

DIN EN 1793-5

ICS 17.140.30; 93.080.30

Ersatz für
DIN EN 1793-5:2016-10

**Lärmschutzvorrichtungen an Straßen –
Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften –
Teil 5: Produktspezifische Merkmale – In-situ-Werte der Schallreflexion in
gerichteten Schallfeldern;
Deutsche Fassung EN 1793-5:2016+AC:2018**

Road traffic noise reducing devices –
Test method for determining the acoustic performance –
Part 5: Intrinsic characteristics – In situ values of sound reflection under direct sound field
conditions;
German version EN 1793-5:2016+AC:2018

Dispositifs de réduction du bruit du trafic routier –
Méthode d'essai pour la détermination de la performance acoustique –
Partie 5: Caractéristiques intrinsèques – Valeurs in situ de réflexion acoustique dans des
conditions de champ acoustique direct;
Version allemande EN 1793-5:2016+AC:2018

Gesamtumfang 65 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1793-5:2016+AC:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 226 „Straßenausstattung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 005-10-26 AA „Lärmschutzvorrichtungen (SpA zu CEN/TC 226/WG 6), Gemeinschaftsausschuss mit FGSV“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) verantwortlich.

Zu Beginn der Normungsarbeiten zur Reihe EN 1793 existierten nur die aus der Bauakustik stammenden Prüfverfahren zur Schallabsorption (Teil 1) und zur Luftschalldämmung (Teil 2). Dementsprechend erfolgten die Messungen in geschlossenen Laborprüfräumen mit (Mehrfach-)Reflexionen und nicht im Freien, wie für Lärmschutzwände typisch. Es bestand aber von Anfang an der Auftrag, neue Verfahren zur Anwendung in situ zu entwickeln (Teil 5).

Diese unter dem Arbeitsnamen Adrienne entwickelten und bekanntgewordenen Verfahren entsprachen weitgehend den typischen Anwendungssituationen im Freien und wurden deshalb unverzüglich in Form einer deutschen Vornorm bzw. einer europäischen Technischen Spezifikation veröffentlicht, um dem Bedarf an Prüfverfahren in situ – z. B. zur Qualitätskontrolle oder Langzeitüberwachung ausgeführter Lärmschutzwände – entgegenzukommen und die Gewinnung von Erfahrungen und Erfahrungswerten zu ermöglichen.

Schließlich wurden konkrete Zahlenkriterien formuliert, um die Prüfungen und Ergebnisse für Situationen mit (Mehrfach-)Reflexionen gegenüber den Freifeldsituationen ohne (Mehrfach-)Reflexionen abzugrenzen.

Das Prüfverfahren zur Luftschalldämmung wurde als unkritisch angesehen und deshalb unverzüglich als Europäische Norm EN 1793-6 bzw. als Deutsche Norm DIN EN 1793-6 veröffentlicht. Die offengebliebenen Fragen zur Prüfung der Schallabsorption bzw. der Schallreflexion konnten erst mit Abschluss des europäischen FuE-Projekts QUIESST geklärt und in einer separaten Europäischen Norm EN 1793-5 bzw. einer separaten deutschen Norm DIN EN 1793-5 Berücksichtigung finden.

Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 1793-5:2003-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die rotierende Anordnung Lautsprecher/Mikrofon wurde durch einen Lautsprecher und eine quadratische Anordnung aus neun Mikrofonen (Messpunkteraster) ersetzt;
- b) die Definition von RI wurde geändert;
- c) der Korrekturfaktor für die geometrische Divergenz wurde geändert;
- d) ein neuer Korrekturfaktor für die Richtwirkung der Schallquelle wurde aufgenommen;
- e) ein neuer Korrekturfaktor für Änderungen in der Verstärkung der Schallquelle wurde aufgenommen;
- f) die Ausrichtung der Impulsantwort für die Signalsubtraktion wird detaillierter beschrieben;
- g) die Definition des niedrigsten verlässlichen Terzbandes wurde verbessert;
- h) ein Verfahren zur Bewertung der Messunsicherheit auf der Grundlage von Daten der Vergleichpräzision wurde aufgenommen (Anhang A);
- i) ein detailliertes Beispiel wurde aufgenommen (Anhang B);
- j) Angaben zur Beziehung von akustischem Nah- und Fernfeld wurden aufgenommen (Anhang C).

Gegenüber DIN EN 1793-5:2016-10 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) Korrektur der Gleichung 4;
- b) in 5.6.2.6, 2), wurden die Mindestmaße der Platte auf 1,60 m × 1,60 m korrigiert.
- c) redaktionelle Änderungen.

Frühere Ausgaben

DIN CEN/TS 1793-5: 2003-08
DIN EN 1793-5: 2016-10

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Lärmschutzvorrichtungen an Straßen —
Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften —
Teil 5: Produktspezifische Merkmale —
In-situ-Werte der Schallreflexion in gerichteten Schallfeldern

Road traffic noise reducing devices —
Test method for determining the
acoustic performance —
Part 5: Intrinsic characteristics —
In situ values of sound reflection under
direct sound field conditions

Dispositifs de réduction du bruit du trafic routier —
Méthode d'essai pour la détermination de la
performance acoustique —
Partie 5: Caractéristiques intrinsèques —
Valeurs in situ de réflexion acoustique dans des
conditions de champ acoustique direct

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Januar 2016 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-CENELEC 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, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Dieses Dokument führt EN 1793-5:2016 und die Berichtigung EN 1793-5:2016/AC:2018 zusammen.



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

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

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	4
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	14
5 Messungen des Reflexionsindex	16
5.1 Allgemeines Prinzip	16
5.2 Messgröße	16
5.3 Prüfanordnung	19
5.4 Messapparatur	25
5.4.1 Komponenten des Messsystems	25
5.4.2 Schallquelle	25
5.4.3 Prüfsignal	26
5.5 Datenverarbeitung	26
5.5.1 Kalibrierung	26
5.5.2 Abtastrate	28
5.5.3 Hintergrundgeräusch	28
5.5.4 Signalsubtraktionsverfahren	28
5.5.5 Adrienne-Zeitfenster	32
5.5.6 Platzierung des Adrienne-Zeitfensters	34
5.5.7 Untere Grenzfrequenz und Prüfkörpergröße	35
5.6 Positionierung der Messeinrichtung	37
5.6.1 Größte der maximal abgetasteten Fläche	37
5.6.2 Auswahl der Messpositionen	38
5.6.3 Reflektierende Gegenstände	44
5.6.4 Sicherheitsaspekte	44
5.7 Prüfkörperoberfläche und Witterungsbedingungen	44
5.7.1 Zustand der Prüfkörperoberfläche	44
5.7.2 Wind	44
5.7.3 Lufttemperatur	44
5.8 Einzahl-Angabe zur Schallreflexion DL_{RI}	45
5.9 Messunsicherheit	45
5.10 Ablauf der Messung	45
5.11 Prüfbericht	46
Anhang A (informativ) Messunsicherheit	48
A.1 Allgemeines	48
A.2 Messunsicherheit auf der Grundlage von Daten der Vergleichpräzision	48
A.3 Wiederholstandardabweichung und Vergleichstandardabweichung des Schallreflexionsindex	49
Anhang B (informativ) Vorlage für einen Prüfbericht	50
B.1 Übersicht	50

B.2	Prüfaufbau (Beispiel).....	53
B.3	Prüfkörper und Prüfsituation (Beispiel).....	54
B.4	Prüfergebnisse (Beispiel).....	56
B.4.1	Teil 1 – Ergebnisse in tabellarischer Form	56
B.4.2	Teil 2 – Ergebnisse in graphischer Form	57
B.5	Unsicherheit (Beispiel)	57
Anhang C (informativ) Beziehung von akustischem Nah- und Fernfeld		59
Literaturhinweise.....		60

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 1793-5:2016) wurde durch die Arbeitsgruppe 6 „Lärmschutzvorrichtungen“ des Technischen Komitees CEN/TC 226 „Straßenausstattung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 1793-5:2003.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2016 zurückgezogen werden.

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

Gegenüber dem ersetzten Dokument wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Die rotierende Anordnung Lautsprecher/Mikrofon wurde durch einen Lautsprecher und eine quadratische Anordnung aus neun Mikrofonen (Messpunkteraster) ersetzt.
- Die Definition von RI wurde geändert.
- Der Korrekturfaktor für die geometrische Divergenz wurde geändert.
- Ein neuer Korrekturfaktor für die Richtwirkung der Schallquelle wurde aufgenommen.
- Ein neuer Korrekturfaktor für Änderungen in der Verstärkung der Schallquelle wurde aufgenommen.
- Die Ausrichtung der Impulsantwort für die Signalsubtraktion wurde detaillierter beschrieben.
- Die Definition des niedrigsten verlässlichen Terzbandes wurde verbessert.
- Ein Verfahren zur Bewertung der Messunsicherheit auf der Grundlage von Daten der Vergleichspräzision wurde aufgenommen (Anhang A).
- Ein detailliertes Beispiel wurde aufgenommen (Anhang B).
- Angaben zur Beziehung von akustischem Nah- und Fernfeld wurden aufgenommen (Anhang C).

Es sollte in Verbindung mit folgenden Dokumenten gelesen werden:

EN 1793-1, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 1: Produktspezifische Merkmale der Schallabsorption in diffusen Schallfeldern*

EN 1793-2, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 2: Produktspezifische Merkmale der Luftschalldämmung in diffusen Schallfeldern*

EN 1793-3, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 3: Standardisiertes Verkehrslärmspektrum*

EN 1793-4, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 4: Produktspezifische Merkmale — In-situ-Werte der Schallbeugung*

EN 1793-6, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 6: Produktspezifische Merkmale — In-situ-Werte der Luftschalldämmung in gerichteten Schallfeldern*

Dieses Dokument enthält das Corrigendum EN 1793-5:2016/AC:2018, das Formel (4) in 5.5.1 korrigiert.

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, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt ein Prüfverfahren zur Bestimmung der produktspezifischen Merkmale der Schallreflexion von Lärmschutzvorrichtungen an Straßen in nicht halligen Umgebungen (ein Maß für die produktspezifischen Eigenschaften). Es kann vor Ort angewendet werden, d. h. dort, wo Lärmschutzvorrichtungen aufgebaut sind. Das Verfahren kann ohne Beschädigung der Prüfkörperoberfläche angewendet werden.

Das Verfahren kann zur Qualifizierung von Produkten, die entlang von Straßen eingesetzt werden, sowie zum Nachweis der Übereinstimmung eingebauter Lärmschutzvorrichtungen mit der Bemessungsfestlegung verwendet werden. Die regelmäßige Anwendung des Verfahrens kann zum Nachweis der Langzeitwirksamkeit von Lärmschutzvorrichtungen verwendet werden.

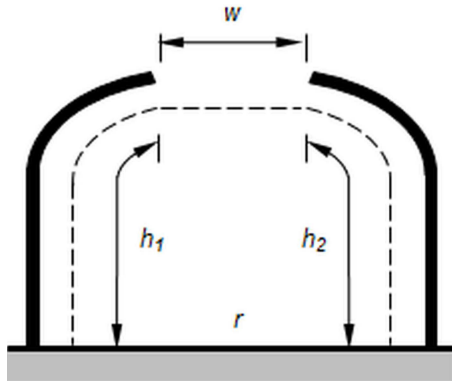
Das Verfahren erfordert die Mittelwertbildung von Messergebnissen für verschiedene Punkte vor der zu prüfenden Lärmschutzvorrichtung und/oder für bestimmte Einfallswinkel. Es kann für die Untersuchung ebener und nicht ebener Produkte verwendet werden.

Die mit diesem Verfahren gewonnenen Messergebnisse zur Schallreflexion sind nicht direkt mit den Ergebnissen des Laborprüfverfahrens (z. B. EN 1793-1) vergleichbar und zwar hauptsächlich deshalb, weil das vorliegende Verfahren ein gerichtetes Schallfeld verwendet, während das Laborprüfverfahren ein diffuses Schallfeld voraussetzt. Das im vorliegenden Dokument beschriebene Prüfverfahren sollte nicht zur Bestimmung der produktspezifischen Merkmale der Schallreflexion von Lärmschutzvorrichtungen verwendet werden, die in halligen Umgebungen eingebaut werden, z. B. innerhalb von Tunneln oder in tiefen Einschnitten.

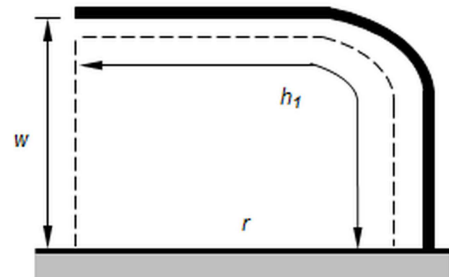
Für die Anwendung des vorliegenden Dokuments wurde der Begriff der Halligkeit über die Umhüllende e in einer Querschnittsebene durch Prüfkörper, Seitenhänge oder Gebäude definiert (die Umhüllende umfasst nicht die Straßenoberfläche), wie durch die gestrichelten Linien in Bild 1 gezeigt wird. Die Umgebung gilt als hallig, wenn der offene Anteil der Umhüllenden höchstens 25 % beträgt, d. h. Halligkeit liegt vor bei $w/e \leq 0,25$, wobei $e = (w + h_1 + h_2)$.

Das vorliegende Verfahren führt die spezielle Größe des sogenannten Reflexionsindex ein, um die Schallreflexion einer Lärmschutzvorrichtung zu beschreiben, während mit dem Laborprüfverfahren ein Schallabsorptionsgrad ermittelt wird. Die im Prüfstand ermittelten Werte für den Schallabsorptionsgrad können in die üblichen Werte eines Schallreflexionsgrads umgerechnet werden, indem man auf das Komplement zu Eins übergeht. In diesem Fall lassen Forschungsstudien vermuten, dass zwischen den nach EN 1793-1 ermittelten Labordaten und Felddaten, die nach dem im vorliegenden Dokument beschriebenen Verfahren ermittelt wurden, eine gewisse Übereinstimmung besteht [7], [10], [20], [21].

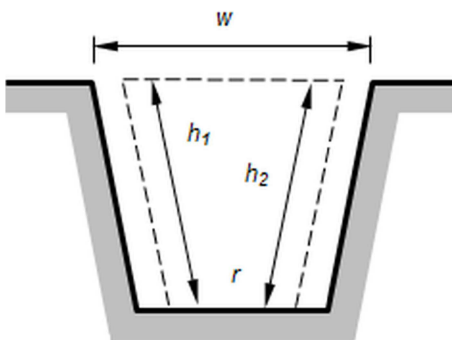
Das vorliegende Verfahren darf für die Qualifizierung von Lärmschutzvorrichtungen für andere Anwendungen, z. B. für den Einbau in der Nähe von Industrieanlagen, verwendet werden. In diesem Fall sollten die Einzahl-Angaben anhand eines dafür geeigneten Spektrums berechnet werden.



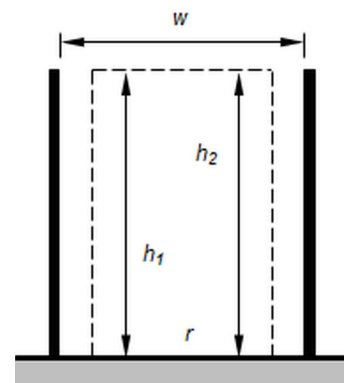
a) Teilabdeckung zu beiden Seiten der Straße,
Umhüllende $e = w + h_1 + h_2$



b) Teilabdeckung auf einer Straßenseite,
Umhüllende $e = w + h_1$



c) Umhüllende für tiefen Einschnitt,
 $e = w + h_1 + h_2$



d) Hohe Lärmschutzwände oder Gebäude,
Umhüllende $e = w + h_1 + h_2$

Legende

r Straßenoberfläche

w Breite des offenen Raumes

ANMERKUNG Bild 1 ist nicht maßstäblich.

Bild 1 — Schema zur Prüfung auf Halligkeit in vier Fällen

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt ein Prüfverfahren zur Messung des Reflexionsindex, d. h. einer Größe, die für die produktspezifischen Merkmale der Schallreflexion von Lärmschutzvorrichtungen an Straßen repräsentativ ist.

Das Prüfverfahren ist für folgende Anwendungen vorgesehen:

- Bestimmung der produktspezifischen Merkmale der Schallreflexion von Lärmschutzvorrichtungen, die entlang von Straßen einzubauen sind; dabei sind diese Merkmale entweder an typischen Installationen an der Straße oder an einem relevanten Abschnitt des Prüfkörpers zu messen;
- Bestimmung der vor Ort gegebenen produktspezifischen Merkmale der Schallreflexion von Lärmschutzvorrichtungen im tatsächlichen Einsatz;
- Vergleich der Bemessungsspezifikationen mit den tatsächlichen Leistungsdaten nach Abschluss der Bauarbeiten;
- Überprüfung der Langzeitwirksamkeit von Lärmschutzvorrichtungen (durch wiederholtes Anwenden des Verfahrens).

Das Prüfverfahren ist nicht für folgende Anwendungen vorgesehen:

- Bestimmung der produktspezifischen Merkmale der Schallreflexion von Lärmschutzvorrichtungen, die in halligen Umgebungen eingebaut werden, z. B. innerhalb von Tunneln oder in tiefen Einschnitten.

Die Ergebnisse werden als Funktion der Frequenz in Terzbändern zwischen 100 Hz und 5 kHz angegeben. Falls es nicht möglich ist, gültige Messergebnisse über den gesamten Frequenzbereich zu gewinnen, sollten die Ergebnisse in einem eingeschränkten Frequenzbereich zusammen mit den Gründen der Einschränkung(en) eindeutig angegeben werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

EN 1793-3, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 3: Standardisiertes Verkehrslärmspektrum*

EN 61672-1, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1)*

ISO/IEC Guide 98-3, *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.

3.1 Lärmschutzvorrichtung NRD

(en: noise reducing device)

Vorrichtung zur Verringerung der Ausbreitung von Verkehrslärm an Straßen. Das kann ein Lärmschirm, eine Bekleidung, eine Überdeckung oder ein Wandaufsatz sein. Diese Vorrichtungen können aus akustischen Elementen und tragenden Bauteilen bestehen.

3.2

Lärmschirm

Lärmschutzvorrichtung, die die unmittelbare Übertragung von Luftschall der vom Straßenverkehr ausgeht reduziert

3.3

Lärmschutzelement

akustisches Element

Bauteil, dessen Hauptfunktion darin besteht, die akustischen Eigenschaften der Lärmschutzvorrichtung zu erbringen

3.4

tragendes Bauteil

Bauteil, dessen Hauptfunktion darin besteht, akustische Elemente zu stützen oder zu verankern

3.5

Bekleidung

Lärmschutzvorrichtung, die an einer Wand oder an einem anderen Bauwerk befestigt ist und den reflektierten Schall vermindert

3.6

Überdeckung

Lärmschutzvorrichtung, die die Straße in voller Breite oder teilweise überdeckt

3.7

Wandaufsatz

zusätzliche Lärmschutzvorrichtung

zusätzliches Bauteil, das die akustischen Eigenschaften der vorhandenen Lärmschutzvorrichtung beeinflusst (wirkt hauptsächlich auf die gebeugte Schallenergie)

3.8

straßenseitige Exposition

Verwendung des Produkts als eine entlang einer Straße installierte Lärmschutzvorrichtung

3.9

Schallreflexionsindex

durch Gleichung (1) beschriebene Größe, die sich aus der Schallreflexionsprüfung ergibt

3.10

Messpunkteraster für Messungen des Schallreflexionsindex

Messgitter

Mikrofongitter

vertikales Messraster aus neun, in einer quadratischen Anordnung von 3×3 gleichmäßig verteilten Mikrofonen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der orthogonale Abstand s zweier benachbarter Mikrofone beträgt sowohl senkrecht als auch waagrecht 0,40 m.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 3 und 5.6.

Anmerkung 3 zum Begriff: Mikrofone werden wie in Bild 3b) nummeriert.

3.11

Bezugshöhe

Höhe h_S , die gleich der halben Höhe h_B der zu prüfenden Lärmschutzwand ist: $h_S = h_B/2$

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Höhe der zu prüfenden Vorrichtung höher als 4 m ist und es aus praktischen Gründen nicht ratsam ist, die Höhe der Schallquelle bei $h_S = h_B/2$ zu wählen, ist es möglich, unter Anerkennung der entsprechenden unteren Frequenzgrenze (siehe 5.5.7) $h_S = 2$ m zu verwenden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bilder 2 und 3.

3.12

Bezugsebene (für Schallquelle und Mikrofon) zur Messung des Schallreflexionsindex

Ebene, die der Beschallungsseite der Lärmschutzvorrichtung zugewandt ist und die die am meisten hervorstehenden Teile der zu prüfenden Vorrichtung innerhalb des Prüfbereiches berührt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bilder 2 und 4.

3.13

Schallquellen-Bezugsebene

bei aufgebauter Lärmschutzvorrichtung dem Lärm zugewandte Position, die sich in Bezugshöhe h_S befindet und so angeordnet ist, dass der waagerechte Abstand zwischen der Vorderseite der Schallquelle und der Bezugsebene $d_S = 1,50$ m beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bilder 2 und 4.

3.14

Bezugslage des Messpunkterasters

Lage, für die sämtliche nachfolgenden Bedingungen zutreffen: i) das Messgitter ist senkrecht angeordnet; ii) das Messgitter befindet sich auf der Beschallungsseite der Lärmschutzvorrichtung, wenn die Vorrichtung aufgebaut ist; iii) das zentrale Mikrofon (Mikrofon Nr. 5) befindet sich auf Bezugshöhe h_S ; iv) der waagerechte Abstand zwischen zentralem Mikrofon und Bezugsebene beträgt $d_M = 0,25$ m; v) die Linie, die durch das Zentrum des Lautsprechers und das zentrale Mikrofon führt, verläuft horizontal

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bilder 2, 3 und 4.

3.15

Bezugsabstand Lautsprecher-Messgitter

Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und dem zentralen Mikrofon (Mikrofon Nr. 5) des Messgitters (gehalten in senkrechter Lage)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Bezugsabstand Lautsprecher-Messgitter beträgt: $d_{SM} = 1,25$ m (siehe Bilder 2 und 4).

3.16

Freifeldmessung für die Messungen des Schallreflexionsindex

Messung, bei der sich Lautsprecher und Messgitter in einem akustischen Freifeld befinden, damit nahe gelegene Objekte, einschließlich des Bodens, nicht miterfasst werden und wobei die Geometrie aus den Messungen vor der zu prüfenden Lärmschutzvorrichtung beibehalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 5.

3.17

größte abgetastete Fläche

auf die Vorderseite der zu prüfenden Lärmschutzvorrichtung projizierte Fläche, die frei von reflektierenden Objekten bleiben muss, welche bei Messungen zum Reflexionsindex zu Störreflexionen führen

3.18

Adrienne-Zeitfenster

unter 5.5.5 beschriebenes, zusammengesetztes Zeitfenster

3.19

Hintergrundgeräusch

Geräusch von anderen Schallquellen als der, die das Prüfsignal aussendet

3.20

Signal-Rausch-Verhältnis

S/N

(en: signal-to-noise ratio, S/N ratio)

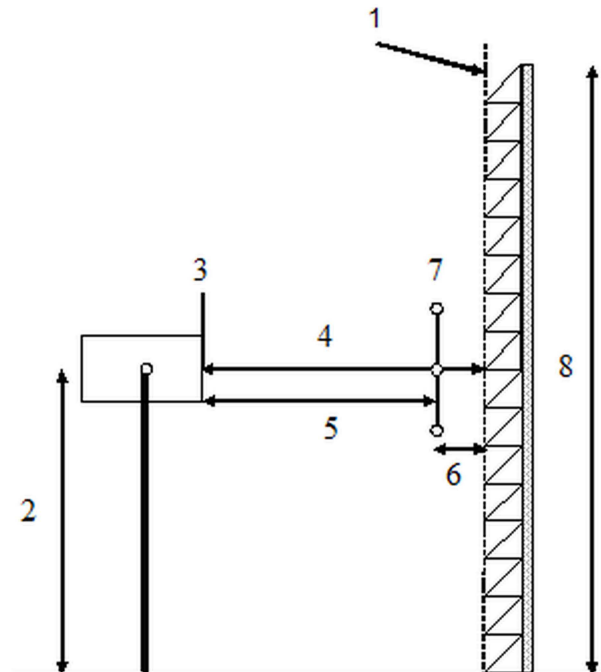
Differenz in Dezibel zwischen dem Prüfsignalpegel und dem Hintergrundgeräuschpegel zum Zeitpunkt der Erfassung des Prüfsignals (innerhalb des Adrienne-Zeitfensters)

3.21

Impulsantwort

Zeitsignal am Ausgang eines Systems, wenn eine Dirac-Funktion an den Eingang anlegt wird. Die Dirac-Funktion, auch δ -Funktion genannt, ist die mathematische Idealisierung eines zeitlich unendlich kurzen Signals, das den Energiewert Eins aufweist

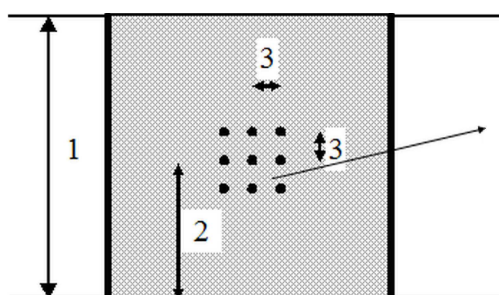
Anmerkung 1 zum Begriff: In der Praxis ist es unmöglich, echte Dirac-Delta-Funktionen zu erzeugen und abzustrahlen. Impulsförmiger Schall kann eine ausreichende Näherung bieten, ist jedoch nicht gut reproduzierbar. Eine alternative und im Allgemeinen genauere Messtechnik besteht darin, die Periode eines deterministischen Signals mit linearem Spektrum, wie z. B. eine Maximalfolge (MLS) oder einen exponentiellen Sinus-Sweep (ESS), zu nutzen und das gemessene Ansprechverhalten in eine Impulsantwort umzuwandeln.



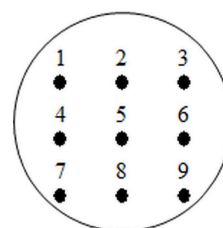
Legende

- 1 Bezugsebene für Schallquelle und Mikrofon
- 2 Bezugshöhe h_s , in m
- 3 Vorderseite des Lautsprechers
- 4 Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und der Bezugsebene d_s , in m
- 5 Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und dem Messgitter d_{SM} , in m
- 6 Abstand zwischen Messgitter und Bezugsebene d_M , in m
- 7 Messgitter
- 8 Höhe der Lärmschutzvorrichtung h_B , in m

Bild 2 — (nicht maßstäblich) Skizze von Schallquelle und Messgitter vor der zu prüfenden Lärmschutzvorrichtung bei den Messungen des Schallreflexionsindex



a) (nicht maßstäblich)
Messpunkteraster für Messungen
des Schallreflexionsindex
(Beschallungsseite)

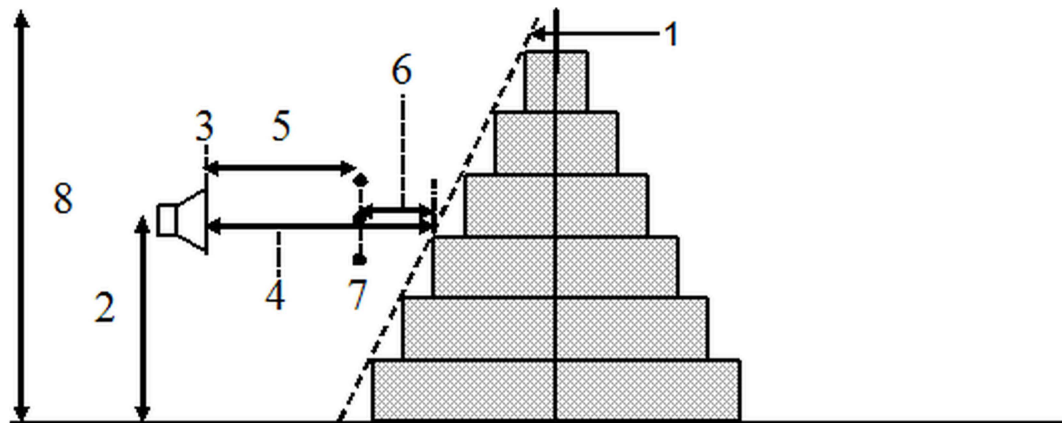


b) (nicht maßstäblich)
Nummerierung der Messpunkte,
von der Schallquelle aus betrachtet

Legende

- 1 Höhe der Lärmschutzvorrichtung h_B , in m
- 2 Bezugshöhe h_s , in m
- 3 orthogonaler Abstand zwischen zwei benachbarten Mikrofonen s , in m

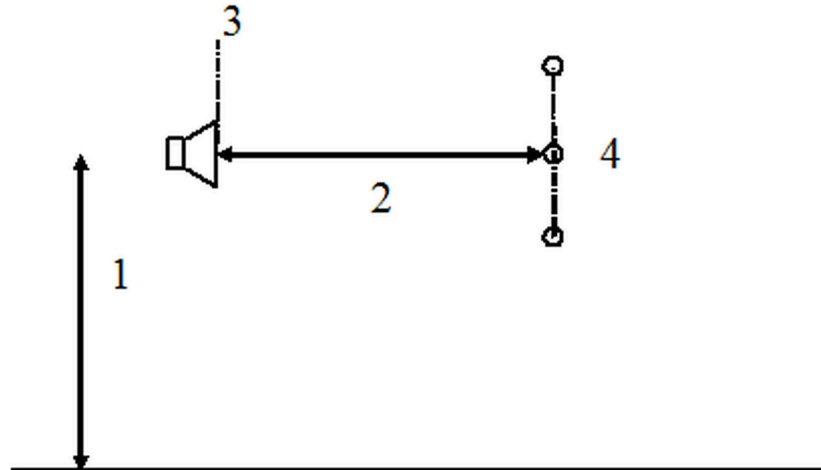
Bild 3



Legende

- 1 Bezugsebene für Schallquelle und Mikrofon
- 2 Bezugshöhe h_S , in m
- 3 Vorderseite des Lautsprechers
- 4 Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und der Bezugsebene d_S , in m
- 5 Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und dem Messgitter d_{SM} , in m
- 6 Abstand zwischen Messgitter und Bezugsebene d_M , in m
- 7 Messgitter
- 8 Höhe der Lärmschutzvorrichtung h_B , in m

Bild 4 — (nicht maßstäblich) Anordnung von Schallquelle und Messgitter zur Messung des Schallreflexionsindex bei einer geneigten Lärmschutzvorrichtung (Seitenansicht)



Legende

- 1 Bezugshöhe h_S , in m
- 2 Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und dem Messgitter d_{SM} , in m
- 3 Vorderseite des Lautsprechers
- 4 Messgitter

Bild 5 — (nicht maßstäblich) Skizze der Prüfanordnung zur Bezugsmessung des Schalls im „Freifeld“ zur Bestimmung des Schallreflexionsindex

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol oder Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
a	Hauptachse des Rotationsellipsoids, das zur Festlegung der größten abgetasteten Fläche bei schrägem Schalleinfall verwendet wird	m
a_0, a_1, a_2, a_3	Koeffizienten zur Angabe des viergliedrigen vollständigen Blackman-Harris-Fensters	—
b_s	Tiefe der Oberflächenstruktur des Prüfkörpers	m
b_m	Breite des Materialausschnittes des Prüfkörpers	m
c	Schallgeschwindigkeit in Luft	m/s
$C_{\text{geo},k}$	Korrekturfaktor für die geometrische Divergenz	—
$C_{\text{dir},k}$	Korrekturfaktor für die Richtwirkung der Schallquelle	—
$C_{\text{gain},k}$	Korrekturfaktor für Änderungen in der Verstärkung der Schallquelle	—
d_M	waagerechter Abstand der Bezugsebene von Schallquelle und Mikrofon zum Messgitter; er entspricht $d_M = 0,25$ m	m
d_S	waagerechter Abstand der Bezugsebene von Schallquelle und Mikrofon zur Vorderseite der Lautsprecher; er beträgt $d_S = 1,50$ m	m
d_{SM}	waagerechter Abstand des Messgitters zur Vorderseite des Lautsprechers; er beträgt $d_{SM} = 1,25$ m	m
DL_{RI}	Einzahl-Angabe zur Schallreflexion	dB
δ_i	Eingabegröße für Abschätzungen der Messunsicherheit	—
Δf_g	Frequenzbereich, der die Terzbänder zwischen 500 Hz und 2 kHz umfasst	Hz
Δf_j	Breite des j -ten Terzbandes	Hz
Δt	Zeitschritt zwischen den an den diskreten Punkten der erfassten Daten (verknüpft über $\Delta t = 1/f_s$ mit der gegebenen Abtastrate)	ms
$\Delta \tau$	Verschiebungsschritt der Freifeld-Impulsantwort beim Justiervorgang im verallgemeinerten Signalsubtraktionsverfahren (siehe 5.5.4)	ms
Δt_{k5}	Zeitverzögerungsspanne zwischen dem Auftreffen des Direktschalls auf Mikrofon k ($k \neq 5$) und Mikrofon Nr. 5	s
Δt_k	Zeitverzögerungsspanne zwischen dem Auftreffen des direkten und des reflektierten Schalls auf Mikrofon k	s
Δd_{k5}	Wegdifferenz zwischen dem Auftreffen des direkten Schalls auf Mikrofon k ($k \neq 5$) und Mikrofon Nr. 5	m
Δd_k	Wegdifferenz zwischen dem Auftreffen des direkten und des reflektierten Schalls auf Mikrofon k	m

Symbol oder Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
ε_k	zulässiger Weglängenunterschied am Mikrofon k	m
F	Symbol der Fourier-Transformation	—
f	Frequenz	Hz
$f_{\min}$	untere Frequenzgrenze bei Messungen des Schallreflexionsindex	Hz
f_s	Abtastrate	Hz
f_{co}	Grenzfrequenz des Anti-Aliasing-Filters	Hz
h_B	Höhe der Lärmschutzvorrichtung	m
h_S	Bezugshöhe	m
$h_{ik}(t)$	einfallende Bezugskomponente der Freifeld-Impulsantwort am k -ten Messpunkt	—
$h_{rk}(t)$	reflektierte Komponente der Impulsantwort am k -ten Messpunkt	—
j	Index des j -ten Terzbandes (zwischen 100 Hz und 5 kHz)	—
k_p	Erweiterungsfaktor	—
k_f	Konstante beim Anti-Aliasing-Filter	—
L_p	Abtastperiodenlänge bei einer nicht homogenen Lärmschutzvorrichtung	m
n_j	Zahl der Messpunkte, über die der Mittelwert gebildet wird	—
r	Radius der größten abgetasteten Fläche bei senkrechtem Schalleinfall	m
R_{sub}	Reduktionsfaktor	dB
RI_j	Schallreflexionsindex des j -ten Terzbandes	
s	orthogonaler Abstand zwischen zwei benachbarten Mikrofonen	m
s_r	Wiederholstandardabweichung	—
s_R	Vergleichstandardabweichung	—
t	Zeit	s
$T_{W,BH}$	Länge der Blackman-Harris-Hinterflanke des Adrienne-Zeitfensters	s
$T_{W,ADR}$	Gesamtlänge des Adrienne-Zeitfensters	s
u	Standardmessunsicherheit	—
U	erweiterte Messunsicherheit	—
$w_{ik}(t)$	Zeitfenster für die Freifeld-Bezugskomponente (Adrienne-Zeitfenster) am k -ten Messpunkt	—
$w_{rk}(t)$	Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die reflektierte Komponente am k -ten Messpunkt	—

5 Messungen des Reflexionsindex

5.1 Allgemeines Prinzip

Die Schallquelle strahlt eine impulsartige Schallwelle aus, die über die Position des Messgitters (Mikrofon) zu der zu prüfenden Lärmschutzvorrichtung läuft und durch diese reflektiert wird (Bilder 2 und 4). Jedes zwischen der Schallquelle und der zu prüfenden Vorrichtung angeordnete Mikrofon empfängt sowohl die von der Schallquelle zu der zu prüfenden Vorrichtung laufende, direkte Schalldruckwelle als auch die von der zu prüfenden Vorrichtung reflektierte (und gestreute) Schalldruckwelle. Die direkte Schalldruckwelle kann besser durch eine getrennte Freifeldmessung erfasst werden (siehe Bild 5). Die Leistungsspektren von direkter und reflektierter Komponente liefern die Grundlage zur Berechnung des Schallreflexionsindex.

Die Messung muss in einem im Wesentlichen freien Schallfeld in der direkten Umgebung der Lärmschutzvorrichtung erfolgen, d. h. in einem Schallfeld, das frei ist von Reflexionen, die von anderen Oberflächen als derjenigen der zu prüfenden Vorrichtung stammen. Aus diesem Grund ist eine Impulsantwort anzustreben, deren Spitzen möglichst scharf sind: Auf diese Weise können die von anderen Oberflächen als von der geprüften Vorrichtung herrührenden Reflexionen anhand ihrer Zeitverzögerung identifiziert und ausgeblendet werden.

5.2 Messgröße

Zur Berechnung des Reflexionsindex RI als Funktion der Frequenz in Terzbändern wird folgender Ausdruck verwendet:

$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{r,k}(t) \cdot w_{r,k}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t)]|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right] \quad (1)$$

Dabei ist

$h_{i,k}(t)$	die einfallende Bezugskomponente der Freifeld-Impulsantwort am k -ten Messpunkt;
$h_{r,k}(t)$	die reflektierte Komponente der Impulsantwort am k -ten Messpunkt vor dem Prüfkörper;
$w_{i,k}(t)$	das Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die einfallende Bezugskomponente der Freifeld-Impulsantwort am k -ten Messpunkt;
$w_{r,k}(t)$	das Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die reflektierte Komponente am k -ten Messpunkt;
F	das Symbol für die Fourier-Transformation;
j	der Index der Terzbänder (zwischen 100 Hz und 5 kHz);
Δf_j	die Breite des j -ten Terzbands;
k	die Nummer des Mikrofons nach Bild 3(b) ($k = 1, \dots, 9$);
n_j	die Zahl der Mikrofonpositionen, über die der Mittelwert zu bilden ist ($n_j \geq 6$; siehe 5.6.2);
$C_{geo,k}$	der Korrekturfaktor für die geometrische Divergenz am k -ten Messpunkt;
$C_{dir,k}(\Delta f_j)$	der Korrekturfaktor für die Richtwirkung der Schallquelle am k -ten Messpunkt;
$C_{gain,k}(\Delta f_g)$	der Korrekturfaktor, um gegebenenfalls Änderungen in den Verstärkungseinstellungen des Lautsprechers und in den Empfindlichkeitseinstellungen der einzelnen Mikrofone beim Übergang zwischen den Messanordnungen „Freifeld“ und „vor dem Prüfkörper“ zu berücksichtigen (siehe 5.5.1 und Gleichung (4));
Δf_g	der Frequenzbereich, der die Terzbänder zwischen 500 Hz und 2 kHz umfasst.