

DIN 45680

ICS 17.140.01

Einsprüche bis 2020-09-22

Ersatzvermerk
siehe unten**Entwurf****Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen**

Measurement and assessment of low-frequency noise immissions

Mesurage et évaluation d'immission de bruits de fréquences graves

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-05-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nals@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), 10772 Berlin oder 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.

Ersatzvermerk

Vorgesehen als Ersatz für DIN 45680:1997-03;

vorgesehen mit E DIN 45680 Beiblatt 1:2013-09 als Ersatz für DIN 45680 Beiblatt 1:1997-03;

Ersatz für E DIN 45680:2013-09

Gesamtumfang 37 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Messung von tieffrequenten Geräuschen und Infraschall	12
5.1 Messgrößen	12
5.2 Messgeräte	12
5.2.1 Schallpegelmesser	12
5.3 Messorte	12
5.4 Messdauer	13
5.5 Fremdgeräusche	13
5.6 Messdurchführung	13
5.6.1 Einschwingzeiten und Mittelungszeiten	13
5.6.2 Betrachteter Frequenzbereich	13
6 Beurteilungsverfahren und Auswertung	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Beurteilungsverfahren	14
6.2.1 Beurteilungsgrößen	14
6.2.2 Basiswert $L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{Aeq}}$	14
6.2.3 Zuschlag K_f für spektrale Auffälligkeit	15
6.2.4 Zuschlag K_t für zeitliche Auffälligkeit	15
6.2.5 Beurteilungsgröße für Maximalpegel von Geräuschen	16
6.3 Auswertung im erweiterten Frequenzbereich	16
7 Messbericht	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Situationsbeschreibung und Aufgabenstellung	17
7.3 Untersuchungsablauf	18
7.4 Messgerät	19
7.5 Durchführung der Messung	19
7.6 Ergebnisdarstellung	20
8 Unsicherheitsbetrachtung	20
Anhang A (informativ) Anhaltswerte für die Beurteilung der Geräuschimmissionen von Anlagen	21
Anhang B (informativ) Korrekturwerte $K_{A,i}$ und $K_{G,i}$ für die Frequenzbewertung A sowie G	22
Anhang C (informativ) Anmerkungen zur Wirkungsweise des Beurteilungsverfahrens	24
C.1 Verzicht auf Vorerhebung und Hörschwelle	24
C.2 $L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{Aeq}}$ als Basisgröße	24
C.3 Zuschlag für spektrale Auffälligkeit	24
C.4 Zuschlag für zeitliche Auffälligkeit	25
C.5 Maximal-Kriterium	26
C.6 Erweiterter Frequenzbereich	26
C.7 Ungefilterte Messung für Forschung und Umweltmedizin	28
C.8 Fazit	28
Anhang D (informativ) Hinweise zur Messung im Außenbereich	29
D.1 Allgemein	29
D.2 Messort	29
D.3 Zeitpunkt der Messung	29
D.4 Beurteilung	29
Anhang E (informativ) Beispiel für die Untersuchung beim Einwirken eines tieffrequenten Geräusches am Immissionsort	30

Literaturhinweise	36
-----------------------------	----

Bilder

Bild C.1 — Frequenzgang der G-Bewertung nach ISO 7196:1995-03	27
---	----

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen	10
Tabelle A.1 — Anhaltswerte	21
Tabelle B.1 — Korrekturwerte für die A-Bewertung	22
Tabelle B.2 — Korrekturwerte für die G-Bewertung	22
Tabelle E.1 — Abfolge zur Bestimmung der Beurteilungsgrößen	30
Tabelle E.2 — Tabellarischer Ergebnisse der Terzen $L_{p\text{TerzZeq},1s,i}(nT_0)$ in dB	31
Tabelle E.3 — Tabellarischer Ergebnisse der Terzen $L_{p\text{TerzZFmax},1s,i}(nT_0)$ in dB	31
Tabelle E.4 — Äquivalenter Terz-Dauerschallpegel für die i -te Terzband-Mittenfrequenz	32
Tabelle E.5 — Tabellarischer Ergebnisse der Terzen $L_{p\text{TerzAFmax},1s,i}(nT_0)$ in dB	33
Tabelle E.6 — Tabellarischer Ergebnisse verschiedener maximaler Pegel und ihre Zuordnung . .	34

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitskreis NA 001-01-02-11 AK „Überarbeitung von DIN 45680“ im Arbeitsausschuss NA 001-01-02 AA „Geräuschimmission — Grundlagen, Ermittlung, Beurteilung“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) erarbeitet.

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

Änderungen

Gegenüber DIN 45680:1997-03 und DIN 45680 Beiblatt 1:1997-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) geändertes Messverfahren ohne Vorerhebung (ehemals $L_C - L_A > 20$ dB);
- b) Erweiterung des Frequenzbereichs auf 8 Hz bis 100 Hz;
- c) Ergänzung um zusätzlichen Frequenzbereich 1 Hz bis 20 Hz (informativ);
- d) Beurteilungsverfahren ohne Vergleich mit einer Hör- oder Wahrnehmungsschwelle;
- e) Beurteilung der spektralen und zeitlichen Auffälligkeit in tieffrequenten Geräuschen;
- f) Überarbeitung der Inhalte von DIN 45680 Beiblatt 1:1997-03 und Übernahme als informativer Anhang;
- g) ergänzter informativer Anhang D zur Anwendung dieses Dokuments auf Außenmessungen;
- h) ergänzter informativer Anhang A zur Frage, ob eine erhebliche Belästigung durch tieffrequente Schalle bei Geräuschquellen vorliegt (ehemals Beiblatt 1);
- i) ergänzter informativer Anhang E mit Anwendungsbeispiel.

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt Mess- und Beurteilungsverfahren für tieffrequente Geräusche einschließlich Infraschall. Die besonderen Eigenschaften der menschlichen Wahrnehmung tieffrequenter Geräusche werden durch etablierte, physikalisch messbare Kenngrößen berücksichtigt. Ob Geräusche mit den ermittelten Kenngrößen als erheblich belästigend einzustufen sind, muss durch regelsetzende Organe festgesetzt werden. Dieses Dokument gibt dazu lediglich informative Hinweise in Anhang A.

a) Menschliche Wahrnehmung von Schallen im tiefen Frequenzbereich

Die Wahrnehmung tieffrequenter Geräusche weicht von der Wahrnehmung mittel- und hochfrequenter Geräusche ab. Die menschliche Wahrnehmung von Schall beginnt bereits unter 20 Hz (siehe z. B. [1], [2]). Geräusche mit Frequenzen bis 20 Hz müssen jedoch sehr hohe Schalldruckpegel aufweisen, damit Menschen sie bewusst wahrnehmen können. In Einzelfällen wird berichtet, dass Geräusche unter 20 Hz mit hohen Pegeln auf verschiedene Weisen „gespürt“ (Pulsationen, Vibrationen, Ohrendruck), „gefühl“ (Unwohlsein, Unsicherheit, Angst) und auch „gehört“ (Sekundäreffekte durch Körperschallübertragung, z. B. „Gläserklirren“) werden können. Von 20 Hz bis etwa 60 Hz sind Geräusche bei entsprechend hohen Pegeln in der Regel gut hörbar. Die Ton- und Tonhöhenempfindung sind nur noch schwach ausgeprägt und verschwinden zur Hörschwelle und zu tieferen Frequenzen hin völlig. Geräusche in diesem Bereich werden frequenzunabhängig als Fluktuationen (Schwebungen) oder Brummen wahrgenommen. Ab etwa 60 Hz können Tonhöhen und Geräusche vom Menschen zunehmend deutlicher gehört, unterschieden, zugeordnet und beschrieben werden.

b) Wahrnehmungsschwelle des Menschen im tiefen Frequenzbereich

Damit sie vom Menschen gehört werden können, müssen Schalle unterschiedlicher Frequenzen bestimmte Pegel aufweisen. Diese den einzelnen Frequenzen zugeordneten Pegel werden allgemein als menschliche „Hörschwelle“ bezeichnet. Im tieffrequenten Bereich unter etwa 20 Hz wird Schall nicht mehr gehört, sondern anders wahrgenommen. Deshalb wird im tieffrequenten Bereich auch eher von einer „Wahrnehmungsschwelle“ anstelle von einer Hörschwelle gesprochen. Es gibt zwar vereinzelt wissenschaftliche Untersuchungen zu solchen Wahrnehmungsschwellen [3], der wissenschaftliche Diskurs über Wahrnehmungsschwellen ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Dieses ist in diesem Beurteilungsverfahren jedoch nicht mehr relevant, da keine Schwelle verwendet wird, sondern eine Gewichtung vorgenommen wird. Mit der Gewichtung wird die frequenzabhängig unterschiedlich starke Wahrnehmung von Geräuschkomponenten mit gleichem (unbewerteten) Schalldruckpegel berücksichtigt, und damit ihr relativer Beitrag bei der Beurteilung. Mit einer Schwelle bezogen auf einzelne Komponenten würden unter Umständen schon in einem frühen Stadium der Beurteilung solche Komponenten nicht weiter berücksichtigt werden, wenn sie unterhalb der zugehörigen Schwelle liegen, obwohl sie im Zusammenwirken mit anderen Komponenten in der Summe durchaus zu einer überschwelligten Wahrnehmung führen könnten.

c) Wirkung dauerhaft einwirkender tieffrequenter Geräusche

Zu der Vermutung, dass sich die individuelle Wahrnehmung tieffrequenter Geräusche ändern kann, wenn die Geräusche dauerhaft auf eine Person einwirken, liegen derzeit nicht genügend wissenschaftlich belastbaren Erkenntnisse vor. Dieses Dokument behandelt diesen Sachverhalt deshalb nicht.

d) Messorte

In den eingeführten Regelwerken zum Schutz gegen Lärm, z. B. [4], werden Umgebungsgeräusche beurteilt, die durch Luftschallübertragung auf schutzbedürftige Räume einwirken. Dabei sind Messungen bei Luftschallübertragung im Regelfall außerhalb betroffener Gebäude vorgeschrieben, bei Einwirken tieffrequenter Geräusche verweist jedoch z. B. die TA Lärm [4] auf Innenraummessungen. Geräusche werden von Außenbauteilen erfahrungsgemäß im tieferen Frequenzbereich weniger bedämpft als im höheren Frequenzbereich. Ein tieffrequentes Geräusch aus der Umgebung kann ebenso im Außenbereich gemessen werden. Ein solches Verfahren wird in Anhang D dieses Dokuments informativ beschrieben. Aus Außenbereichsmessungen tieffrequenter Geräusche kann jedoch nicht verlässlich auf die Wirkung desselben Geräuschs innerhalb von Gebäuden geschlossen werden. Einerseits werden bauakustische

Mindestanforderungen nach DIN 4109-1:2018-01 an Außenbauteile für Frequenzen unter 100 Hz nicht gestellt. Andererseits kann eine ungünstige Raumgeometrie zu Pegelerhöhungen durch Resonanz-Phänomene führen. Daher sind für die Ermittlung der Einwirkungen tieffrequenter Geräusche auf schutzbedürftige Räume Messungen innerhalb dieser Räume notwendig.

e) Frequenzbereich in diesem Dokument

Mit dem in diesem Dokument beschriebenen Standard-Verfahren können Geräusche im unteren Frequenzbereich in den Terzbändern mit den nominalen Mittenfrequenzen von 8 Hz bis 100 Hz erfasst und beurteilt werden. In Fällen, wenn geräuschbestimmende Anteile im Frequenzbereich unterhalb des Terzbandes mit der nominalen Mittenfrequenz 8 Hz erwartet werden können, ist ein ergänzendes einfaches Beurteilungsverfahren für den Frequenzbereich von 1 Hz bis 20 Hz (Anhang B) zu verwenden. Die in Abschnitt 2 aufgeführten normativen Verweisungen finden für die vorstehend genannten Frequenzbereiche Anwendung.

f) Beurteilung tieffrequenter Geräusche in diesem Dokument

Dieses Dokument beschreibt ein objektives Mess- und Beurteilungsverfahren der tieffrequenten Geräusche ohne den Vergleich mit einer Wahrnehmungsschwelle. Vorteil dieses Verfahrens ist, dass auch Schalle mit niedrigen Pegeln in das Beurteilungsverfahren einfließen. Üblicherweise werden Schallpegelmessungen zur Beurteilung von Geräuschimmissionen A-bewertet. Dabei entsteht eine Einzahlangabe zur Beschreibung der Geräuschstärke in Dezibel. Auch das Verfahren in diesem Dokument basiert auf der A-Bewertung, erweitert diese unterhalb von 20 Hz jedoch über die normierten Grenzen nach unten bis zur Terzband-Mittenfrequenz 8 Hz (siehe dazu auch Anhang B). Hingegen verwendet das ergänzende informatorische Beurteilungsverfahren für den Infraschall die G-Bewertung. Die auf diese Weise erfolgte Beurteilung ist vorläufig. Ein belastbares Verfahren bedarf noch weiterer Untersuchungen und Erkenntnisse.

g) Spektrale und zeitliche Auffälligkeit in diesem Dokument

Tieffrequente Geräusche stören nicht ausschließlich, wenn ein bestimmter A-bewerteter bzw. G-bewerteter Schallpegel überschritten ist. Besonders störend können sowohl Auffälligkeiten in der spektralen Zusammensetzung (z. B. Töne oder tonale Gruppen) als auch im zeitlichen Verlauf (z. B. Pegelschwankungen) des Geräusches wirken. Deshalb berücksichtigt dieses Dokument in der Beurteilung spektrale und zeitliche Auffälligkeiten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt ein Standard-Verfahren zur Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche im Bereich der Terzbänder mit den nominalen Mittenfrequenzen von 8 Hz bis 100 Hz. Bei Verdacht auf geräuschbestimmende Anteile in den Terzbändern mit den nominalen Mittenfrequenzen < 8 Hz sollte der Messbereich 1 Hz bis 20 Hz ergänzend betrachtet werden. Neben der Beurteilung im Frequenzbereich 8 Hz bis 100 Hz (normativ) sollte dann zusätzlich eine Beurteilung im Frequenzbereich 1 Hz bis 20 Hz erfolgen. Das Verfahren kann innerhalb (normativ) und außerhalb (informativ) von Gebäuden angewandt werden. Für Immissionen, die aus seltenen kurzzeitigen Ereignissen bestehen (z. B. Sprengungen) werden keine Beurteilungsmaßstäbe bereitgestellt.

In Anhang A gibt dieses Dokument informative Hinweise zur Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen in schutzbedürftigen Räumen innerhalb von Gebäuden nach DIN 4109-1:2018-01 im Bereich der Terzbänder mit den nominalen Mittenfrequenzen von 8 Hz bis 100 Hz.

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).

DIN 1320, *Akustik — Begriffe*

DIN 4109-1:2018-01, *Schallschutz im Hochbau — Teil 1: Mindestanforderungen*

DIN 45641, *Mittelung von Schallpegeln*

DIN 45657, *Schallpegelmesser — Zusatzanforderungen für besondere Messaufgaben*

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

DIN EN 61672-1:2014-07, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen*

ISO 7196:1995-03, *Acoustics — Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 1320 und die folgenden Begriffe.

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

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term/>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Frequenzbewertung

A

auf nominal 8 Hz bis 100 Hz Terzband-Mittenfrequenz beschränkte A-Bewertung

Anmerkung 1 zum Begriff: Für weitere Erläuterungen siehe Anhang B.

3.2

Frequenzbewertung

G

auf nominal 1 Hz bis 20 Hz Terzband-Mittenfrequenz beschränkte G-Frequenzbewertung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die G-Frequenzbewertung ist in ISO 7196:1995-03 definiert; siehe auch Anhang B.

3.3

Frequenzbewertung

Z

Bewertung der erfassten Terzkomponenten mit 0 dB

Anmerkung 1 zum Begriff: Dient der Klarstellung und entspricht unbewertet.

3.4

äquivalenter Terz-Dauerschallpegel

$L_{p\text{TerzZeqT},i}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses eines über die Zeit T gemittelten Quadrates des Z-bewerteten Schalldrucks zum Quadrat des Bezugsschalldrucks p_0 gebildet für die i -te Terzband-Mittenfrequenz

Anmerkung 1 zum Begriff: Der äquivalente Terz-Dauerschallpegel $L_{p\text{TerzZeqT},i}$ wird für die unbewerteten Terzen wie folgt gebildet:

$$L_{p\text{TerzZeqT},i} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(p_{\text{TerzZ},i}^2(t) / p_0^2 \right) dt \right] \text{ dB} \quad (1)$$

3.5

Bereich tiefer Frequenzen

Frequenzbereich, der die Terzbänder mit den nominalen Terzband-Mittenfrequenzen von 8 Hz bis 100 Hz umfasst

3.6

erweiterter Frequenzbereich

Frequenzbereich, der die Terzbänder mit den nominalen Terzband-Mittenfrequenzen von 1 Hz bis 20 Hz umfasst

3.7

Beurteilungszeit

T_r

Zeitraum, für den die Geräuschbeurteilung erfolgt, wobei in Tageszeit, Ruhezeit und Nachtzeit unterschieden wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Tageszeit, Ruhezeit und Nachtzeit sind den relevanten Regelwerken, z. B. DIN 45645-1 und DIN 4150-2 [5], zu entnehmen.

3.8

Gesamteinwirkdauer

T_e

Zeit, in der Geräusch insgesamt einwirkt, wobei sich die Gesamteinwirkdauer in Teileinwirkdauern unterteilt, wenn sich die Charakteristik der Geräusche in einzelnen Zeitabschnitten ändert

3.9

Fremdgeräusch

Schall am Beobachtungsort, der unabhängig von dem interessierenden Schall vorhanden ist

[QUELLE: DIN 1320:2009-12, Begriff 3.12, modifiziert, textlich gekürzt]

3.10

Infraschall

Schall im Frequenzbereich unterhalb von 20 Hz

[QUELLE: DIN 1320:2009-12, Begriff 3.4, modifiziert, textlich gekürzt]

3.11

erfasster Schalldruckpegel

$L_{p\text{TerzZeq } T_0, i}(nT_0)$

Z-bewerteter und in Zeitintervallen von T_0 bestimmter energieäquivalenter zeitlicher Schalldruckpegelverlauf der i -ten Terz zum Zeitpunkt nT_0 ($n = 1, 2, 3, \dots$)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der erfasste Schalldruckpegel wird in Dezibel angegeben.

3.12

erfasster maximaler Schalldruckpegel

$L_{p\text{TerzZFmax}, T_0, i}(nT_0)$

Z-bewerteter und Fast-bewerteter innerhalb jeweils eines Zeitintervalls von T_0 bestimmter maximaler Schalldruckpegel der i -ten Terz zum Zeitpunkt nT_0

Anmerkung 1 zum Begriff: Der erfasste maximale Schalldruckpegel wird in Dezibel angegeben.

3.13

tieffrequenter Beurteilungspegel

$L_r(8\text{Hz}-100\text{Hz})$

bandbegrenzte Größe zur Beurteilung der tieffrequenten Geräuschimmission

Anmerkung 1 zum Begriff: Der tieffrequente Beurteilungspegel wird in dB angegeben.

3.14

tieffrequenter Schall

Schall, dessen vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 112 Hz (obere Grenze des Terzbandes mit der nominalen Mittenfrequenz 100 Hz) liegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Tieffrequenter Schall wird in dB angegeben.

3.15

Zuschlag für spektrale Auffälligkeit

K_f

Zuschlag zur Berücksichtigung einer erhöhten Wahrnehmung sowie einer gesteigerten Lästigkeit bei einer von einer Gleichverteilung abweichenden Struktur des Spektrums

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zuschlag für spektrale Auffälligkeit wird in dB angegeben.

3.16

Zuschlag für zeitliche Auffälligkeit

K_t

Zuschlag zur Berücksichtigung einer erhöhten Wahrnehmung und Störwirkung von zeitlichen Schwankungen im Schalldruckpegelverlauf des tieffrequenten Geräusches

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zuschlag für zeitliche Auffälligkeit wird in dB angegeben.

4 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
Z	Frequenzbewertung Z (entspricht unbewertet)	dB
A	Frequenzbewertung basierend auf der A-Bewertung in einem beschränkten Frequenzbereich	dB
G	Frequenzbewertung basierend auf der G-Bewertung in einem beschränkten Frequenzbereich	dB
i	Index der Terzbänder mit den nominalen Mittenfrequenzen Standard-Frequenzbereich: $f_i = [8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100]$ Hz mit $i = -21$ bis -10 erweiterter Frequenzbereich: $f_i = [1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20]$ Hz mit $i = -30$ bis -17	
$K_{A,i}$	Korrekturwert für A-Bewertung auf den Z -bewerteten Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i	dB
$K_{G,i}$	Korrekturwert für G-Bewertung auf den Z -bewerteten Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i	dB
$L_{p\text{TerzZeq},i}(nT_0)$	unbewerteter, in Zeitintervallen der Dauer T_0 zum Zeitpunkt nT_0 erfasster energieäquivalenter Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i	dB
$L_{p\text{TerzAeq},i}(nT_0)$	A-bewerteter, in Zeitintervallen der Dauer T_0 zum Zeitpunkt nT_0 erfasster energieäquivalenter Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i	dB
$L_{p\text{TerzGeq},i}(nT_0)$	G-bewerteter, in Zeitintervallen der Dauer T_0 zum Zeitpunkt nT_0 erfasster energieäquivalenter Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i	dB
$L_{p\text{TerzZeq},i}$	zu $L_{p\text{TerzZeq},i}(nT_0)$ konstanter energieäquivalenter Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i	dB
$L_{p\text{TerzAeq},i}$	zu $L_{p\text{TerzAeq},i}(nT_0)$ konstanter energieäquivalenter Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i	dB
$L_{p\text{TerzGeq},i}$	zu $L_{p\text{TerzGeq},i}(nT_0)$ konstanter energieäquivalenter Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i	dB
$L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{Zeq}}$	konstanter Schalldruckpegel, energieäquivalent zum unbewerteten Summenschalldruckpegel von $L_{p\text{TerzZeq},i}$ mit dem Index $i = -21$ bis -10 (auf 8 Hz bis 100 Hz bandbegrenzter unbewerteter äquivalenter Dauerschallpegel)	dB
$L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{Aeq}}$	wie $L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{Zeq}}$, allerdings A-bewertet	dB

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
$L_{p(1\text{Hz}-20\text{Hz})\text{Geq}}$	wie $L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{Zeq}}$ bzw. $L_{p(1\text{Hz}-100\text{Hz})\text{Aeq}}$ allerdings G-bewertet und über die Terzen mit dem Index $i = -30$ bis -17 ermittelt (auf 1 Hz bis 20 Hz bandbegrenzt)	dB
$L_{p\text{TerzZFmax},1s,i}(nT_0)$	maximaler Z- und Fast-bewerteter Schalldruckpegel der Terz mit dem Index i innerhalb 1 s zum Zeitpunkt nT_0	dB
$L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{AFmax},1s}(nT_0)$	maximaler auf die Terzen von 8 Hz bis 100 Hz bandbegrenzter, A- und Fast-bewerteter Schalldruckpegel innerhalb 1 s zum Zeitpunkt nT_0	dB
$L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{AFT}}(m)$	maximaler auf die Terzen von 8 Hz bis 100 Hz bandbegrenzter, A- und Fast-bewerteter Schalldruckpegel innerhalb des m -ten 5 s-Intervalls	dB
$L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{AFTeq}}$	energetischer Mittelwert über alle in der Messzeit ermittelten $L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{AFT}}(m)$	dB
$L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{AFmax}}$	maximaler $L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{AFmax},1s}(nT_0)$ innerhalb der Messzeit	dB
$L_{r(8\text{Hz}-100\text{Hz})}$	Beurteilungspegel $L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{Aeq}} + K_f + K_t + 10 \lg(T_e/T_r)$ dB	dB
$L_{p(1\text{Hz}-20\text{Hz})\text{GFmax},1s}(nT_0)$	maximaler auf die Terzen von 1 Hz bis 20 Hz bandbegrenzter, G- und Fast-bewerteter Schalldruckpegel innerhalb 1 s zum Zeitpunkt nT_0	dB
$L_{p(1\text{Hz}-20\text{Hz})\text{GFT}}(m)$	maximaler auf die Terzen von 1 Hz bis 20 Hz bandbegrenzter, G- und Fast-bewerteter Schalldruckpegel innerhalb des m -ten 5 s-Intervalls	dB
$L_{p(1\text{Hz}-20\text{Hz})\text{GFTeq}}$	energetischer Mittelwert über alle in der Messzeit ermittelten $L_{p(1\text{Hz}-20\text{Hz})\text{GFT}}(m)$	dB
$L_{r(1\text{Hz}-20\text{Hz})}$	informativischer Beurteilungspegel für den Infraschallbereich mit Beurteilungszeit 10 min $L_{p(1\text{Hz}-20\text{Hz})\text{Geq},10\text{min}} + K_t$	dB
$L_{p(8\text{Hz}-100\text{Hz})\text{AFmax}}$	frequenzbegrenzter, maximaler A- und Fast-bewerteter Schalldruckpegel	dB
K_f	Zuschlag für spektrale Auffälligkeit	dB
K_t	Zuschlag für zeitliche Auffälligkeit	dB
T_0	Intervall (gleich 1 s), in dem die Messwerte erfasst werden	ms
T_e	Gesamteinwirkdauer	h
T_r	Beurteilungszeit	h
n, m, k	Zeitindex; n, m, k = ganze Zahl	

ANMERKUNG Wird der Frequenzbereich der Terzen mit den nominalen Terzband-Mittenfrequenzen von 1 Hz bis 100 Hz betrachtet, sind der Index i und die Formelzeichen entsprechend anzupassen (z. B.: $L_{p(1\text{Hz}-100\text{Hz})\text{eq}}$).

5 Messung von tieffrequenten Geräuschen und Infraschall

5.1 Messgrößen

Messgrößen sind die Terzschalldruckpegel $L_{p\text{TerzZeq}}$ und die Terzschalldruckpegelverläufe $L_{p\text{TerzZFmax},1s}(nT_0)$. Die Pegelverläufe sind in einem Zeitraster von 1 s zu erfassen.

Diese Messgrößen sind für die Terzbänder mit den nominalen Mittenfrequenzen von 8 Hz bis 100 Hz zu ermitteln. In Sonderfällen, wenn geräuschbestimmende Anteile im Bereich unterhalb des Terzbandes mit der nominalen Mittenfrequenz 8 Hz erwartet werden können, sollte der Messbereich bis 1 Hz erweitert werden. Insbesondere bei Messungen unter 8 Hz sind die besonderen Anforderungen an Schallmessungen im Infraschallbereich zu beachten.

5.2 Messgeräte

5.2.1 Schallpegelmesser

Für die Messungen im Anwendungsbereich dieses Dokuments sind Messgeräte einzusetzen, die im Frequenzbereich bis 125 Hz die Anforderungen der DIN EN 61672-1 erfüllen und die die in 1 s-Intervallen energieäquivalenten Terzschalldruckpegel erfassen und abspeichern können. Außerdem sind die Anforderungen der DIN 45657 zu beachten. Für die Terzbänder, die unter dem in der DIN 45657 festgelegten Frequenzbereich liegen, werden die Akzeptanzgrenzen mit ± 3 dB festgelegt.

Für die Terzanalyse mit Terzfiltern nach DIN EN 61260 (Terzfilter Klasse 1) ist die Frequenzbewertung Z nach DIN EN 61672-1 notwendig. Ihre untere Grenzfrequenz muss kleiner als die untere Grenzfrequenz des Terzbandes mit der niedrigsten Mittenfrequenz sein.

Wird das Signal am Messort digital aufgezeichnet, müssen die nachträglich ausgewerteten Schalldruckpegel dieselben Anforderungen einhalten.

Eine Rückführung auf ein nationales Normal des Schalldruckpegels ist im Frequenzbereich unterhalb von 10 Hz derzeit nicht möglich. Es wird zurzeit ein Verfahren zur Rückführung bei diesen Frequenzen erarbeitet. Bis dahin sind für die Kalibrierung die besten verfügbaren Verfahren zu verwenden.

5.3 Messorte

Unabhängig von der Art der Schallübertragung (Luft- oder Körperschall) wird das tieffrequente Geräusch innerhalb des Wohngebäudes in dem am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raum nach DIN 4109-1:2018-01 bei geschlossenen Fenstern und Türen und üblicher Raumausstattung gemessen. Maßgeblich ist der Ort mit der höchsten Belastung im am stärksten betroffenen Raum.

Welche Stelle im Raum am stärksten betroffen ist, können im Allgemeinen die Bewohner angeben. Fehlen Hinweise, sollten bei der Bestimmung des maßgeblichen Messortes orientierende Messungen in den üblichen Aufenthaltsbereichen der in Frage kommenden Räume vorgenommen werden.

Der Abstand des maßgeblichen Messortes zu reflektierenden Flächen, wie z. B. Wänden, muss mindestens 0,5 m betragen.

Für die Beurteilung einer tieffrequenten Geräuschsituation im Freien gibt Anhang D Hinweise dazu.

ANMERKUNG In geschlossenen Räumen treten aufgrund von Raumresonanzen große ortsabhängige Unterschiede im Schalldruckpegel auf. Maximale Werte sind häufig weniger im Raumzentrum, sondern vor allem an den Wänden und in den Ecken zu finden.