

DIN EN ISO 3741



ICS 17.140.01

Ersatz für
DIN EN ISO 3741:2009-11

**Akustik –
Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von
Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen –
Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1 (ISO 3741:2010);
Deutsche Fassung EN ISO 3741:2010**

Acoustics –

Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using
sound pressure –

Precision methods for reverberation test rooms (ISO 3741:2010);

German version EN ISO 3741:2010

Acoustique –

Détermination des niveaux de puissance et des niveaux d'énergie acoustiques émis par
les sources de bruit à partir de la pression acoustique –

Méthodes de laboratoire en salles d'essais réverbérantes (ISO 3741:2010);

Version allemande EN ISO 3741:2010

Gesamtumfang 74 Seiten

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

Nationales Vorwort

Diese Norm beinhaltet die deutsche Fassung der Europäischen Norm EN ISO 3741:2010. Die dieser Europäischen Norm zugrunde liegende internationale Norm ISO 3741:2010 ist in der Arbeitsgruppe 28 „Basic machinery noise emission standards“ des ISO/TC 43/SC 1 „Noise“ unter deutscher Mitarbeit erstellt worden.

Auf europäischer Ebene fällt die Norm in den Bereich des CEN/TC 211 „Akustik“, dessen Sekretariat vom DS (Dänemark) gehalten wird. Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 001-01-04 AA „Geräuschemission von Maschinen und Anlagen; Messung, Minderung, Datensammlung“ zuständig.

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

ISO 354	siehe	DIN EN ISO 354	ISO 7574-2	siehe	DIN EN 27574-2
ISO 3382-2	siehe	DIN EN ISO 3382-2	ISO 7574-3	siehe	DIN EN 27574-3
ISO 3740	siehe	DIN EN ISO 3740	ISO 7574-4	siehe	DIN EN 27574-4
ISO 3743-1	siehe	DIN EN ISO 3743-1	ISO 9295	siehe	DIN EN 29295
ISO 3743-2	siehe	DIN EN ISO 3743-2	ISO 9614-1	siehe	DIN EN ISO 9614-1
ISO 3744	siehe	DIN EN ISO 3744	ISO 9614-2	siehe	DIN EN ISO 9614-2
ISO 3745	siehe	DIN EN ISO 3745	ISO 9614-3	siehe	DIN EN ISO 9614-3
ISO 3746	siehe	DIN EN ISO 3746	ISO 12001	siehe	DIN EN ISO 12001
ISO 3747	siehe	DIN EN ISO 3747	ISO 80000-8	siehe	DIN EN ISO 80000-8
ISO 4871	siehe	DIN EN ISO 4871	IEC 60942	siehe	DIN EN 60942
Normen der Reihe			IEC 61183	siehe	DIN EN 61183
ISO 5725	siehe	Normen der Reihe DIN ISO 5725	IEC 61260	siehe	DIN EN 61260
ISO 6926	siehe	DIN EN ISO 6926	IEC 61672-1	siehe	DIN EN 61672-1
ISO 7574-1	siehe	DIN EN 27574-1	ISO/IEC Guide 98-3	siehe	DIN V ENV 13005

Die deutschen Normen sind in Anhang NA aufgeführt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 3741:2009-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Kriterien und Anwendung der Fremdgeräuschkorrektur weiter differenziert;
- b) Absolutkriterium für Fremdgeräusch zusätzlich aufgenommen;
- c) meteorologische Korrektur überarbeitet;
- d) Bestimmung von Schallenergiepegeln aufgenommen;
- e) Behandlung der Messunsicherheit erweitert und Ansatz nach GUM mit aufgenommen;
- f) Nachweisverfahren für die Eignung des Prüfraums zu tieferen Frequenzen hin erweitert;
- g) Anhang mit einem Leitfaden zur Messunsicherheit aufgenommen;
- h) Norm redaktionell vollständig überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 45635-2: 1977-12, 1987-10
DIN EN 23741: 1991-11
DIN EN 23742: 1991-11
DIN EN ISO 3741: 2001-01, 2009-11
DIN EN ISO 3741 Berichtigung 1: 2002-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN 27574-1, *Akustik — Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten — Teil 1: Allgemeines und Begriffe*

DIN EN 27574-2, *Akustik — Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten — Teil 2: Verfahren für Angaben (oder Vorgaben) für Einzelmaschinen*

DIN EN 27574-3, *Akustik — Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten — Teil 3: Einfaches Verfahren (Übergangsregelung) für Maschinenlose*

DIN EN 27574-4, *Akustik — Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten — Teil 4: Verfahren für Angaben (oder Vorgaben) für Maschinenlose*

DIN EN 29295, *Akustik — Messung von hochfrequentem Geräusch von Geräten der Büro- und Informationstechnik*

DIN EN 60942, *Elektroakustik — Schallkalibratoren*

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

DIN EN 61260, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven*

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

DIN EN ISO 354, *Akustik — Messung der Schallabsorption in Hallräumen*

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

DIN EN ISO 3740, *Akustik — Bestimmung des Schallleistungspegels von Geräuschquellen — Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen*

DIN EN ISO 3743-1, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern — Teil 1: Vergleichsverfahren in einem Prüfraum mit schallharten Wänden*

DIN EN ISO 3743-2, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern — Teil 2: Verfahren für Sonder-Hallräume*

DIN EN ISO 3744, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene*

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

DIN EN ISO 3746, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene*

DIN EN ISO 3747, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Verfahren der Genauigkeitsklassen 2 und 3 zur Verwendung in situ in einer halligen Umgebung*

DIN EN ISO 4871, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten*

DIN EN ISO 6926, *Akustik — Anforderungen an die Eigenschaften und die Kalibrierung von Vergleichsschallquellen für die Bestimmung von Schalleistungspegeln*

DIN EN ISO 9614-1, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen — Teil 1: Messungen an diskreten Punkten*

DIN EN ISO 9614-2, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen — Teil 2: Messung mit kontinuierlicher Abtastung*

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

DIN EN ISO 12001, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Regeln für die Erstellung und Gestaltung einer Geräuschmessnorm*

DIN EN ISO 80000-8, *Größen und Einheiten — Teil 8: Akustik*

DIN ISO 5725 (alle Teile), *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen*

Deutsche Fassung

Akustik —
Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel
von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen —
Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1 (ISO 3741:2010)

Acoustics —
Determination of sound power levels and sound energy
levels of noise sources using sound pressure —
Precision methods for reverberation test rooms
(ISO 3741:2010)

Acoustique —
Détermination des niveaux de puissance et
des niveaux d'énergie acoustiques émis par les
sources de bruit à partir de la pression acoustique —
Méthodes de laboratoire en salles d'essais réverbérantes
(ISO 3741:2010)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. August 2010 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Meteorologische Bezugsbedingungen.....	10
5 Hallraum.....	10
6 Messgeräte und Messeinrichtung.....	14
7 Definition, Anordnung, Aufstellung und Betrieb der zu untersuchenden Geräuschquelle.....	15
8 Messungen im Hallraum	17
9 Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel	24
10 Messunsicherheit.....	32
11 Angaben im Messbericht	35
12 Angaben im Ergebnisbericht.....	37
Anhang A (informativ) Leitlinien für die Auslegung von Hallräumen	38
Anhang B (informativ) Leitlinien für die Auslegung rotierender Diffusoren	40
Anhang C (normativ) Eignungsprüfverfahren für Hallräume zur Messung von Breitbandgeräuschen.....	41
Anhang D (normativ) Eignungsprüfung für Hallräume zur Messung von tonalen Komponenten	43
Anhang E (informativ) Erweiterung des Frequenzbereichs auf Frequenzen unterhalb 100 Hz	48
Anhang F (normativ) Berechnung von Oktavband-Schallleistungs- und Schallenergiepegeln sowie A-bewerteten Schallleistungs- und Schallenergiepegeln aus Terzbandpegeln	51
Anhang G (informativ) Leitfaden zur Herleitung von Angaben über die Messunsicherheit.....	54
Literaturhinweise	68
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG	70

Vorwort

Der Text von ISO 3741:2010 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 3741:2010 durch das Technische Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ übernommen, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2011 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 3741:2009.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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

Einleitung

Diese Internationale Norm gehört zu der Reihe ISO 3740 [2] bis ISO 3747 [8], in der verschiedene Verfahren für die Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen wie Maschinen, Geräten und zugehörige Baugruppen festgelegt werden. Im Einzelfall hängt die Auswahl des anzuwendenden Verfahrens aus den in dieser Reihe angegebenen vom Zweck der Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel und den verfügbaren Einrichtungen ab. Allgemeine Leitlinien für die Auswahl sind in ISO 3740 [2] enthalten. ISO 3740 [2] bis ISO 3747 [8] geben nur allgemeine Hinweise hinsichtlich der Betriebs- und Aufstellungsbedingungen der Maschinen oder Geräte für den Zweck ihrer Untersuchung. Es ist wichtig, für die verschiedenen Arten von Quellen Geräuschmessnormen mit ausführlichen Anforderungen an Aufstellungs-, Last- und Betriebsbedingungen zu erarbeiten, unter denen Schallleistungs- und Schallenergiepegel zu ermitteln sind.

Die Verfahren in dieser Internationalen Norm machen es erforderlich, die zu untersuchende Geräuschquelle in einem Hallraum aufzustellen, der festgelegte akustische Eigenschaften hat. Die Verfahren stützen sich dann auf die Annahme, dass die Schallleistung oder die Schallenergie der zu untersuchenden Quelle dem räumlich und zeitlich gemittelten Quadrat des Schalldrucks direkt proportional ist und sonst nur von den akustischen und geometrischen Eigenschaften des Raums und den Zustandsgrößen der Luft abhängt.

Für eine Quelle, die Schall in einem schmalen Frequenzband oder bei einzelnen Frequenzen abstrahlt, erfordert die genaue Bestimmung der abgestrahlten Schallleistungs- und Schallenergiepegel in einem Hallraum größeren Aufwand als für eine Quelle, die Schall gleichmäßig über einen weiten Frequenzbereich abstrahlt, weil

- a) das entlang eines kurzen Mikrofon-Pfades oder an wenigen Mikrofonpositionen bestimmte räumlich und zeitlich gemittelte Quadrat des Schalldrucks nicht immer ein guter Schätzwert für das räumlich oder zeitlich gemittelte Quadrat des Schalldrucks im gesamten Raum ist;
- b) die von der Quelle abgestrahlte Schallleistung oder Schallenergie stärker von den Eigenfrequenzen des Raums und der Anordnung der Quelle im Raum beeinflusst wird.

Bei einer Quelle, die schmalbandigen Schall oder Einzeltöne abstrahlt, besteht der erhöhte Messaufwand entweder in der Optimierung und Verbesserung des Prüfraums oder in der Anwendung einer größeren Zahl an Quellen- und Mikrofonpositionen (oder verlängerter Pfade für ein im Raum bewegtes Mikrofon). Der Messaufwand kann aber mit Hilfe zusätzlicher Absorber für tiefe Frequenzen oder durch den Einbau rotierender Diffusoren in den Prüfraum verringert werden.

Die Verfahren in dieser Internationalen Norm erlauben die Bestimmung des Schallleistungs- und des Schallenergiepegels in Terzbändern, aus denen Oktavbandpegel, A-bewertete Pegel und unbewertete Gesamtpegel errechnet werden können.

Diese Internationale Norm beschreibt Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 gemäß Definition in ISO 12001. Die ermittelten Schallleistungs- und Schallenergiepegel enthalten Korrekturen, die alle Unterschiede berücksichtigen, die zwischen den meteorologischen Bedingungen während der Messung und den meteorologischen Bezugsbedingungen auftreten können. Für Anwendungen in halliger Messumgebung, an die niedrigere Genauigkeitsanforderungen gestellt werden, können ISO 3743-1 [3], ISO 3743-2 [4] oder ISO 3747 [8] herangezogen werden.

1 Anwendungsbereich

1.1 Allgemeines

Diese Internationale Norm legt Verfahren für die Bestimmung des Schallleistungspegels oder des Schallenergiepegels einer Geräuschquelle aus Schalldruckpegeln fest, die in einem Hallraum gemessen werden. Der von der Geräuschquelle erzeugte Schallleistungspegel (oder der Schallenergiepegel bei Impulsen oder anderen Geräuschen kurzer Dauer) in Frequenzbändern von Terzbreite wird aus diesen Messungen berechnet; hierzu gehören auch alle Korrekturen zur Berücksichtigung jeglicher Unterschiede zwischen den meteorologischen Bedingungen am Ort und während der Zeit der Messung und den meteorologischen Bezugsbedingungen, die einer Bezugskennimpedanz entsprechen. Für zwei Verfahren, ein Direktverfahren und ein Vergleichsverfahren, werden Mess- und Rechenschritte für die Bestimmung des Schallleistungspegels und des Schallenergiepegels angegeben.

Im Allgemeinen umfasst der interessierende Frequenzbereich die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 100 Hz bis 10 000 Hz. Für die Anwendung der festgelegten Verfahren in einem nach tieferen Frequenzen hin erweiterten Frequenzbereich sind Hinweise in Anhang E enthalten. Diese Internationale Norm darf nicht für Frequenzbereiche oberhalb des Terzbandes mit der Mittenfrequenz 10 000 Hz angewendet werden.

ANMERKUNG Für höhere Frequenzen können die in ISO 9295 festgelegten Verfahren angewendet werden.

1.2 Art der Geräusche und Geräuschquellen

Die in dieser Internationalen Norm festgelegten Verfahren sind für alle in ISO 12001 definierten Arten von Geräuschen geeignet (gleichförmige, ungleichförmige, schwankende, Einzel-Schallimpulse usw.).

Die zu untersuchende Geräuschquelle kann ein Gerät, eine Maschine, Komponente oder Baugruppe sein. Diese Internationale Norm ist anwendbar auf Geräuschquellen mit einem Volumen von nicht mehr als 2 % des Hallraumvolumens. Für eine Quelle mit einem Volumen größer als 2 % des Prüfraumvolumens ist es möglich, dass Ergebnisse der Genauigkeitsklasse 1 nach Definition in ISO 12001:1996 nicht erzielt werden können.

ANMERKUNG In besonderen Fällen kann das Volumen der Quelle maximal 5 % des Raumvolumens betragen. In diesen Fällen gibt die betreffende Geräuschmessnorm an, welche Auswirkungen das auf die Messunsicherheit hat.

1.3 Hallraum

Die für Messungen nach dieser Internationalen Norm verwendbaren Messräume sind Hallräume, die festgelegte Anforderungen erfüllen (siehe Abschnitt 5).

1.4 Messunsicherheit

Es werden Angaben zur Unsicherheit der nach dieser Internationale Norm bestimmten Schallleistungs- und Schallenergiepegel gemacht, und zwar für Messungen in begrenzten Frequenzbändern und für die A-bewertete Summe über alle Frequenzbänder. Die Unsicherheit entspricht der Genauigkeitsklasse 1 nach ISO 12001:1996.

2 Normative Verweisungen

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

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

ISO 5725 (alle Teile), *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results*

ISO 6926, *Acoustics — Requirements for the performance and calibration of reference sound sources for the determination of sound power levels*

ISO 12001:1996, *Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Rules for the drafting and presentation of a noise test code*

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

IEC 60942:2003, *Electroacoustics — Sound calibrators*

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

IEC 61260:1995, *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters*

IEC 61672-1:2002, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Schalldruck

p
Differenz zwischen dem Momentanwert des Absolutdrucks und dem statischen Druck

ANMERKUNG 1 Übernommen aus ISO 80000-8:2007 [21], 8-9.2.

ANMERKUNG 2 Der Schalldruck wird in Pascal angegeben.

3.2 Schalldruckpegel

L_p
zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des Quadrates des Schalldrucks p zum Quadrat eines Bezugswertes p_0 , angegeben in Dezibel

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB} \quad (1)$$

Dabei ist der Bezugswert p_0 gleich 20 µPa

[ISO/TR 25417:2007 [20], 2.2]

ANMERKUNG 1 Wenn bestimmte, in IEC 61672-1 festgelegte Frequenz- und Zeitbewertungen und/oder bestimmte Frequenzbänder verwendet werden, wird dies durch geeignete Indizes angegeben; z. B. bezeichnet L_{pA} den A-bewerteten Schalldruckpegel.

ANMERKUNG 2 Diese Definition stimmt technisch mit ISO 80000-8:2007 [21], 8-22 überein.

3.3

zeitlich gemittelter Schalldruckpegel

$L_{p,T}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des zeitlichen Mittelwertes des Quadrates des Schalldrucks p über ein festgelegtes Zeitintervall T (das bei t_1 beginnt und bei t_2 endet) zum Quadrat eines Bezugswertes p_0 , angegeben in Dezibel

$$L_{p,T} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB} \quad (2)$$

Dabei ist der Bezugswert p_0 gleich 20 μPa

ANMERKUNG 1 Üblicherweise wird der Index „ T “ weggelassen, da zeitlich gemittelte Schalldruckpegel ohnehin über ein gewisses Zeitintervall bestimmt werden.

ANMERKUNG 2 Zeitlich gemittelte Schalldruckpegel sind häufig A-bewertet. Sie werden dann mit $L_{pA,T}$ bezeichnet, was üblicherweise mit L_{pA} abgekürzt wird.

ANMERKUNG 3 Übernommen aus ISO/TR 25417:2007 [20], 2.3.

3.4

zeitlich integrierter Einzelereignis-Schalldruckpegel

L_E

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des Integrals des Quadrates des Schalldrucks p eines isolierten Einzelschallereignisses (Schallimpuls oder Geräusch von kurzer Dauer) über ein festgelegtes Zeitintervall T (das bei t_1 beginnt und bei t_2 endet) zu einem Bezugswert E_0 , angegeben in Dezibel

$$L_{E,T} = 10 \lg \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{E_0} \right] \text{ dB} \quad (3)$$

Dabei ist der Bezugswert E_0 gleich $(20 \mu\text{Pa})^2 \text{ s} = 4 \times 10^{-10} \text{ Pa}^2 \text{ s}$

ANMERKUNG 1 Diese Größe ergibt sich auch aus $L_{p,T} + 10 \lg \left[\frac{T}{T_0} \right] \text{ dB}$, dabei ist $T_0 = 1 \text{ s}$.

ANMERKUNG 2 Bei Verwendung dieser Größe zur Messung der Schallimmission wird sie üblicherweise als „Schallexpositionspegel“ bezeichnet (siehe ISO/TR 25417:2007 [20]).

3.5

Messdauer

T

Teil oder Vielfaches einer Betriebsperiode oder eines Betriebzyklus der zu untersuchenden Geräuschquelle, für den oder das der zeitlich gemittelte Schalldruckpegel bestimmt wird

ANMERKUNG Die Messdauer wird in Sekunden angegeben.

3.6

Hallraum

Prüfraum, der die Anforderungen dieser Internationalen Norm erfüllt

3.7

Hallfeld

jener Teil des Schallfeldes im Prüfraum, in dem der Einfluss des direkt von der Quelle empfangenen Schalls vernachlässigbar ist

3.8

Nachhallzeit

T_n

Dauer zwischen dem Abschalten der Quelle und dem Zeitpunkt, an dem die räumlich gemittelte Schallenergiedichte in einem geschlossenen Raum auf den $10^{-n/10}$ Teil (d. h. um n dB) des Wertes unmittelbar vor dem Abschalten abgenommen hat

[ISO 80000-8:2007 [21], 8-29]

ANMERKUNG 1 Die Nachhallzeit wird in Sekunden angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Nachhallzeit ist frequenzabhängig.

ANMERKUNG 3 Für die Zwecke dieser Internationalen Norm ist $n = 60$, und das Formelzeichen ist T_{60} .

3.9

Schallabsorptionsgrad

α

relativer Bruchteil der bei einer gegebenen Frequenz und unter festgelegten Bedingungen auf eine Fläche einfallenden Schallleistung, der nicht reflektiert wird

ANMERKUNG Für die Zwecke dieser Internationalen Norm werden Schallabsorptionsgrade nach ISO 354 [1] berechnet.

3.10

äquivalente Schallabsorptionsfläche

A

Produkt aus Inhalt und Schallabsorptionsgrad einer Fläche

ANMERKUNG Die äquivalente Schallabsorptionsfläche wird in Quadratmetern angegeben.

3.11

Vergleichsschallquelle

Schallquelle, die festgelegte Anforderungen erfüllt

ANMERKUNG Für die Zwecke dieser Internationalen Norm sind die Anforderungen in ISO 6926:1999, Abschnitt 5, festgelegt.

3.12

interessierender Frequenzbereich

für allgemeine Anwendungen der Frequenzbereich, der die Terzbänder mit den Nennwerten der Mittenfrequenzen von 100 Hz bis 10 000 Hz umfasst

ANMERKUNG Für besondere Anwendungen kann der Frequenzbereich unter der Voraussetzung erweitert oder eingeschränkt werden, dass Prüfumgebung und Messgeräte sonst alle Anforderungen dieser Internationalen Norm erfüllen. Der Frequenzbereich kann abwärts bis auf das 50 Hz-Terzband (siehe Anhang E), aufwärts jedoch nicht über das 10 000 Hz-Terzband hinaus erweitert werden. Jede Einschränkung oder Erweiterung des Frequenzbereichs ist deutlich als solche im Ergebnisbericht anzugeben.

3.13

Fremdgeräusch

Geräusch sämtlicher Quellen außer dem der zu untersuchenden Geräuschquelle

ANMERKUNG Das Fremdgeräusch kann aus Luftschall, Körperschall und elektrischem Rauschen der Messgeräte bestehen.

3.14

Fremdgeräuschkorrektur

K_1

Korrektur, die auf die im Hallraum gemessenen Schalldruckpegel angewendet wird, um den Einfluss von Fremdgeräusch zu berücksichtigen

ANMERKUNG 1 Die Fremdgeräuschkorrektur wird in Dezibel angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Fremdgeräuschkorrektur ist frequenzabhängig; für ein Frequenzband lautet die Bezeichnung K_{1f} , dabei ist f die entsprechende Mittenfrequenz.

3.15

Schalleistung

P

Integral des Produktes des Schalldrucks p und der Komponente der Teilchengeschwindigkeit u_n , die an einem Punkt einer Fläche senkrecht zu dieser Fläche steht, über diese Fläche

[ISO 80000-8:2007 [21], 8-16]

ANMERKUNG 1 Die Schalleistung wird in Watt angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Größe kennzeichnet die Menge an Luftschallenergie, die von einer Quelle je Zeiteinheit abgestrahlt wird.

3.16

Schalleistungspegel

L_W

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der Schalleistung P einer Quelle zu einem Bezugswert P_0 , angegeben in Dezibel

$$L_W = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ dB} \quad (4)$$

Dabei ist der Bezugswert P_0 gleich 1 pW

ANMERKUNG 1 Wenn eine bestimmte, in IEC 61672-1 festgelegte Frequenzbewertung und/oder bestimmte Frequenzbänder verwendet werden, wird dies durch geeignete Indizes angegeben; z. B. bezeichnet L_{WA} den A-bewerteten Schalleistungspegel.

ANMERKUNG 2 Diese Definition stimmt technisch mit ISO 80000-8:2007 [21], 8-23, überein.

[ISO/TR 25417:2007 [20], 2.9]

3.17

Schallenergie

J

Integral der Schalleistung P über eine festgelegte Messdauer T (die bei t_1 beginnt und bei t_2 endet)

$$J = \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt \quad (5)$$

ANMERKUNG 1 Die Schallenergie wird in Joule angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Größe ist besonders für nicht stationäre, unterbrochene Schallereignisse von Bedeutung.

[ISO/TR 25417:2007 [20], 2.10]

3.18

Schallenergiepegel

L_J
zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der Schallenergie J zu einem Bezugswert J_0 , angegeben in Dezibel

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0} \text{ dB} \quad (6)$$

Dabei ist der Bezugswert J_0 gleich 1 pJ

ANMERKUNG Wenn eine bestimmte, in IEC 61672-1 festgelegte Frequenzbewertung und/oder bestimmte Frequenzbänder verwendet werden, wird dies durch geeignete Indizes angegeben; z. B. bezeichnet L_{JA} den A-bewerteten Schallenergiepegel.

[ISO/TR 25417:2007 [20], 2.11]

4 Meteorologische Bezugsbedingungen

Für die Ermittlung des Schallleistungspegels und des Schallenergiepegels gelten die folgenden meteorologischen Bezugsbedingungen:

- a) Lufttemperatur: 23,0 °C;
- b) statischer Luftdruck: 101,325 kPa;
- c) relative Luftfeuchte: 50 %.

5 Hallraum

5.1 Allgemeines

Der Hallraum muss groß genug sein und eine ausreichend geringe Gesamtschallabsorption besitzen, um die Ausbildung eines Hallfeld in allen Frequenzbändern des interessierenden Frequenzbereichs hinreichend zu gewährleisten. Leitlinien für die Auslegung von Räumen, die für die Bestimmung von Schallleistungs- und Schallenergiepegel nach dieser Internationalen Norm geeignet sind, enthält Anhang A. Leitlinien für die Auslegung von im Raum rotierenden Diffusoren enthält Anhang B.

5.2 Volumen und Form des Prüfraums

In Tabelle 1 werden Empfehlungen für das Mindestvolumen des Raums gegeben. Die Eignung aller Messräume sollte nach Anhang C nachgewiesen werden. Für Messräume mit Volumina kleiner als die Werte, die für den interessierenden Frequenzbereich in Tabelle 1 genannt sind, oder mit einem Volumen größer als 300 m³ muss die Eignung für Breitbandmessungen mittels des in Anhangs C festgelegten Verfahrens nachgewiesen werden. Ein Verfahren für die Eignungsprüfung von Räumen zur Messung von tonalen Komponenten ist in Anhang D angegeben, der auch ein allgemein gültiges Verfahren für die Eignungsprüfung von Räumen als Alternative zur Eignungsprüfung einzelner Quellen (nach 8.4.2 oder 8.5.2) festlegt. Hinweise für Messungen bei Frequenzen unterhalb von 100 Hz werden in Anhang E gegeben.

Tabelle 1 — Empfohlenes Mindestvolumen des Hallraums als Funktion des niedrigsten interessierenden Frequenzbandes

Niedrigstes interessierendes Terzband Hz	Mindestvolumen des Hallraums m ³
100	200
125	150
160	100
≥ 200	70

5.3 Schallabsorption des Prüfraums

Die Schallabsorption des Prüfraums wirkt sich vorrangig auf den Mindestabstand aus, der zwischen der zu untersuchenden Geräuschquelle und den Mikrofonpositionen einzuhalten ist. Sie beeinflusst auch die Abstrahlung der Quelle und die frequenzabhängigen Eigenheiten der Messumgebung. Aus diesen Gründen darf die Schallabsorption des Prüfraums weder zu groß noch außergewöhnlich klein sein (siehe Anhang A).

Im interessierenden Frequenzbereich müssen alle Oberflächen des Raums, die innerhalb einer Wellenlänge von der zu untersuchenden Geräuschquelle liegen, reflektierend beschaffen sein mit einem Schallabsorptionsgrad von weniger als 0,06. Wenn tieffrequente Plattenabsorber wie nach Anhang C und/oder Anhang D erforderlich sind, dürfen diese Einrichtungen innerhalb einer Wellenlänge (bei der niedrigsten interessierenden Frequenz) von der zu untersuchenden Geräuschquelle angebracht werden, aber nicht näher als 1,5 m. Die verbleibenden Oberflächen müssen soweit absorbierende Eigenschaften besitzen, dass der Zahlenwert der Nachhallzeit T_{60} , in Sekunden, (zur Messung siehe 8.7) in Abwesenheit der zu untersuchenden Quelle in jedem Terzband unterhalb 6,3 kHz größer ist als das Verhältnis von V zu S :

$$T_{60} > \frac{V}{S} \quad (7)$$

Dabei ist

V das Hallraumvolumen, in Kubikmetern;

S die gesamte Prüfraumoberfläche, in Quadratmetern.

Wenn die Anforderung an die Nachhallzeit nach Ungleichung (7) nicht erfüllt ist, muss die Eignung des Raums für breitbandige Messungen mittels des in Anhang C festgelegten Verfahrens nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Oberhalb 5 kHz ist die Absorption zum großen Teil auf Luftabsorption zurückzuführen. Die Einhaltung einer relativen Luftfeuchte von über 50 % trägt dazu bei, übermäßige Luftabsorption zu vermeiden.

5.4 Kriterien für das Fremdgeräusch

5.4.1 Relativkriterien für das Fremdgeräusch

5.4.1.1 Allgemeines

Der zeitlich gemittelte Schalldruckpegel des Fremdgeräusches, gemessen an den und gemittelt über die Mikrofonpositionen oder -pfade (siehe 9.1.3 und 9.2.3), muss in jedem Frequenzband innerhalb des interessierenden Frequenzbereichs unter dem jeweiligen zeitlich gemittelten Schalldruckpegel der zu untersuchenden Geräuschquelle liegen, und zwar mindestens um

- a) 6 dB für Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 200 Hz und darunter sowie 6 300 Hz und darüber;
- b) 10 dB für Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 250 Hz bis 5 000 Hz.

Bei Einhaltung dieser Forderungen gelten die Fremdgeräuschkriterien dieser Internationalen Norm als erfüllt.

ANMERKUNG 1 Die gleichen Kriterien gelten auch für zeitlich integrierte Einzelereignis-Schalldruckpegel, wobei für die zeitliche Mittelung die gleiche Messdauer wie bei der Messung des Einzelereignisses zu verwenden ist.

ANMERKUNG 2 Das Geräusch der Mikrofon-Schwenkeinrichtung, falls eine solche für die Messungen benutzt wird, ist als Teil des Fremdgeräusches zu betrachten. In solchen Fällen ist das Fremdgeräusch bei laufender Schwenkeinrichtung zu messen.

5.4.1.2 Relativkriterien für das Fremdgeräusch für Messungen in Frequenzbändern

Es kann sein, dass die Forderungen von 5.4.1.1 nicht in allen Frequenzbändern erfüllt werden können, auch wenn die Fremdgeräuschpegel im Prüfraum außerordentlich niedrig und gut beherrschbar sind. Deshalb darf jedes Frequenzband im interessierenden Frequenzbereich, in dem der A-bewertete Schallleistungspegel oder Schallenergiepegel (siehe Anhang F) der zu untersuchenden Geräuschquelle (nach erfolgter Fremdgeräuschkorrektur nach 9.1.2 oder 9.2.2) mindestens 15 dB unter dem höchsten A-bewerteten Bandschallleistungs- oder Schallenergiepegel liegt, bei der Prüfung der Einhaltung des oben genannten Fremdgeräuschkriteriums aus dem interessierenden Frequenzbereich ausgeschlossen werden.

5.4.1.3 Relativkriterien für das Fremdgeräusch für A-bewertete Messungen

Wenn der A-bewertete Schallleistungspegel oder Schallenergiepegel zu bestimmen und anzugeben ist, sind folgende Schritte zu befolgen, um zu ermitteln, ob diese Größe die Fremdgeräuschkriterien dieser Internationalen Norm erfüllt:

- a) Der A-bewertete Schallleistungspegel oder Schallenergiepegel wird nach den in dieser Internationalen Norm festgelegten Verfahren aus den Werten aller Frequenzbänder im interessierenden Frequenzbereich berechnet;
- b) die Berechnung wird wiederholt, aber ohne jene Bänder, für die $\Delta L_p < 6$ dB für Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 200 Hz und darunter sowie 6 300 Hz und darüber und für die $\Delta L_p < 10$ dB für Terzbänder mit den Mittenfrequenz von 250 Hz bis 5 000 Hz ist.

Wenn die Differenz dieser beiden Pegel kleiner als 0,5 dB ist, darf angenommen werden, dass der aus den Daten aller Frequenzbänder ermittelte A-bewertete Schallleistungspegel oder Schallenergiepegel die Fremdgeräuschkriterien dieser Internationalen Norm erfüllt.

5.4.2 Absolutkriterien für das Fremdgeräusch

Wenn gezeigt werden kann, dass die Fremdgeräuschpegel im Prüfraum während der Messungen in allen Frequenzbändern innerhalb des interessierenden Frequenzbereichs die Werte der Tabelle 2 einhalten oder unterschreiten, gelten für die Messungen die Fremdgeräuschkriterien dieser Internationalen Norm als erfüllen, auch wenn die 6-dB- oder 10-dB-Forderungen nicht in allen Frequenzbänder eingehalten werden. Es kann angenommen werden, dass die Quelle in diesen Frequenzbändern wenig oder kein messbares Geräusch abstrahlt und dass die erhaltenen Ergebnisse eine Obergrenze für die Schallleistungs- oder Schallenergiepegel in diesen Bändern darstellen.

Falls einige der gemessenen Pegel der zu untersuchenden Geräuschquelle gleich groß oder kleiner als die in Tabelle 2 angegebenen Pegel sind, darf der interessierende Frequenzbereich auf einen zusammenhängenden Bereich von Frequenzen beschränkt werden, der sowohl die niedrigste als auch die höchste Frequenz einschließt, bei denen der Schalldruckpegel von der Geräuschquelle die entsprechenden Werte in Tabelle 2 überschreitet. In derartigen Fällen ist der anwendbare interessierende Frequenzbereich im Ergebnisbericht anzugeben.

**Tabelle 2 — Absolute Höchstwerte der Fremdgeräuschpegel
im Prüfraum**

Terzband-Mittenfrequenz Hz	Höchster Schalldruckpegel im Terzband dB
50	42
63	39
80	36
100	33
125	30
160	27
200	24
250	21
315	18
400	15
500	12
630	11
800	11
1 000	10
1 250	10
1 600	10
2 000	10
2 500	10
3 150	10
4 000	10
5 000	10
6 300	10
8 000	10
10 000	10

5.4.3 Angabe der Nichteinhaltung der Fremdgeräuschkriterien

Wenn weder die Relativkriterien nach 5.4.1 noch die Absolutkriterien nach 5.4.2 erfüllt sind, muss im Ergebnisbericht deutlich angegeben werden, dass die Fremdgeräuschanforderungen dieser Internationalen Norm nicht eingehalten wurden, und es sind die jeweiligen Frequenzbänder anzugeben, in denen diese Kriterien nicht eingehalten werden. Weiterhin darf im Ergebnisbericht weder angegeben noch vermittelt werden, dass die Messungen „in voller Übereinstimmung“ mit dieser Internationalen Norm ausgeführt wurden.

5.5 Lufttemperatur, -feuchte und -druck

Im Bereich der Mikrofonpositionen müssen Schwankungen der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte innerhalb der in Tabelle 3 angegebenen Grenzen liegen.

Messungen des statischen Luftdrucks müssen auf $\pm 1,5$ kPa genau sein.

Die zulässigen Schwankungsbreiten der Tabelle 3 sind im Allgemeinen ausreichend. Jedoch dürfen in maschinenspezifischen Geräuschemessnormen für einzelne Gerätearten andere Temperatur- und Feuchtebedingungen festgelegt werden, insbesondere wenn der Betrieb der Maschine oder die Geräuschemissionspegel von den Umgebungsbedingungen abhängen. In solchen Fällen müssen diese Bedingungen angewendet werden.

Tabelle 3 — Zulässige Schwankungsbreiten für Lufttemperatur und relative Luftfeuchte während der Messungen im Hallraum

Bereiche der Temperatur θ $^{\circ}\text{C}$	Bereiche der relativen Luftfeuchte %		
	< 30 %	30 % bis 50 %	> 50 %
	Zulässige Schwankungsbreiten für Temperatur und relative Luftfeuchte		
$-5 \leq \theta < 10$	$\pm 1^{\circ}\text{C}, \pm 3 \%$	$\pm 1^{\circ}\text{C}, \pm 5 \%$	$\pm 3^{\circ}\text{C}, \pm 10 \%$
$10 \leq \theta < 20$	$\pm 1^{\circ}\text{C}, \pm 3 \%$	$\pm 3^{\circ}\text{C}, \pm 5 \%$	$\pm 3^{\circ}\text{C}, \pm 10 \%$
$20 \leq \theta \leq 50$	$\pm 2^{\circ}\text{C}, \pm 3 \%$	$\pm 5^{\circ}\text{C}, \pm 5 \%$	$\pm 5^{\circ}\text{C}, \pm 10 \%$

6 Messgeräte und Messeinrichtung

6.1 Allgemeines

Das Messsystem einschließlich der Mikrofone und Kabel muss die Anforderungen nach IEC 61672-1:2002, Klasse 1, und die Filter müssen die Anforderungen nach IEC 61260:1995, Klasse 1, erfüllen. Falls das Vergleichsverfahren (siehe 8.1) verwendet wird, muss die Vergleichsschallquelle die Anforderungen nach ISO 6926 erfüllen.

6.2 Kalibrierung

Die Mikrofone müssen für stochastischen Schalleinfall nach IEC 61138 kalibriert werden.

Vor und nach jeder Messreihe ist ein Schallkalibrator der Klasse 1 nach IEC 60942:2003 an jedes Mikrofon anzulegen, um die Kalibrierung des gesamten Messsystems bei einer oder mehreren Frequenzen innerhalb des interessierenden Frequenzbereichs zu prüfen. Ohne Änderung der Einstellung darf die Differenz zwischen den vor und nach jeder Messreihe abgelesenen Werten höchstens 0,5 dB betragen. Ist der Unterschied größer als 0,5 dB, sind die Ergebnisse der Messreihe zu verwerfen.

In einem Labor, das die Rückführung von Kalibrierungen auf geeignete Normale sicherstellt, sind in regelmäßigen Zeitabständen die Kalibrierung des Schallkalibrators, die Einhaltung der Anforderungen von IEC 61672-1 durch das Messsystem, die Einhaltung der Anforderungen von IEC 61260 durch den Filtersatz und, falls verwendet, die Einhaltung der Anforderungen von ISO 6926 durch die Vergleichsschallquelle zu überprüfen.

Sofern nationale Regelungen nichts anderes vorschreiben, sollte der Schallkalibrator in Abständen von maximal 1 Jahr und die Vergleichsschallquelle in Abständen von maximal 2 Jahren kalibriert werden, die Einhaltung der Anforderungen von IEC 61672-1 durch die Messsysteme sollte in Abständen von maximal 2 Jahren und die Einhaltung der Anforderungen von IEC 61260 durch den Filtersatz ebenfalls in Abständen von maximal 2 Jahren überprüft werden.

7 Definition, Anordnung, Aufstellung und Betrieb der zu untersuchenden Geräuschquelle

7.1 Allgemeines

Die Entscheidung, welche Komponenten, Baugruppen, Hilfseinrichtungen, Antriebe usw. Bestandteile der Geräuschquelle sind, deren Schallleistungspegel oder Schallenergiepegel bestimmt werden soll, ist von großer Bedeutung. Außerdem ist es wichtig festzulegen, wie die Quelle bei der Messung aufgestellt und betrieben wird, da diese beiden Faktoren einen bedeutenden Einfluss auf die abgestrahlte Schallleistung oder Schallenergie haben können. Dieser Abschnitt beschreibt die Vorgehensweise bei der Aufstellung der Quelle für die Messung und bei der Festlegung der Randbedingungen, um eine reproduzierbare Messanordnung zu erhalten, die in eindeutigen Zusammenhang mit den gewonnenen Ergebnissen steht.

Diese Internationale Norm enthält allgemeine Festlegungen zur Definition der Geräuschquelle, zu ihrer Aufstellung und ihrem Betrieb; diese Angaben werden aber durch die Anweisungen und Festlegungen der maschinenspezifischen Geräuschemessnorm ersetzt, sofern eine solche für die jeweilige zu untersuchende Quellenart vorhanden ist.

7.2 Hilfseinrichtungen

Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass vorhandene und mit der zu untersuchenden Geräuschquelle verbundene Kabelkanäle, Rohrleitungen oder Luftkanäle keine wesentliche Schallenergie in die Messumgebung abstrahlen.

Soweit möglich, sind sämtliche für den Betrieb der zu untersuchenden Geräuschquelle erforderlichen Hilfseinrichtungen, die kein Bestandteil der Geräuschquelle sind, außerhalb des Hallraums unterzubringen. Ist das nicht durchführbar, ist dafür zu sorgen, dass jegliches von solchen Einrichtungen in den Raum abgestrahlte Geräusche minimiert wird. Alle wesentlichen Schall abstrahlenden Bauteile sind der zu untersuchenden Geräuschquelle zuzurechnen, einschließlich solcher Hilfseinrichtungen, die entweder nicht entfernt oder nicht ausreichend schallgedämmt werden können.

7.3 Anordnung der Geräuschquelle

Die zu untersuchende Geräuschquelle ist im Hallraum an einer oder mehreren Positionen bezogen auf die Begrenzungsflächen aufzustellen, wie für den bestimmungsgemäßen Gebrauch vorgesehen. Ist nicht anderweitig eine bestimmte Position festgelegt, muss die Quelle auf dem Boden mindestens 1,5 m von jeder Wand des Raums entfernt aufgestellt werden. Sind nach 8.4.2.4 oder Anhang D zwei oder mehr Quellenpositionen erforderlich, muss der Abstand zwischen den verschiedenen Positionen gleich oder größer sein als die halbe Schallwellenlänge der Mittenfrequenz des niedrigsten Frequenzbandes der Messung. Hat der Hallraum einen rechtwinkligen Grundriss, muss die zu untersuchende Geräuschquelle asymmetrisch auf dem Boden aufgestellt werden.

Tischgeräte müssen mindestens 1,5 m von jeder Wand entfernt auf dem Boden des Hallraums aufgestellt werden, außer wenn ein Tisch oder Gestell für den üblichen Betrieb als wesentlich erachtet wird. In letzterem Fall muss das Gerät in der Mitte des Tisches aufgestellt werden, und die Quelle sowie der Tisch sind für den Zweck der Messung als eine Einheit zu betrachten.

7.4 Aufstellung und Befestigung der Geräuschquelle

In vielen Fällen wird die von einer Geräuschquelle abgestrahlte Schallleistung oder Schallenergie von der Art ihrer Aufstellung oder Befestigung beeinflusst. Daher muss, wann immer es eine typische Befestigungsart für die zu untersuchende Geräuschquelle gibt, diese nach Möglichkeit angewendet oder nachgebildet werden.

Die vom Hersteller der zu untersuchenden Geräuschquelle festgelegten oder empfohlenen Befestigungsarten sind anzuwenden, sofern in einer zutreffenden Geräuschemessnorm nichts Anderes festgelegt ist. Falls es keine typische Befestigungsart gibt oder die typische Befestigungsart bei der Messung nicht verwendet werden kann oder wenn es mehrere alternative Möglichkeiten gibt, ist dafür zu sorgen, dass die zur Messung

verwendete Befestigungsart nicht zu Schwankungen der Schallabstrahlung führt, die für die Quelle untypisch ist. Es sind Maßnahmen zu ergreifen, um eine mögliche Schallabstrahlung von Strukturen zu verringern, mit denen die Geräuschquelle verbunden ist.

Zahlreiche kleine Geräuschquellen, die selbst nur schlecht tieffrequenten Schall abstrahlen, können auf Grund der Art ihrer Befestigung mehr tieffrequenten Schall abstrahlen, wenn ihre Schwingungsenergie auf Flächen übertragen wird, die groß genug für eine wirkungsvolle Abstrahlung sind. Wenn möglich, sollte in solchen Fällen eine elastische Lagerung zwischen der zu untersuchenden Geräuschquelle und der Stützkonstruktion eingefügt werden, um sowohl die Schwingungsübertragung auf die Stützkonstruktion als auch die Rückwirkung auf die Quelle zu verringern. In diesem Fall sollte das Fundament starr sein (d. h. eine ausreichend hohe mechanische Impedanz aufweisen), um zu vermeiden, dass es selbst übermäßig stark schwingt und Schall abstrahlt. Solche elastischen Lagerelemente sollten jedoch nur dann verwendet werden, wenn die zu untersuchende Geräuschquelle unter üblichen Einsatzbedingungen elastisch befestigt wird.

Die Kopplungsbedingungen, z. B. zwischen Antriebsmaschinen und angetriebenen Maschinen, können einen beträchtlichen Einfluss auf die Schallabstrahlung der zu untersuchenden Geräuschquelle haben. Gegebenenfalls sollte eine flexible Kupplung verwendet werden, jedoch gelten hierfür die gleichen Überlegungen wie zu den elastischen Lagerelementen.

Geräuschquellen, die beim bestimmungsgemäßen Gebrauch in der Hand gehalten werden, sind bei der Messung entweder in der Hand zu halten oder derart aufzuhängen, dass kein Körperschall über irgendein Anbauteil übertragen wird, das nicht zu der zu untersuchenden Geräuschquelle gehört. Wenn die zu untersuchende Geräuschquelle für den Betrieb während der Messung eine Haltevorrichtung erfordert, muss diese klein sein. Sie ist als Bestandteil der zu untersuchenden Geräuschquelle zu betrachten und muss die Anforderungen der zutreffenden Geräuschmessnorm erfüllen, falls eine solche existiert.

Standgeräte, die ausschließlich für eine Aufstellung am Boden vor einer Wand vorgesehen sind, müssen auf einem schallharten Boden vor einer schallharten Wand aufgestellt werden. Wandgeräte und an der Wand anzubringende Maschinen sind an einer schallharten Wand anzubringen.

7.5 Betriebszustand der Quelle während der Messung

Die von einer Geräuschquelle abgestrahlte Schallleistung oder Schallenergie kann von dem Lastzustand, der Drehzahl und den Betriebsbedingungen beeinflusst werden. Die Quelle ist möglichst unter Bedingungen zu messen, die reproduzierbar und repräsentativ für die lauteste Betriebsweise bei üblichem Gebrauch sind. Die Festlegungen in einer maschinenspezifischen Geräuschmessnorm, sofern eine solche existiert, sind zu befolgen. Gibt es keine maschinenspezifische Geräuschmessnorm, sind für die Messung(en) einer oder mehrere der folgenden Betriebszustände zu wählen:

- a) Quelle unter vorgegebenen Last- und Betriebsbedingungen;
- b) Quelle unter Volllast [wenn von a) verschieden];
- c) Quelle ohne Last (im Leerlauf);
- d) Quelle bei maximaler Arbeitsgeschwindigkeit unter festgelegten Betriebsbedingungen;
- e) Quelle unter Betriebsbedingungen, die für die bei üblichem Gebrauch auftretende maximale Schallerzeugung repräsentativ sind;
- f) Quelle mit simulierter Last unter festgelegten Betriebsbedingungen;
- g) Quelle beim Durchlaufen eines charakteristischen Arbeitszyklus unter festgelegten Betriebsbedingungen.

Vor dem Beginn der Messungen zur Bestimmung des Schallleistungs- oder Schallenergiepegels muss die Quelle den gewünschten Betriebszustand erreicht haben und unverändert beibehalten, einschließlich einer konstanten Betriebstemperatur aller Antriebsquellen oder Einrichtungen zur Kraftübertragung. Die Last,

Drehzahl und sonstige Betriebsbedingungen sind während der Messung entweder konstant zu halten oder in einem festgelegten Zyklus kontrolliert zu verändern.

Wenn die abgestrahlte Schalleistung oder Schallenergie von sekundären Betriebsparametern abhängt, zum Beispiel von der Art des verarbeiteten Werkstoffs oder der Form des Schneidwerkzeugs, sind nach Möglichkeit diejenigen Parameter zu wählen, die die geringsten Streuungen verursachen und gleichzeitig typisch für den üblichen Gebrauch sind. Wenn simulierte Lastzustände verwendet werden, dann sind sie so zu wählen, dass die Schalleistungs- oder Schallenergiepegel der zu untersuchenden Quelle für den üblichen Gebrauch repräsentativ sind.

Bei bestimmten technischen Einrichtungen, zum Beispiel bei elektronischen Geräte mit drehzahlgesteuerten Kühlgebläsen oder Klimaanlage mit Kompressoren, können die Geräuschemissionspegel durch die Umgebungstemperatur im Prüfraum stark beeinflusst werden. Falls keine anderslautenden Festlegungen vorliegen, z. B. in einer anzuwendenden Geräuschmessnorm, wird empfohlen, dass bei solchen technischen Einrichtungen die Umgebungstemperatur im Prüfraum auf einen für ihren Betrieb typischen Wert eingestellt, auf $\pm 2^\circ\text{C}$ genau konstant gehalten und im Ergebnisbericht angegeben wird.

8 Messungen im Hallraum

8.1 Allgemeines

Es werden die Abläufe für zwei alternative Verfahren zur Bestimmung von Schalleistungs- und Schallenergiepegeln beschrieben:

- a) Ein Verfahren, für das die äquivalente Schallabsorptionsfläche des Hallraums benutzt und das als Direktverfahren bezeichnet wird;
- b) ein Verfahren, für das eine Vergleichsschallquelle mit bekanntem Schalleistungspegels benutzt und das als Vergleichsverfahren bezeichnet wird.

Beide Verfahren sind für den Bereich der Terzbänder mit den Nenn-Mittenfrequenzen von 100 Hz bis 10 000 Hz anwendbar; für besondere Zwecke kann der Frequenzbereich jedoch entsprechend der Anleitung in Anhang E bis hinab zum Terzband mit der Mittenfrequenz von 50 Hz erweitert werden (siehe 3.12).

8.2 Ausgangsposition für die zu untersuchende Geräuschquelle

Beim Direktverfahren muss die zu untersuchende Schallquelle an einer nach 7.3 ausgewählten Ausgangsposition im Hallraum aufgestellt werden.

8.3 Mikrofonpositionen

Sowohl beim Direktverfahren als auch beim Vergleichsverfahren darf der Zahlenwert des in Metern angegebenen Mindestabstandes $d_{\min}$ zwischen der zu untersuchenden Geräuschquelle und der nächstgelegenen Mikrofonposition in keinem der interessierenden Frequenzbänder kleiner sein als:

$$d_{\min} = D_1 \sqrt{\frac{V}{T_{60}}} \quad (8)$$

Dabei ist

$$D_1 = 0,08;$$

V das Hallraumvolumen, in Kubikmetern;

T_{60} die Nachhallzeit, in Sekunden.

Um den systematischen Nahfeldfehler zu minimieren und um sicherzustellen, dass sich die Messpunkte im Hallfeldteil des Schallfeldes befinden, wird dringend empfohlen, bei Frequenzen unter 5 000 Hz für D_1 den Wert 0,16 einzusetzen.

Wenn das Vergleichsverfahren angewendet wird, darf der Mindestabstand zwischen der zu untersuchenden Geräuschquelle und der nächstgelegenen Mikrofonposition auch nach Gleichung (9) berechnet werden, wobei in diesem Fall freigestellt ist, ob zur Berechnung des Mindestabstandes Gleichung (8) oder Gleichung (9) verwendet wird:

$$d_{\min} = D_2 \times 10^{0,05(L_{Wr} - L_{pr})} \quad (9)$$

Dabei ist

$$D_2 = 0,4;$$

L_{Wr} der bekannte Schallleistungspegel der Vergleichsschallquelle, angegeben in Dezibel;

L_{pr} der zeitlich gemittelte Schalldruckpegel, in Dezibel, wenn die Vergleichsschallquelle im Hallraum betrieben wird.

Um den systematischen Nahfeldfehler zu minimieren und um sicherzustellen, dass sich die Messpunkte im Hallfeld oder diffusen Teil des Schallfeldes befinden, wird dringend empfohlen, bei Frequenzen unter 5 000 Hz für D_2 den Wert 0,8 einzusetzen.

Wenn die Eignung des Raums und der Messanordnung nach Anhang D nachgewiesen wurde, müssen für die Schalldruckmessungen die gleiche Zahl an Mikrofonen und die gleichen Mikrofonpositionen oder kontinuierlichen Mikrofonpfade benutzt werden wie für die Eignungsprüfung.

Bei fehlendem Nachweis der Eignung des Raums nach Anhang D sind sechs feste Mikrofonpositionen zu wählen, aus denen die Standardabweichungen der Schalldruckpegel abzuschätzen sind (siehe 8.4.2). Die sechs Mikrofone müssen mehr als 1,0 m von jeder Raumbooberfläche und mehr als $d_{\min}$ von der Quelle entfernt sein. Der Mindestabstand zwischen den Mikrofonpositionen muss der halben Wellenlänge der Mittenfrequenz des niedrigsten interessierenden Frequenzbandes entsprechen. Für die Messungen, die nicht der Abschätzung von Standardabweichungen dienen, darf ein kontinuierlicher Messpfad für ein im Raum bewegtes Mikrofon benutzt werden.

Wenn ein kontinuierlicher Messpfad benutzt wird, muss er folgende Anforderungen erfüllen:

- a) kein Punkt auf dem Pfad darf der Quelle näher sein als $d_{\min}$;
- b) kein Punkt auf dem Pfad darf irgendeiner Oberfläche des Hallraums näher sein als 1,0 m;
- c) zu keinem Zeitpunkt darf ein Punkt auf dem Pfad irgendeiner Oberfläche eines Diffusors näher sein als 0,5 m;
- d) der Messpfad sollte in keiner Ebene liegen, die in einem Winkel von 10° und weniger zu einer Raumbooberfläche liegt;
- e) der Messpfad darf eine gerade Linie oder ein Kreisbogen oder ein Kreis sein. Die Pfadlänge l muss größer oder gleich dem kleineren der beiden Werte 3λ oder 10,3 m sein; dabei ist λ die Wellenlänge des Schalls bei der Mittenfrequenz des niedrigsten interessierenden Frequenzbandes.

Um in kleineren Räumen sicherzustellen, dass sich die Messpunkte im Hallfeld oder diffusen Teil des Schallfeldes befinden, wird dringend empfohlen, die notwendige Länge des Messpfades durch Teilung in zwei (oder mehrere) Teilpfade zu erreichen, vorausgesetzt der Mindestabstand zwischen ihnen ist größer als 1 m oder die halbe Wellenlänge der Mittenfrequenz des niedrigsten interessierenden Frequenzbandes, je nachdem welcher der beiden Werte kleiner ist.

Dies ist die Mindestlänge des Messpfades; eine größere Länge kann entweder nach 8.4.2.3 oder nach Anhang D erforderlich werden.

8.4 Messung der Schalldruckpegel

8.4.1 Allgemeines

Sowohl für das Direktverfahren als auch für das Vergleichsverfahren sind zeitlich gemittelte Schalldruckpegel $L'_{pi(ST)}$ von der zu untersuchenden Geräuschquelle für jedes Terzband im interessierenden Frequenzbereich an jeder Mikrofonposition i oder über jeden Messpfad ($i = 1, 2, \dots, n$) über eine angemessene Messdauer und für jeden gewählten Betriebszustand (siehe 7.5) zu ermitteln. Wenn die Eignung des Raums nach Anhang D nachgewiesen wurde, sind für die Schalldruckmessungen die gleiche Zahl an Mikrofonen und die gleichen Mikrofonpositionen oder kontinuierlichen Mikrofonpfade wie für die Eignungsprüfung zu verwenden. Wenn die Eignung des Raums nach Anhang D nicht nachgewiesen wurde, sind sechs feste Mikrofonpositionen auszuwählen, wie in 8.3 beschrieben, und diese sind als Anfangspositionen für die weitere Auswertung zu verwenden, siehe 8.4.2.

Wenn die Schalldruckpegel von der Quelle oder des Fremdgeräuschs an einzelnen Mikrofonpositionen zeitlich schwanken, kann es nötig sein, die Messdauer zu verlängern; die gewählte Dauer muss im Ergebnisbericht angegeben werden. Für Frequenzbänder mit einer Mittenfrequenz von 160 Hz und darunter muss die Messdauer mindestens 30 s betragen. Für Frequenzbänder mit einer Mittenfrequenz von 200 Hz und darüber muss die Messdauer mindestens 10 s betragen. Wenn ein rotierender Diffusor benutzt wird, muss die Messdauer ein ganzzahliges Vielfaches oder mehr als das Zehnfache einer Umlaufperiode des Diffusors betragen. Wenn ein im Raum bewegtes Mikrofon benutzt wird, muss die Messdauer mindestens zwei vollständige Durchläufe des gesamten Messpfades umfassen.

Zusätzlich sind, entweder unmittelbar bevor oder unmittelbar nachdem die Schalldruckpegel der zu untersuchenden Geräuschquelle gemessen wurden, zeitlich gemittelte Schalldruckpegel des Fremdgeräusches $L_{pi(B)}$ für jedes Terzband im interessierenden Frequenzbereich an jeder Mikrofonposition oder über jeden Messpfad und über die gleiche Messdauer wie für die zu untersuchende Geräuschquelle zu ermitteln.

8.4.2 Zusätzliche Auswertung in einem Prüfraum, dessen Eignung für die Messung tonaler Komponenten nicht nachgewiesen wurde (siehe Anhang D)

8.4.2.1 Allgemeines

Bei Hallräumen, deren Eignung zur Messung von Geräuschquellen mit tonalen Komponenten nach Anhang D nachgewiesen wurde, ist die Durchführung der in 8.4.2.2 bis 8.4.2.5 festgelegten Schritte nicht erforderlich.

8.4.2.2 Bestimmung von Standardabweichungen aus den Anfangsmessungen

Für jedes Terzband ist die Standardabweichung s_M der Schalldruckpegel, die an den sechs Anfangspositionen der Mikrofone nach 8.4.1 gemessen wurden, nach Gleichung (10) zu bestimmen:

$$s_M = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_{M(pre)}} \frac{[L'_{pi(pre)} - L'_{pm(pre)}]^2}{N_{M(pre)} - 1}} \quad (10)$$

Dabei ist

$L'_{pi(pre)}$ der an der i -ten Anfangsposition gemessene zeitlich gemittelte Terzband-Schalldruckpegel der zu untersuchenden Geräuschquelle in Dezibel;

$L'_{pm(pre)}$ der arithmetische Mittelwert über die an den sechs Anfangspositionen gemessenen zeitlich gemittelten Terzband-Schalldruckpegel der zu untersuchenden Geräuschquelle in Dezibel;

$N_{M(pre)} = 6$, die Anfangszahl an Mikrofonpositionen.