Beziehung gesetzt (siehe das Beispiel im Anhang C); (siehe [6]).

Bezüglich A_{gr} , falls ISO 9613-2, 7.3.1 angewendet wird, ist der Bodeneffekt bereits involviert. Bei Anwendung von ISO 9613-2, 7.3.2 wird die Reflexion durch Addition von 3 dB zu $L_q(\alpha, f)$ oder die Anwendung von ISO 9613-2, Gleichung (11) berücksichtigt.

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

Der Langzeit-Schallexpositionspegel wird gewonnen durch:

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

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-Mittelungspegel L_{eq} benötigt wird, berücksichtige die Langzeit-Wetterbedingungen des Standortes. 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 den Langzeitpegel gewonnen werden (siehe [7], [8]).

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 sollten die folgenden Einschränkungen bedacht werden.

- Für größere Entfernungen zeigt die ISO 9613-2 die Tendenz der Überschätzung des Langzeit-Schallexpositionspegel, $L_{E, \text{long term}}$, während der Tageszeit (siehe [9]).
- Für Mitwindbedingungen kann der Effekt von Schirmen als Folge des induzierten Luftstroms an der Oberkante des Schirms überschätzt werden (siehe [10]).
- Die Dämpfung aufgrund von Abschirmung tendiert während der Tageszeit zu höheren Werten, verglichen mit Werten, die mit ISO 9613-2 gewonnen werden (siehe [11]).
- 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 Immissionsort liefern.

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

5.3 Anwendung von ISO 9613-2 für Nicht-Freifeldbedingungen

Zur Berechnung der Schallimmission in einer Nicht-Freifeld-Situation sind komplexere Schallausbreitungsmodelle erforderlich (siehe 5.4). Diese Modellberechnungen sind zumeist sehr zeitaufwendig. Selbst für den Fall, dass die Entfernung zwischen dem Schießplatz und dem Immissionsort nicht mehr als wenige hundert Meter beträgt, ist 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. Das komplexere, wellentheoretische Modell wird zur Berechnung des Schallexpositionspegels $L_E(f)$ an einigen immissionsrelevanten Immissionspunkten, $P(x,y,z)$, 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 Immissionsorten sollte mindestens das Zweifache der größten Abmessung des Schießstandes sein. Die Position der Quelle mit dem Pegel der Schallenergieverteilung, $L_{q,S}(x,y,z,f)$, für den Empfangsort und andere Empfangsorte 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).

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

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

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

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; |
| $A_{\text{div}}(r)$ | die Korrektur, angegeben in Dezibel, aufgrund geometrischer Ausbreitung 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, verwende das in ISO 17201-1 festgelegte Verfahren. A_{atm} , A_{bar} , A_{ground} , A_{misc} werden bei der Berechnung von $L_{q,S}(\alpha)$ nicht berücksichtigt. Berücksichtige die Abschirmung usw. nur für solche Schirme, die bei der Berechnung mit dem komplexen Modell nicht mit einbezogen sind.

Bild 1 zeigt einen typischen Schießstand mit über Kopfhöhe angeordneten Blenden und mit Seitenwänden. Im 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.

Für bestehende Situationen wird empfohlen, dass das jeweils gewählte komplexe Modell anhand von Messungen des Schallexpositionspegels am Immissionsort 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. Stelle sicher, dass derselbe Oberflächentyp sowohl für das jeweilige komplexe Modell als auch für die Anwendung von ISO 9613-2 verwendet wird.

5.4 Komplexe Verfahren

Für Nicht-Freifeldbedingungen sind komplexere Modelle — im Vergleich zu ISO 9613-2 — erforderlich. BEM, Strahlverfolgungs-Modelle, Wellenmodelle oder Kombinationen, die es erlauben, Reflexion, Beugung und Streuung detailliert zu berücksichtigen, sollten herangezogen werden (siehe Anhang A, Anhang B, und [12], [13], [14], [15]).

Im Anhang A ist für den im Bild A.1 gezeigten Schießstand eine mittels BEM ausgeführte Referenzberechnung dargestellt.

Falls andere Modelle oder Näherungsverfahren genutzt werden, wie:

- das Kirchhoff-Näherungsverfahren (siehe B.2) oder
- das Strahlverfolgungsverfahren (siehe B.3),

stelle sicher, dass der Schallexpositionspegel des Referenzfalls bei 100 Hz und 200 Hz durch den Pegel des komplexeren 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:

$$L_{\text{benchmark}} + 5 \text{ dB} > L_{\text{model}} > L_{\text{benchmark}} - 1 \text{ dB}; \quad (4)$$

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 Beziehungsgleichungen erfolgen:

$$L_{S,\text{max}} \approx L_E \quad (5)$$

$$L_{F,\text{max}} \leq L_E + 9,0 \text{ dB} \quad (6)$$

$$L_{I,\text{max}} \leq L_E + 14,6 \text{ dB} \quad (7)$$

$$L_{I,\text{max}} \leq L_{F,\text{max}} + 5,6 \text{ dB} \quad (8)$$

Das Gleichheitszeichen ist gültig, falls die Ereignisdauer kürzer als 10 % der Zeitkonstanten der exponentiellen Zeitbewertung, τ , (S: $\tau = 1 \text{ s}$, F: $\tau = 0,125 \text{ s}$, I: Anstiegszeitkonstante $\tau = 0,035 \text{ s}$ unterscheidet sich von der Abklingzeitkonstanten $\tau = 1,5 \text{ s}$) ist. Dies ist nahe der Quelle der Fall und wenn keine Reflexionen auftreten. Weitere Informationen können IEC 61672-1 entnommen werden.

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 $L_{I,\text{max}}$ nach [16] wie folgt geschätzt werden:

$$L_{I,\text{max}} = \begin{cases} L_E + 14,6 \text{ dB} - 0,003 \, r/R_0 \text{ dB} & \text{für } r < 2000 \text{ m} \\ L_E + 18,6 \text{ dB} & \text{für } r \geq 2000 \text{ m} \end{cases} \text{ dB} \quad (9)$$

Dabei ist

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

$R_0 = 1\text{ m}$.

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

7 Unsicherheiten

Die Unsicherheit des Terzspektrums des Mündungsknalls, des nach diesem Teil von ISO 17201 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 Quellsituation 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 ebenen 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 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 im Anhang D gegeben.

Anhang A (normativ)

Referenzfall für einen Schießstand mit Blenden

A.1 Allgemeines

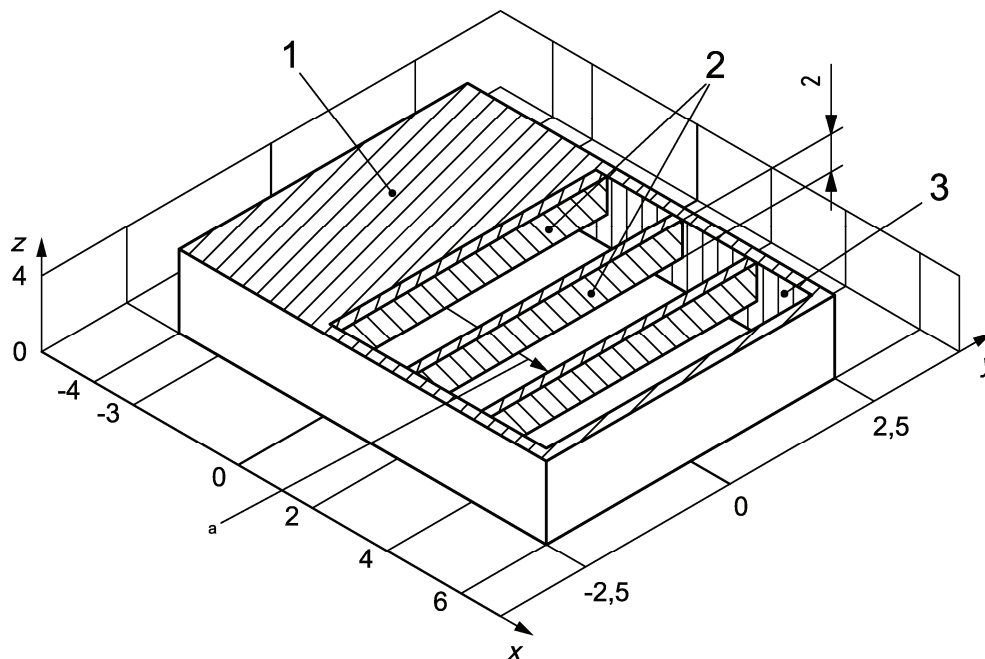
Der Referenzfall basiert auf einer numerischen Lösung der Helmholtz-Kirchhoff-Wellengleichung mittels BEM (siehe [17]). Zur Einfachheit halber wird ein kleiner Schießstand mit drei über Kopfhöhe angeordneten Blenden verwendet, das Geschossgeräusch wird vernachlässigt und die Richtwirkung wird rundum 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 drei 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 im Bild A.1 angegeben. Die Blenden sind 2 m hoch, der Zwischenraum zwischen Boden und Blenden ist ebenfalls 2 m.

Alle Wände und die Decke haben eine endliche Dicke, von ungefähr einem Sechstel der Wellenlänge (aus rechentechnischen Gründen). Für die Frequenz von 100 Hz ist die Dicke 0,5 m und für die Frequenz von 200 Hz ist die Dicke 0,25 m. Die Quelle ist eine Monopolquelle, positioniert auf dem Boden $P(-3 \text{ m}, 0 \text{ m}, 0 \text{ m})$. Alle innen liegenden Oberflächen sind absorbierend (siehe Bild A.1), außer die Bodenfläche und den Blenden, die akustisch hart sind (siehe 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).



Legende

- 1 Dach
- 2 Überkopf-Sicherheitsblende
- 3 Seitenwand
- a Schussrichtung

Bild A.1 — Geometrie des Referenzmodellschießstandes

A.2.2 Berechnungsverfahren

Die BEM ist in der Akustik (siehe [17]) ein numerisches Verfahren zur Lösung der Kichhoff-Helmholtz-Integral-Gleichung. Die grundlegende Idee dieser Methode ist, dass das Kichhoff-Helmholtz-Integral durch Repräsentation aller festen Grenzen des Systems durch eine endliche Anzahl von Oberflächenelementen numerisch angenähert wird. Diese Elemente haben lineare Abmessungen von einem Sechstel der Wellenlänge oder kürzer. Die Berechnungen werden mit einer BEM-Implementation ausgeführt, die die Variationen des Schalldrucks innerhalb eines einzelnen Oberflächenelements vernachlässigt. Die harte Bodenoberfläche wird durch eine Symmetrieebene für ein System von Bildquellen unter der Bodenoberfläche beschrieben.

A.3 Ergebnisse

Die Bilder A.2 und A.3 zeigen BEM-Ergebnisse für zwei Frequenzen (100 Hz bzw. 200 Hz) und drei Empfängerhöhen (2 m, 5 m und 8 m) in einem rechteckigen Bereich von 160 m × 160 m um den Schießstand. Die Farbe repräsentiert den relativen Schalldruckpegel, d. h. den Pegel *mit* Schießstand minus dem Pegel *ohne* Schießstand. Mit anderen Worten, der relative Schalldruckpegel ist gleich der negativen Einfügungsdämpfung des Schießstandes. Folglich ist der relative Schalldruckpegel niedrig und die Einfügungsdämpfung hoch in der Schattenzone.

Werte der Einfügungsdämpfung in einem Raster von 10 m sind in den Tabellen A.1 bis A.6 dargestellt.

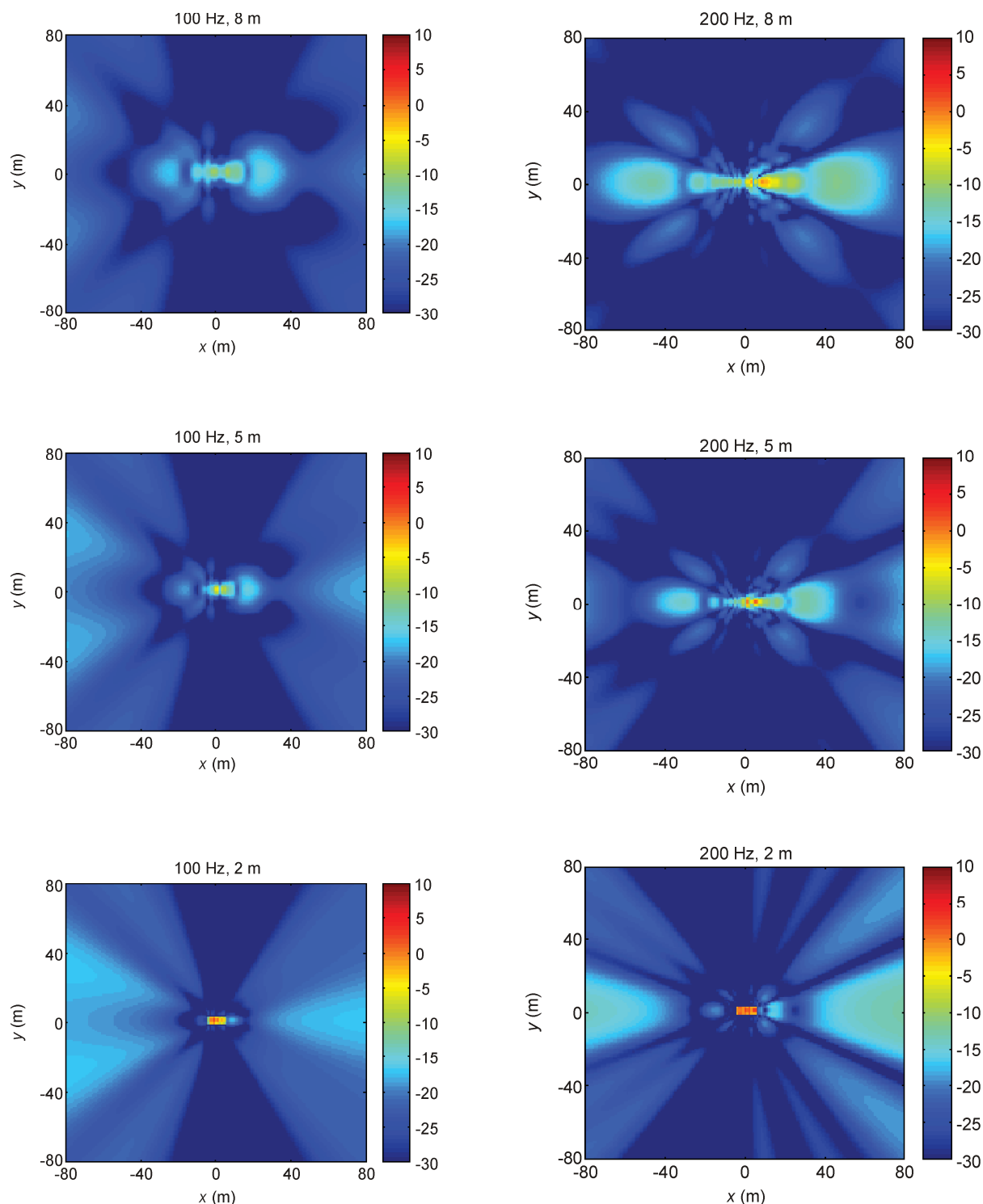


Bild A.2 — Relativer Schalldruckpegel (in Dezibel) bei der Frequenz 100 Hz für drei Empfängerhöhen (2 m, 5 m und 8 m)

Bild A.3 — Relativer Schalldruckpegel (in Dezibel) bei der Frequenz 200 Hz für drei Empfängerhöhen (2 m, 5 m und 8 m)