

## DIN EN ISO 16283-2



ICS 91.060.30; 91.120.20

**Entwurf**Einsprüche bis 2019-12-18  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN ISO 16283-2:2018-11**Akustik –****Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau –  
Teil 2: Trittschalldämmung (ISO/DIS 16283-2:2019);  
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16283-2:2019**

## Acoustics –

Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements –  
Part 2: Impact sound insulation (ISO/DIS 16283-2:2019);  
German and English version prEN ISO 16283-2:2019

## Acoustique –

Mesurage in situ de l'isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction –  
Partie 2: Isolation des bruits d'impacts (ISO/DIS 16283-2:2019);  
Version allemande et anglaise prEN ISO 16283-2:2019**Anwendungswarnvermerk**Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-10-18 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](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [nmp@din.de](mailto:nmp@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

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 106 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16283-2:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-31 AA „Schalldämmung und Schallabsorption, Messung und Bewertung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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.

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

|                       |       |                           |
|-----------------------|-------|---------------------------|
| IEC 60942             | siehe | DIN EN IEC 60942          |
| IEC 61183             | siehe | DIN EN 61183              |
| IEC 61260 (all parts) | siehe | DIN EN 61260 (alle Teile) |
| IEC 61672-1           | siehe | DIN EN 61672-1            |
| IEC 61672-2           | siehe | DIN EN 61672-2            |
| IEC 61672-3           | siehe | DIN EN 61672-3            |
| ISO 140-4*            | siehe | DIN EN ISO 140-4*         |
| ISO 140-5**           | siehe | DIN EN ISO 140-5**        |
| ISO 140-7***          | siehe | DIN EN ISO 140-7***       |
| ISO 140-14****        | siehe | DIN EN ISO 140-14****     |
| ISO 717-2             | siehe | DIN EN ISO 717-2          |
| ISO 3382-2            | siehe | DIN EN ISO 3382-2         |
| ISO 10052             | siehe | DIN EN ISO 10052          |
| ISO 10140-3           | siehe | DIN EN ISO 10140-3        |
| ISO 10140-5           | siehe | DIN EN ISO 10140-5        |
| ISO 12354-2           | siehe | DIN EN ISO 12354-2        |
| ISO 12999-1           | siehe | DIN EN ISO 12999-1        |
| ISO 16283-1           | siehe | DIN EN ISO 16283-1        |
| ISO 16283-3           | siehe | DIN EN ISO 16283-3        |
| ISO 18233             | siehe | DIN EN ISO 18233          |
| ISO/IEC 17025         | siehe | DIN EN ISO/IEC 17025      |

---

\* ISO 140-4 wurde zurückgezogen und ersetzt durch ISO 16283-1, siehe DIN EN ISO 16283-1.

\*\* ISO 140-5 wurde zurückgezogen und ersetzt durch ISO 16283-1 und ISO 16283-3, siehe DIN EN ISO 16283-1 und DIN EN ISO 16283-3.

\*\*\* ISO 140-7 wurde zurückgezogen und ersetzt durch ISO 16283-1 und ISO 16283-2, siehe DIN EN ISO 16283-1 und DIN EN ISO 16283-2.

\*\*\*\* ISO 140-14 wurde zurückgezogen und ersetzt durch ISO 16283-1, ISO 16283-2 und ISO 16283-3, siehe DIN EN ISO 16283-1, DIN EN ISO 16283-2 und DIN EN ISO 16283-3.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN ISO 16283-2:2018-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Unterabschnitt 7.3.2 so abgeändert, dass die Wahl der Mikrofonposition für alle Trittschallquellen gilt;
- c) Literaturhinweise aktualisiert;
- d) Norm redaktionell überarbeitet.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 61183, *Elektroakustik — Kalibrierung von Schallpegelmessern in einem Schallfeld mit stochastischem Schalleinfall und im diffusen Schallfeld*

DIN EN 61260 (alle Teile), *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven*

DIN EN 61672-1, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 61672-2, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 2: Baumusterprüfung*

DIN EN 61672-3, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 3: Periodische Einzelprüfung*

DIN EN IEC 60942, *Elektroakustik — Schallkalibratoren*

DIN EN ISO 140-4, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden*

DIN EN ISO 140-5, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden an Gebäuden*

DIN EN ISO 140-7, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden*

DIN EN ISO 140-14, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 14: Leitfäden für besondere bauliche Bedingungen*

DIN EN ISO 717-2, *Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 2: Trittschalldämmung*

DIN EN ISO 3382-2, *Akustik — Messung von Parametern der Raumakustik — Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen*

DIN EN ISO 10052, *Akustik — Messung der Luftschalldämmung und Trittschalldämmung und des Schalls von haustechnischen Anlagen in Gebäuden — Kurzverfahren*

DIN EN ISO 10140-3, *Akustik — Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand — Teil 3: Messung der Trittschalldämmung*

DIN EN ISO 10140-5, *Akustik — Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand — Teil 5: Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen*

DIN EN ISO 12354-2, *Bauakustik — Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften — Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen*

DIN EN ISO 12999-1, *Akustik — Bestimmung und Anwendung der Messunsicherheiten in der Bauakustik — Teil 1: Schalldämmung*

DIN EN ISO 16283-1, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau — Teil 1: Luftschalldämmung*

DIN EN ISO 16283-3, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau — Teil 3: Fassadenschalldämmung*

DIN EN ISO 18233, *Akustik — Anwendung neuer Messverfahren in der Bau- und Raumakustik*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

— Leerseite —

## **Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau — Teil 2: Trittschalldämmung (ISO/DIS 16283-2:2019)**

*Acoustique — Mesurage in situ de l'isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction — Partie 2 : Isolation des bruits d'impacts (ISO/DIS 16283-2:2019)*

*Acoustics — Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 2: Impact sound insulation (ISO/DIS 16283-2:2019)*

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm  
Dokument-Untertyp:  
Dokumentstufe: parallele Umfrage  
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9p

## Inhalt

|                                                                                                   | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                        | 4     |
| Vorwort .....                                                                                     | 5     |
| Einleitung .....                                                                                  | 6     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                         | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                    | 7     |
| 3 Begriffe .....                                                                                  | 7     |
| 4 Geräteausstattung .....                                                                         | 11    |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                             | 11    |
| 4.2 Kalibrierung .....                                                                            | 11    |
| 4.3 Verifizierung .....                                                                           | 11    |
| 5 Frequenzbereich .....                                                                           | 12    |
| 5.1 Hammerwerk als Trittschallquelle .....                                                        | 12    |
| 5.2 Gummiball als Trittschallquelle .....                                                         | 12    |
| 6 Allgemeines .....                                                                               | 12    |
| 7 Standardverfahren zur Messung des Schalldruckpegels .....                                       | 13    |
| 7.1 Allgemeines .....                                                                             | 13    |
| 7.2 Erzeugung des Schallfeldes .....                                                              | 13    |
| 7.2.1 Allgemeines .....                                                                           | 13    |
| 7.2.2 Positionen des als Trittschallquelle verwendeten Hammerwerks .....                          | 14    |
| 7.2.3 Positionen des als Trittschallquelle verwendeten Gummiballs .....                           | 14    |
| 7.3 Feste Mikrofonpositionen für das Hammerwerk oder den Gummiball als<br>Trittschallquelle ..... | 14    |
| 7.3.1 Allgemeines .....                                                                           | 14    |
| 7.3.2 Anzahl der Messungen .....                                                                  | 14    |
| 7.3.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk .....                                     | 15    |
| 7.3.4 An mehr als einer Position eingesetzter Gummiball .....                                     | 15    |
| 7.4 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon für das Hammerwerk als<br>Trittschallquelle ..... | 16    |
| 7.4.1 Allgemeines .....                                                                           | 16    |
| 7.4.2 Anzahl der Messungen .....                                                                  | 16    |
| 7.4.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk .....                                     | 16    |
| 7.5 Mikrofon mit manueller Abtastung für das Hammerwerk als Trittschallquelle .....               | 16    |
| 7.5.1 Allgemeines .....                                                                           | 16    |
| 7.5.2 Anzahl der Messungen .....                                                                  | 16    |
| 7.5.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk .....                                     | 16    |
| 7.5.4 Kreis .....                                                                                 | 17    |
| 7.5.5 Helix .....                                                                                 | 17    |
| 7.5.6 Zylindrisch .....                                                                           | 17    |
| 7.5.7 Drei Halbkreise .....                                                                       | 17    |
| 7.6 Mindestabstände für Mikrofonpositionen .....                                                  | 18    |
| 7.7 Mittelungszeiten für das Hammerwerk als Trittschallquelle .....                               | 18    |
| 7.7.1 Feste Mikrofonpositionen .....                                                              | 18    |
| 7.7.2 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon .....                                           | 19    |
| 7.7.3 Mikrofon mit manueller Abtastung .....                                                      | 19    |

|              |                                                                                                                                            |           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7.8</b>   | <b>Berechnung der energetisch gemittelten Schalldruckpegel .....</b>                                                                       | <b>19</b> |
| <b>7.8.1</b> | <b>Feste Mikrofonpositionen für das Hammerwerk als Trittschallquelle .....</b>                                                             | <b>19</b> |
| <b>7.8.2</b> | <b>Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon und Mikrofon mit manueller Abtastung<br/>für das Hammerwerk als Trittschallquelle .....</b> | <b>19</b> |
| <b>7.8.3</b> | <b>Feste Mikrofonpositionen für den Gummiball als Trittschallquelle .....</b>                                                              | <b>20</b> |
| <b>8</b>     | <b>Verfahren für die Messung des Schalldruckpegels bei tiefen Frequenzen mit dem<br/>Hammerwerk als Trittschallquelle .....</b>            | <b>20</b> |
| <b>8.1</b>   | <b>Allgemeines .....</b>                                                                                                                   | <b>20</b> |
| <b>8.2</b>   | <b>Erzeugung des Schallfeldes .....</b>                                                                                                    | <b>20</b> |
| <b>8.2.1</b> | <b>Allgemeines .....</b>                                                                                                                   | <b>20</b> |
| <b>8.2.2</b> | <b>Trittschallquellenpositionen .....</b>                                                                                                  | <b>20</b> |
| <b>8.3</b>   | <b>Mikrofonpositionen .....</b>                                                                                                            | <b>20</b> |
| <b>8.4</b>   | <b>Mittelungszeit .....</b>                                                                                                                | <b>21</b> |
| <b>8.5</b>   | <b>Berechnung der energetisch gemittelten Trittschallpegel bei tiefen Frequenzen .....</b>                                                 | <b>22</b> |
| <b>9</b>     | <b>Störgeräusch (Standardverfahren und Verfahren bei tiefen Frequenzen) .....</b>                                                          | <b>22</b> |
| <b>9.1</b>   | <b>Allgemeines .....</b>                                                                                                                   | <b>22</b> |
| <b>9.2</b>   | <b>Störgeräuschkorrektur des Signalpegels .....</b>                                                                                        | <b>23</b> |
| <b>10</b>    | <b>Nachhallzeit im Empfangsraum (Standardverfahren und Verfahren bei tiefen<br/>Frequenzen) .....</b>                                      | <b>24</b> |
| <b>10.1</b>  | <b>Allgemeines .....</b>                                                                                                                   | <b>24</b> |
| <b>10.2</b>  | <b>Erzeugung des Schallfeldes .....</b>                                                                                                    | <b>24</b> |
| <b>10.3</b>  | <b>Standardverfahren .....</b>                                                                                                             | <b>25</b> |
| <b>10.4</b>  | <b>Verfahren bei tiefen Frequenzen .....</b>                                                                                               | <b>25</b> |
| <b>10.5</b>  | <b>Verfahren des abgeschalteten Rauschens .....</b>                                                                                        | <b>25</b> |
| <b>10.6</b>  | <b>Verfahren der integrierten Impulsantwort .....</b>                                                                                      | <b>25</b> |
| <b>11</b>    | <b>Umwandlung in Oktavbänder .....</b>                                                                                                     | <b>26</b> |
| <b>12</b>    | <b>Angabe der Ergebnisse .....</b>                                                                                                         | <b>26</b> |
| <b>13</b>    | <b>Unsicherheit .....</b>                                                                                                                  | <b>26</b> |
| <b>14</b>    | <b>Prüfbericht .....</b>                                                                                                                   | <b>27</b> |
|              | <b>Anhang A (normativ) Trittschallquellen .....</b>                                                                                        | <b>28</b> |
|              | <b>Anhang B (normativ) Anforderungen an Lautsprecher zur Messung der Nachhallzeit .....</b>                                                | <b>34</b> |
|              | <b>Anhang C (informativ) Vordrucke für die Angabe der Ergebnisse .....</b>                                                                 | <b>35</b> |
|              | <b>Anhang D (informativ) Zusätzliche Anleitung .....</b>                                                                                   | <b>39</b> |
|              | <b>Anhang E (informativ) Horizontale Messungen – Beispiele für geeignete<br/>Trittschallquellen- und Mikrofonpositionen .....</b>          | <b>44</b> |
|              | <b>Anhang F (informativ) Vertikale Messungen – Beispiele für geeignete<br/>Trittschallquellen- und Mikrofonpositionen .....</b>            | <b>48</b> |
|              | <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                                                             | <b>51</b> |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16283-2:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 16283-2:2018 ersetzen.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 16283-2:2019 wurde von CEN als prEN ISO 16283-2:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

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

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

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

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

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43, *Acoustics*, Unterkomitee SC 2, *Building acoustics*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 16283-2:2015), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

— geänderter Text in 7.3.2, so dass die Wahl der Mikrofonpositionen für jede Trittschallquelle gilt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 16283 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

## Einleitung

ISO 16283 (alle Teile) beschreibt Verfahren zur Messung der Schalldämmung in Gebäuden am Bau. Die Luftschall-, die Trittschall- und die Fassadenschalldämmung sind jeweils in ISO 16283-1, diesem Dokument (ISO 16283-2) bzw. ISO 16283-3 beschrieben.

Die zuvor in ISO 140-4<sup>1)</sup>, ISO 140-5<sup>2)</sup> und ISO 140-7<sup>3)</sup> beschriebenen Messungen der Schalldämmung in Gebäuden waren a) in erster Linie für Messungen an Orten vorgesehen, an denen das Schallfeld als diffus angesehen werden konnte, und enthielten b) keine eindeutige Aussage dazu, ob während der Messung Bedienungspersonen in den Räumen anwesend sein konnten. ISO 16283 (alle Teile) unterscheidet sich von ISO 140-4, ISO 140-5 und ISO 140-7 darin, dass sie:

- a) für Räume gilt, in denen das Schallfeld etwa einem diffusen Feld entsprechen darf, dies jedoch nicht braucht;
- b) erläutert, wie Bedienungspersonen das Schallfeld unter Anwendung eines handgehaltenen Mikrofons oder Schallpegelmessgeräts messen können;
- c) eine zusätzliche Anleitung enthält, die zuvor in ISO 140-14<sup>4)</sup> enthalten war.

**ANMERKUNG** Kurzverfahren für Messungen der Luft- und Trittschalldämmung am Bau werden in ISO 10052 behandelt.

Es werden zwei Trittschallquellen beschrieben: das Hammerwerk und der Gummiball. Diese Trittschallquellen reproduzieren nicht genau alle Arten von möglicherweise in der Praxis auf Decken oder Treppen in Gebäuden wirkende Stöße.

Das Hammerwerk kann benutzt werden, um verschiedene leichte, harte Stöße zu beurteilen, wie z. B. Schritte durch gehende Personen, die Schuhwerk mit hartem Absatz tragen, oder herabfallende Gegenstände. Unter Anwendung der Bewertungsverfahren nach ISO 717-2 kann eine Einzahlangabe berechnet werden. Diese Einzahlangabe setzt die mit dem Hammerwerk gemessene Trittschalldämmung ins Verhältnis zur subjektiven Beurteilung allgemeiner Stöße in Wohneinheiten, die auf Decken oder Treppen in einem Gebäude auftreten. Das Hammerwerk ist ebenfalls gut für die Vorhersage der Trittschalldämmung nach ISO 12354-2 geeignet. Diese beiden Aspekte erleichtern die Spezifikation der Trittschalldämmung in nationalen Bauvorschriften unter alleiniger Anwendung des Hammerwerks als Trittschallquelle.

Der Gummiball kann zur Beurteilung schwerer, weicher Stöße benutzt werden, wie z. B. durch barfuß gehende Personen oder springende Kinder, sowie zur quantitativen Bestimmung von Absolutwerten, die in Form eines maximalen Schalldruckpegels bei Zeitbewertung „Fast“ auf durch Menschen verursachte Störungen bezogen werden können. Derzeit enthält keine Internationale Norm Berechnungsverfahren für eine Einzahlangabe.

---

1) Zurückgezogen.  
2) Zurückgezogen.  
3) Zurückgezogen.  
4) Zurückgezogen.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren zur Bestimmung der Trittschalldämmung durch Schalldruckmessungen mit einer auf einer Decke oder Treppen in einem Gebäude wirkenden Trittschallquelle fest. Diese Verfahren sind für Raumvolumen im Bereich von 10 m<sup>3</sup> bis 250 m<sup>3</sup> und den Frequenzbereich von 50 Hz bis 5 000 Hz vorgesehen. Die Prüfergebnisse können genutzt werden, um die Trittschalldämmung in unmöblierten oder möblierten Räumen quantitativ zu bestimmen, zu beurteilen und miteinander zu vergleichen, wobei das Schallfeld etwa einem diffusen Schallfeld entsprechen kann.

## 2 Normative Verweisungen

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

IEC 60942, *Electroacoustics — Sound calibrators*

IEC 61183, *Electroacoustics — Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters*

IEC 61260 (all parts), *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters*

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

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

ISO 3382-2, *Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 2: Reverberation time in ordinary rooms*

ISO 12999-1, *Acoustics — Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics — Part 1: Sound insulation*

ISO 18233, *Acoustics — Application of new measurement methods in building and room acoustics*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

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

### 3.1

#### energetisch gemittelter Trittschallpegel in einem Raum

$L_i$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses vom räumlichen und zeitlichen Mittelwert des Quadrats des Schalldrucks zum Quadrat des Bezugsschalldrucks, wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet und der räumliche Mittelwert über den zentralen Bereich des Raumes gebildet wird, in dem die Nahfeldstrahlung der Raumgrenzen von vernachlässigbarem Einfluss ist

Anmerkung 1 zum Begriff:  $L_i$  wird in Dezibel (dB) angegeben.

### 3.2

#### **Trittschallpegel der Ecke in einem Raum**

$L_{i,Corner}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des höchsten zeitlichen Mittelwerts des Quadrats des Schalldrucks aus dem Satz der Eckmessungen zum Quadrat des Bezugsschalldrucks für den tiefen Frequenzbereich (50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder), wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet

Anmerkung 1 zum Begriff:  $L_{i,Corner}$  wird in Dezibel (dB) angegeben.

### 3.3

#### **energetisch gemittelter Trittschallpegel im tiefen Frequenzbereich in einem Raum**

$L_{i,LF}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses vom räumlichen und zeitlichen Mittelwert des Quadrats des Schalldrucks zum Quadrat des Bezugsschalldrucks im tiefen Frequenzbereich (50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder), wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet und der räumliche Mittelwert ein gewichteter Mittelwert ist, der unter Nutzung der Raumecken, in denen die Schalldruckpegel am höchsten sind, sowie des zentralen Bereichs des Raumes berechnet wird, in dem die Nahfeldstrahlung der Raumgrenzen von vernachlässigbarem Einfluss ist

Anmerkung 1 zum Begriff:  $L_{i,LF}$  wird in Dezibel (dB) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff:  $L_{i,LF}$  ist ein Schätzwert des energetisch gemittelten Schalldruckpegels für das gesamte Raumvolumen.

### 3.4

#### **energetisch gemittelter maximaler Trittschallpegel in einem Raum**

$L_{i,Fmax}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses vom räumlichen Mittelwert des Quadrats des maximalen Schalldrucks bei Zeitbewertung „Fast“ zum Quadrat des Bezugsschalldrucks, wobei der Gummiball die Trittschallquelle bildet und der räumliche Mittelwert über den zentralen Bereich des Raumes gebildet wird, in dem die Nahfeldstrahlung der Raumgrenzen von vernachlässigbarem Einfluss ist

Anmerkung 1 zum Begriff:  $L_{i,Fmax}$  wird in Dezibel (dB) angegeben.

### 3.5

#### **Nachhallzeit**

$T$

Zeit, die erforderlich ist, bis sich der Schalldruckpegel in einem Raum nach Abschalten der Schallquelle um 60 dB verringert hat

Anmerkung 1 zum Begriff:  $T$  wird in Sekunden (s) angegeben.

### 3.6

#### **Störgeräuschpegel**

im Empfangsraum gemessener Schalldruckpegel aller Quellen, mit Ausnahme der Trittschallquelle

### 3.7

#### **feststehendes Mikrofon**

Mikrofon, das mit Hilfe einer Vorrichtung, wie z. B. einem Stativ, im Raum so fixiert wird, dass es ortsfest ist

### 3.8

#### **kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon**

Mikrofon, das mechanisch mit annähernd konstanter Winkelgeschwindigkeit in einem Kreis oder mechanisch entlang eines kreisförmigen Weges bewegt wird, wobei der Winkel der Rotation um eine feststehende Achse zwischen 270° und 360° beträgt

### 3.9

#### **Mikrofon mit manueller Abtastung**

an einem handgehaltenen Schallpegelmessgerät oder einer Verlängerungsstange befestigtes Mikrofon, das durch eine Bedienungsperson entlang eines vorgeschriebenen Weges bewegt wird

### 3.10

#### **manuell gehaltenes Mikrofon**

an einem handgehaltenen Schallpegelmessgerät oder einer Stange befestigtes Mikrofon, das durch eine Bedienungsperson an einer festen Position gehalten wird, die mindestens eine Armlänge vom Rumpf dieser Person entfernt ist

### 3.11

#### **Trennbauteil**

gesamte Oberfläche der Decke oder Treppe, die durch die Trittschallquelle angeregt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei zwei Räumen, die vertikal oder horizontal gegeneinander versetzt sind, ist deren gesamte Oberfläche nicht von beiden Seiten des Trennbauteils zu sehen; deshalb ist es erforderlich, das Trennbauteil als gesamte Oberfläche zu definieren.

### 3.12

#### **gemeinsames Trennbauteil**

Teil der Decke oder Treppe, welcher den Raum, in dem die Trittschallquelle zum Einsatz kommt, und den Empfangsraum teilt

### 3.13

#### **Standard-Trittschallpegel**

$L'_{nT}$

*energetisch gemittelter Trittschallpegel*  $L_i$  (3.1), verringert um einen Korrekturterm, der in Dezibel angegeben ist; der Korrekturterm ist das Zehnfache des dekadischen Logarithmus des Verhältnisses der gemessenen Nachhallzeit  $T$  (3.5) zur Bezugs-Nachhallzeit  $T_0$ , welche nach Gleichung (1) berechnet wird, wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet:

$$L'_{nT} = L_i - 10 \lg \frac{T}{T_0} \quad (1)$$

Dabei ist

$T$  die Nachhallzeit im Empfangsraum, in s;

$T_0$  die Bezugs-Nachhallzeit, in s (für Wohnräume beträgt sie  $T_0 = 0,5$  s).

Anmerkung 1 zum Begriff:  $L'_{nT}$  wird in Dezibel (dB) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Trittschallpegel wird auf eine *Nachhallzeit* (3.5) von 0,5 s bezogen, da sich für Wohnräume mit Möbeln ergeben hat, dass die Nachhallzeit hier nahezu unabhängig von Volumen und Frequenz ist und annähernd 0,5 s entspricht.

Anmerkung 3 zum Begriff:  $L'_{nT}$  liefert eine direkte Verbindung zum subjektiven Eindruck der Trittschalldämmung.

### 3.14

#### äquivalente Absorptionsfläche

$A$

hypothetische Fläche einer vollständig absorbierenden Oberfläche ohne Beugungseffekte, die, falls sie das einzige absorbierende Element im Raum wäre, dieselbe *Nachhallzeit* (3.5) wie der betrachtete Raum ergeben würde und die unter Anwendung der Sabine'schen Formel nach Gleichung (2) berechnet wird:

$$A = \frac{0,16 V}{T} \quad (2)$$

Dabei ist

$V$  das Volumen des Empfangsraums, in  $\text{m}^3$ ;

$T$  die Nachhallzeit im Empfangsraum, in s.

Anmerkung 1 zum Begriff:  $A$  wird in Quadratmeter ( $\text{m}^2$ ) angegeben.

### 3.15

#### Norm-Trittschallpegel

$L'_n$

*energetisch gemittelter Trittschallpegel*  $L_i$  (3.1), erhöht um einen Korrekturterm, der in Dezibel angegeben ist; der Korrekturterm ist das Zehnfache des dekadischen Logarithmus des Verhältnisses der gemessenen *äquivalenten Absorptionsfläche*  $A$  (3.14) des Empfangsraums zur äquivalenten Bezugs-Absorptionsfläche  $A_0$ , welcher nach Gleichung (3) berechnet wird, wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet:

$$L'_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0} \quad (3)$$

Dabei ist

$A$  die äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum, in  $\text{m}^2$ ;

$A_0$  die äquivalente Bezugs-Absorptionsfläche, in  $\text{m}^2$  (für Wohnräume beträgt sie  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ ).

Anmerkung 1 zum Begriff:  $L'_n$  wird in Dezibel (dB) angegeben.

### 3.16

#### maximaler Standard-Trittschallpegel

$L'_{i,\text{Fmax},V,T}$

*energetisch gemittelter maximaler Trittschallpegel*  $L_{i,\text{Fmax}}$  (3.4), erhöht um einen Korrekturterm für das Raumvolumen und verringert um einen Korrekturterm für die Nachhallzeit und die Zeitbewertung „Fast“, der nach Gleichung (4), Gleichung (5) und Gleichung (6) berechnet wird, wobei der Gummiball die Trittschallquelle bildet:

$$L'_{i,\text{Fmax},V,T} = L_{i,\text{Fmax}} + 10 \lg \frac{V}{V_0} - 10 \lg \left[ \frac{1 - C_0^{-1}}{1 - C^{-1}} \left( \frac{C^{(1-C)^{-1}} - C^{-(1-C^{-1})^{-1}}}{C_0^{(1-C_0)^{-1}} - C_0^{-(1-C_0^{-1})^{-1}}} \right) \right] \quad (4)$$

$$C_0 = \frac{T_0}{1,727 \text{ s}} \quad (5)$$

$$C = \frac{T}{1,727 \text{ s}} \quad (6)$$

Dabei ist

$T$  die Nachhallzeit im Empfangsraum, in s;

$T_0$  die Bezugs-Nachhallzeit, in s (für Wohnräume beträgt sie  $T_0 = 0,5$  s);

$V$  das Volumen des Empfangsraums, in  $\text{m}^3$ ;

$V_0$  das Bezugsvolumen des Empfangsraums, in  $\text{m}^3$  (für Wohnräume beträgt es  $V_0 = 50$   $\text{m}^3$ ).

Anmerkung 1 zum Begriff:  $L'_{i,Fmax,V,T}$  wird in Dezibel (dB) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Hintergrundinformationen können Literaturhinweis [1] entnommen werden.

## 4 Geräteausstattung

### 4.1 Allgemeines

Die Geräte zur Messung der Schalldruckpegel, einschließlich Mikrofon(e) sowie Kabel, Windschutzschirm(e), Aufzeichnungsgeräte und des sonstigen Zubehörs, sofern eingesetzt, müssen die Anforderungen an Geräte der Klasse 0 oder Klasse 1 nach IEC 61672-1 für Anwendungen mit diffusem Schalleinfall erfüllen.

Filter müssen die Anforderungen an Geräte der Klasse 0 oder Klasse 1 nach IEC 61260 (alle Teile) erfüllen.

Die Messausrüstung zur Bestimmung der Nachhallzeit muss den Anforderungen nach ISO 3382-2 entsprechen.

Die Trittschallquellen müssen die in Anhang A angegebenen Anforderungen erfüllen.

### 4.2 Kalibrierung

Zu Beginn und am Ende jeder Messreihe und mindestens zu Beginn und am Ende jedes Messtages muss das gesamte System zur Messung des Schalldruckpegels unter Einsatz eines Schallkalibrators, der die Anforderungen an Geräte der Klasse 0 oder Klasse 1 nach IEC 60942 erfüllt, bei einer oder mehreren Frequenz(en) überprüft werden. Bei jeder Anwendung des Kalibrators sollte der mit dem Kalibrator gemessene Schalldruckpegel in den Prüfunterlagen der Bedienungsperson aufgezeichnet werden. Ohne dass weitere Einstellungen vorgenommen werden, darf die Differenz zwischen den Ablesewerten zweier aufeinanderfolgender Überprüfungen höchstens 0,5 dB betragen. Wird dieser Wert überschritten, sind die nach der vorhergehenden zufriedenstellenden Überprüfung erhaltenen Messergebnisse zu verwerfen.

### 4.3 Verifizierung

Die Übereinstimmung des Messgeräts für den Schalldruckpegel, der Filter und des Schallkalibrators mit den zutreffenden Anforderungen ist durch Überprüfung auf Vorhandensein eines gültigen Konformitätsnachweises zu verifizieren. Sofern anwendbar, muss die Antwort des Mikrofons auf den diffusen Schalleinfall nach einem Verfahren entsprechend IEC 61183 verifiziert werden. Die gesamte Übereinstimmungsprüfung muss unter Sicherstellung der metrologischen Rückführbarkeit auf die zutreffenden Messnormale durch ein Laboratorium entsprechend den Anforderungen von ISO/IEC 17025 vorgenommen werden.

Der Schallkalibrator sollte in Intervallen von höchstens einem Jahr kalibriert werden; die Übereinstimmung des Gerätesystems mit den Anforderungen von IEC 61672-1 und die Übereinstimmung des Filtersatzes mit den Anforderungen von IEC 61260 (alle Teile) sollten in Intervallen von jeweils höchstens zwei Jahren verifiziert werden.

## 5 Frequenzbereich

### 5.1 Hammerwerk als Trittschallquelle

Sämtliche Größen müssen unter Anwendung von Terzbandfiltern mit mindestens den folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, gemessen werden: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250, 1 600, 2 000, 2 500, 3 150.

Werden zusätzliche Angaben bei tiefen Frequenzen benötigt, sind Terzbandfilter mit den folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, zu verwenden: 50, 63, 80.

Werden zusätzliche Angaben bei hohen Frequenzen benötigt, sind Terzbandfilter mit den folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, zu verwenden: 4 000, 5 000.

ANMERKUNG Die Messung von zusätzlichen Angaben im Bereich der tiefen und hohen Frequenzen ist optional.

### 5.2 Gummiball als Trittschallquelle

Sämtliche Größen sind unter Anwendung von Terzbandfiltern oder Oktavbandfiltern zu messen.

Terzbandfilter müssen mindestens die folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, aufweisen: 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630.

## 6 Allgemeines

Für die Bestimmung der Trittschalldämmung muss ein Raum als Empfangsraum ausgewählt werden, in den durch eine auf das Trennbauteil wirkende Trittschallquelle erzeugter Schall abgestrahlt wird. Der Raum oder Bereich, in dem die Trittschallquelle betrieben wird, wird als Senderraum bezeichnet.

Die erforderlichen Messungen umfassen die Schalldruckpegel im Empfangsraum bei eingeschalteter Trittschallquelle, die Störgeräuschpegel im Empfangsraum bei ausgeschalteter Trittschallquelle und die Nachhallzeiten im Empfangsraum.

Es werden zwei Trittschallquellen beschrieben: das Hammerwerk und der Gummiball.

Es werden zwei Messverfahren beschrieben, die für den Schalldruckpegel, die Nachhallzeit und das Störgeräusch angewendet werden müssen: ein Standardverfahren und ein zusätzliches Verfahren bei tiefen Frequenzen.

Für den Schalldruckpegel und das Störgeräusch verlangt das Standardverfahren Messungen im zentralen Bereich eines Raumes an von den Raumgrenzen entfernt liegenden Positionen. Im Falle des Hammerwerks als Trittschallquelle besteht das Standardverfahren für alle Frequenzen darin, den energetisch gemittelten Schalldruckpegel mit einem feststehenden Mikrofon oder einem von einer Position zur nächsten bewegten manuell gehaltenen Mikrofon, einer Gruppe von feststehenden Mikrofonen, einem kontinuierlich mechanisch bewegten Mikrofon oder einem Mikrofon mit manueller Abtastung zu ermitteln. Im Falle des Gummiballs als Trittschallquelle besteht das Standardverfahren für alle Frequenzen darin, den energetisch gemittelten Schalldruckpegel mit einem feststehenden Mikrofon oder einem von einer Position zur nächsten bewegten manuell gehaltenen Mikrofon oder einer Gruppe von feststehenden Mikrofonen zu ermitteln.

Für den Schalldruckpegel und das Störgeräusch muss bei Anwendung des Hammerwerks als Trittschallquelle das Verfahren bei tiefen Frequenzen für die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder im Empfangsraum angewendet werden, wenn dessen Volumen kleiner als 25 m<sup>3</sup> ist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter). Dieses Verfahren sollte zusätzlich zum Standardverfahren durchgeführt werden und erfordert zusätzliche Messungen des Schalldruckpegels in den Ecken des Empfangsraums unter Einsatz entweder eines feststehenden Mikrofons oder eines manuell gehaltenen Mikrofons.

ANMERKUNG 1 Das Verfahren bei tiefen Frequenzen ist in kleinen Räumen aufgrund der großen räumlichen Schwankungen im Schalldruckpegel des modalen Schallfeldes erforderlich. In diesen Fällen werden Eckmessungen durchgeführt, um die Wiederhol- und Vergleichpräzision sowie die Relevanz für die Benutzer des Raumes zu verbessern.

ANMERKUNG 2 Das Verfahren bei tiefen Frequenzen wird nicht mit dem Gummiball angewendet, da bisher noch kein Zusammenhang zwischen einer beliebigen Kombination von Messungen des maximalen Schalldruckpegels mit Zeitbewertung „Fast“ in den Ecken und im zentralen Bereich eines Raumes und des über das gesamte Raumvolumen räumlich gemittelten maximalen Schalldruckpegels mit Zeitbewertung „Fast“ nachgewiesen wurde.

Für die Nachhallzeit muss das Verfahren bei tiefen Frequenzen für die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder im Empfangsraum angewendet werden, wenn dessen Volumen kleiner als 25 m<sup>3</sup> ist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter).

Werden die in ISO 18233 beschriebenen Verfahren der Signalbearbeitung für Nachhallzeiten angewendet, müssen die Messungen mit feststehenden Mikrofonen und dürfen nicht mit einem kontinuierlich mechanisch bewegten Mikrofon, einem manuell gehaltenen Mikrofon oder einem Mikrofon mit manueller Abtastung durchgeführt werden.

Die Schallfelder in typischen Räumen werden sich selten über den gesamten Frequenzbereich von 50 Hz bis 5 000 Hz einem diffusen Schallfeld annähern. Das Standardverfahren und das Verfahren bei tiefen Frequenzen erlauben Messungen ohne jegliche Kenntnis dahingehend, ob das Schallfeld als diffus oder nicht diffus angesehen werden kann. Daher sollte das Schallfeld nicht zu Prüfzwecken modifiziert werden, indem zeitweise zusätzliche Möbelstücke oder Diffusoren in den Empfangsraum eingebracht werden.

ANMERKUNG 3 Sind Messungen mit zusätzlicher Diffusion erforderlich, z. B. aufgrund behördlicher Anforderungen oder weil das Prüfergebnis mit dem einer Messung im Prüfstand an einem ähnlichen Prüfbauteil zu vergleichen ist, ist die Einführung von drei Diffusoren mit einer Fläche von jeweils mindestens 1,0 m<sup>2</sup> üblicherweise ausreichend.

Sämtliche Messverfahren für das Standardverfahren oder das Verfahren bei tiefen Frequenzen sind gleichwertig. Im Streitfall muss diejenige Trittschalldämmung als Bezugsergebnis angesehen werden, die unter Anwendung von Messverfahren bestimmt wurde, bei denen sich keine Bedienungsperson im Empfangsraum befunden hat.

ANMERKUNG 4 Ein Bezugsergebnis wird definiert, weil der mit manueller Abtastung bestimmte Störgeräuschpegel zu Schwankungen hinsichtlich der durch die Bedienungsperson erzeugten Geräusche neigt. Bei der Anwendung von feststehenden oder kontinuierlich mechanisch bewegten Mikrofonen treten üblicherweise keine signifikanten Schwankungen auf.

## **7 Standardverfahren zur Messung des Schalldruckpegels**

### **7.1 Allgemeines**

Messungen des Schalldruckpegels müssen durchgeführt werden, um den mittleren Pegel im zentralen Bereich des Empfangsraums bei eingeschalteter Trittschallquelle sowie den Störgeräuschpegel im Empfangsraum bei ausgeschalteter Trittschallquelle zu bestimmen.

### **7.2 Erzeugung des Schallfeldes**

#### **7.2.1 Allgemeines**

Der Trittschall muss mit dem Hammerwerk oder dem Gummiball als Trittschallquelle erzeugt werden.

## 7.2.2 Positionen des als Trittschallquelle verwendeten Hammerwerks

Das Hammerwerk muss an mindestens vier verschiedenen Positionen angeordnet werden, die nach dem Zufallsprinzip über die zu prüfende Decke verteilt sind. Der Abstand des Hammerwerks von den Kanten der Decke muss mindestens 0,5 m betragen. Im Falle von anisotropen Deckenkonstruktionen mit Balken, Rippen usw. können weitere Positionen erforderlich sein. Die Verbindungslinie der Hämmer sollte einen Winkel von 45° zur Richtung der Balken oder Rippen aufweisen.

Nach dem Einschalten des Hammerwerks kann sich eine Zeitabhängigkeit der Trittschalldruckpegel herausstellen. In diesem Fall sollten die Messungen erst beginnen, wenn sich der Geräuschpegel stabilisiert hat. Werden nach 5 min keine stabilen Bedingungen erreicht, sollten die Messungen über eine gut definierte Messdauer erfolgen. Die Messdauer muss im Prüfbericht angegeben werden.

**ANMERKUNG** Eine Zeitabhängigkeit tritt manchmal bei weichen oder brüchigen Oberflächen von Decken auf, da während jedes Aufpralls die Hämmer die Kontaktsteifigkeit ändern oder die Oberfläche direkt unter den Hämmern beschädigen können.

Werden Decken mit weichem Belag geprüft, muss das Hammerwerk die speziellen in Anhang A angegebenen Anforderungen erfüllen. Hinweise zur Aufstellung des Hammerwerks auf weichen Bodenbelägen werden in Anhang A gegeben.

## 7.2.3 Positionen des als Trittschallquelle verwendeten Gummiballs

Der Trittschall muss erzeugt werden, indem der Gummiball aus einer Höhe von  $(100 \pm 1)$  cm, gemessen von der Unterseite des Balls bis zur Oberfläche der zu prüfenden Decke, in freiem Fall senkrecht fallen gelassen wird.

Die Anregung durch den Gummiball muss an vier oder mehr verschiedenen Positionen auf der zu prüfenden Decke oder Treppe erzeugt werden. Bei Leichtbaudecken mit Unterzuga balken sollte eine dieser Positionen oberhalb der Unterzuga balken und eine im Mittelpunkt der Decke liegen.

## 7.3 Feste Mikrofonpositionen für das Hammerwerk oder den Gummiball als Trittschallquelle

### 7.3.1 Allgemeines

Mit dem Hammerwerk oder dem Gummiball als Trittschallquelle dürfen feststehende Mikrofone eingesetzt werden, ohne dass sich eine Bedienungsperson im Raum befindet, indem ein an einem Stativ befestigtes Mikrofon genutzt wird. Alternativ darf sich die Bedienungsperson im Raum, mit dem Mikrofon an einem Stativ befestigt, befinden oder die Bedienungsperson nutzt ein manuell gehaltenes Mikrofon an einer feststehenden Position; in beiden Fällen muss der Rumpf der Bedienungsperson in einem Abstand von mindestens einer Armlänge vom Mikrofon bleiben. Im Falle der Nutzung des Hammerwerks als Trittschallquelle müssen die Mittelungszeiten die Anforderungen nach 7.7.1 erfüllen.

Die Mikrofonpositionen müssen über den maximal zulässigen Bereich innerhalb jedes Raumes verteilt werden. Es dürfen keine zwei Mikrofonpositionen in Bezug auf die Raumgrenzen in derselben Ebene liegen, und die Positionen dürfen kein regelmäßiges Raster bilden.

### 7.3.2 Anzahl der Messungen

Die Anzahl der Mikrofonpositionen muss gleich der Anzahl der Schallquellenpositionen oder einem ganzzahligen Vielfachen der Anzahl der Schallquellenpositionen sein.

Für jede Schallquellenposition ist die gleiche Anzahl an Mikrofonpositionen zu nutzen.

Werden vier oder fünf Schallquellenpositionen genutzt, müssen an jeder dieser Schallquellenpositionen mindestens zwei Messungen des Trittschallpegels durchgeführt werden. Die Messungen müssen für jede Schallquellenposition an mindestens zwei unterschiedlichen Mikrofonpositionen durchgeführt werden.

Werden sechs oder mehr Schallquellenpositionen genutzt, muss an jeder dieser Schallquellenpositionen mindestens eine Messung des Trittschallpegels durchgeführt werden. Die Messungen müssen für jede Schallquellenposition an einer anderen Mikrofonposition durchgeführt werden.

### 7.3.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk

Der Schalldruckpegel wird für die erste Trittschallquellenposition im Empfangsraum gemessen. Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel wird nach 7.8.1 berechnet; anschließend werden alle erforderlichen Störgeräuschkorrekturen nach 9.2 vorgenommen. Der Standard-Trittschallpegel wird nach Gleichung (1) oder der Norm-Trittschallpegel nach Gleichung (3) berechnet. Dieser Vorgang wird für die andere(n) Trittschallquellenposition(en) wiederholt; anschließend werden der Standard-Trittschallpegel nach Gleichung (7) oder der Norm-Trittschallpegel nach Gleichung (8) berechnet:

$$L'_{nT} = 10 \lg \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{\frac{L'_{nT,j}}{10}} \right) \quad (7)$$

$$L'_n = 10 \lg \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{\frac{L'_{n,j}}{10}} \right) \quad (8)$$

Dabei ist

$m$  die Anzahl der Positionen des Hammerwerks;

$L'_{nT,j}$  der Standard-Trittschallpegel für die Hammerwerksposition  $j$ ;

$L'_{n,j}$  der Norm-Trittschallpegel für die Hammerwerksposition  $j$ .

### 7.3.4 An mehr als einer Position eingesetzter Gummiball

Der Schalldruckpegel wird für die erste Trittschallquellenposition im Empfangsraum gemessen. Der energetisch gemittelte maximale Trittschallpegel wird nach 7.8.3 berechnet; anschließend werden alle erforderlichen Störgeräuschkorrekturen nach Abschnitt 9 vorgenommen. Dieser Vorgang wird für die andere(n) Trittschallquellenposition(en) wiederholt; anschließend wird der maximale energetisch gemittelte Trittschallpegel nach Gleichung (9) berechnet:

$$L_{i,Fmax} = 10 \lg \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{\frac{L_{i,Fmax,j}}{10}} \right) \quad (9)$$

Dabei ist

$m$  die Anzahl der Gummiballpositionen;

$L_{i,Fmax,j}$  der maximale Trittschallpegel für die Gummiballposition  $j$ .

Der maximale Standard-Trittschallpegel wird nach Gleichung (4), Gleichung (5) und Gleichung (6) berechnet.

## **7.4 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon für das Hammerwerk als Trittschallquelle**

### **7.4.1 Allgemeines**

Wird das Hammerwerk als Trittschallquelle genutzt, muss das Mikrofon mechanisch mit annähernd konstanter Winkelgeschwindigkeit in einem Kreis oder mechanisch entlang eines kreisförmigen Weges bewegt werden, wobei der Winkel der Rotation um eine feststehende Achse zwischen 270° und 360° beträgt. Der Schwenkradius der Kreisbahn muss mindestens 0,7 m betragen. Die Bahnebene muss geneigt sein, um einen großen Anteil des zulässigen Raumbereichs zu erfassen, und darf nicht in einer Ebene liegen, die weniger als 10° gegen jede Raumboberfläche (Wand, Boden oder Decke) geneigt ist.

Die Dauer einer einzelnen Bahn muss mindestens 15 s betragen. Jede vollständige Bahn muss möglicherweise wiederholt werden, um die Anforderungen an die Mittelungszeit nach 7.7.2 zu erfüllen.

Werden mindestens sechs Hammerwerkspositionen genutzt, darf die Lage des feststehenden Punktes, um den sich die kontinuierlich bewegten Mikrofone bewegen, geändert werden.

### **7.4.2 Anzahl der Messungen**

Für jede Hammerwerksposition muss die gleiche Anzahl an Messungen durchgeführt werden, wobei für jede Hammerwerksposition mindestens eine Messung durchgeführt werden muss.

### **7.4.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk**

Der Standard-Trittschallpegel oder der Norm-Trittschallpegel wird berechnet, wie in 7.3.3 beschrieben.

## **7.5 Mikrofon mit manueller Abtastung für das Hammerwerk als Trittschallquelle**

### **7.5.1 Allgemeines**

Wird das Hammerwerk als Trittschallquelle genutzt, muss es sich bei dem manuellen Abtastweg um einen Kreis, eine Helix, einen zylindrischen Weg oder drei Halbkreise handeln, wie in Bild 1 dargestellt. In un-möblierten oder möblierten Räumen müssen der Kreis, die Helix oder der zylindrische Weg angewendet werden. Falls der Platz im Raum nicht ausreicht, um der Bedienungsperson die Nutzung dieser Wege zu ermöglichen, muss der aus drei Halbkreisen bestehende Weg genutzt werden. Jeder vollständige Weg muss möglicherweise wiederholt werden, um die Anforderungen an die Mittelungszeit nach 7.7.3 zu erfüllen.

Werden mindestens sechs Hammerwerkspositionen genutzt, darf die Lage des feststehenden Punktes, von dem aus die manuellen Abtastungen vorgenommen werden, geändert werden.

### **7.5.2 Anzahl der Messungen**

Für jede Hammerwerksposition muss die gleiche Anzahl an Messungen durchgeführt werden, wobei für jede Hammerwerksposition mindestens eine Messung durchgeführt werden muss.

### **7.5.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk**

Der Standard-Trittschallpegel oder der Norm-Trittschallpegel wird berechnet, wie in 7.3.3 beschrieben.

#### **7.5.4 Kreis**

Der kreisförmige Weg ist in Bild 1 dargestellt. Die stehende Bedienungsperson muss das Mikrofon oder das Schallpegelmessgerät mit ausgestrecktem Arm halten und ihren Körper dabei in einem Winkel von 270° bis 360° drehen. Die Kreisebene muss geneigt sein, um einen großen Anteil des zulässigen Raumbereichs zu erfassen, und darf nicht in einer Ebene liegen, die weniger als 10° gegen eine beliebige Raumboberfläche (Wand, Boden oder Decke) geneigt ist. Erforderlichenfalls können die Knie gebeugt werden, um die Gesamthöhe des Mikrofons zu verringern; dies sollte immer dann erfolgen, wenn der Weg an anderer Stelle im Raum wiederholt wird. Um die von der Bedienungsperson verursachten Geräusche auf ein Mindestmaß zu verringern, kann es hilfreich sein, die Messung in der Mitte des Weges zu unterbrechen, so dass die Bedienungsperson die Körperhaltung ändern kann, bevor sie die Abtastung fortsetzt.

Die Bedienungsperson muss versuchen, während der Abtastung eine konstante Winkelgeschwindigkeit beizubehalten. Die Winkelgeschwindigkeit darf höchstens etwa 20°/s betragen.

#### **7.5.5 Helix**

Der helixförmige Weg ist in Bild 1 dargestellt. Die Bedienungsperson muss das Mikrofon oder das Schallpegelmessgerät mit ausgestrecktem Arm halten, wobei die Ausgangsposition 0,5 m oberhalb des Bodens liegt, danach dreht sie den Körper mindestens zweimal über 360° aus der hockenden in die stehende Haltung, wobei die Bewegung in einer Position endet, an der das Mikrofon nicht weiter als 0,5 m von der Decke entfernt ist. Um die von der Bedienungsperson verursachten Geräusche auf ein Mindestmaß zu verringern, kann es hilfreich sein, die Messung in der Mitte des Weges zu unterbrechen, so dass die Bedienungsperson die Körperhaltung ändern kann, bevor sie die Abtastung fortsetzt.

Die Bedienungsperson muss versuchen, während der Abtastung eine konstante Winkelgeschwindigkeit beizubehalten. Die Winkelgeschwindigkeit darf höchstens etwa 20°/s betragen.

#### **7.5.6 Zylindrisch**

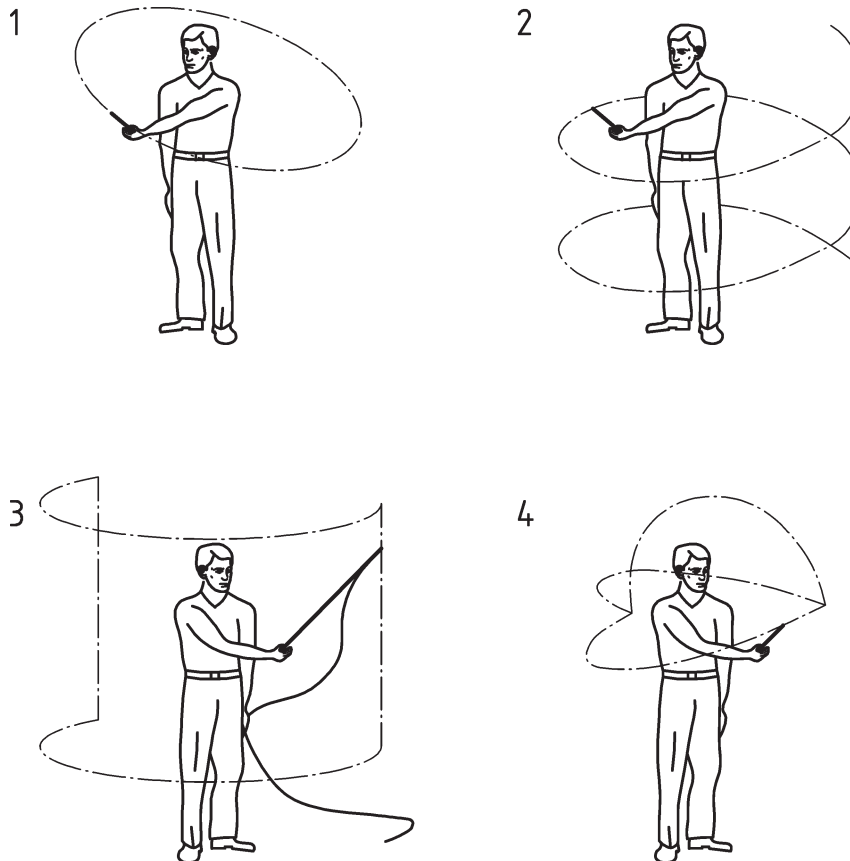
Der zylindrische Weg ist in Bild 1 dargestellt. Die Bedienungsperson muss eine 0,3 m bis 0,9 m lange Verlängerungsstange einsetzen, um das Mikrofon zu halten. Bei einer rechtshändigen Bedienungsperson beginnt der Weg 0,5 m oberhalb des Bodens, ausgehend von einer etwa 90° nach links verlagerten Position, aus der die Stange parallel zum Boden entlang eines kreisförmigen Weges bewegt wird, so dass ein Winkel von etwa 220° erfasst wird. Der Bogen setzt sich entlang einer geraden Linie vertikal nach oben fort, bis das Mikrofon 0,5 m von der Decke entfernt ist; anschließend werden durch einen weiteren kreisförmigen Bogen etwa 220° in der entgegengesetzten Richtung erfasst, bevor die Bewegung entlang einer vertikalen geraden Linie wieder abwärts zum Ausgangspunkt verläuft. Für linkshändige Bedienungspersonen werden die Richtungen umgekehrt.

Während der kreisförmigen Abschnitte des Weges muss die Bedienungsperson versuchen, eine konstante Winkelgeschwindigkeit zu erreichen. Die Winkelgeschwindigkeit darf höchstens etwa 20°/s betragen und die höchste Geschwindigkeit für die geraden Wegabschnitte etwa 0,25 m/s.

#### **7.5.7 Drei Halbkreise**

Der drei Halbkreise umfassende Weg ist in Bild 1 dargestellt. Die aufrecht stehende Bedienungsperson muss das Mikrofon oder das Schallpegelmessgerät mit ausgestrecktem Arm halten und dabei drei Halbkreise abtasten, die einen Abstand von etwa 45° bis 60° zueinander aufweisen. Die Ebenen der einzelnen Halbkreise dürfen nicht in einer Ebene liegen, die weniger als 10° gegen jede Raumboberfläche (Wand, Boden oder Decke) geneigt ist. Erforderlichenfalls dürfen die Knie gebeugt werden, um die Gesamthöhe des Mikrofons zu verringern; dies sollte immer dann erfolgen, wenn der Weg an anderer Stelle im Raum wiederholt wird.

Die Bedienungsperson muss versuchen, für jeden der drei Halbkreise eine konstante Winkelgeschwindigkeit zu erreichen. Die Winkelgeschwindigkeit darf höchstens etwa 20°/s betragen.



### Legende

- 1 Kreis
- 2 Helix
- 3 zylindrisch
- 4 drei Halbkreise

**Bild 1 — Wege für die manuelle Abtastung**

## 7.6 Mindestabstände für Mikrofonpositionen

Für das Standardverfahren stellen die folgenden Abstände die Mindestwerte dar und müssen überschritten werden, sofern dies möglich ist:

- a) 0,7 m zwischen festen Mikrofonpositionen;
- b) 0,5 m zwischen jeder Mikrofonposition und den Raumgrenzen;
- c) 1,0 m zwischen jeder Mikrofonposition und dem durch die Trittschallquelle angeregten Trennbauteil.

## 7.7 Mittelungszeiten für das Hammerwerk als Trittschallquelle

### 7.7.1 Feste Mikrofonpositionen

Die Mittelungszeit an jeder einzelnen Mikrofonposition muss im Frequenzbereich von 100 Hz bis 400 Hz mindestens 6 s betragen. Für 500 Hz bis 5 000 Hz ist es zulässig, die Zeit auf nicht weniger als 4 s zu verringern. Für 50 Hz bis 80 Hz muss die Mittelungszeit an jeder einzelnen Mikrofonposition mindestens 15 s betragen.

### 7.7.2 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon

Die Mittelungszeit muss eine ganze Anzahl an vollständigen Bahnen abdecken und für 100 Hz bis 5 000 Hz mindestens 30 s sowie für 50 Hz bis 80 Hz mindestens 60 s betragen.

### 7.7.3 Mikrofon mit manueller Abtastung

Die Mittelungszeit muss eine ganze Anzahl an vollständigen Wegen abdecken und für 100 Hz bis 5 000 Hz mindestens 30 s sowie für 50 Hz bis 80 Hz mindestens 60 s betragen.

## 7.8 Berechnung der energetisch gemittelten Schalldruckpegel

### 7.8.1 Feste Mikrofonpositionen für das Hammerwerk als Trittschallquelle

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Empfangsraum wird nach Gleichung (10) bestimmt:

$$L_i = 10 \lg \left( \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{np_0^2} \right) \quad (10)$$

Dabei sind

$p_1^2, p_2^2, \dots, p_n^2$  die Mittelwerte des Quadrats der Schalldrücke an  $n$  verschiedenen Mikrofonpositionen im Raum;

$p_0$  der Bezugs-Schalldruck, der 20  $\mu$ Pa beträgt.

In der Praxis werden die Schalldruckpegel üblicherweise gemessen, und der energetisch gemittelte Schalldruckpegel muss nach Gleichung (11) bestimmt werden:

$$L_i = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_j}{10}} \right) \quad (11)$$

Dabei sind  $L_1, L_2, \dots, L_n$  die Schalldruckpegel an  $n$  verschiedenen Mikrofonpositionen im Raum.

### 7.8.2 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon und Mikrofon mit manueller Abtastung für das Hammerwerk als Trittschallquelle

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Empfangsraum wird nach Gleichung (12) bestimmt:

$$L_i = 10 \lg \left( \frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \right) \quad (12)$$

Dabei ist

$p$  der Schalldruck, in Pascal (Pa);

$T_m$  die Mittelungszeit, in s.

Werden mehr als eine Bahn durchlaufen oder Abtastungen im selben Raum vorgenommen, wird der energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Raum nach Gleichung (13) bestimmt:

$$L_i = 10 \lg \left( \frac{10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}}}{n} \right) \quad (13)$$

Dabei sind  $L_1, L_2, \dots, L_n$  die energetisch gemittelten Schalldruckpegel aus  $n$  verschiedenen Bahnen/Abtastungen im Raum.

### 7.8.3 Feste Mikrofonpositionen für den Gummiball als Trittschallquelle

Für jede Gummiballposition  $j$  wird der maximale energetisch gemittelte Trittschallpegel  $L_{i,Fmax,j}$  im Empfangsraum nach Gleichung (14) bestimmt:

$$L_{i,Fmax,j} = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n 10^{\frac{L_{i,Fmax,j,k}}{10}} \right) \quad (14)$$

Dabei sind  $L_{i,Fmax,j,1}, L_{i,Fmax,j,2}, \dots, L_{i,Fmax,j,n}$  die maximalen Schalldruckpegel für die Gummiballposition  $j$  an  $n$  verschiedenen Mikrofonpositionen im Raum.

## 8 Verfahren für die Messung des Schalldruckpegels bei tiefen Frequenzen mit dem Hammerwerk als Trittschallquelle

### 8.1 Allgemeines

Das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss für die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder im Empfangsraum angewendet werden, wenn dessen Volumen kleiner als 25 m<sup>3</sup> ist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter). Messungen des Schalldruckpegels werden durchgeführt, um den höchsten Pegel in den Ecken des Empfangsraums bei eingeschaltetem Hammerwerk sowie den Störgeräuschpegel im Empfangsraum bei ausgeschaltetem Hammerwerk zu bestimmen.

### 8.2 Erzeugung des Schallfeldes

#### 8.2.1 Allgemeines

Der Schall muss mit dem Norm-Hammerwerk erzeugt werden. Anforderungen an das Hammerwerk sind in Anhang A festgelegt.

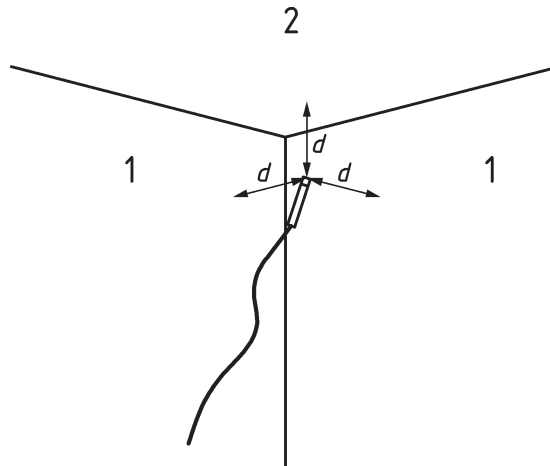
#### 8.2.2 Trittschallquellenpositionen

Das Hammerwerk muss an mindestens zwei der Positionen betrieben werden, die für das Standardverfahren nach den Anforderungen in 7.2.2 angewendet wurden.

### 8.3 Mikrofonpositionen

Für das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss ein feststehendes Mikrofon in den Raumecken in einem Abstand von 0,3 m bis 0,4 m zu allen die Ecke bildenden Raumgrenzen angeordnet werden (siehe Beispiel in Bild 2).

**ANMERKUNG** Die Abstände von den einzelnen die Ecke bildenden Raumgrenzen brauchen nicht identisch zu sein. So kann das Mikrofon z. B. in einem Abstand von 0,3 m zu einer Grenze, von 0,35 m zu einer weiteren Grenze und von 0,4 m zur verbleibenden Grenze angeordnet werden.



### Legende

- 1 Wand
- 2 Decke
- d Abstand

ANMERKUNG Dies ist ein illustratives Beispiel von nur einer möglichen Eckposition in einem Raum.

### Bild 2 — Beispiel für eine Mikrofonposition in einer Ecke, bei der der Abstand $d$ zwischen 0,3 m und 0,4 m betragen muss

Für jede Trittschallquellenposition müssen mindestens vier Ecken mit Hilfe eines feststehenden oder eines manuell gehaltenen Mikrofons gemessen werden.

Für jeden Satz von vier Eckmessungen sollten sich zwei Eckpositionen in Bodenhöhe und zwei in Höhe der Decke befinden. Diese Ecken können an die Trennbauteile angrenzen. Es müssen Ecken genutzt werden, die durch drei sich schneidende Oberflächen gebildet werden (z. B. Wände, Türen, Fenster, Boden oder Decke), die eine Fläche von jeweils mindestens  $0,5 \text{ m}^2$  aufweisen, senkrecht zueinander stehen und in denen sich keine Gegenstände wie Möbel innerhalb von 0,5 m zu dieser Ecke befinden.

Ist dies nicht möglich, können Ecken genutzt werden, wenn

- die drei sich schneidenden Oberflächen Winkel zwischen Oberflächenpaaren zwischen  $45^\circ$  und  $135^\circ$  aufweisen und/oder
- nahe den drei sich schneidenden Oberflächen Gegenstände angeordnet sind und/oder
- ein Gegenstand, wie z. B. ein Schrank, eine der sich schneidenden Oberflächen bildet.

Für die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder wird der energetisch gemittelte Schalldruckpegel bei tiefen Frequenzen für den Sende- und/oder den Empfangsraum nach 8.5 berechnet. Anschließend wird der Standard-Trittschallpegel nach Gleichung (1) oder der Norm-Trittschallpegel nach Gleichung (3) berechnet.

## 8.4 Mittelungszeit

Für das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss die Mittelungszeit an jeder einzelnen Mikrofonposition mindestens 15 s betragen.

## 8.5 Berechnung der energetisch gemittelten Trittschallpegel bei tiefen Frequenzen

Wird das Hammerwerk an einer Position betrieben (wobei anschließend weitere Messungen mit diesem Hammerwerk an anderen Positionen vorgenommen werden), so wird, nachdem alle geforderten Störgeräuschkorrekturen nach 9.2 vorgenommen wurden, der höchste Schalldruckpegel aus dem Satz der gemessenen Ecken für jedes der 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bänder bestimmt. Für jedes Frequenzband wird der Schalldruckpegel der Ecke dann nach Gleichung (15) berechnet:

$$L_{i,Corner} = 10 \lg \left( \frac{p_{Corner, TM1}^2 + p_{Corner, TM2}^2 + \dots + p_{Corner, TMq}^2}{q p_0^2} \right) \quad (15)$$

Dabei sind

$p_{Corner, TM1}^2, p_{Corner, TM2}^2, \dots, p_{Corner, TMq}^2$  die höchsten Mittelwerte des Quadrats des Schalldrucks (falls nötig, um das Störgeräusch korrigiert) aus den Eckmessungen entsprechend  $q$  Hammerwerkspositionen;

$p_0$  der Bezugs-Schalldruck, der 20 µPa beträgt.

**ANMERKUNG** Für jedes der 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bänder können die für die Berechnung von  $L_{i,Corner}$  erforderlichen Mittelwerte des Quadrats des Schalldrucks von verschiedenen Ecken im Raum stammen.

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel bei tiefen Frequenzen in den 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bändern wird nach Gleichung (16) durch Kombination des nach dem Standardverfahren ermittelten  $L_i$  und des nach dem Verfahren bei tiefen Frequenzen ermittelten  $L_{i,Corner}$  berechnet:

$$L_{i,LF} = 10 \lg \left[ \frac{10^{0,1L_{i,Corner}} + (2 \cdot 10^{0,1L_i})}{3} \right] \quad (16)$$

## 9 Störgeräusch (Standardverfahren und Verfahren bei tiefen Frequenzen)

### 9.1 Allgemeines

Messungen der Störgeräuschpegel müssen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass der Signalpegel im Empfangsraum nicht durch das Störgeräusch beeinflusst wird, und um eine Korrektur nach 9.2 zu ermöglichen. Fremdschall, wie z. B. Geräusche von außerhalb des Prüfraums, elektrisches Rauschen im Empfangssystem, für das kontinuierlich bewegte Mikrofon eingesetzte mechanische Vorrichtungen sowie Bedienungspersonen im Prüfraum tragen alle zum Störgeräuschpegel bei.

Es wird empfohlen, durch Überprüfung sicherzustellen, dass das Schallpegelmessgerät keine Störsignale beim Drücken von Knöpfen zum Starten, Unterbrechen oder Beenden der Messung einbringt.

Bedienungspersonen stellen eine potenzielle Quelle für Störgeräusche dar, wenn sie

- a) feststehende Mikrofonpositionen nutzen, bei denen die Bedienungsperson im Empfangsraum bleibt,
- b) handgehaltene Mikrofone nutzen oder
- c) Mikrofone mit manueller Abtastung nutzen.

Durch die Bedienungsperson selbst erzeugte Geräusche können sich aus Quellen wie der Bekleidung, den Schuhen oder den Arm- und Kniegelenken ergeben.

Bei a), b) und c) muss die Bedienungsperson mindestens eines der folgenden drei Verfahren anwenden, um zu versuchen, die selbst erzeugten Geräusche im Empfangsraum zu identifizieren:

- 1) der zeitliche Ablauf des A-bewerteten Schalldruckpegels (Zeitbewertung „Fast“), um ungewöhnliche transiente Ereignisse zu erkennen;
- 2) die Differenz zwischen dem maximalen Schalldruckpegel bei Zeitbewertung „Fast“ und dem äquivalenten Dauer-Schalldruckpegel in Frequenzbändern, um ungewöhnliche transiente Ereignisse anzuzeigen;
- 3) ihr eigenes Gehör, jedoch nur in Fällen, in denen kein Gehörschutz erforderlich ist und angewendet wird.

Unter Anwendung eines oder mehrerer dieser Verfahren müssen die Bedienungspersonen sicherstellen, dass die durch ihre Bewegungen und Tätigkeiten bei den Schalldruckpegelmessungen des Signalpegels selbst erzeugten Geräusche denen bei den Messungen des Störgeräuschs vergleichbar sind.

Bei Mikrofonen mit manueller Abtastung muss die Bedienungsperson die Messung des Störgeräuschs mit der gleichen Art von manuellem Abtastweg durchführen wie bei der Messung des Signalpegels.

Beim Verfahren bei tiefen Frequenzen muss in jeder für die Berechnung des Schalldruckpegels der Ecken genutzten Ecke eine Messung des Störgeräuschs durchgeführt werden.

**ANMERKUNG** Für jedes der 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bänder können die Werte für  $L_{i,Corner}$  von verschiedenen Ecken im Raum stammen; daher kann für jedes Band eine individuelle Störgeräuschkorrektur des Signalpegels erforderlich sein.

Die Mindest-Mittelungszeiten für die Messung des Störgeräuschs müssen die Anforderungen nach 7.7 erfüllen. Die Nutzung einer Mittelungszeit, die diesen Mindestzeiten genau entspricht, ist nur dann angemessen, wenn das Störgeräusch stetig und kontinuierlich ist; anderenfalls müssen längere Mittelungszeiten verwendet werden.

Zur Überprüfung auf elektrisches Rauschen im Empfangssystem wird das Mikrofon durch eine Mikrofonattrappe ersetzt.

## 9.2 Störgeräuschkorrektur des Signalpegels

Für das Standard-Verfahren und das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss der Störgeräuschpegel mindestens 6 dB (und vorzugsweise mehr als 10 dB) unterhalb der Kombination aus Signal- und Störgeräuschpegel für jedes Frequenzband liegen. Beträgt die Pegeldifferenz weniger als 10 dB, aber mehr als 6 dB, so werden die Korrekturen des energetisch gemittelten Trittschallpegels, des Trittschallpegels der Ecke und des maximalen energetisch gemittelten Trittschallpegels nach Gleichung (17) berechnet:

$$L = 10 \lg \left( 10^{\frac{L_{sb}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}} \right) \quad (17)$$

Dabei ist

$L$  der angepasste Signalpegel, in dB;

$L_{sb}$  die Kombination aus Signal- und Störgeräuschpegel, in dB;

$L_b$  der Störgeräuschpegel, in dB.

Die Werte für  $L_{sb}$  und  $L_b$  müssen vor der Anwendung in Gleichung (17) auf eine Dezimalstelle reduziert werden. Dies erfolgt, indem der den angegebenen Werten am nächsten liegende Wert, in Zehntel dB, genommen wird, so dass XX,XYZZZ... auf XX,X gerundet wird, wenn Y kleiner als 5 ist, und auf XX,X + 0,1, wenn Y mindestens 5 ist.

Beträgt die Pegeldifferenz höchstens 6 dB in einem der Frequenzbänder, wird der Korrekturwert von 1,3 dB angewendet. Für jedes Frequenzband, auf das dies beim Standardverfahren und/oder beim Verfahren bei tiefen Frequenzen zutrifft, muss im Bericht eindeutig angegeben werden, dass eine Korrektur um 1,3 dB vorgenommen wurde und dass die Werte an der Messgrenze liegen.

**ANMERKUNG** Der mit Hilfe des Gummiballs gemessene maximale energetisch gemittelte Trittschallpegel wird nicht um einen Störgeräuschpegel korrigiert, der unter Anwendung des maximalen Schalldruckpegels beschrieben wird. Der Grund dafür besteht in der Schwierigkeit festzustellen, ob der Maximalpegel des Störgeräusches den Signalpegel, der während der Stöße mit dem Gummiball gemessen wurde, wahrscheinlich beeinflusst hat.

## **10 Nachhallzeit im Empfangsraum (Standardverfahren und Verfahren bei tiefen Frequenzen)**

### **10.1 Allgemeines**

In diesem Abschnitt werden das Standardverfahren, das im Empfangsraum für alle Messungen der Nachhallzeit angewendet werden muss, sowie ein Verfahren bei tiefen Frequenzen beschrieben, das angewendet werden muss, wenn das Volumen des Empfangsraums weniger als 25 m<sup>3</sup> beträgt (gerundet auf den nächsten Kubikmeter).

Die Nachhallzeiten müssen unter Anwendung des Verfahrens des abgeschalteten Rauschens oder des Verfahrens der integrierten Impulsantwort nach ISO 3382-2 und ISO 18233 gemessen werden. Das Standardverfahren wird bevorzugt, das Präzisionsverfahren darf jedoch angewendet werden.

Die Auswertung der Nachhallzeit anhand der Abklingkurve muss 5 dB unterhalb des Ausgangs-Schalldruckpegels beginnen. Der bevorzugte Auswertebereich beträgt 20 dB. Die untere Grenze des Auswertebereichs muss mindestens 10 dB oberhalb des Gesamt-Störgeräuschpegels liegen.

Jede Bedienungsperson, die sich während der Schalldruckpegelmessung im Empfangsraum befunden hat, muss sich auch für die Messungen der Nachhallzeit im Empfangsraum aufhalten. Die Bedienungsperson darf sich im Raum aufhalten, mit dem Mikrofon an einem Stativ fixiert oder darf ein manuell gehaltenes Mikrofon an einer festen Position nutzen; in beiden Fällen muss der Abstand des Rumpfes der Bedienungsperson zum Mikrofon ständig mindestens eine Armlänge betragen.

Zur Bestimmung des Norm-Trittschallpegels wird die äquivalente Schallabsorptionsfläche nach Gleichung (2) aus der Nachhallzeit berechnet.

### **10.2 Erzeugung des Schallfeldes**

Ein oder mehrere Lautsprecher wird/werden an festen Positionen eingesetzt, die den Anforderungen an die Richtwirkung nach Anhang B entsprechen. Lautsprecher dürfen gleichzeitig angewendet werden, vorausgesetzt, sie sind von der gleichen Art und werden mit dem gleichen Pegel durch vergleichbare, jedoch nicht korrelierende Signale betrieben.

Für das Standardverfahren muss der im Raum erzeugte Schall stationär sein und über den betrachteten Frequenzbereich ein kontinuierliches Spektrum aufweisen. Parallelmessungen über den geforderten Bereich von Terzbändern dürfen mit Hilfe eines Breitbandrauschsignals erfolgen. Wird das Quellensignal für jedes geprüfte Frequenzband gefiltert, wird ein Filter mit einer entsprechenden Mittenfrequenz und einer Bandbreite von mindestens einer Terz verwendet.

Für das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss der im Raum erzeugte Schall stationär sein und mindestens über den durch das 63-Hz-Oktavband abgedeckten Frequenzbereich ein kontinuierliches Spektrum aufweisen.

### 10.3 Standardverfahren

Beim Standardverfahren muss das in 10.5 beschriebene Verfahren des abgeschalteten Rauschens oder das in 10.6 beschriebene Verfahren der integrierten Impulsantwort angewendet werden; dies gilt für alle Terzbänder zwischen 50 Hz und 5 000 Hz, sofern der Empfangsraum ein Volumen von mehr als 25 m<sup>3</sup> aufweist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter), und zwischen 100 Hz und 5 000 Hz, sofern der Empfangsraum ein Volumen von weniger als 25 m<sup>3</sup> aufweist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter).

### 10.4 Verfahren bei tiefen Frequenzen

Das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss das in 10.5 beschriebene Verfahren des abgeschalteten Rauschens oder das in 10.6 beschriebene Verfahren der integrierten Impulsantwort einsetzen, wenn das Volumen des Empfangsraums weniger als 25 m<sup>3</sup> beträgt (gerundet auf den nächsten Kubikmeter). Dieses Verfahren erfordert, dass die Nachhallzeit im 63-Hz-Oktavband gemessen wird, anstatt in den 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbändern und dass dieser einzelne Messwert genutzt wird, um die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bänder in der Berechnung von  $L'_{nT}$ ,  $L'_n$  und/oder  $L'_{i,Fmax,V,T}$  zu repräsentieren.

ANMERKUNG 1 Bei kleinen Raumvolumen liegen relativ wenige Raummoden vor, die die Abklingkurve in den 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bändern bestimmen. Daher ist die Verwendung von 20-dB- oder 30-dB-Auswertebereichen bei Abklingkurven von Terzbändern anfällig für Fehler, weil Abklingkurven mit einem konstanten Abfall üblicherweise nur auftreten, wenn in jedem Frequenzband zahlreiche Moden vorliegen. Dieses Problem kann teilweise durch die Anwendung des 63-Hz-Oktavbandfilters behoben werden.

ANMERKUNG 2 In Gebäuden mit Holz- oder Stahlrahmenkonstruktion mit Gipskarton- oder Holzauskleidung können die Nachhallzeiten in den 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bändern so kurz sein, dass die Abklingkurve durch die Abklingzeit der Terzbandfilter im Analysator beeinflusst wird. Dies kann durch Anwendung eines 63-Hz-Oktavbandfilters vermieden werden, da dieser eine größere Bandbreite aufweist, die die Messung kürzerer Nachhallzeiten erlaubt.

### 10.5 Verfahren des abgeschalteten Rauschens

Bei festen Mikrofonpositionen oder manuell gehaltenen Mikrofonen beträgt die für jedes Frequenzband erforderliche Mindestanzahl an Messungen sechs. Es muss bzw. müssen mindestens eine Lautsprecherposition mit drei festen Mikrofonpositionen und zwei Messungen an jeder Position oder sechs feste Mikrofonpositionen mit einer Messung je Position angewendet werden.

Bei einem kontinuierlich mechanisch bewegten Mikrofon beträgt die für jedes Frequenzband erforderliche Mindestanzahl an Messungen sechs. Es muss mindestens eine Lautsprecherposition mit sechs Messungen entlang der Mikrofonbahn angewendet werden.

### 10.6 Verfahren der integrierten Impulsantwort

Für das Verfahren der integrierten Impulsantwort müssen für die Messung der Nachhallzeit feste Mikrofonpositionen angewendet werden.

Bei Anwendung einer Impulsquelle beträgt die für jedes Frequenzband erforderliche Mindestanzahl an Messungen sechs. Es sind mindestens eine Quellenposition und sechs feste Mikrofonpositionen anzuwenden.

Die Nachhallzeit muss durch Integration des Quadrats der Impulsantwort in umgekehrter Zeitrichtung berechnet werden.

## 11 Umwandlung in Oktavbänder

Wird für das Hammerwerk als Trittschallquelle der Standard-Trittschallpegel oder der Norm-Trittschallpegel in Oktavbändern benötigt, müssen diese Werte nach Gleichung (18) bzw. Gleichung (19) aus den drei Terzbandwerten jedes Oktavbandes berechnet werden:

$$L'_{nT,oct} = 10 \lg \left( \sum_{n=1}^3 10^{\frac{L'_{nT,1/3oct,n}}{10}} \right) \quad (18)$$

$$L'_{n,oct} = 10 \lg \left( \sum_{n=1}^3 10^{\frac{L'_{n,1/3oct,n}}{10}} \right) \quad (19)$$

Wird für den Gummiball als Trittschallquelle der maximale Standard-Trittschallpegel in Oktavbändern benötigt, muss dieser Wert nach Gleichung (20) aus den drei Terzbandwerten in jedem Oktavband berechnet werden:

$$L'_{i,Fmax,V,T,oct} = 10 \lg \left( \sum_{n=1}^3 10^{\frac{L'_{i,Fmax,V,T,1/3oct,n}}{10}} \right) \quad (20)$$

Die Terzbandwerte müssen vor der Anwendung in Gleichung (18), Gleichung (19) und Gleichung (20) auf eine Dezimalstelle reduziert werden. Dies erfolgt, indem der den angegebenen Werten am nächsten liegende Wert, in Zehntel dB, genommen wird, so dass XX,XYZZZ... auf XX,X gerundet wird, wenn Y kleiner als 5 ist, und auf XX,X + 0,1, wenn Y mindestens 5 ist. Die Endergebnisse werden mit einer Grenزابweichung von höchstens 0,1 dB angegeben.

## 12 Angabe der Ergebnisse

Für die Angabe der Trittschalldämmung müssen die Messergebnisse  $L'_{nT}$  oder  $L'_{n'}$  in Dezibel, bei allen Messfrequenzen in Terzbändern auf eine Dezimalstelle sowohl in Tabellen- als auch in Kurvenform angegeben werden.

Die Diagramme im Prüfbericht müssen den Wert, in Dezibel, auf einer logarithmischen Skala über der Frequenz abbilden; hierbei sind folgende Maße anzuwenden:

- a) 5 mm für ein Terzband;
- b) 20 mm für 10 dB.

Das bevorzugte Format der Diagramme ist in Anhang C angegeben, zusammen mit dem Begleittext, der alle relevanten Angaben zum Prüfstandort, zum Aufbau, zum Verfahren und zu den Ergebnissen enthält.

## 13 Unsicherheit

Die Unsicherheit des Messergebnisses muss nach dem in ISO 12999-1 angegebenen Verfahren bestimmt werden.