

DIN EN 16272-6



ICS 93.100

Entwurf

Einsprüche bis 2022-04-18
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 16272-6:2014-12

**Bahnanwendungen –
Oberbau – Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur
Beeinflussung der Luftschallausbreitung – Prüfverfahren zur Bestimmung
der akustischen Eigenschaften –
Teil 6: Produktspezifische Merkmale – In-situ-Werte zur
Luftschalldämmung in gerichteten Schallfeldern;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16272-6:2022**

Railway applications –
Infrastructure – Noise barriers and related devices acting on airborne sound propagation –
Test method for determining the acoustic performance –
Part 6: Intrinsic characteristics – In-situ-values of airborne sound insulation under direct
sound field conditions;
German and English version prEN 16272-6:2022

Applications ferroviaires –
Voie – Dispositifs de réduction du bruit – Méthode d'essai pour la détermination des
performances acoustiques –
Partie 6: Caractéristiques intrinsèques – Valeurs in situ de l'isolation acoustique au bruit
aérien dans des conditions de champ acoustique direct;
Version allemande et anglaise prEN 16272-6:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-02-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im
Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Rolandstr. 4,
34131 Kassel.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 123 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16272-6:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 087-00-01-11 UA „Lärmschutzwände an Schienenwegen“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

DIN EN 16272 besteht unter dem allgemeinen Titel *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Produktspezifische Merkmale — Schallabsorption (Labormethode) bei diffusen Schallfeldern
- Teil 2: Produktspezifische Merkmale — Luftschalldämmung (Labormethode) bei diffusen Schallfeldern
- Teil 3-1: Produktspezifische Merkmale — Standardisiertes Schienenverkehrslärmspektrum und Einzahlangaben für Anwendungen im diffusen Schallfeld
- Teil 3-2: Standardisiertes Schienenverkehrslärmspektrum und Einzahlangaben für gerichtete Schallfelder;
- Teil 4: Produktspezifische Merkmale — In-situ-Werte zur Schallbeugung in gerichteten Schallfeldern;
- Teil 5: Produktspezifische Merkmale — Schallabsorption (Labormethode) bei gerichteten Schallfeldern;*
- Teil 6: Produktspezifische Merkmale — In-situ-Werte zur Luftschalldämmung in gerichteten Schallfeldern;
- Teil 7: Fremdspezifische Merkmale — In-situ-Werte zur Einfügungsdämpfung (DIN CEN/TS 16272-7).

Dieses Dokument enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit inch (in), die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheit dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheit anwenden.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
in (inch)	mm	1 inch = 25,4 mm

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

* Dieses Dokument befindet sich in Vorbereitung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 16272-6:2014-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Abtastverfahren basiert auf einem Gitter mit neun Mikrofonen; die Verwendung eines einzigen Mikrofons, das in neun Positionen angeordnet ist, wurde verworfen;
- b) es wurde ein ausführlicher Anhang zum Verhältnis zwischen der unteren Frequenzgrenze und der Fensterbreite hinzugefügt (Anhang A);
- c) die Art und Weise, wie die Unsicherheit des Messverfahrens bewertet werden kann, wurde auf der Grundlage von Vergleichpräzisionsdaten aus dem europäischen Projekt QUIESST (Anhang B) verbessert;
- d) es wird ein ausführliches Beispiel gegeben, einschließlich der Bewertung der Messunsicherheit (Anhang C).

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 6: Produktspezifische Merkmale — In-situ-Werte zur Luftschalldämmung in gerichteten Schallfeldern
<i>Titel en:</i>	Railway applications — Infrastructure — Noise barriers and related devices acting on airborne sound propagation — Test method for determining the acoustic performance — Part 6: Intrinsic characteristics — In-situ-values of airborne sound insulation under direct sound field conditions
<i>Titel fr:</i>	Applications ferroviaires — Voie — Dispositifs de réduction du bruit — Méthode d'essai pour la détermination des performances acoustiques — Partie 6: Caractéristiques intrinsèques — Valeurs in situ de l'isolation acoustique au bruit aérien dans des conditions de champ acoustique direct

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Symbole und Abkürzungen	15
4 Messungen des Schalldämmungsindex	16
4.1 Allgemeines Prinzip	16
4.2 Messgröße	16
4.3 Prüfanordnung	17
4.3.1 Allgemeines	17
4.3.2 Prüfungen an eigens gebauten Prüfkörpern in Originalgröße	17
4.3.3 Prüfungen an angebrachten Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen	18
4.3.4 Nicht flache, geneigte oder gekrümmte Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen	18
4.4 Messvorrichtung	23
4.4.1 Komponenten des Messsystems	23
4.4.2 Schallquelle	24
4.4.3 Prüfsignal	24
4.5 Datenverarbeitung	25
4.5.1 Kalibrierung	25
4.5.2 Abtastrate und Filterung	25
4.5.3 Hintergrundgeräusch	25
4.5.4 Abtastverfahren mit neun Mikrofonen	27
4.5.5 Adrienne-Zeitfenster	27
4.5.6 Anordnung des Adrienne-Zeitfensters	28
4.5.7 Untere Frequenzgrenze	30
4.6 Anordnung der Messvorrichtung	31
4.6.1 Auswahl der Messpositionen	31
4.6.2 Pfostenmessungen	32
4.6.3 Zusatzmessungen	32
4.6.4 Reflektierende Gegenstände	32
4.6.5 Sicherheitsaspekte	32
4.7 Prüfkörperoberfläche und Witterungsbedingungen	32
4.7.1 Zustand der Prüfkörperoberfläche	32
4.7.2 Wind	33
4.7.3 Lufttemperatur	33
4.8 Einzahl-Angabe	33
5 Messunsicherheit	33
6 Ablauf der Messung	33
7 Prüfbericht	34
Anhang A (informativ) Untere Frequenzgrenze und Fensterbreite	36
Anhang B (informativ) Messunsicherheit	41

B.1	Allgemeines	41
B.2	Messunsicherheit auf der Grundlage von Vergleichpräzisionsdaten	41
B.3	Standardabweichung der Wiederholbarkeit und Vergleichpräzision Isolierung; Schalldämmungsindex	41
Anhang C (normativ) Vorlage für den Prüfbericht zur Luftschalldämmung von Lärmschutzwänden für Eisenbahnen und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung		
C.1	Allgemeines	44
C.2	Prüfanordnung (Beispiel)	46
C.3	Prüfgegenstand und Prüfsituation (Beispiel)	48
C.4	Ergebnisse (Beispiel)	51
C.4.1	Teil 1 — Ergebnisse für „Element“ in Tabellenform	51
C.4.2	Teil 2 — Ergebnisse für „Element“ in grafischer Form	52
C.4.3	Teil 3 — Ergebnisse für „Pfosten“ in Tabellenform	53
C.4.4	Teil 4 — Ergebnisse für „Pfosten“ in grafischer Form	54
C.4.5	Teil 5 — Ergebnisse für die Gesamtwand (Mittelwert von „Element“ und „Pfosten“) in Tabellenform	54
C.4.6	Teil 6 — Ergebnisse für die Gesamtwand (Mittelwert von „Element“ und „Pfosten“) in grafischer Form	55
C.4.7	Unsicherheit (Beispiel)	55
Literaturhinweise		58

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16272-6:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 16272-6:2014 ersetzen.

Gegenüber dem ersetzten Dokument wurden die folgenden Änderungen vorgenommen:

- Das Abtastverfahren basiert auf einem Gitter mit neun Mikrofonen; die Verwendung eines einzigen Mikrofons, das in neun Positionen angeordnet ist, wurde verworfen.
- Es wurde ein ausführlicher Anhang zum Verhältnis zwischen der unteren Frequenzgrenze und der Fensterbreite hinzugefügt (Anhang A).
- Die Art und Weise, wie die Unsicherheit des Messverfahrens bewertet werden kann, wurde auf der Grundlage von Vergleichspräzisionsdaten aus dem europäischen Projekt QUIESST (Anhang B) verbessert.
- Es wird ein ausführliches Beispiel gegeben, einschließlich der Bewertung der Messunsicherheit (Anhang C).

EN 16272-6 ist Teil einer Normenreihe und sollte in Verbindung mit den folgenden Normen gelesen werden:

EN 16272-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 1: Produktspezifische Merkmale — Schallabsorption (Labormethode) bei diffusen Schallfeldern*

EN 16272-2, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 2: Produktspezifische Merkmale — Luftschalldämmung (Labormethode) bei diffusen Schallfeldern*

EN 16272-3-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 3-1: Produktspezifische Merkmale — Standardisiertes Schienenverkehrslärmspektrum und Einzahlangaben für diffuse Schallfelder*

EN 16272-3-2, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 3-2: Standardisiertes Schienenverkehrslärmspektrum und Einzahlangaben für gerichtete Schallfelder*

EN 16272-4, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 4: Produktspezifische Merkmale — In-situ-Werte zur Schallbeugung in gerichteten Schallfeldern*

EN 16272-5, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 5: Produktspezifische Merkmale — Schallabsorption (Labormethode) bei gerichteten Schallfeldern*

EN 16272-6, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 6: Produktspezifische Merkmale — In-situ-Werte zur Luftschalldämmung in gerichteten Schallfeldern*

EN 16272-7, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 7: Fremdspezifische Merkmale — In-situ-Werte zur Einfügungsdämpfung*

Einleitung

Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung entlang von Eisenbahnen sollten eine ausreichende Schalldämmung aufweisen, damit der Lärm, der durch die Vorrichtung hindurch geht, im Vergleich zu dem Lärm, der über deren obere Kante gebeugt wird, nicht von Bedeutung ist. Dieses Dokument legt ein Prüfverfahren zur Bewertung der produktspezifischen Luftschalldämmeigenschaften von Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen für Schienenwege in nicht halligen Schallfeldern fest. Es kann sowohl im Innen- als auch im Außenbereich angewendet werden. In Innenbereichen kann es in einem eigens dafür errichteten Prüfstand angewendet werden, z. B. in einem Labor. In Außenbereichen kann es sowohl in einem eigens dafür errichteten Prüfstand, z. B. in der Nähe eines Labors oder einer Fabrik, als auch *in-situ*, d. h. dort, wo die Lärmschutzwände und verwandten Vorrichtungen aufgebaut sind, angewendet werden. Das Verfahren kann ohne Beschädigung der Oberfläche der Lärmschutzwände und verwandten Vorrichtungen angewendet werden.

Das Verfahren kann zur Qualifizierung von Produkten, die entlang einer Eisenbahn eingesetzt werden, sowie zum Nachweis der Übereinstimmung aufgebauter Lärmschutzwände und verwandter Vorrichtung mit der Bemessungsfestlegung verwendet werden. Die regelmäßige Anwendung des Verfahrens kann zur Überprüfung der Langzeitwirksamkeit von Lärmschutzwänden und verwandter Vorrichtungen verwendet werden.

Das Verfahren erfordert die Mittelwertbildung von Messergebnissen für verschiedene Punkte hinter der zu prüfenden Vorrichtung. Es kann für die Untersuchung ebener und nicht ebener Produkte verwendet werden.

Das Verfahren beruht auf denselben Prinzipien und Vorrichtungen zur Messung der Schallreflexion (siehe EN 16272-5) und der Luftschalldämmung (dieses Dokument).

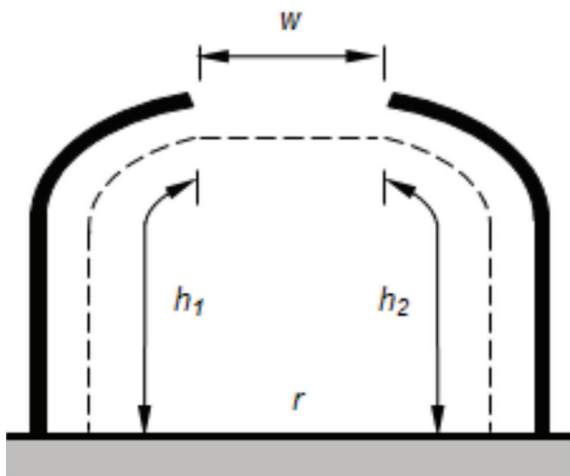
Die nach diesem Verfahren gewonnenen Ergebnisse zur Luftschalldämmung sind vergleichbar, aber nicht übereinstimmend mit den Ergebnissen des Verfahrens nach EN 16272-2, hauptsächlich deshalb, weil das vorliegende Verfahren ein gerichtetes Schallfeld verwendet, während das Verfahren nach EN 16272-2 ein diffuses Schallfeld (wo sämtliche Einfallwinkel gleich wahrscheinlich sind) voraussetzt. Forschungsstudien legen nahe, dass zwischen Labordaten, die nach EN 16272-2 und Felddaten, die nach dem in diesem Dokument beschriebenen Verfahren gemessen werden, eine gute Übereinstimmung besteht [4] bis [9], [17] bis [18].

Das in diesem Dokument beschriebene Prüfverfahren sollte nicht zur Bestimmung der produktspezifischen Eigenschaften der Luftschalldämmung für Lärmschutzwände und verwandten Vorrichtungen verwendet werden, die in halligen Umgebungen aufgebaut werden, z. B. innerhalb von Tunneln oder in ausgeprägten Tieflagen oder unter Abdeckungen.

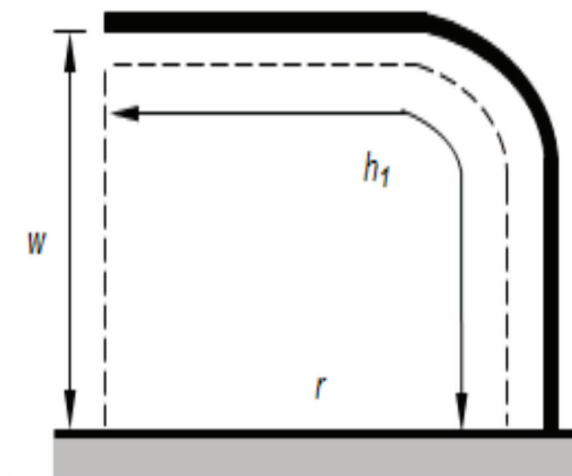
Für die Anwendung dieses Dokuments werden die Bedingungen der Halligkeit definiert über die geometrische Umhüllende, „e“, zu einem Querschnitt der Fahrbahn mit den Wänden, der durch die Lärmschutzwände bzw. die Seitenwände von Einschnitten oder Gebäuden gebildet wird, (die Umhüllende enthält nicht die Fahrbahnoberfläche) wie in Bild 1 durch die gestrichelten Linien gezeigt wird. Situationen werden als hallig angesehen, wenn der offene Anteil einer Umhüllenden höchstens 25 % beträgt, d. h. Halligkeit liegt vor bei $w/e \leq 0,25$, wobei $e = (w + h_1 + h_2)$.

Dieses Dokument führt die spezielle Größe des so genannten Schalldämmungsindex ein, um die Luftschalldämmung von Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen zu bestimmen. Diese Größe sollte nicht mit dem in der Bauakustik verwendeten Schalldämm-Maß verwechselt werden, dass manchmal auch Schallisoliationsmaß genannt wird.

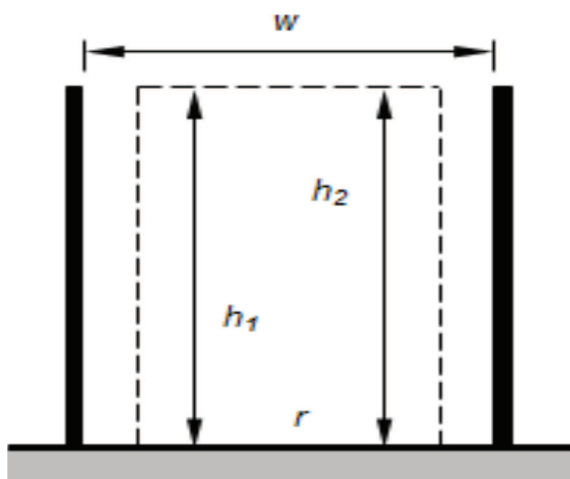
Dieses Verfahren kann zur Qualifizierung von Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung für andere Anwendungen verwendet werden, z. B. für die Installation in am Rand von Industriegeländen. In diesem Fall sollten die Einzahl-Angaben (siehe EN 16272-3-2) anhand eines dafür geeigneten Spektrums berechnet werden.



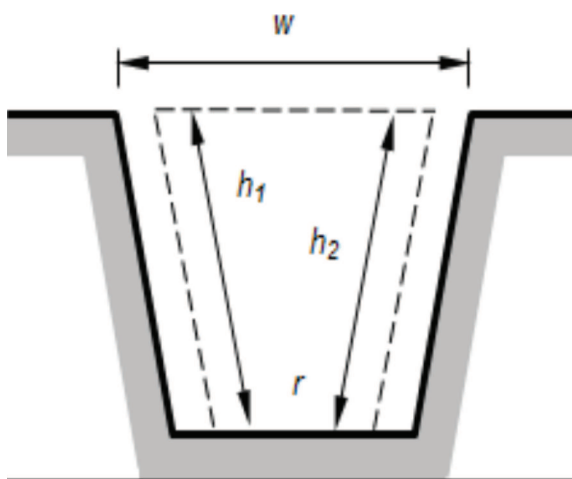
a) Teilabdeckung beiderseits der Bahn;
Umhüllende, $e = w + h_1 + h_2$



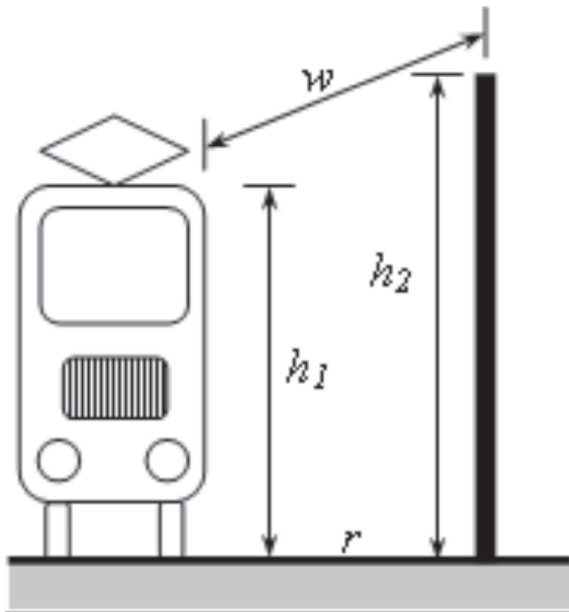
b) Teilabdeckung auf einer Bahnseite;
Umhüllende, $e = w + h_1, h_2 = 0$



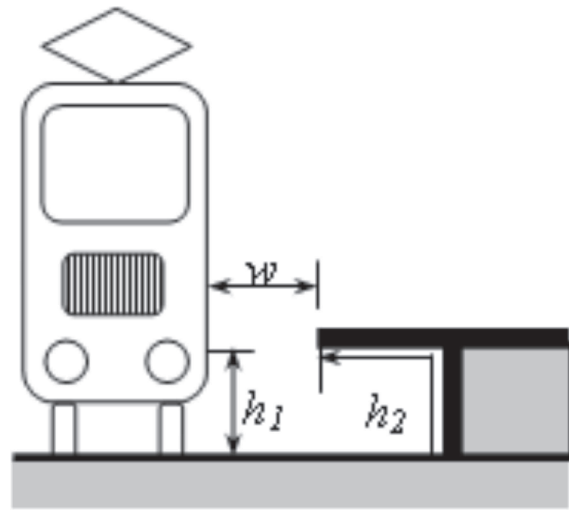
c) Tiefer Einschnitt; Umhüllende, $e = w + h_1 + h_2$



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



e) Zug nahe einer Lärmschutzwand umhüllenden;
Umhüllende, $e = w + h_1 + h_2$



f) Zug am Bahnsteig eines Bahnhofs;
Umhüllende, $e = w + h_1 + h_2$

Legende

r Schienenoberfläche

w Breite des offenen Raums

h_1 entwickelte Länge des Elements, z. B. Abdeckung, Seitenwand eines Einschnitts, Wand oder Gebäude

h_2 entwickelte Länge des Elements, z. B. Abdeckung, Seitenwand eines Einschnitts, Wand oder Gebäude

ANMERKUNG Bild 1 ist nicht maßstabgerecht.

Bild 1 — Schema für die Prüfung der Bedingungen der Halligkeit in bestimmten Anwendungsfällen

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt ein Prüfverfahren zur Messung einer Größe, die für die produktspezifischen Merkmale der Luftschalldämmung von Eisenbahnlärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen charakteristisch ist: den Schalldämmungsindex.

Das Prüfverfahren ist für die folgenden Anwendungen vorgesehen:

- Bestimmung der produktspezifischen Merkmale der Luftschalldämmung von Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen, die entlang von Eisenbahnschienenwegen aufgebaut sind, und die entweder an typischen an Eisenbahnen ausgeführten Lärmschutzwänden oder unter Laborbedingungen zu messen sind;
- Bestimmung der gegebenen produktspezifischen Merkmale der Luftschalldämmung von Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen im tatsächlichen Einsatz;
- Vergleich der Bemessungsfestlegungen mit den tatsächlichen Leistungsdaten nach Abschluss der Bauarbeiten;
- Überprüfung der Langzeitwirksamkeit von Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen (durch wiederholtes Anwenden des Verfahrens);
- interaktiver Bemessungsprozess von neuen Produkten, einschließlich der Formulierung von Aufbauanleitungen.

Das Prüfverfahren ist nicht zur Bestimmung der produktspezifischen Eigenschaften der Luftschalldämmung für Lärmschutzwände und verwandten Vorrichtungen die für die in halligen Umgebungen aufgebaut werden, z. B. innerhalb von Tunneln oder in ausgeprägten Tieflagen oder unter Abdeckungen.

Ergebnisse werden als Funktion der Frequenz in Terzbändern zwischen 100 Hz und 5 kHz angegeben, wo möglich. Wenn es nicht möglich ist, gültige Messergebnisse über den gesamten angegebenen Frequenzbereich zu erhalten, müssen die Ergebnisse in einem eingeschränkten Frequenzbereich angegeben werden, und die Gründe für die Einschränkung(en) müssen genau angegeben werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 16272-2, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 2: Produktspezifische Merkmale — Luftschalldämmung (Labormethode) bei diffusen Schallfeldern*

EN 16272-3-2, *Bahnanwendungen — Oberbau — Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen zur Beeinflussung der Luftschallausbreitung — Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften — Teil 3-2: Standardisiertes Schienenverkehrslärmspektrum und Einzahl-Angaben für gerichtete Schallfelder*

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

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

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 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:

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

3.1
Lärmschutzwand
Lärmschutzeinrichtung, welche die freie Ausbreitung des von Eisenbahnen ausgehenden Luftschalls verhindert und für gewöhnlich zwischen Stützen verläuft, aber auch die Eisenbahn überkragen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Lärmschutzwände bestehen im Allgemeinen aus akustischen Elementen und Strukturelementen (siehe 3.3 und 3.4).

3.2
Verkleidung
Lärmreduzierungsanordnung, die an einer Wand oder anderen Struktur angebracht ist und das Ausmaß der Schallreflexionen reduziert

Anmerkung 1 zum Begriff: Verkleidungen bestehen im Allgemeinen aus akustischen Elementen und Strukturelementen (siehe 3.3 und 3.4).

3.3
akustisches Element
Element, dessen vorrangige Funktion es ist, die akustische Wirkung der Vorrichtung zu erbringen

3.4
Strukturelement
Element, dessen Hauptfunktion darin besteht, die akustischen Elemente aufzunehmen oder zu tragen

3.5
Aufsatz
zusätzliche Vorrichtung, die die akustische Wirkung der gegebenen lärmreduzierenden Vorrichtung (vorwiegend über die gebeugte Energie) beeinflusst

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einigen Lärmschutzwänden können die akustische Funktion und die strukturelle Funktion nicht eindeutig getrennt und unterschiedlichen Bauteilen zugeordnet werden.

3.6
schienenseitige Exposition
Verwendung des Produkts als Lärmschutzeinrichtung entlang von Eisenbahnen

3.7
Schalldämmungsindex
Ergebnis der Prüfung zur Luftschalldämmung

Anmerkung 1 zum Begriff: In Gleichung (1) beschrieben.

3.8

Bezugshöhe

Höhe h_s , die gleich der halben Höhe h_B der zu prüfenden Lärmschutzwand oder verwandten Vorrichtung ist:
 $h_s = h_B/2$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2, Bild 4, Bild 6, Bild 7 und Bild 8.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn die Höhe der zu prüfenden Vorrichtung höher als 4 m ist und es aus praktischen Gründen nicht ratsam ist, eine Höhe der Quelle $h_s = h_B/2$ zu haben, ist es möglich, $h_s = 2$ m zu verwenden, wenn man die entsprechende untere Frequenzbegrenzung akzeptiert (siehe 4.5.8).

3.9

Schallquellen-Bezugsfläche für Messungen des Schalldämmungsindex

ideale, glatte Oberfläche, die der Schallquellenseite der zu prüfenden Lärmschutzwand oder verwandten Vorrichtung zugewandt ist und die am weitesten vorstehenden und wichtigsten Teile der Lärmschutzwand im geprüften Bereich unmittelbar berührt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezugsfläche ist so glatt wie möglich und folgt der Neigung oder Kurve des Prüfkörpers innerhalb der Prüffläche. Bei vertikalen und ebenen Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen ist die Bezugsfläche eine vertikale Ebene. Bei geneigten und ebenen Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen ist die Bezugsfläche eine Ebene mit derselben Neigung. Bei gekrümmten und ebenen Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen ist die Bezugsfläche eine gekrümmte Fläche mit derselben Krümmung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 2, Bild 7 und Bild 8.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die zu prüfende Vorrichtung umfasst sowohl strukturelle Elemente als auch akustische Elemente.

3.10

Mikrofon-Bezugsfläche

ideale, glatte Oberfläche, die der Empfängerseite der zu prüfenden Lärmschutzwand oder verwandten Vorrichtung zugewandt ist und die am weitesten vorstehenden und wichtigsten Teile der Lärmschutzwand im geprüften Bereich unmittelbar berührt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezugsfläche ist so glatt wie möglich und folgt der Neigung oder Kurve des Prüfkörpers innerhalb der Prüffläche. Bei vertikalen und ebenen Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen ist die Bezugsfläche eine vertikale Ebene. Bei geneigten und ebenen Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen ist die Bezugsfläche eine Ebene mit derselben Neigung. Bei gekrümmten und ebenen Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen ist die Bezugsfläche eine gekrümmte Fläche mit derselben Krümmung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 2, Bild 7 und Bild 8.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die zu prüfende Vorrichtung umfasst sowohl strukturelle Elemente als auch akustische Elemente.

3.11

Schallquellen-Bezugsort

bei aufgebauter Vorrichtung dem Lärm zugewandte Position, die sich in Bezugshöhe h_s befindet und so angeordnet ist, dass ihr waagerechter Abstand zur Schallquellen-Bezugsfläche $d_s = 1$ m ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2, Bild 4, Bild 6, Bild 7 und Bild 8.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die tatsächlichen Maße des Lautsprechers, der in dem Forschungsprojekt für dieses Dokument verwendet wurde, betrugen: 0,40 m × 0,285 m × 0,285 m (Länge × Breite × Höhe).

3.12

Messraster für Messungen des Schalldämmungsindex

Messpunkteraster 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 $s = 0,40$ m.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 2, Bild 3, Bild 4, Bild 6, Bild 7, Bild 8 und 4.5.4.

3.13

Bezugslage des Messpunkterasters

der Empfängerseite zugewandte Position des Prüfkörpers, die sich in Bezugshöhe h_s befindet und so zu prüfende, dass ihr waagerechter Abstand zur Mikrofon-Bezugsfläche $d_M = 0,25$ m ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2, Bild 6, Bild 7, Bild 8.

3.14

Dicke der Lärmschutzwand für Messungen des Schalldämmungsindex

Abstand t_B zwischen der Schallquellen-Bezugsfläche und der Mikrofon-Bezugsfläche auf der Bezugshöhe h_s

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2, Bild 6, Bild 7, Bild 8.

3.15

Freifeldmessung für Messungen des Schalldämmungsindex

Messung bei der sich Lautsprecher und Mikrofon in einem akustischen Freifeld befinden, damit nahe gelegene Objekte, einschließlich des Bodens, nicht miterfasst werden und wobei die Geometrie aus den Messungen über die zu prüfenden Lärmschutzvorrichtung beibehalten wird (siehe Bild 6)

3.16

Adrienne-Zeitfenster

in 4.5.5 beschriebenes zusammengesetztes Zeitfenster

3.17

Fremdgeräusch

Geräusch von anderen Schallquellen als der, die das Prüfsignal aussendet

3.18

Signal-Rausch-Verhältnis

S/N

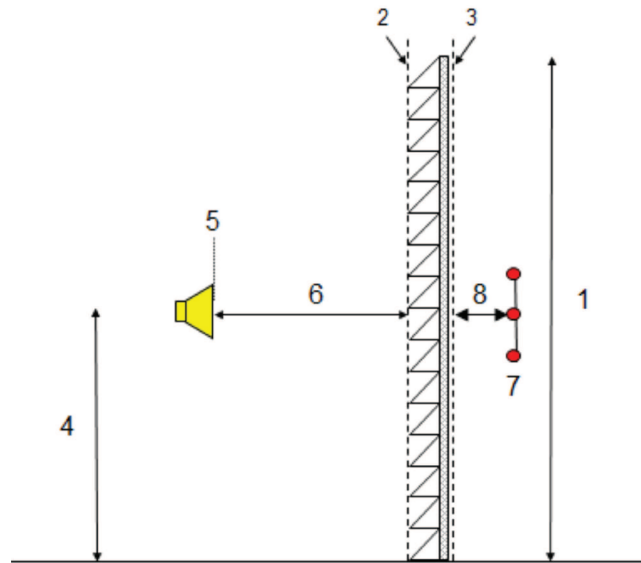
Differenz in Dezibel zwischen dem Prüfsignalpegel und dem Hintergrundgeräuschpegel zum Zeitpunkt der Erfassung des Prüfsignals (innerhalb des Adrienne-Zeitfensters)

3.19

Impulsantwort

Zeitsignal am Ausgang eines Systems, wenn eine Dirac-Funktion an den Eingang angelegt wird

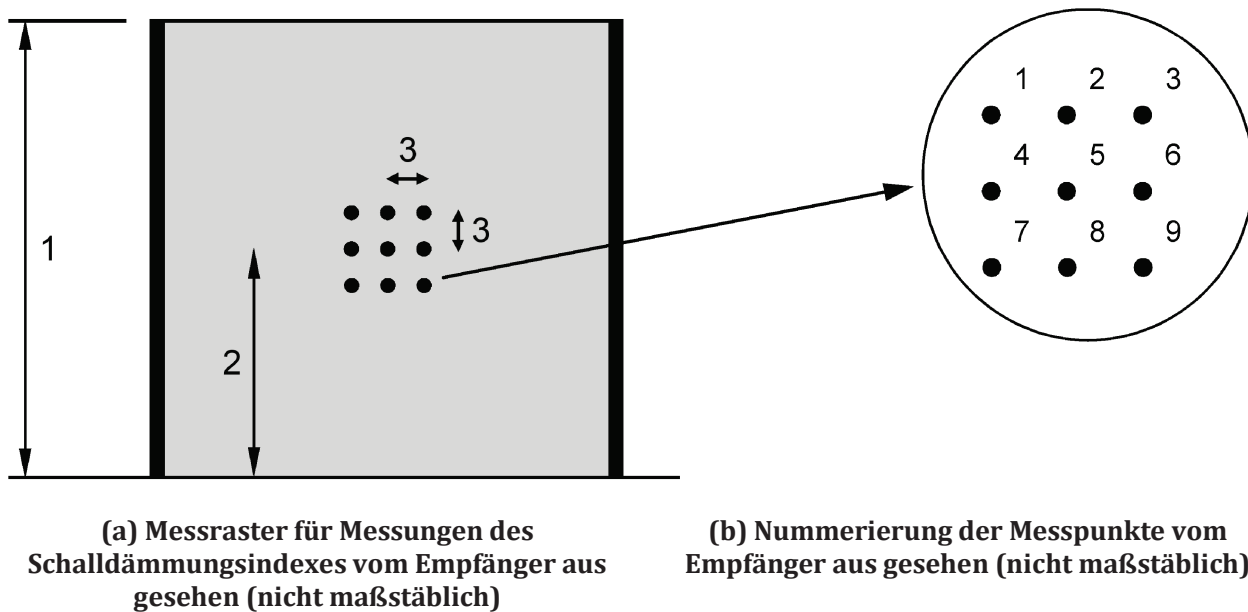
Anmerkung 1 zum Begriff: Die Dirac-Funktion, auch δ -Funktion genannt, ist die mathematische Idealisierung eines zeitlich unendlich kurzen Signals, das den Energiewert Eins aufweist.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | Höhe der Lärmschutzwand oder einer verwandten Vorrichtung, h_B [m] | 5 | Vorderseite des Lautsprechers |
| 2 | Bezugsfläche der Quelle | 6 | Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und der Bezugsfläche der Quelle, d_s [m] |
| 3 | Mikrofon-Bezugsfläche | 7 | Mikrofongitter |
| 4 | Bezugshöhe, h_s [m] | 8 | Abstand zwischen dem Mikrofongitter und der Bezugsfläche des Mikrofons [m] |

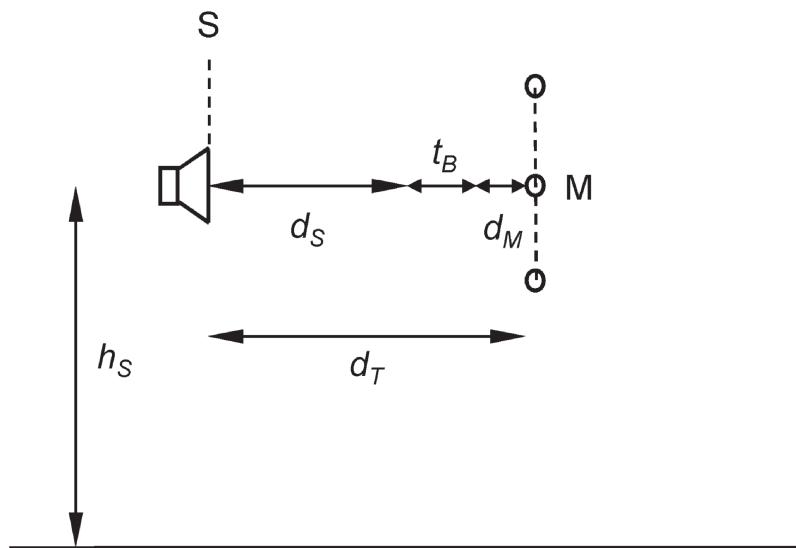
Bild 2 — Schematische Darstellung des Lautsprechers und des Mikrofongitters in der Nähe der Lärmschutzwand oder der verwandten Vorrichtung für die Messung des Schalldämmungsindex (nicht maßstäblich)



Legende

- 1 Höhe der Lärmschutzwand oder einer verwandten Vorrichtung, h_B (m)
- 2 Bezugshöhe, h_S (m)
- 3 Orthogonale Abstände zweier benachbarter Mikrofone, s (m)

Bild 3 — Messpunkte vom Empfänger aus gesehen



Legende

- | | | | |
|-------|--|-------|--|
| S | Vorderseite des Lautsprechers | t_B | Dicke der Lärmschutzwand oder verwandten Vorrichtung bei Höhe h_S |
| M | Messgitter | d_M | horizontaler Abstand [Mikrofon 5 — Mikrofon-Bezugsfläche] bei Höhe h_S |
| h_S | Bezugshöhe | d_T | horizontaler Abstand [Lautsprecher — Mikrofon 5] bei Höhe h_S |
| d_S | horizontaler Abstand [Lautsprecher — Bezugsfläche der Quelle] bei Höhe h_S | | |

ANMERKUNG $d_T = d_S + t_B + d_M$; siehe Gleichung (5).

Bild 4 — Schematische Darstellung der Anordnung für die „Freifeld“-Bezugsmessung zur Bestimmung des Schalldämmungsindex (nicht maßstäblich)

3.2 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 zur Bestimmung der größten abgetasteten Fläche bei schrägem Schalleinfall	m
a_0, a_1, a_2, a_3	Koeffizient für den Ausdruck des viergliedrigen vollständigen Blackman-Harris Fensters	—
b_s	Tiefe der Oberflächenstruktur des Prüfkörpers	m
b_m	Breite eines Materialabschnitts des Prüfkörpers	m
c	Luftschallgeschwindigkeit	m/s
d_M	Horizontaler Abstand zwischen der Mikrofon-Bezugsfläche und dem Messgitter; er ist gleich $d_M = 0,25$ m	m
d_s	Horizontaler Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und der Bezugsfläche der Schallquelle; er ist gleich $d_s = 1$ m	m
d_T	Horizontaler Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und dem Messgitter; er ist gleich $d_s + t_B + d_M$	m
DL_{SI}	Einzahl-Angabe zur Schallreflexion	dB
δ_i	Eingangsgrößen für Abschätzungen der Unsicherheit	—
Δf_j	Breite des j -ten Terzbandes	Hz
F	Symbol der Fourier-Transformation	—
f	Frequenz	Hz
f_{min}	untere Frequenzgrenze für Messungen zur Schallreflexion	Hz
f_s	Abtastrate	Hz
f_{co}	Grenzfrequenz des Anti-Aliasing-Filters	Hz
h_B	Höhe des Prüfkörpers	m
h_s	Bezugshöhe	m
$h_{i,k}(t)$	einfallende Bezugskomponente der Freifeld-Impulsantwort am k -ten Messpunkt	—
$h_{t,k}(t)$	durchtretende Komponenten der Impulsantwort am k -ten Messpunkte	—
j	Index des j -ten Terzbandes (zwischen 100 Hz und 5 kHz, sofern möglich)	—
k	Index des k -ten Messpunkts ($k = 1 \dots n$)	—
k_p	Erweiterungsfaktor	—
k_f	Konstante zum Anti-Aliasing-Filter	—
L_E	Länge eines akustischen Elements	m
L_p	Länge der Abtastung bei einer inhomogenen Lärmschutzvorrichtung	m
$n = 9$	Anzahl der Messpunkte für die Mittelwertbildung	—
r	Radius der größten abgetasteten Fläche bei senkrechter Inzidenz	m
SI_j	Schallübertragungsindex im j -ten Terzband	—

Symbol oder Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
s	Orthogonale Abstände zweier benachbarter Mikrofone	m
s_r	Standardabweichung der Wiederholbarkeit	—
s_R	Standardabweichung der Vergleichpräzision	—
S/N	Signal-Rausch-Verhältnis	dB
t	Zeit	s
t_B	Dicke des Prüfkörpers bei Höhe h_s	m
$T_{W,BH}$	Länge der Blackman-Harris-Rückflanke beim Adrienne-Zeitfenster	s
$T_{W,ADR}$	Gesamtlänge des Adrienne-Zeitfensters	s
u	Standardunsicherheit	—
U	Erweiterte Messunsicherheit	—
$w_{i,k}(t)$	Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) der Bezugs-Freifeldkomponente am k -ten Messpunkt	—
$w_{r,k}(t)$	Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die reflektierte Komponente am k -ten Messpunkt	—

4 Messungen des Schalldämmungsindex

4.1 Allgemeines Prinzip

Die Schallquelle emittiert eine nicht stationäre Schallwelle, die zu der zu prüfenden Vorrichtung läuft, teilweise von ihr reflektiert wird, teilweise durch sie hindurchtritt und teilweise an ihr gebeugt wird. Das auf der anderen Seite der zu prüfenden Vorrichtung angeordnete Mikrofon empfängt sowohl die von der Schallquelle durch die zu prüfende Vorrichtung hindurchtretende als auch die über die Oberkante der zu prüfenden Vorrichtung gebeugte Schalldruckwelle (für aussagekräftige Ergebnisse sollten die an den seitlichen Kanten gebeugten Schallwellen mit ausreichenden Zeitverzögerungen eintreffen). Wenn die Messung ohne die zu prüfende Vorrichtung zwischen Lautsprecher und Mikrofon wiederholt wird, kann die Direktwelle im Freifeld erfasst werden. Die Leistungsspektren der Direktwelle und der durchtretenden Welle liefern die Grundlage zur Berechnung des Schalldämmungsindex.

Der Schalldämmungsindex muss aus dem logarithmischen Mittelwert der Werte, die an den neun Punkten auf dem Messraster (Abtastpunkte) gemessen werden. Siehe Bild 3 und Gleichung (1).

Die Messung muss in einem Schallfeld ohne Reflexionen innerhalb des Adrienne-Zeitfensters durchgeführt werden. Aus diesem Grund wird die Erfassung einer Impulsantwort mit möglichst scharfen Spitzen empfohlen: Auf diese Weise können die von anderen Oberflächen stammenden Reflexionen anhand ihrer Verzögerungszeit erfasst und ausgeblendet werden.

4.2 Messgröße

Zur Berechnung des Schalldämmungsindex SI als Funktion der Frequenz in Terzbändern wird folgende Gleichung verwendet:

$$SI_j = -10 \cdot \lg \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t)w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t)w_{ik}(t)]|^2 df} \right\} \quad (1)$$

Dabei ist

- $h_{ik}(t)$ die einfallende Bezugskomponente der Freifeld-Impulsantwort am k -ten Abtastpunkt;
- $h_{tk}(t)$ die durchtretende Komponente der Impulsantwort am k -ten Abtastpunkt;
- $w_{ik}(t)$ das Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) der einfallenden Bezugskomponente der Freifeld-Impulsantwort am k -ten Abtastpunkt;
- $w_{tk}(t)$ das Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die durchtretende Komponente am k -ten Abtastpunkt;
- F das Symbol der Fourier-Transformation;
- j der Index des j -ten Terzbandes (zwischen 100 Hz und 5 kHz, sofern möglich);
- Δf_i die Breite des j -ten Terzbands;
- $n = 9$ die Anzahl der Abtastpunkte.

4.3 Prüfanordnung

4.3.1 Allgemeines

Das Prüfverfahren kann entweder an Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen angewendet werden, die entlang von Schienenwegen installiert sind, oder an Prüfkörpern in Originalgröße, die eigens für die Prüfung (in Innen- oder Außenbereichen) nach dem hier beschriebenen Verfahren gebaut werden.

4.3.2 Prüfungen an eigens gebauten Prüfkörpern in Originalgröße

Für Anwendungen an Prüfkörpern in Originalgröße, die eigens für die Prüfung nach dem hier beschriebenen Verfahren gebaut werden, z. B. in einem Prüfstand in einem Außenbereich, muss der Prüfkörper wie folgt beschaffen sein (siehe Bild 5):

- ein aus akustischen Elementen bestehender Teil, der mindestens 4 m lang und mindestens 4 m hoch ist;
- ein 4 m hoher Pfosten (falls vorhanden bei der zu prüfenden Lärmschutzvorrichtung);
- ein aus akustischen Elementen bestehender Teil, der mindestens 2 m lang und mindestens 4 m hoch ist.

Der Prüfkörper muss in derselben Weise aufgestellt und zusammengefügt sein, wie die hergestellte Vorrichtung in der Praxis verwendet wird, mit denselben Verbindungen und Dichtungen zwischen den einzelnen Teilen.

Der geprüfte Bereich ist ein Kreis mit einem Radius von 2 m um die Mitte des Messrasters. Der Prüfkörper muss groß genug gebaut sein, um diesen Kreis für jede Messung vollständig zu erfassen.

Für die Qualifizierung des Schalldämmungsindex nur für Pfosten sind nur akustische Elemente notwendig, die 2 m oder mehr auf jeder Seite des Pfostens herausragen (siehe Bild 5).

Hat die zu prüfende Vorrichtung einen Abstand zwischen den Pfosten von weniger als 4 m, sollte der Abstand der Pfosten entsprechend verringert werden, doch die gesamte Mindestbreite des Aufbaus sollte identisch mit der in Bild 5 dargestellten sein.

4.3.3 Prüfungen an angebrachten Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen

Für die Anwendung auf Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen, die bereits entlang von Schienenwegen installiert sind, muss der Prüfkörper wie folgt beschaffen sein:

- *für installierte Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen bei denen die volle Höhe durch einzelne Elemente erreicht wird:*
 - der Prüfkörper muss als ein für die spezifische Anwendung repräsentatives Einzelement gebaut sein;
 - wenn der Prüfkörper nicht als Einzelement gebaut werden kann oder wenn die installierte Lärminderungsvorrichtung niedriger als 4 m ist, muss der Prüfkörper um die Lautsprecherachse (in der Bezugshöhe $h_s = 2$ m oberhalb des Bodens) zentriert sein und unten und oben mit kleineren akustischen Elementen zu einer Höhe von 4 m ergänzt werden;
- *für installierte Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen bei denen die volle Höhe durch aufeinandergesetzte Elemente erreicht wird:*
 - der Prüfkörper muss so gebaut sein, wie er in der spezifischen Anwendung verwendet wird.

Für die Anwendung auf Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen, die bereits entlang von Schienenwegen installiert sind, gilt ein Höhenausgleich unter der Vorrichtung als Teil des Prüfkörpers.

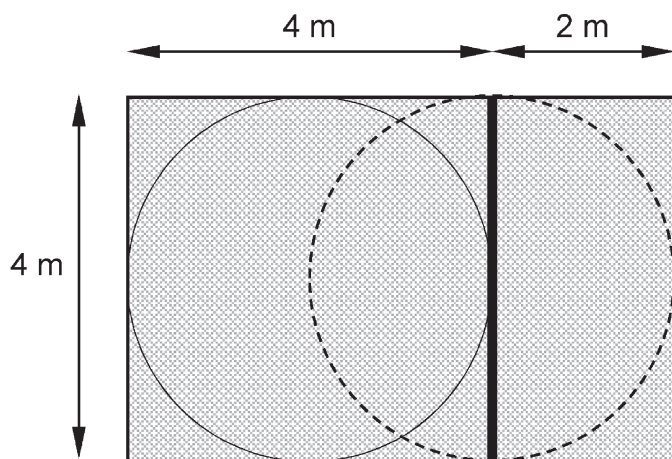
4.3.4 Nicht flache, geneigte oder gekrümmte Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen

Für flache oder gekrümmte, vertikale oder geneigte an Lärmschutzvorrichtungen an Straßen gelten die Bild 7 und Bild 8. In Fällen, die durch diese Bilder nicht abgedeckt sind, sollten die Messungen nach den folgenden allgemeinen Prinzipien durchgeführt werden:

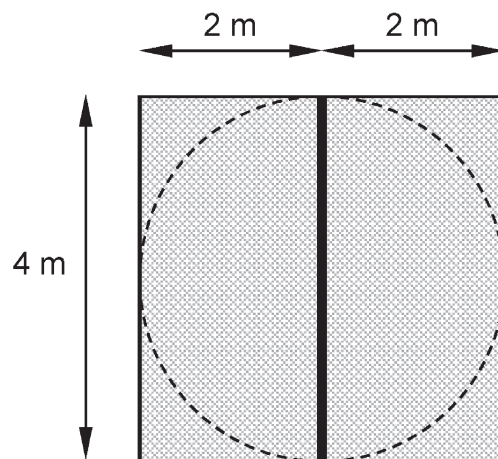
- die Ebene des Mikrofongitters liegt parallel zur Bezugsfläche;
- die Achse zwischen Lautsprecher und Mikrofon 5 liegt senkrecht zur Bezugsfläche;
- das Mikrofon 5 befindet sich so nah wie möglich an der mittleren Höhe der Abschirmung;
- der kürzeste Abstand von Mikrofon 5 zur Bezugsfläche beträgt $d_M = 0,25$ m.

Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen, die aus einer horizontalen oder vertikalen Aneinanderreihung mehrerer verschiedener Arten von Abschirmungen bestehen (Zusammenstellung von Formen oder Strukturen mit sehr großen Abmessungen), müssen detailliert charakterisiert werden: Jede Form oder Struktur muss unter den in diesem Dokument beschriebenen Bedingungen speziell charakterisiert werden.

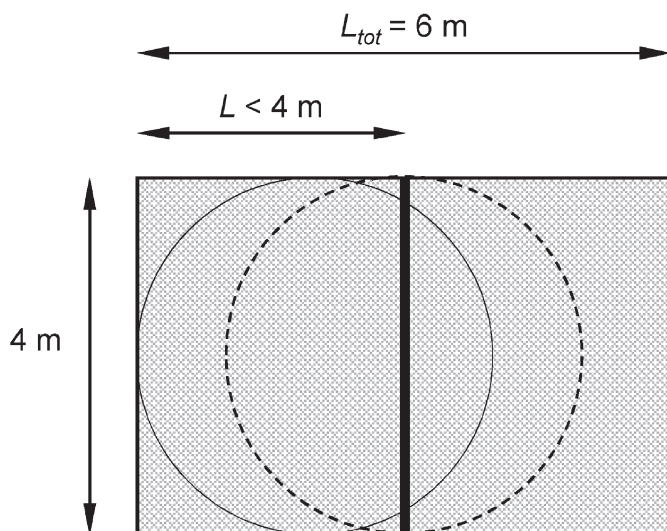
Bei Strukturen, die eine eindeutige Anwendung dieser Regeln nicht zulassen, dürfen die Messungen unter strikter Einhaltung der Bestimmungen dieses Dokuments durchgeführt werden. Die Verantwortung für die Anpassung des Verfahrens liegt beim Bediener. Der Prüfbericht muss eine klare Begründung für alle getroffenen Entscheidungen enthalten. Die unter diesen Bedingungen erzielten Ergebnisse dürfen jedoch auf keinen Fall für die Leistungserklärung verwendet werden.



(a) Messungen des Schalldämmungsindex an Elementen und Pfosten



(b) Messungen des Schalldämmungsindex nur an einem Pfosten



(c) Messungen des Schalldämmungsindex vor einem Prüfkörper mit einem Pfostenabstand von weniger als 4 m

Legende

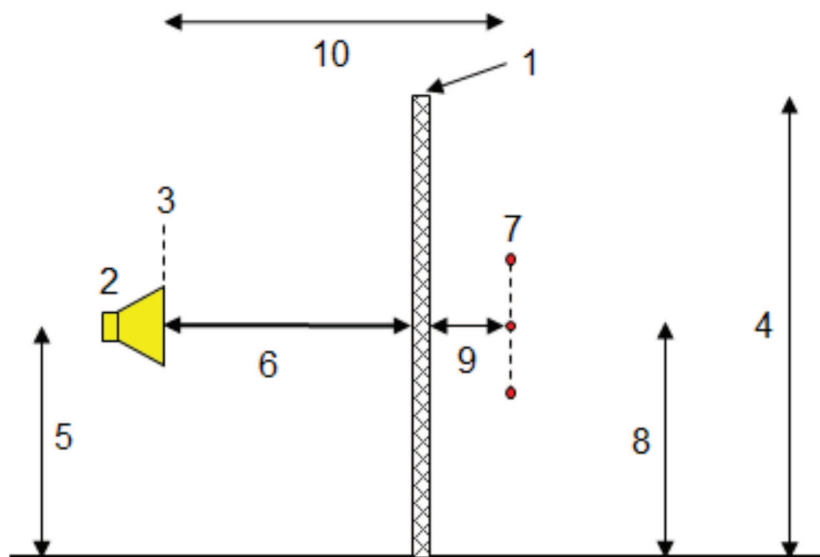
dünne Kreise: geprüfter Bereich für Elemente

gestrichelte Kreise: geprüfter Bereich für Pfosten

L tatsächliche horizontale Länge der akustischen Elemente mit einem Pfostenabstand von weniger als 4 m

L_{tot} minimale horizontale Länge des Prüfkörpers, wenn der Pfostenabstand kleiner als 4 m ist

Bild 5 — Schematische Darstellung der Mindestabmessungen von Prüfkörpern in Originalgröße, die eigens für die Prüfung hergestellt wurden

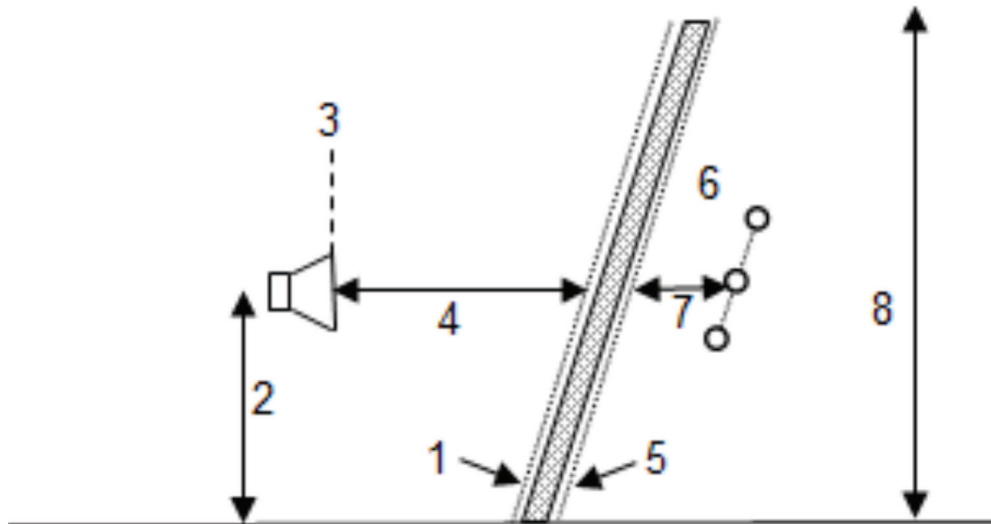


Legende

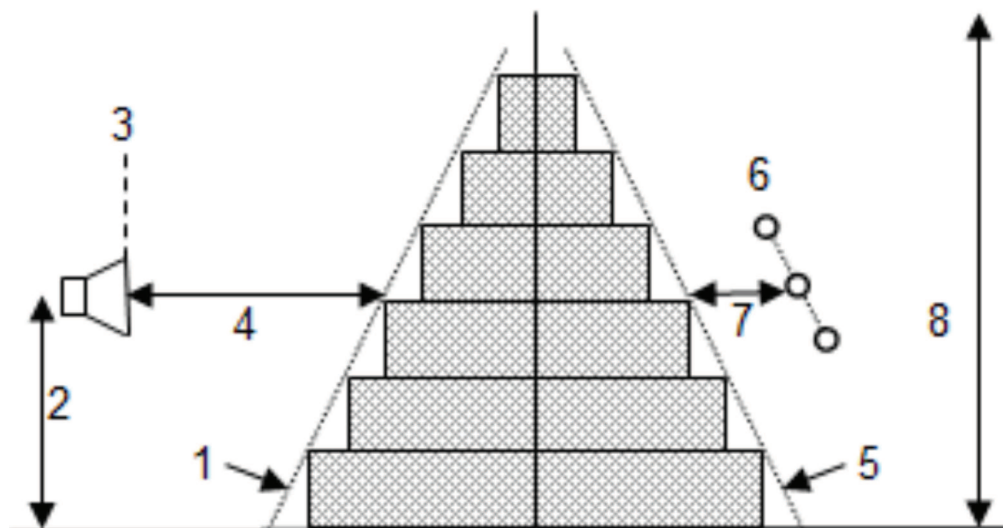
- | | |
|--|---|
| 1 Dicke des Prüfkörpers, t_B [m] | 2 Lautsprecher |
| 3 Vorderseite des Lautsprechers | 4 Wandhöhe, h_B [m] |
| 5 Bezugshöhe, h_S [m] | 6 Horizontaler Abstand Lautsprecher —
Bezugsfläche der Quelle, d_S [m] |
| 7 Messgitter | 8 Bezugshöhe, h_S [m] |
| 9 Horizontaler Abstand Mikrofon 5 —
Bezugsfläche, d_M [m] | 10 Horizontaler Abstand Lautsprecher —
Messgitter, d_T [m] |

ANMERKUNG $d_T = d_S + t_B + d_M$; siehe Gleichung (5).

Bild 6 — Schematische Darstellung des Aufbaus für die Messung des Schalldämmungsindex an einer flachen Lärmschutzwand oder einer verwandten Vorrichtung (Seitenansicht, nicht maßstäblich)



(a) entlang einer geneigten flachen Lärmschutzwand oder einer verwandten Vorrichtung

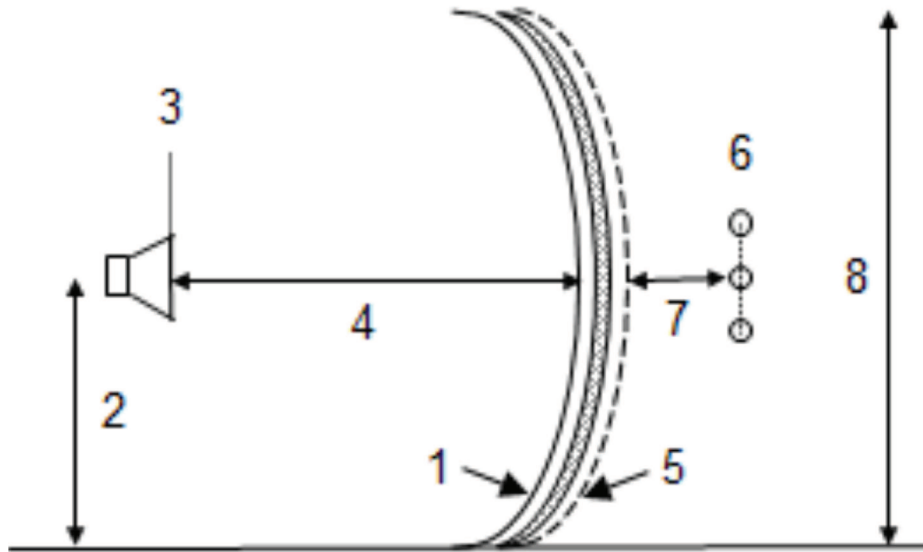


(b) entlang einer geneigten nicht flachen Lärmschutzwand oder einer verwandten Vorrichtung

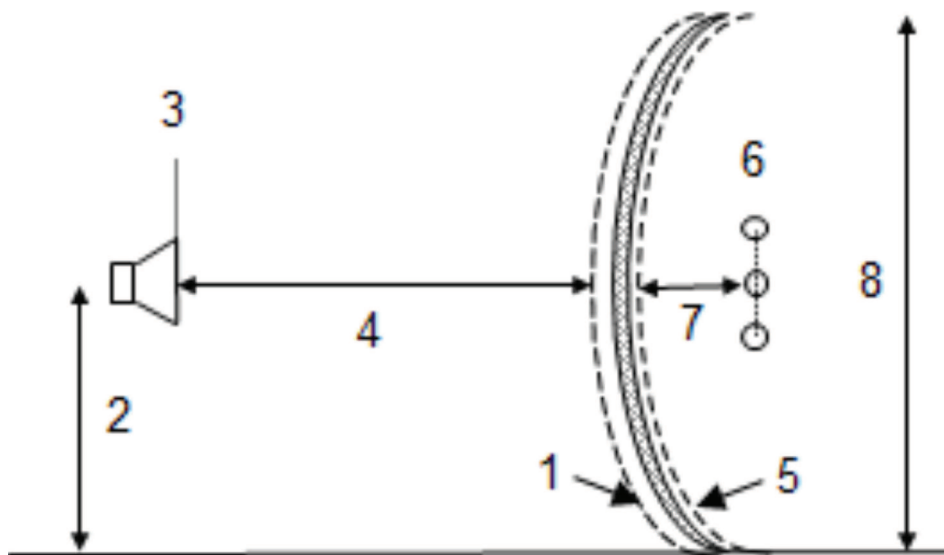
Legende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bezugsfläche der Quelle | 2 | Bezugshöhe, h_s [m] |
| 3 | Vorderseite des Lautsprechers | 4 | Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und der Bezugsfläche der Quelle, d_s [m] |
| 5 | Mikrofon-Bezugsfläche | 6 | Mikrofontgitter |
| 7 | Abstand zwischen dem Messgitter und der Bezugsfläche, d_M [m] | 8 | Höhe des Prüfkörpers, h_B [m] |

Bild 7 — (nicht maßstäblich) Schematische Darstellung des Aufbaus für die Messung des Schalldämmungsindex an geneigten Lärmschutzwänden oder verwandten Vorrichtungen (Seitenansicht)



(a) Messungen der durchtretenden Komponente vor einer konkaven Lärmschutzwand oder verwandten Vorrichtung



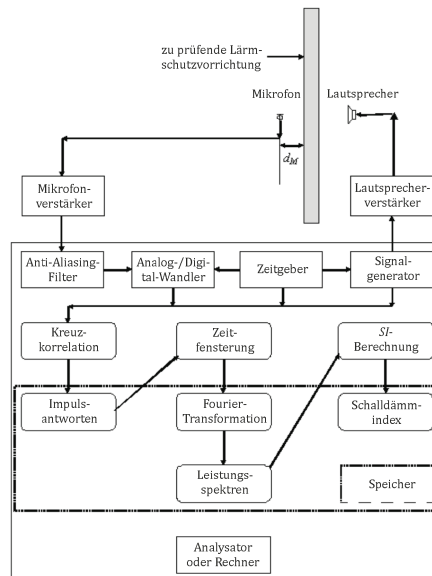
(b) Messungen der durchtretenden Komponente vor einer konvexen Lärmschutzwand oder verwandten Vorrichtung

Legende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bezugsfläche der Quelle | 2 | Bezugshöhe, h_S [m] |
| 3 | Vorderseite des Lautsprechers | 4 | Abstand zwischen der Vorderseite des Lautsprechers und der Bezugsfläche der Quelle, d_S [m] |
| 5 | Mikrofon-Bezugsfläche | 6 | Mikrofongitter |
| 7 | Abstand zwischen dem Messgitter und der Bezugsfläche, d_M [m] | 8 | Höhe des Prüfkörpers, h_B [m] |

ANMERKUNG $d_T = d_S + t_B + d_M$; siehe Gleichung (5).

Bild 8 — (nicht maßstäblich) Schematische Darstellung des Aufbaus für die Messung des Schalldämmungsindex an gekrümmten Lärmschutzwänden oder verwandten Vorrichtungen (Seitenansicht)



Legende

- 1 zu prüfende Lärmschutzvorrichtung
- 2 Mikrofon
- 3 Lautsprecher
- d_M horizontaler Abstand Mikrofon 5 — Mikrofon-Bezugsfläche bei Höhe h_s [m]

Bild 9 — Schematische Darstellung der wesentlichen Komponenten des Messsystems

4.4 Messvorrichtung

4.4.1 Komponenten des Messsystems

Die Messvorrichtung muss Folgendes umfassen: ein elektroakustisches System aus einem elektrischen Signalgenerator, einen Leistungsverstärker und einen Lautsprecher, ein Mikrofon mit Mikrofonverstärker und einen Signalanalysator zur Durchführung der Transformationen zwischen Zeit- und Frequenzbereich.

ANMERKUNG 1 Einige dieser Komponenten können in einen Frequenzanalysator oder in einem PC mit (einer) speziellen Zusatzkarte(n) integriert sein.

Die wesentlichen Komponenten des Messsystems sind in Bild 9 dargestellt.

Die Mikrofone müssen mindestens den Anforderungen für Typ 2 nach EN 61672-1 entsprechen und einen Durchmesser von maximal 1/2 Zoll (12,7 mm) haben.

ANMERKUNG 2 Das hier beschriebene Messverfahren beruht auf Verhältnissen der Leistungsspektren von Signalen, die aus Impulsantworten stammen, die mit derselben Apparatur an demselben Ort unter denselben Bedingungen innerhalb von kurzer Zeit erfasst wurden. Eine hohe Genauigkeit der Messung von Schallpegeln interessiert hierbei nicht. Daher sind keine strengen Anforderungen an die Absolutgenauigkeit der Messkette notwendig.

Die Mikrofone sollten ausreichend klein und leicht sein, so dass sie sich zur Realisierung des Messrasters an einem Rahmen befestigen lassen, ohne Eigenbewegungen durchzuführen.

4.4.2 Schallquelle

Die elektroakustische Schallquelle muss folgende Eigenschaften aufweisen:

- einen einzigen Lautsprechertreiber besitzen;
- ohne Öffnung, z. B. zur Verbesserung des Verhaltens bei tiefen Frequenzen, ausgeführt sein;
- ohne aktive oder passive elektronische Bauelemente (wie etwa Weichen) ausgeführt sein, die den Frequenzverlauf des gesamten Systems beeinflussen können;
- einen glatten Frequenzverlauf ohne starke Unregelmäßigkeiten innerhalb des Messfrequenzbereichs entsprechend einer Impulsantwort unter Freifeldbedingungen mit einer Länge von höchstens 3 ms aufweisen.

ANMERKUNG Der Schalldämmungsindex berechnet sich aus dem Verhältnis energetischer Größen, die aus Impulsantworten stammen, welche mit demselben Lautsprecher und Messgitter innerhalb einer kurzen Zeitspanne erfasst wurden. Deshalb sind die Isolierung; Lautsprecher-Frequenzgangs unkritisch, sofern ein guter Lautsprecher verwendet wird, der die obigen Anforderungen erfüllt.

4.4.3 Prüfsignal

Die elektroakustische Quelle muss ein elektrisches Eingangssignal empfangen, das deterministisch und exakt wiederholbar ist.

Die Verwendung eines Lautsprechers führt in der Regel zu nichtlinearen Verzerrungen im System, was streng genommen gegen die Forderung nach Linearität in diesem Verfahren verstößt. Die durch den Lautsprecher verursachten Verzerrungen nehmen mit dem Erregungspegel zu. In solchen Fällen muss sich der Benutzer dieses Problems bewusst sein und mit dem Erregungspegel experimentieren, um das optimale S/N-Verhältnis zu erzielen. In manchen Fällen kann das S/N-Verhältnis durch eine Verringerung des Erregungspegels verbessert werden. Bei bestimmten Signaltypen kann das S/N-Verhältnis durch Wiederholung desselben Prüfsignals und synchrone Mittelwertbildung der Mikrofonantwort verbessert werden.

Im Allgemeinen kann jede Art von Erregungssignal verwendet werden, um die Impulsantwort und die entsprechende Frequenzgangfunktion eines beliebigen linearen und zeitinvarianten Systems zu bestimmen, vorausgesetzt, es enthält bei jeder interessierenden Frequenz ausreichend Energie. Die Impulsantwort kann durch Dekonvolution aus der Antwort auf die Erregung oder durch Teilung des Ausgangsspektrums des zu prüfenden Systems durch das Eingangsspektrum als Frequenzgangfunktion ermittelt werden. Letzteres setzt eine Fourier-Transformation des Eingangs- und Ausgangssignals voraus, um die Aufteilung im Spektralbereich durchzuführen.

Dieses Dokument empfiehlt, ein Signal mit linearem Spektrum, wie eine Periode einer Maximalfolge (MLS) oder einen exponentiellen Sinus-Sweep (ESS) zu verwenden und die gemessene Antwort in eine Impulsantwort zurück zu transformieren [7], [8], [10], [12], [14], [15].

Es muss verifiziert werden, dass

- die Erzeugung des Prüfsignals deterministisch und wiederholbar ist;
- Impulsantworten im gesamten interessierenden Frequenzbereich (Terzbänder zwischen 100 Hz und 5 kHz) exakt (ohne Verzerrungen) erfasst werden;
- das Prüfverfahren eine ausreichende Unempfindlichkeit gegen Fremdgeräusche besitzt, d. h., dass das wirksame S/N-Verhältnis über den gesamten interessierenden Frequenzbereich innerhalb einer kurzen Messzeit (nicht mehr als 5 Minuten je Impulsantwort) auf mehr als 10 dB gebracht werden kann;

- die Abtastrate hoch genug gewählt werden kann, um eine exakte Korrektur möglicher temperaturschwankungsbedingter Zeitverschiebungen in den Impulsantworten zwischen der Messung vor dem Prüfkörper und der Freifeldmessung zu ermöglichen;

4.5 Datenverarbeitung

4.5.1 Kalibrierung

Das hier beschriebene Messverfahren beruht auf Verhältnissen der Leistungsspektren von Signalen, die aus den mit derselben Apparatur an derselben Stelle unter denselben Bedingungen bestimmten Impulsantworten gewonnen wurden. Eine Absolutkalibrierung der Messkette im Hinblick auf den Schalldruckpegel ist deshalb nicht notwendig. Es wird dennoch empfohlen, die korrekte Funktion der Messkette vom Beginn bis zum Ende der Messungen zu überprüfen.

4.5.2 Abtastrate und Filterung

Die Häufigkeit, mit der die Mikrofonantwort abgetastet wird, hängt von der festgelegten oberen Frequenzgrenze der Messung und von Art und Eigenschaften des Anti-Aliasing-Filters ab.

Die Abtastrate f_s muss einen Wert größer als 44 kHz aufweisen.

ANMERKUNG Obwohl das Signal bereits eindeutig definiert ist, wenn das Nyquist-Kriterium erfüllt ist, erleichtern höhere Abtastraten eine eindeutige Wiedergabe des Signals und die Kenntnis der genauen Wellenform. Deshalb können mit den vorgeschriebenen Abtastraten Fehler festgestellt und leichter korrigiert werden, wie etwa temperaturschwankungsbedingte Zeitverschiebungen in den Impulsantworten zwischen der Messung vor dem Prüfkörper und der Freifeldmessung.

Die Abtastrate muss gleich der Taktfrequenz des Signalgenerators sein.

Wenn die Messvorrichtung die Auswahl und Anwendung eines Tiefpassfilters auf das von den Mikrofonen stammende Analogsignal ermöglicht, um das Nyquist-Kriterium zu erfüllen, dann gelten die folgenden beiden Vorgaben:

- 1) Die Grenzfrequenz des Anti-Aliasing-Filters f_{co} muss folgenden Wert aufweisen:

$$f_{co} \leq k_f f_s \quad (2)$$

Dabei ist $k_f = 1/3$ für den Tschebyscheff-Filter und $k_f = 1/4$ für Butterworth- und Bessel-Filter.

- 2) Die Filterordnung darf nicht kleiner als 6 sein.

Verwendet die Messvorrichtung einen Sigma-Delta-Analog-/Digital-Wandler mit Überabtastung und integriertem Tiefpassfilter, so wird die Grenzfrequenz automatisch optimal gewählt und die obige Vorgabe nach Gleichung (2) ist nicht anwendbar.

Für jede Messung müssen die Abtastrate, die Art und die Eigenschaften des Anti-Aliasing-Filters eindeutig in jedem Prüfbericht angegeben werden.

4.5.3 Hintergrundgeräusch

Das wirksame Signal-Rausch-Verhältnis S/N muss unter Berücksichtigung der Probenmittelwertbildungen im Messfrequenzbereich größer als 10 dB betragen.

ANMERKUNG Kohärenzverfahren, wie z. B. die MLS-Kreuzrelation, liefern hohe S/N -Verhältnisse.

Um dieses Signal-Rausch-Verhältnis S/N für jede Impulsantwort zu bewerten, muss ein Zeitintervall, das nur das Hintergrundgeräusch enthält, und ein Zeitintervall, das das durchtretende Signal enthält, bestimmt werden. Das Zeitintervall für die Bewertung des Hintergrundgeräusches wird mit einem „Geräuschfenster“ $w_{n,k}(t)$ gewählt. Das Zeitintervall für die Bewertung des Signals ist jenes innerhalb des Fensters der durchtretenden Komponente $w_{r,k}(t)$.

Das Zeitintervall für die Bewertung des Hintergrundgeräusches kann auf zwei Arten gewählt werden (siehe Literaturhinweis [9]):

- 1) vom Beginn der Impulsantwort ($t = 0$) bis zum Beginn des durchtretenden Signals; in diesem Fall liegt die niederfrequente Grenze der Berechnung des Signal-Rausch-Verhältnisses bei 400 Hz.
- 2) vom Ende der Impulsantwort zu ihrem Anfang hin, wobei ein Adrienne-Fenster mit derselben Breite wie für das durchtretende Signal verwendet wird; in diesem Fall ist die Niederfrequenzgrenze der Berechnung des Signal-Rausch-Verhältnisses dieselbe wie bei der Berechnung von SI .

Das Signal-Rausch-Verhältnis in jedem Frequenzband beträgt:

$$S/N_{j,k} = 10 \log \left\{ \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{r,k}(t)w_{r,k}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{n,k}(t)w_{n,k}(t)]|^2 df} \right\} \quad (3)$$

Dabei ist

$h_{r,k}(t)$	die durchtretende Komponente der vor dem zu prüfenden Prüfkörper am k -ten Messpunkt gemessenen Impulsantwort;
$h_{n,k}(t)$	die Komponente des Hintergrundgeräusches der Impulsantwort am k -ten Messpunkt;
$w_{r,k}(t)$	das Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die durchtretende Komponente am k -ten Messpunkt;
$w_{n,k}(t)$	das Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die Komponente des Hintergrundgeräusches am k -ten Messpunkt;
F	das Symbol der Fourier-Transformation;
j	der Index des j -ten Terzbandes (zwischen 100 Hz und 5 kHz);
Δf_j	die Breite des j -ten Terzbands;
k	die Anzahl der Mikrofone entsprechend Bild 3.b ($k = 1, \dots, 9$);

Das Signal-Rausch-Verhältnis beträgt insgesamt:

$$S/N_k = 10 \log \left\{ \frac{\sum_{j=m}^{18} \int_{\Delta f_j} |F[h_{r,k}(t)w_{r,k}(t)]|^2 df}{\sum_{j=m}^{18} \int_{\Delta f_j} |F[h_{n,k}(t)w_{n,k}(t)]|^2 df} \right\} \quad (4)$$

Dabei ist

m	die Nummer des niedrigsten verlässlichen Terzfrequenzbandes.
-----	--

4.5.4 Abtastverfahren mit neun Mikrofonen

Die Schallquelle muss wie in 3.11 beschrieben angeordnet werden.

Das Messraster muss quadratisch mit einer Seitenlänge $2s = 0,80\text{ m}$ sein. Sein Mittelpunkt ist in der Bezugshöhe h_s anzubringen. Das Raster muss auf der nicht beschallten Seite der zu prüfenden Lärmschutzwand oder der verwandten Vorrichtung dann, wenn diese an ihrem Platz aufgebaut ist, so angeordnet werden, dass der waagerechte Abstand zur Mikrofon-Bezugsfläche $d_M = 0,25\text{ m}$ beträgt (siehe Bild 3, Bild 5, Bild 6, Bild 7 und Bild 8). Das Gitter muss so weit entfernt wie möglich von den Kanten der zu prüfenden Lärmschutzeinrichtung angeordnet werden.

Ein Satz von neun Mikrofonen, die an einem starren Rahmen befestigt sind, muss an den neun Abtastpunkten entsprechend dem Messraster angebracht sein, und die neun Impulsantworten sind gleichzeitig oder nacheinander zu messen. Jede von ihnen besteht aus der Direktkomponente, der durch die zu prüfende Lärmschutzeinrichtung durchtretenden Komponente, den gebeugten Komponenten und anderen Störreflexionen (siehe Bild 11).

Für jede Mikrofonposition muss eine „Freifeld“-Impulsantwort mit derselben geometrischen Messanordnung, aber ohne die Lärmschutzwand, gemessen werden.

Hierbei muss insbesondere der Abstand d_T der Mikrofonposition Nr. 5 von der Schallquelle konstant gehalten werden (siehe Bild 6 bis Bild 8):

$$d_T = d_s + t_B + d_M = 1,25 + t_B \quad (5)$$

Dabei ist

t_B die Dicke der Lärmschutzwand (siehe 3.14).

Es muss darauf geachtet werden, dass der Befestigungsrahmen das Ergebnis der Messung nicht verändert.

4.5.5 Adrienne-Zeitfenster

Bei der Anwendung dieses Dokuments muss für Zeitfenstervorgänge ein Zeitfenster, genannt Adrienne-Zeitfenster, mit folgenden Eigenschaften verwendet werden (siehe Bild 10):

- eine Vorderflanke als linksseitige halbe Blackman-Harris-Form mit einer Gesamtlänge von 0,5 ms („Vorfenster“);
- ein flacher Teil mit einer Gesamtlänge von 5,18 ms („Hauptteil“);
- eine Rückflanke als rechtsseitige halbe Blackman-Harris-Form mit einer Gesamtlänge von 2,22 ms.

Die Gesamtlänge des Adrienne-Zeitfensters beträgt $T_{W,ADR} = 7,9\text{ ms}$.

ANMERKUNG Ein viergliedriges vollständiges Blackman-Harris-Fenster der Länge $T_{W,BH}$ ist beschrieben durch:

$$w(t) = a_0 - a_1 \cos\left(\frac{2\pi t}{T_{W,BH}}\right) + a_2 \cos\left(\frac{4\pi t}{T_{W,BH}}\right) - a_3 \cos\left(\frac{6\pi t}{T_{W,BH}}\right) \quad (6)$$

Dabei ist

$$a_0 = 0,358\,75;$$

$$a_1 = 0,488\,29;$$

$$a_2 = 0,141\,28;$$

$$a_3 = 0,011\,68;$$

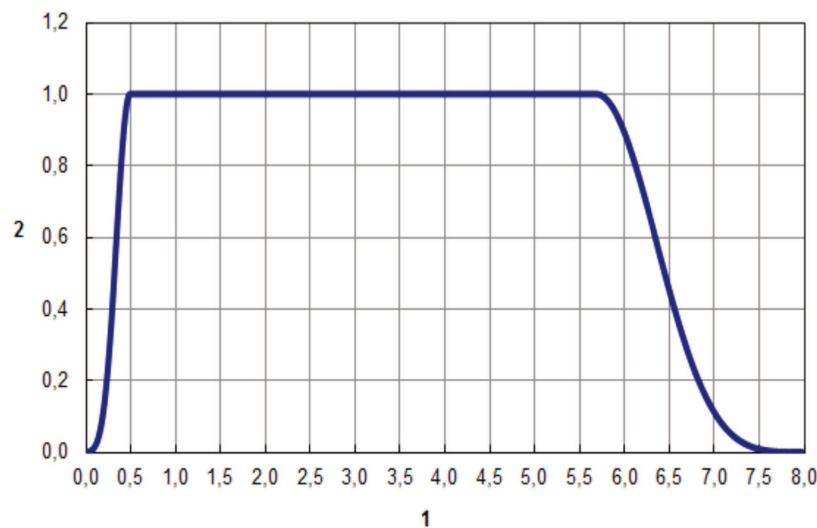
$$0 \leq t \leq T_{W,BH}$$

Wenn die Fensterlänge $T_{W,ADR}$ verändert werden muss (das tritt nur in Ausnahmefällen auf), müssen die Längen des flachen Teils und des rechtsseitigen Blackman-Harris-Teils ein Verhältnis von 7/3 aufweisen.

ANMERKUNG 1 Die Länge des Adrienne-Fensters muss beispielsweise verkürzt werden, um bei der Prüfung von Lärmschutzvorrichtungen mit einer Höhe von weniger als 4 m die Bodenreflexion vollständig aus dem Fenster für die Analyse der reflektierten Komponenten zu entfernen (siehe 4.5.6). In diesem Fall erhöht sich die untere Frequenzgrenze (siehe 4.5.7).

ANMERKUNG 2 Die Länge des Adrienne-Fensters darf bei der Prüfung sehr großer Prüfkörper vergrößert werden, um eine bessere untere Frequenzgrenze zu erreichen (siehe 4.5.7).

Der Punkt, an dem der flache Teil des Adrienne-Zeitfensters beginnt, heißt Markierungspunkt (MP).



Legende

- 1 Zeit [ms]
- 2 Adrienne-Zeitfenster-Form (willkürliche Einheiten)

Bild 10 — Das Adrienne-Zeitfenster

4.5.6 Anordnung des Adrienne-Zeitfensters

Direktkomponente

Für die „Freifeld“-Direktkomponente muss das Adrienne-Zeitfenster wie folgt angeordnet werden:

- die erste Spitze der Impulsantwort, die der Direktkomponente entspricht, wird ermittelt;
- ein Zeitpunkt, der um 0,2 ms vor der Spitze der Direktkomponente liegt, wird ermittelt;
- das Adrienne-Zeitfenster für die Direktkomponente wird so angeordnet, dass sein Markierungspunkt diesem Zeitpunkt entspricht.

Mit anderen Worten, das Adrienne-Zeitfenster für die Direktkomponente wird so angeordnet, dass sein flacher Teil 0,2 ms vor der Spitze der Direktkomponente beginnt.

Das oben beschriebene Verfahren muss für jede Mikrofonposition wiederholt werden. Bei Änderung der Mikrofonposition wird der Markierungspunkt zu leicht unterschiedlichen Zeitpunkten gesetzt.

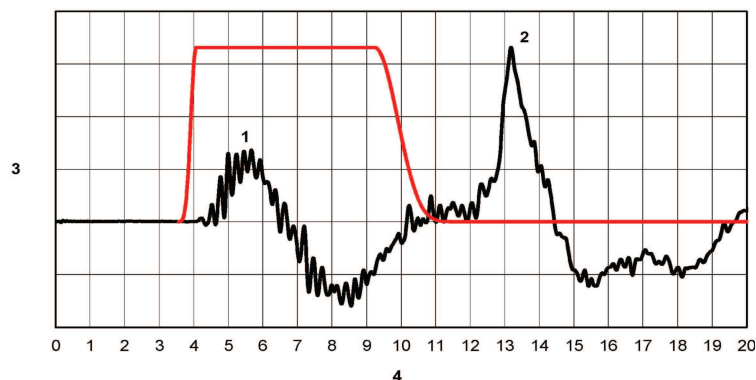
Durchtretende Komponente

Für die durchtretende Komponente muss das Adrienne-Zeitfenster wie folgt angeordnet werden:

- der Zeitpunkt, von dem an die durchtretende Komponente eintrifft (und der als Beginn des Durchtritts angesehen wird), wird, wenn möglich, durch geometrische Berechnung bestimmt;
- ein Zeitpunkt, der 0,2 ms vor dem Übertragungsbeginn liegt, wird bestimmt;
- das Adrienne-Zeitfenster für die durchtretende Komponente wird so angeordnet, dass sein Markierungspunkt diesem Zeitpunkt entspricht;
- der Zeitpunkt, von dem an Beugungsanteile eintreffen (und der als Beginn der Beugung angesehen wird), wird, wenn möglich, durch geometrische Berechnung bestimmt;
- das Adrienne-Zeitfenster für die durchtretende Komponente endet 7,4 ms nach dem Markierungspunkt oder zum Beugungsbeginn, je nachdem, welcher Zeitpunkt der frühere ist.

Mit anderen Worten, das Adrienne-Zeitfenster für die durchtretende Komponente wird so angeordnet, dass sein flacher Teil 0,2 ms vor der ersten Spitze der durchtretenden Komponente beginnt und seine hintere Schleppe vor dem Beugungsbeginn endet (siehe Bild 11).

Bei den Berechnungen, in die die Schallgeschwindigkeit c eingeht, muss deren temperaturabhängiger Wert verwendet werden.



Legende

- | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Zeit (ms) | 2 | Impulsantwort (relative Einheiten) |
| 3 | durchtretende Komponente | 4 | gebeugte Komponente |

Bild 11 — Beispiel für die Anwendung des Adrienne-Zeitfensters für die durchtretende Komponente einer Impulsantwort

4.5.7 Untere Frequenzgrenze

Das im vorliegenden Dokument verwendete Verfahren kann für verschiedene Prüfkörpergrößen verwendet werden.

Die untere Frequenzgrenze $f_{\min}$ der Messungen des Schalldämmungsindex hängt von der Form und Breite des Adrienne-Zeitfensters ab. Die Breite wiederum hängt von der kleinsten Querabmessung (Höhe oder Länge) der zu prüfenden Lärmschutzwand oder verwandten Vorrichtung ab.

Die folgenden unerwünschten Komponenten müssen außerhalb des Adrienne-Zeitfensters für die durchtretenden Komponenten bleiben:

- die Schallkomponenten, die durch die Kanten der zu prüfenden Lärmschutzeinrichtung gebeugt werden;
- die Schallkomponenten, die am Boden auf der Empfangs- oder Beschallungsseite der zu prüfenden Lärmschutzeinrichtung reflektiert werden.

Die folgenden Komponenten müssen innerhalb des Adrienne-Zeitfensters für die durchtretenden Komponenten bleiben:

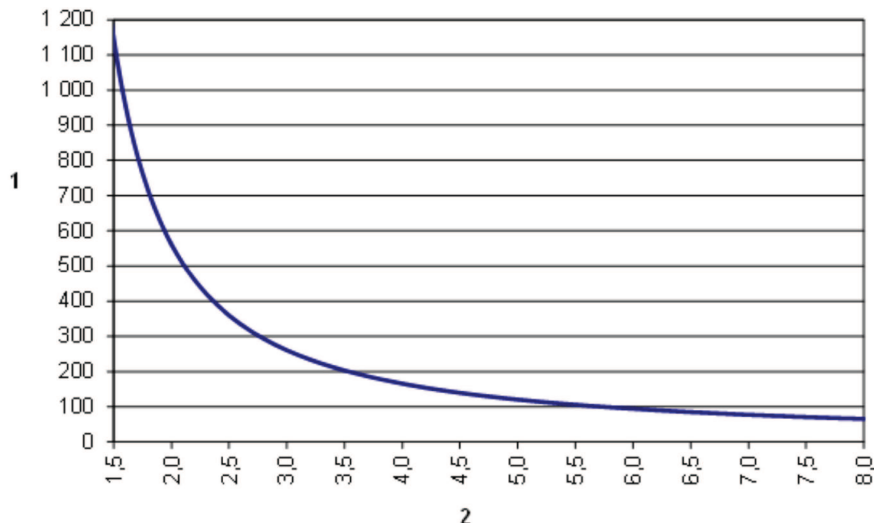
- die Schallkomponente, die durch den Prüfkörper durchtritt.

Für Güteprüfungen muss der Prüfkörper ein Mindestmaß von 4 m Höhe und 6 m Länge aufweisen (siehe Bild 5), wie in 5.3 angegeben. Diese Bedingungen führen zu einer unteren Frequenzgrenze für den Schalldämmungsindex von etwa 163 Hz, d. h. Messungen sind bis hinab zum Terzband mit der Mittelfrequenz 200 Hz gültig. Die Messwerte in den drei Terzbändern 100 Hz, 125 Hz und 160 Hz könnten zu Informationszwecken aufbewahrt werden.

Nachdem die korrekte Breite des Adrienne-Fensters durch geometrische Berechnungen und Sichtprüfung der Impulsantwort ermittelt wurde, kann die entsprechende untere Frequenzgrenze nach dem in Anhang A beschriebenen Verfahren berechnet oder aus Bild A.2 oder Tabelle A.1 entnommen werden.

In Bild 12 ist die untere Frequenzgrenze $f_{\min}$ für Messungen des Schalldämmungsindex in Abhängigkeit von der Höhe der Lärmschutzwand oder der verwandten Vorrichtung angegeben, wobei von folgenden Bedingungen ausgegangen wird:

- 1) Der Prüfkörper ist vertikal und flach.
- 2) Der Prüfkörper hat eine vernachlässigbare Dicke ($t_B \ll d_S$); bei Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen mit einer nicht vernachlässigbaren Dicke nimmt die untere Frequenzgrenze kleinere Werte an.
- 3) Die obere Kante des Prüfkörpers hat ein lineares und horizontales Profil, und es befinden sich keine Aufsätze auf der Oberseite des Prüfkörpers.



Legende

1 Untere Frequenzgrenze, $f_{\min}$ [Hz] 2 Höhe des Prüfkörpers, h_B [m]

Bild 12 — Untere Frequenzgrenze $f_{\min}$ der Messungen des Schalldämmungsindex in Abhängigkeit von der Höhe des Prüfkörpers unter den in 4.5.6 festgelegten Bedingungen

4.6 Anordnung der Messvorrichtung

4.6.1 Auswahl der Messpositionen

Die Messvorrichtung muss nahe der zu prüfenden Lärmschutzwand oder verwandten Vorrichtung in Positionen angeordnet sein, die nach folgenden Regeln ausgewählt werden.

In jedem Fall müssen alle Abstände mit einer relativen Messunsicherheit von höchstens 10 mm gemessen werden.

ANMERKUNG Einige Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen sind so hergestellt oder angebracht, dass ihre Oberfläche offensichtliche Unregelmäßigkeiten aufweist, so dass es schwierig ist, einen gut definierten Bezugspunkt zu finden, von dem aus ein Abstand gemessen werden kann, selbst wenn der Prüfkörper als eben angegeben ist. In diesen Fällen wird die Messunsicherheit von der Herstellungs- und Verarbeitungstoleranz bestimmt, die Werte bis zu einigen Zentimetern annehmen könnte, und es ist unmöglich, eine geringere Unsicherheit zu erhalten.

- Der Lautsprecher wird in der *Schallquellen-Bezugsposition* angeordnet (siehe 3.11).
- Das Messgitter wird auf der gegenüberliegenden Seite des Prüfkörpers angeordnet (siehe 3.13).
- Ein Messgitter (d. h. eine Anordnung von neun an starrem Rahmen befestigten Mikrofonen) wird an den Mikrofon-Bezugsebenen auf der schallabgewandten Seite der zu prüfenden Lärmschutzeinrichtung angebracht, und die neun Impulsantworten werden gleichzeitig oder nacheinander gemessen.

Der akustische Mittelpunkt der Schallquelle und der akustische Mittelpunkt des Mikrofons Nr. 5 (zentrale Position des Messgitters) müssen auf derselben horizontalen Linie liegen.

Eine „Freifeld“-Impulsantwort muss für jedes Mikrofon gemessen werden, wobei der Befestigungsrahmen mit der geometrischen Konfiguration der Anordnung beibehalten wird, ohne dass die Lärmschutzwand vorhanden ist (siehe Bild 3 und Bild 6).

Die neun Messungen auf dem Messgitter und die entsprechenden Freifeldmessungen müssen für den Schalldämmungsindex durchgeführt werden und nach der Gleichung (1) für den Schalldämmungsindex gemittelt werden.

4.6.2 Pfostenmessungen

Bei Lärmschutzwänden und verwandten Vorrichtungen mit Zwischenpfosten wie z. B. Lärmschutzwände, die aus einem oder mehreren akustischen Elementen bestehen, welche durch senkrechte Pfosten in festen Abständen gehalten werden, müssen eine Serie von neun Messungen auf dem Messgitter und eine Serie von Freifeld-Messungen durchgeführt werden, und zwar sowohl mittig über einem repräsentativen akustischen Element als auch über einen charakteristischen Pfosten.

4.6.3 Zusatzmessungen

Wenn zu vermuten ist, dass Schallundichtigkeiten an einer anderen Stelle, z. B. an der Bodenkante der zu prüfenden Lärmschutzwand, bestehen, kann eine weitere Serie von neun Messungen auf dem Messraster zuzüglich einer Reihe von Freifeld-Messungen durchgeführt werden, indem die Messvorrichtung nahe dieser undichten Stelle angeordnet wird. In diesem speziellen Fall ist das von der Bodenkante stammende Schallsignal kein „Störsignal“ mehr: Es ist das „durchtretende“ Signal, das gesucht wird. Dann muss das Adrienne-Zeitfenster auf der Grundlage einer geometrischen Berechnung, die im Prüfbericht anzugeben ist, vergrößert werden um dieses Signal mit zu erfassen und andere Störsignale auszublenden. Unter den möglichen Störsignalen ist die Bodenreflexion auf der Empfängerseite nicht von Interesse, da sich die scheinbare Schallquelle, d. h. die Undichtigkeit, auf dem Boden befindet.

4.6.4 Reflektierende Gegenstände

Jedes andere Objekt als die zu prüfende Lärmschutzeinrichtung muss als reflektierendes Objekt angesehen werden, das störende Reflexionen hervorrufen könnte (z. B. Leitplanken, Zäune, Felsen, parkende Kraftfahrzeuge usw.). Diese Objekte sollten so weit wie möglich vom/von den Mikrofon(en) entfernt und müssen in jedem Fall im Prüfbericht umfassend beschrieben werden.

Es muss darauf geachtet werden, dass der Mikrofonständer die Messung nicht beeinflusst.

4.6.5 Sicherheitsaspekte

Dieses Prüfverfahren kann bei der Durchführung gefährlich sein, wenn Messungen an der Seite von fahrenden Eisenbahnen durchgeführt werden. In diesem Dokument werden nicht alle mit dessen Anwendung verbundenen Sicherheitsprobleme behandelt. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Dokuments, die angemessenen Sicherheits- und Gesundheitsmaßnahmen zu treffen, und die Anwendbarkeit gesetzlicher Vorschriften vor der Anwendung festzulegen.

4.7 Prüfkörperoberfläche und Witterungsbedingungen

4.7.1 Zustand der Prüfkörperoberfläche

Bei Messungen zum Zwecke der Produktzertifizierung werden, sofern Feuchtigkeit nicht als Teil des Produkts betrachtet, Straßen nur dann Messungen durchgeführt, wenn zumindest in den drei Tagen vor den Messungen ein angemessener Regen- und Wasserschutz der Lärmschutzeinrichtung an Straßen vorgenommen wurde. In diesem Fall muss dem Prüfbericht ein Foto der Schutzeinrichtung (Unterstand, Plane usw.) beigelegt werden.

ANMERKUNG Beispiele für Lärmschutzwände und verwandte Vorrichtungen, bei denen Feuchtigkeit als Teil des Produkts betrachtet wird, sind: begrünte Wände, die als Lärmschutzwände verwendet werden, begrünte Stützmauern, die als schallabsorbierende Verkleidungen verwendet werden usw.

Die Temperatur der Prüfkörperoberfläche muss während der Messung zwischen 0 °C und 70 °C liegen.

4.7.2 Wind

Die Windgeschwindigkeit an den Mikrofonpositionen darf während der Messungen 5 m/s nicht überschreiten.

4.7.3 Lufttemperatur

Die Temperatur der Umgebungsluft muss während der Messungen zwischen 0 °C und 40 °C liegen. Bei Berechnungen, in die die Schallgeschwindigkeit eingeht, muss deren temperaturabhängiger Wert für die tatsächliche Temperatur im Bereich der Prüffläche verwendet werden.

4.8 Einzahl-Angabe

Drei Einzahl-Angaben zum Schalldämmungsindex (eine für akustische Elemente, eine für Pfosten, falls zutreffend, und eine Gesamtbewertung) können optional abgeleitet werden, um die Leistung des Prüfkörpers anzugeben. Die Berechnung muss entsprechend EN 16272-3-2 durchgeführt werden.

5 Messunsicherheit

Die Unsicherheit der Ergebnisse aus Messungen nach diesem Dokument muss nach ISO/IEC Guide 98-3 ermittelt werden. Gegebenenfalls muss im Bericht die erweiterte Unsicherheit zusammen mit dem zugehörigen Erweiterungsfaktor für eine festgelegte Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 %, wie in ISO/IEC Guide 98-3 definiert, angegeben werden. Für weitere Informationen zur Messunsicherheit, siehe Anhang B.

Dieses Verfahren setzt jedoch die Aufstellung eines analytischen Modells des Schallübertragungsindex in Abhängigkeit von vielen Eingangsgrößen voraus, was nach dem aktuellen Stand des Wissens nicht machbar scheint.

Daher können gegebenenfalls Standardabweichungen zur Vergleichspräzision als Schätzwerte für die kombinierte Standardunsicherheit des Schallübertragungsindex verwendet werden. Basierend darauf kann die erweiterte Unsicherheit zusammen mit dem zugehörigen Erweiterungsfaktor für eine festgelegte Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % angegeben werden.

6 Ablauf der Messung

Die Messung muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) die Prüfkörperoberfläche und meteorologische Bedingungen werden überprüft, um sicherzustellen, dass sie mit den Festlegungen in 4.7 übereinstimmen. Ist das nicht der Fall, kann die Messung nicht durchgeführt werden;
- b) die Messvorrichtung wird am Messort angeordnet wie in 4.6 festgelegt. Es gelten die Sicherheitsaspekte nach 4.6.5;
- c) das Prüfsignal wird gewählt und erzeugt;
- d) das vom/von den Mikrofon(en) empfangene Gesamtsignal wird mit der nach 4.5.2 gewählten Abtastrate erfasst;
- e) das vom/von den Mikrofon(en) empfangene Gesamtsignal wird verarbeitet, um die Gesamtpulsantwort an der (den) gewählten Messposition(en) zu bestimmen;
- f) um zu vermeiden, dass die Messung mit Hintergrundgeräuschen behaftet ist, werden die Gesamtpulsantworten weiter fortlaufend gemittelt, bis ein gegebener Genauigkeitsgrad in jedem