

DIN 45680

ICS 17.140.01

Entwurf

Einsprüche bis 2011-12-15
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 45680:1997-03 und
DIN 45680 Beiblatt 1:1997-03

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 2011-07-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nals@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 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 26 Seiten

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

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Messung von tieffrequenten Geräuschen	8
4.1 Messgrößen	8
4.1.1 Vorerhebung.....	8
4.1.2 Hauptuntersuchung.....	8
4.2 Messgeräte	8
4.3 Messorte	9
4.4 Messdauer	9
4.5 Fremdgeräusche	9
4.6 Messdurchführung	9
4.6.1 Vorerhebung.....	9
4.6.2 Hauptuntersuchung.....	9
5 Beurteilungsverfahren für tieffrequente Geräusche	10
5.1 Ermittlung der maximalen gewichteten Schwellenüberschreitung $\ddot{U}_{Dmax}$	10
5.2 Ermittlung der Kenngröße für tiefe Frequenzen H	12
5.2.1 Lautheitsspektrum G_i	12
5.2.2 Schwellenüberschreitung $\ddot{U}_L$	13
5.2.3 gewichtete Schwellenüberschreitung $\ddot{U}_G$	13
5.2.4 Kenngröße für tiefe Frequenzen H	13
5.3 Anhaltswerte A_o und A_H	14
6 Messbericht	15
Anhang A (informativ) Beispiel für die Untersuchung eines tieffrequenten Dauergeräusches.....	16
Anhang B (informativ) Beispiel für die Untersuchung eines tieffrequenten Geräusches mit kurzer Einwirkdauer	19
Anhang C (informativ) Erläuterungen	23
Literaturhinweise	25

Vorwort

Dieser Norm-Entwurf wurde vom Arbeitskreis NA 001-01-02-11 AK "Überarbeitung von DIN 45680" im Arbeitsausschuss NA 001-01-02 AA "Geräuschimmission – Grundlagen, Ermittlung, Beurteilung" erarbeitet.

Bei tieffrequenten Geräuschimmissionen kann zwischen zwei Ausbreitungswegen unterschieden werden. Beim „Primärschall“ wird das Geräusch von der technischen Anlage in die Umgebung abgestrahlt und erreicht durch Luftschallübertragung den Immissionsort und dringt z. B. über die Fenster- und Türöffnungen in die Innenräume ein. Beim „Sekundärschall“ werden mechanische Schwingungen (Erschütterungen) zunächst in den Boden unter der Anlage eingeleitet, durch eine Bodenwelle (Rayleighwelle, Halbraumwelle) in die Gebäudefundamente am Immissionsort, über die tragenden Wände in die oberen Stockwerke weitergeleitet und in den Innenräumen als Luftschall von den raumbegrenzenden Flächen wieder abgestrahlt (Körperschallübertragung). In diesen Innenräumen können daher primärer und sekundärer Luftschall sowie Erschütterungen auftreten.

Die tieffrequenten Luftdruckschwankungen wirken in erster Linie auf das Gehör und auf die im Körper vorhandenen gasgefüllten Hohlräume, wie Lunge, Nasen- und Stirnhöhle ein. Diese Norm gibt Hinweise über die Messung und Beurteilung von tieffrequentem Luftschall. Schwingungseinwirkungen auf den Menschen in Gebäuden werden in der Norm DIN 4150-2 beschrieben.

Änderungen

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

- a) Titel des Dokuments geändert;
- b) Verwendung der Frequenzbewertungen A und C nur bei der Vorerhebung;
- c) Erweiterung des zu untersuchenden Frequenzbereiches auf die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen 8 Hz bis 125 Hz;
- d) Bezug der Beurteilungsgrößen auf die Wahrnehmungsschwelle an Stelle der Hörschwelle;
- e) Einzelton- und Breitbandverfahren wurden zu einem Verfahren integriert;
- f) Bestimmung des 5 %-Überschreitungspegels L_{Terz5} und des maximalen Schalldruckpegels $L_{\text{Terz,Fmax}}$ für jedes Terzband während der lautesten Stunde;
- g) Bildung der Kenngröße für tieffrequente Geräusche H aus der gewichteten Überschreitung der Wahrnehmungsschwelle durch die Pegel L_{Terz5} ;
- h) Bildung der gewichteten Überschreitung $\ddot{U}_D$ aus den Terzmaximalpegeln $L_{\text{Terz,Fmax}}$;
- i) Orientierung der Beurteilungsgrößen „gewichtete Überschreitung $\ddot{U}_D$ “ und „Kenngröße für tiefe Frequenzen H “ an der Wahrnehmungsschwelle;
- j) Anhaltswerte für die Beurteilungszeiträume Tag, Ruhezeit, Nacht.

Einleitung

Tieffrequente Geräuschimmissionen führen vielfach auch dann zu Klagen und Beschwerden, wenn die nach den eingeführten Regelwerken anzuwendenden Beurteilungskriterien eingehalten sind [1].

Untersuchungen [2] haben gezeigt, dass die Wahrnehmung und Wirkung tieffrequenter Geräusche deutlich von der Wahrnehmung und Wirkung mittel- oder hochfrequenter, schmal- oder breitbandiger Geräusche abweichen.

Tieffrequente Geräuschimmissionen können je nach Einwirkungsort und -zeit im Gegensatz zu breitbandigen Geräuschen, schon dann zu erheblichen Belästigungen führen, wenn die Wahrnehmungsschwelle für tiefe Frequenzen nur geringfügig überschritten wird. Aufgrund der Unterschiede in der Frequenzabhängigkeit der Wahrnehmungsschwelle und der für Breitbandgeräuschen üblichen A-Bewertung lässt sich anhand einer Einzelangabe mit dem A-bewerteten Schalldruckpegel L_A nicht sagen, ob und in welchem Umfang eine Wahrnehmungsschwellenüberschreitung vorliegt.

So liegt beispielsweise ein Ton mit $f = 20$ Hz und einem Pegel $L = 68$ dB unter der Wahrnehmungsschwelle und ein Ton mit $f = 80$ Hz und $L = 40$ dB deutlich über der Wahrnehmungsschwelle. Beide Töne haben jedoch denselben A-bewerteten Pegel L_A von 17,5 dB.

Im Bereich unter 20 Hz (Infraschall) besteht keine ausgeprägte Hörempfindung mehr, weil die Tonhöhenempfindung fehlt. Jedoch ist Infraschall – im Gegensatz zu einer weit verbreiteten Meinung – nicht prinzipiell unhörbar. Die Wahrnehmungsschwelle wurde bis herab zu etwa 1 Hz untersucht [3], [4]. Überschwellige Immissionen werden überwiegend als Pulsationen und Körperresonanzen wahrgenommen. Die Betroffenen spüren einen Ohrendruck [5] und klagen vielfach über Unsicherheits- und Angstgefühle. Als spezielle Wirkung ist bei Infraschall eine Herabsetzung der Atemfrequenz bekannt [6]. Sekundäreffekte (z. B. Luftschall durch Rütteln von Fenstern und Türen oder Gläserklirren, spürbare Vibrationen von Gebäudeteilen und Gegenständen) sind häufige Ursachen zusätzlicher Belästigungen.

Im Frequenzbereich von 20 Hz bis etwa 60 Hz sind die Geräusche bei entsprechenden Pegeln hörbar, jedoch ist die Tonhöhenempfindung nur sehr schwach ausgeprägt. Vielfach sind Fluktuationen (Schwebungen) wahrzunehmen. Die Betroffenen klagen oft über ein im Kopf auftretendes Dröhn-, Schwingungs- oder Druckgefühl, das nur bedingt von der Lautstärke abhängig ist und bei stationären Geräuschimmissionen zu starken Belästigungen führt. Wie im Infraschallbereich können Sekundäreffekte auftreten, die Belästigungen hervorrufen.

Im Frequenzbereich ab 60 Hz findet der Übergang zur normalen Tonhöhen- und Geräuschempfindung statt. Sekundäreffekte sind eher unbedeutend.

In den eingeführten Regelwerken sind Messungen außerhalb des betroffenen Gebäudes vorgeschrieben, wenn Geräusche zu beurteilen sind, die durch Luftschallübertragung aus der Umgebung dort einwirken. Durch diese Vorgehensweise erhält man Messwerte, die nicht durch die unterschiedlichen Schalldämmwerte von Außenbauteilen oder die Raumakustik beeinflusst werden. Die Einhaltung der zugehörigen Immissionsrichtwerte stellt in der Regel einen ausreichenden Schutz der Wohnnutzung sicher.

Enthält das Geräusch jedoch ausgeprägte Anteile im Bereich tiefer Frequenzen, kann anhand von Außenmessungen nicht mehr verlässlich abgeschätzt werden, ob innerhalb von Gebäuden erhebliche Belästigungen auftreten. Einerseits liegen im Bereich unter 100 Hz nur wenige Daten über Schalldämmwerte von Außenbauteilen vor (bauakustische Anforderungen werden für Frequenzen unter 100 Hz nicht gestellt), andererseits können durch Resonanzphänomene Pegelerhöhungen in den Räumen auftreten. Daher sind bei Einwirkungen tieffrequenter Geräusche ergänzende Messungen innerhalb der Wohnungen notwendig [1], [2].

Der bei Schwingungseinwirkungen auftretende sekundäre Luftschall kann nur im Innenraum messtechnisch erfasst werden.

1 Anwendungsbereich

In dieser Norm ist ein Verfahren zur Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen für die Terzbänder von 8 Hz bis 125 Hz in Wohngebäuden bei Luft- und/oder Körperschallübertragung festgelegt.

Die Norm ergänzt die bestehenden Mess- und Beurteilungsverfahren für Geräusche und dient zur Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen zum Schutz vor erheblichen Belästigungen. Für Immissionen, die aus seltenen kurzzeitigen Ereignissen bestehen (z. B. Sprengungen), stellt diese Norm keine geeigneten Beurteilungsmaßstäbe bereit.

2 Normative Verweisungen

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

DIN ISO 226, *Akustik — Normalkurven gleicher Lautstärkepegel*

DIN 45657, *Schallpegelmesser — Zusatzanforderungen für besondere Messaufgaben*

DIN EN 61094-5, *Messmikrofone — Teil 5: Verfahren zur Druckkammer-Kalibrierung von Gebrauchsnormalmikrofonen nach der Vergleichsmethode*

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

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

tieffrequenter Schall

Schall, dessen vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 140 Hz (Terzmittenfrequenz 125 Hz) liegen

3.2

Bereich tiefer Frequenzen

Frequenzbereich, der die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 8 Hz bis 125 Hz umfasst

3.3

Infraschall

Schall im Frequenzbereich von 1 Hz bis 16 Hz

ANMERKUNG In Anlehnung an DIN 1320:2009-12.

3.4

Schalldruckpegel

$L_{AF}(t)$, $L_{CF}(t)$

mit der Frequenzbewertung "A" bzw. "C" und der Zeitbewertung "F" nach DIN EN 61672-1 gebildeter Schalldruckpegel

ANMERKUNG Der Bezugswert für den Schalldruckpegel L ist $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$. Er wird in dB angegeben.

3.5

Terz-Schalldruckpegel

$L_{\text{TerzF}}(t)$

mit der Zeitbewertung "F" gebildeter Schalldruckpegel des Z-bewerteten Geräusches im jeweiligen Terzband

ANMERKUNG Terzmittenfrequenzen nach DIN EN 61260.

3.6

maximaler Schalldruckpegel

$L_{AF\text{max}}$, $L_{CF\text{max}}$, L_{TerzFmax}

Maximalwert des Schalldruckpegels $L_{AF}(t)$ bzw. $L_{CF}(t)$ bzw. L_{TerzFmax} , während der Messung

3.7

äquivalenter Dauerschallpegel

L_{Aeq} , L_{Ceq}

äquivalenter Dauerschallpegel während der Messdauer T_M für die Schalldruckpegel $L_{AF}(t)$, $L_{CF}(t)$

ANMERKUNG Die Pegel werden nach DIN 45641 gebildet.

3.8

Messdauer

T_M

Zeitraum, in dem der Schalldruckpegel des tieffrequenten Geräusches erfasst wird

3.9

5 %-Terz-Perzentilpegel

L_{Terz5}

Terz-Schalldruckpegel, der in 5 % des Bezugszeitraums erreicht oder überschritten wird

ANMERKUNG Siehe auch DIN 45667 und VDI 3723 Blatt 1.

3.10

Fremdgeräusche

Geräusche am Messort, die unabhängig von dem zu beurteilenden Geräusch auftreten

BEISPIEL Verkehrsgeräusche, Anlagengeräusche, Wohngeräusche, Windgeräusche.

3.11

Wahrnehmungsschwelle

W_{Terz}

Terz-Schalldruckpegel, ab dem tieffrequente Geräusche wahrgenommen werden

3.12

Schwellenüberschreitung durch den maximalen Schalldruckpegel L_{TerzFmax}

$\ddot{U}_{\text{max}}$

Differenz zwischen dem maximalen Schalldruckpegel L_{TerzFmax} und der Wahrnehmungsschwelle W_{Terz}

3.13

Gewichtete Schwellenüberschreitung durch den maximalen Schalldruckpegel L_{TerzFmax}

$\ddot{U}_{\text{D}}$

Multiplikation der Schwellenüberschreitung $\ddot{U}_{\text{max}}$ in der jeweiligen Terz mit dem frequenzabhängigen Dynamikkorrekturfaktor D_{Terz}

3.14

frequenzabhängiger Dynamikkorrekturfaktor

D_{Terz}

Korrekturfaktor, der die pegelabhängige Zunahme der Lautheit im jeweiligen Terzband beschreibt

3.15

Flankensteilheit

S_{Terz}

Frequenzabhängiger Faktor, der den zusätzlichen Pegelanteil beim benachbarten Terzpegel mit der nächsthöheren Mittenfrequenz bestimmt (Flankenenergie)

ANMERKUNG Der Pegelanteil entsteht durch eine hydrodynamische Filterung im Innenohr und addiert sich zu den Pegeln der Terzbänder mit höherer Bezugshäufigkeit [10; 11].

3.16

Terzabhängiger Wert des Lautheitsspektrums

G_{Terz}

aus den Terz-Perzentilpegeln L_{Terz5} unter Verwendung der Flankensteilheiten S_{Terz} ermittelter Wert des Lautheitsspektrums für tiefe Frequenzen

3.17

Schwellenüberschreitung durch das Lautheitsspektrum

$\ddot{U}_{\text{L}}$

Differenz zwischen dem Wert des Lautheitsspektrums G_{Terz} und dem Pegel der Wahrnehmungsschwelle W_{Terz} im jeweiligen Terzband

3.18

Gewichtete Schwellenüberschreitung durch den terzabhängigen Wert des Lautheitsspektrums

$\ddot{U}_{\text{G}}$

Multiplikation der Schwellenüberschreitung $\ddot{U}_{\text{L}}$ in der jeweiligen Terz mit dem frequenzabhängigen Dynamikkorrekturfaktor D_{Terz}

3.19

Kenngroße für tiefe Frequenzen

H

Beurteilungsgröße, die als Einzahlwert die Belästigung durch tieffrequente Geräuschimmissionen beschreibt.

3.20**Einwirkdauer** T_e

Zeitraum, in dem das zu beurteilende Geräusch auf den Immissionsort einwirkt

ANMERKUNG Die Einwirkdauer beträgt mindestens 1 min.

3.21**Beurteilungszeitraum** T_r

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

ANMERKUNG Tageszeit, Ruhezeit und Nachtzeit sind den relevanten Regelwerken z. B. TA Lärm, 18. BImSchV (18. Bundes-Immissionsschutzverordnung) und DIN 4150-2 zu entnehmen.

3.22**Bezugszeitraum** T_B

die lautesten zusammenhängenden 60 min im Beurteilungszeitraum T_r

4 Messung von tieffrequenten Geräuschen**4.1 Messgrößen****4.1.1 Vorerhebung**

Für die Prüfung, ob das zu untersuchende Geräusch tieffrequent ist, sind die äquivalenten Dauerschallpegel L_{Ceq} und L_{Aeq} sowie die Maximalpegel L_{CFmax} und L_{AFmax} jeweils gleichzeitig am Messort zu ermitteln.

4.1.2 Hauptuntersuchung

Bei der Hauptuntersuchung sind durch eine Terzanalyse für die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 8 Hz bis 125 Hz der äquivalente Dauerschallpegel $L_{Terz,eq}$, der maximale Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ und der 5 %-Überschreitungspegel L_{Terz5} repräsentativ für den Bezugszeitraum T_B zu ermitteln.

4.2 Messgeräte

Für die Messungen sind Schallpegelmesser nach DIN EN 61672-1, Klasse 1, einzusetzen, die die Frequenzbewertungen A und C sowie die Zeitbewertung F enthalten. Außerdem sind die Anforderungen der DIN 45657 zu beachten. Wird das Signal am Messort digital aufgezeichnet, müssen die nachträglich ausgewerteten Schalldruckpegel die in der DIN EN 61672-1 vorgegeben Toleranzen einhalten. Zusätzlich zu den Anforderungen nach DIN EN 61672-1 dürfen im Frequenzbereich von 5 Hz bis 16 Hz die Grenzwertabweichungen der Frequenzbewertungen A und C und der Terzfilter 8 Hz – 16 Hz (DIN EN 61260, Klasse 1) ± 3 dB nicht überschreiten.

Für die Terzanalyse mit Terzfiltern nach DIN EN 61260 (Terzfilter Klasse 1) ist die Frequenzbewertung Z nach DIN EN 61672-1 notwendig.

ANMERKUNG Im Verlauf der Benutzung eines Schallpegelmessers kann es zu Alterungseffekten an der Kondensator-Messmikrofonkapsel durch Entstehung mikroskopisch kleiner Löcher in der Membran kommen. Die entstehende Membranporosität bewirkt ein Verschieben der unteren Grenzfrequenz des Mikrofons hin zu höheren Frequenzen. Dieser Effekt wird weder beim normalen Kalibrieren noch bei der Eichung (eingeschränkter Frequenzbereich) detektiert. Es werden dann bei den betroffenen Frequenzen niedrigere Pegel gemessen, als tatsächlich vorhanden sind.

Es wird daher empfohlen, regelmäßig eine visuelle Überprüfung der Membranoberfläche durchzuführen. Außerdem sollte die Übereinstimmung des Messsystems, inklusive der Anforderung dieser Norm bezüglich der tieffrequenten Eigenschaften, mit den Anforderungen nach DIN EN 61672-3 und nach DIN 45657 in Zeitabständen von nicht mehr als