Akustischer Prüfbericht & Fachliche Auswertung nach DIN 45680

Gegenstand der Untersuchung: Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen im Frequenzbereich von 8 Hz bis 100 Hz gemäß DIN 45680 (Ausgabe März 1997 inkl. Beiblatt 1) sowie TA-Lärm

Projektbezeichnung: Beispielprojekt

Untersuchte Messdatei: 26M13_V4

Mess- und Auswertungssoftware: Akulap (Dr. Jordan Design)

Berichtsdatum: 03.04.2026

1. Aufgabenstellung und Messdaten-Übersicht

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde die kalibrierte Akustik-Messdatei 26M13_V4 des Projekts Beispielprojekt hinsichtlich tieffrequenter Geräuschimmissionen im Innenraum nach DIN 45680 (1997) sowie DIN 45680 Beiblatt 1 ausgewertet. Die Datenerfassung und rechnerische Terzbandanalyse erfolgten mit dem kalibrierten Messsystem Akulap.

1.1 Eckdaten der Messung und Zeitkorrektur

Parameter	Wert laut Akulap-Messprotokoll	Normative Einordnung / Bemerkung
Projekt	Beispielprojekt	Orientierende Messung / Auswertung
Messdatei	26M13_V4	Kalibrierte Rohdaten- und Terzbandaufzeichnung
Messdatum	03.04.2026	Tagzeitraum (06:00 – 22:00 Uhr)
Messbeginn / Messende	14:54:32 Uhr bis 15:05:18 Uhr	Kontinuierliche Erfassung
Effektive Messdauer	10 Minuten, 46 Sekunden	Repräsentativer Messabschnitt
Beurteilungszeitraum (T_r)	16,0 h	Tagzeitraum nach DIN 45680 / TA-Lärm
Angesetzte Wirkzeit (T_e)	16,0 h	Dauerbetrieb innerhalb des Beurteilungszeitraums
Zeitkorrektur $10 \cdot \lg(T_e / T_r)$	0,0 dB	Da $T_e = T_r$, gilt $L_{Terz,r} = L_{feq}$

2. Prüfung des Eingangskriteriums (Vorerhebung nach DIN 45680)

Gemäß DIN 45680 (Abschnitt 4) sowie TA-Lärm (Anhang A.1.5) ist eine detaillierte Untersuchung tieffrequenter Geräusche immer dann durchzuführen, wenn die Differenz zwischen dem C-bewerteten und dem A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel (L_{Ceq} - L_{Aeq}) oder den entsprechenden Maximalpegeln (L_{CFmax} - L_{AFmax}) im Innenraum mindestens 20,0 dB beträgt. Hintergrund ist die starke Dämpfung tiefer Frequenzen durch die

A-Bewertungskurve, während die C-Bewertung tiefe Frequenzen nahezu ungedämpft erfasst.

2.1 Gemessene Summenpegel

Messgröße	Formelzeichen	Messwert	Schwellenwert (DIN 45680)	Befund
C-bewerteter Dauerschallpegel	L_{Ceq}	41,6 dB(C)	–	Maßgeblicher Tieffrequenzanteil
A-bewerteter Dauerschallpegel	L_{Aeq}	16,1 dB(A)	–	Sehr niedriges mittleres A-Pegelniveau
Pegeldifferenz (Vorerhebung)	L_{Ceq} - L_{Aeq}	25,5 dB	>= 20,0 dB	Eingangskriterium erfüllt

Fachliche Bewertung der Vorerhebung:
Mit einer Differenz von L_{Ceq} - L_{Aeq} = 25,5 dB wird das Eingangskriterium von 20,0 dB um 5,5 dB überschritten. Dies belegt physikalisch, dass die im Raum vorhandene Schallenergie überwiegend im tieffrequenten Spektralbereich unterhalb von 100 Hz konzentriert ist. Eine detaillierte Terzbandanalyse im Frequenzbereich von 8 Hz bis 100 Hz nach DIN 45680 ist daher zwingend erforderlich und maßgeblich.

3. Detailanalyse der Terzbänder (8 Hz bis 100 Hz)

In der nachfolgenden Tabelle sind die von Akulap für jedes Terzband von 8 Hz bis 100 Hz ermittelten unbewerteten Mittelungspegel (L_{feq}), die unter Berücksichtigung der Wirkzeit resultierenden Terz-Beurteilungspegel ($L_{Terz,r}$) sowie die Kurzzeit-Maximalpegel ($L_{TerzFmax}$) der normierten menschlichen Bezugshörschwelle (L_{HS} nach DIN 45680 Tabelle 1) gegenübergestellt.

3.1 Vollständige Terzband-Auswertungstabelle (Seite 2 des Akulap-Protokolls)

Terzfrequenz f [Hz]	Gemessener Mittelungspegel L_{feq} [dB]	Zeitkorrigierter Pegel $L_{Terz,r}$ [dB]	Maximalpegel $L_{TerzFmax}$ [dB]	Hörschwelle L_{HS} [dB]	Abstand Mittelwert Delta L_1 = $L_{Terz,r}$ - L_{HS} [dB]	Informativer Spitzenabstand Delta L_2 = $L_{TerzFmax}$ - L_{HS} [dB]	A-Korrektur k_A [dB]
8 Hz	32,7	32,7	46,2	103,0	< 0 (-70,3)	< 0 (-56,8)	-77,8
10 Hz	32,8	32,8	45,3	95,0	< 0 (-62,2)	< 0 (-49,7)	-70,4
12,5 Hz	37,7	37,7	47,9	87,0	< 0 (-49,3)	< 0 (-39,1)	-63,4
16 Hz	33,2	33,2	46,1	79,0	< 0 (-45,8)	< 0 (-32,9)	-56,7
20 Hz	29,6	29,6	39,9	71,0	< 0 (-41,4)	< 0 (-31,1)	-50,5
25 Hz	31,7	31,7	42,6	63,0	< 0 (-31,3)	< 0 (-20,4)	-44,7

Terzfrequenz f [Hz]	Gemessener Mittelungspegel L_{feq} [dB]	Zeitkorrigierter Pegel $L_{Terz,r}$ [dB]	Maximalpegel $L_{TerzFmax}$ [dB]	Hörschwelle L_{HS} [dB]	Abstand Mittelwert Delta L_1 = $L_{Terz,r}$ - L_{HS} [dB]	Informativer Spitzenabstand Delta L_2 = $L_{TerzFmax}$ - L_{HS} [dB]	A-Korrektur k_A [dB]
31,5 Hz	35,5	35,5	46,2	55,5	< 0 (-20,0)	< 0 (-9,3)	-39,4
40 Hz	39,2	39,2	45,0	48,0	< 0 (-8,8)	< 0 (-3,0)	-34,6
50 Hz	28,6	28,6	40,2	40,5	< 0 (-11,9)	< 0 (-0,3)	-30,2
63 Hz	28,1	28,1	37,8	33,5	< 0 (-5,4)	+4,3 (kein Einzelton)	-26,2
80 Hz	24,2	24,2	37,2	28,0	< 0 (-3,8)	+9,2 (kein Einzelton)	-22,5
100 Hz	20,3	20,3	31,1	23,5	< 0 (-3,2)	+7,6 (kein Einzelton)	-19,1

3.2 Physikalische Einordnung des Spektralverlaufs

1. Energetische Schwerpunkte im Spektrum: Die höchsten energetischen Mittelungspegel (L_{feq}) treten in den Terzbändern 40 Hz (39,2 dB), 12,5 Hz (37,7 dB) und 31,5 Hz (35,5 dB) auf. Aufgrund der bei tiefen Frequenzen stark ansteigenden menschlichen Hörschwelle (L_{HS} = 48,0 dB bei 40 Hz bzw. 55,5 dB bei 31,5 Hz) liegen diese Mittelungspegel jedoch um 8,8 dB (bei 40 Hz) bzw. 20,0 dB (bei 31,5 Hz) unterhalb der Wahrnehmungsschwelle.

2. Geringster Abstand zur Hörschwelle im Mittelungspegel: Den geringsten Abstand zur Hörschwelle weisen die oberen Terzbänder 100 Hz ($L_{Terz,r}$ = 20,3 dB gegenüber L_{HS} = 23,5 dB; Abstand -3,2 dB), 80 Hz (24,2 dB gegenüber 28,0 dB; Abstand -3,8 dB) und 63 Hz (28,1 dB gegenüber 33,5 dB; Abstand -5,4 dB) auf. Auch hier bleibt der zeitliche Mittelwert in allen Terzbändern unterhalb der Hörschwelle (Delta L_1 < 0).

4. Prüfung auf deutlich hervortretende Einzeltöne (Brummtöne)

Die DIN 45680 unterscheidet zwingend zwischen Geräuschen mit deutlich hervortretenden Einzeltönen (tonales Brummen, z. B. durch Kompressoren, Pumpen oder Transformatoren) und Geräuschen ohne Einzeltöne (breitbandige tieffrequente Geräusche).

4.1 Prüfkriterium für Einzeltöne (5-dB-Nachbarschaftskriterium)

- Einzelton in einer Terz: Ein Einzelton liegt vor, wenn der Terzpegel L_{feq} einer Terz um mindestens 5,0 dB über den Pegeln beider unmittelbar benachbarten Terzen (links und rechts) liegt.
- Einzelton im Übergangsbereich zwischen zwei Terzen: Liegt ein Einzelton genau auf der Grenzfrequenz zwischen zwei benachbarten Terzen, wird die energetische Summe dieser beiden Terzen gebildet und geprüft, ob diese Summe mindestens 5,0 dB über den beiden äußeren Nachbarterzen liegt.

4.2 Fachliche Auswertung der Akulap-Einzeltonprüfung

1. Keine Einzeltöne in einer einzelnen Terz: In keiner der untersuchten Terzen (8 Hz bis 100 Hz) ragt ein einzelnes Band um >= 5,0 dB über beide Nachbarterzen hinaus und überschreitet gleichzeitig die Hörschwelle. Bei 40 Hz (39,2 dB) beträgt die Differenz zur linken Nachbarterz 31,5 Hz (35,5 dB) lediglich 3,7 dB (< 5,0 dB).

2. Erläuterung des Eintrags <0 / <0 bei 31,5 Hz (Einzelton im Übergangsbereich): In der unteren Auswertungstabelle auf Seite 2 weist Akulap bei 31,5 Hz in der Spalte „Einzelton im Übergangsbereich (Delta L_1, Delta L_2)“ das Wertepaar <0 / <0 aus.

   • Physikalische Ursache: Fasst man die beiden benachbarten Terzen 31,5 Hz (35,5 dB) und 40 Hz (39,2 dB) energetisch zusammen, ergibt sich ein Summenpegel von 40,7 dB, der um mehr als 5,0 dB über den äußeren Nachbarterzen 25 Hz (31,7 dB) und 50 Hz (28,6 dB) liegt.

   • Normative Bewertung: Da jedoch sowohl der zeitkorrigierte Mittelungspegel ($L_{Terz,r}$) als auch der Maximalpegel ($L_{TerzFmax}$) bei 31,5 Hz und 40 Hz unterhalb der Bezugshörschwelle L_{HS} bleiben (Delta L_1 < 0 und Delta L_2 < 0), ist diese spektrale Erhebung unhörbar und stellt nach DIN 45680 keinen beurteilungsrelevanten Einzelton dar.

3. Erläuterung der positiven Delta L_2-Werte in der oberen Tabelle (63 Hz, 80 Hz, 100 Hz): In der oberen Tabelle auf Seite 2 wird in der Spalte Delta L2 [dB] für 63 Hz (+4,3 dB), 80 Hz (+9,2 dB) und 100 Hz (+7,6 dB) rechnerisch die Differenz $L_{TerzFmax}$ - L_{HS} ausgewiesen.

   • Wichtiger Hinweis gegen Fehlinterpretationen: Bei 63 Hz, 80 Hz und 100 Hz liegt kein Einzelton vor (die Pegel fallen von 50 Hz bis 100 Hz monoton von 28,6 dB auf 20,3 dB ab). Die Einzelton-Anhaltswerte Delta L_2 nach DIN 45680 Beiblatt 1 sind daher auf diese Frequenzen nicht anwendbar. Die positiven Werte dokumentieren lediglich, dass kurzzeitige, breitbandige Pegelspitzen ($L_{TerzFmax}$) in diesen drei Terzbändern zeitweise über der Ruhe-Hörschwelle lagen (und selbst bei fiktiver Anwendung der Einzelton-Anhaltswerte von 15 dB / 20 dB / 25 dB weit unterhalb der Grenzwerte blieben).

Ergebnis der Einzeltonprüfung (Abschnitt 2 auf Seite 1):

„Es wurden keine deutlich hervortretenden Einzeltöne festgestellt.“

5. Normative Gesamtbeurteilung nach DIN 45680 & Beiblatt 1

Da keine maßgeblichen Einzeltöne vorliegen, erfolgt die abschließende Beurteilung nach dem Verfahren „Bewertung ohne Einzeltöne“ (DIN 45680 Beiblatt 1, Abschnitt 2.2):

1. Hierzu werden im Frequenzbereich von 10 Hz bis 80 Hz alle Terzen herangezogen, deren Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ die jeweilige Hörschwelle L_{HS} überschreitet ($L_{Terz,r}$ > L_{HS}).
2. Da in der vorliegenden Messung 26M13_V4 in sämtlichen Terzbändern $L_{Terz,r}$ <= L_{HS} gilt (Delta L_1 < 0), liefert kein einziges Terzband einen überschreitenden Energiebeitrag.
3. Der resultierende tieffrequente Beurteilungspegel L_r beträgt damit:

$$L_r = 0{,}0 \text{ dB(A)}$$

5.1 Abgleich mit den Anhaltswerten nach DIN 45680 Beiblatt 1

Beurteilungszeitraum	Anhaltswert nach DIN 45680 Beiblatt 1	Ermittelter Beurteilungspegel L_r	Bewertung / Einhaltung
Tagzeitraum (06:00 – 22:00 Uhr)	35,0 dB(A)	0,0 dB(A)	Sicher eingehalten (unterschritten)
Nachtzeitraum (22:00 – 06:00 Uhr)	25,0 dB(A)	0,0 dB(A)	Sicher eingehalten (unterschritten)

6. Zusammenfassendes Fazit & Gültigkeitshinweis zu den Messbedingungen

6.1 Zusammenfassung des Messergebnisses

1. Vorerhebung positiv: Die untersuchte Messdatei 26M13_V4 weist mit L_{Ceq} - L_{Aeq} = 25,5 dB (>= 20 dB) einen relativen Schwerpunkt im tieffrequenten Frequenzbereich auf.
2. Hörschwelle im Mittel nicht überschritten: Absolut betrachtet ist das Geräuschniveau mit L_{Aeq} = 16,1 dB(A) und L_{Ceq} = 41,6 dB(C) jedoch sehr gering. In keinem einzigen Terzband zwischen 8 Hz und 100 Hz überschreitet der zeitkorrigierte Mittelungspegel ($L_{Terz,r}$) die menschliche Bezugshörschwelle (L_{HS}).
3. Keine schädlichen Brummtöne / Einzeltöne: Es treten keine beurteilungsrelevanten Einzeltöne im Sinne der DIN 45680 auf. Lediglich kurzzeitige Maximalpegel ($L_{TerzFmax}$) ragen bei 63 Hz, 80 Hz und 100 Hz um 4,3 dB bis 9,2 dB über die Ruhe-Hörschwelle hinaus, ohne jedoch eine tonale Charakteristik aufzuweisen.
4. Anhaltswerte eingehalten: Der tieffrequente Beurteilungspegel beträgt L_r = 0 dB(A). Erhebliche Belästigungen durch tieffrequente Geräusche im Sinne der DIN 45680 Beiblatt 1 (Anhaltswerte 35 dB(A) tags / 25 dB(A) nachts) sind anhand dieser Messdaten nicht nachweisbar.

6.2 Wichtiger Hinweis zu den örtlichen Messbedingungen (Abschnitt 5 des Akulap-Berichts)

Diese Auswertung gibt die mathematisch-normative Analyse der Messdatei 26M13_V4 durch die Messsoftware Akulap wieder. Da im vorliegenden Messprotokoll die Angaben zur örtlichen Durchführung (Abschnitt 5 auf Seite 1: Messort, Raumabmessungen, Mikrofonposition, Fremdgeräusche sowie Unterschrift des Prüfers) nicht ausgefüllt sind, gilt folgender sachverständiger Vorbehalt:

- Eine formelle Verwertbarkeit gegenüber Behörden oder Dritten setzt voraus, dass die Messung gemäß DIN 45680 Abschnitt 5 im am stärksten betroffenen Aufenthaltsraum bei geschlossenen Fenstern und Türen an den Punkten höchster tieffrequenter Schalldruckpegel (Raumecken / Druckmaxima der Raummoden bzw. am Aufenthaltsplatz) sowie ohne Verfälschung durch wohnungseigene Störgeräusche durchgeführt und dokumentiert wurde.