BV Änderung des Bebauungsplans Kreuzeckstr. 21 Bahn-Immissionen

Erschütterungs- und Sekundärluftschalltechnische Untersuchung

imb-dynamik-Bericht Nr. B435381a vom 10.07.2025

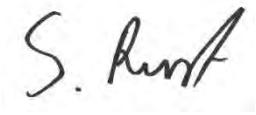
Auftraggeber:

Gemeinde Pullach i. Isartal
Abteilung Bautechnik – Hochbau
Johann-Bader-Str. 21
D-82049 Pullach i. Isartal

Mail Victoria.NavarroMeco@pullach.de

Bearbeitet von:

Dr.-Ing. Norbert Breitsamter
Geschäftsführer
imb-dynamik GmbH



M. Eng. Sebastian Rust
Messleiter

Akkreditiertes Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 im Bereich Erschütterungen, Modul Immissionsschutz

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-20493-01-00

Anerkannte Messstelle nach §29b BImSchG für den Tätigkeitsbereich „Ermittlung von Erschütterungen“

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Zusammenfassung

Situation

In Pullach i. Isartal soll eine Änderung des Bebauungsplans für die Liegenschaft der Gemeinde auf der Kreuzeckstr. 21 durchgeführt werden. Das geplante Baugebiet liegt östlich der S-Bahn Linie der S7.

Bild: gepl. BV, Auszug EG

Die vorbeifahrenden Züge tragen in das Erdreich und in benachbarte Gebäude Körperschallwellen ein, die von den Bewohnern und Nutzern der Gebäude als Erschütterungen bzw. als sogenannter „sekundärer Luftschall“ wahrgenommen werden können. Es ist sicherzustellen, dass

- die in der geplanten Bebauung gegebenen (sekundären) Luftschall- und Erschütterungsimmissionen die Grenzwerte der einschlägigen Richtlinien einhalten, und
- die Eigentümer/Nutzer unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und konstruktiver Aspekte möglichst wenig bzw. keinen wahrnehmbaren Immissionen ausgesetzt werden.

Für diese Aussagen waren Messungen erforderlich, die die Erschütterungsimmissionen auf dem Baugelände erfassen.

Ergebnisse

Körperschall nach DIN 4150/2

	Gebäude-eigenschaften		DIN 4150 Teil 2 Gemeinbedarfsf.	imb-Empfehlung
Erschütterungen KB_{Fmax} S-Bahn		Anhaltswerte → ↓ Prognosewerte	5,0 * KiTa	0,4
	Ungünstig	0,13	eingehalten	eingehalten
	Günstig	0,06	eingehalten	eingehalten
Erschütterungen KB_{Fmax} Güterzug		Anhaltswerte → ↓ Prognosewerte	5,0 * KiTa	0,4
	Ungünstig	0,28	eingehalten	eingehalten
	Günstig	0,1	eingehalten	eingehalten

* Maximalwert nach Gebietsausweisung in KiTa Räume im OG bis 5,0 möglich, jedoch nicht zu empfehlen. Bei ungünstigen Gebäudeeigenschaften ist der Körperschall gerade spürbar.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Sekundärluftschall nach VDI-Richtlinie 2719

	Gebäude-eigenschaften		KiTa	Schlafräume
Sekundärluftschall Mittlere Maximalpegel S-Bahn		Anhaltswerte → / Prognosewerte ↓	45 dB(A)	40 dB(A)
	ungünstig	37 dB(A)	eingehalten	eingehalten
	günstig	29 dB(A)	eingehalten	eingehalten
Sekundärluftschall Mittlere Maximalpegel Güterzug		Anhaltswerte → / Prognosewerte ↓	45 dB(A)	40 dB(A)
	ungünstig	45 dB(A)	eingehalten	überschritten
	günstig	36 dB(A)	eingehalten	eingehalten

Der Anhaltswert für die Schlafräume wird im ungünstigsten Fall (ungünstige Gebäudeparameter und Güterzug) überschritten. Da die Schlafräume sich im nicht unterkellerten Bereich des Gebäudes befinden, ist die Situation besser als sie jetzt in der Grobprognose angenommen ist.

Maßnahmenempfehlung

Die Anforderungen für den Körperschall werden auch mit ungünstigen Gebäude Eigenschaften eingehalten.

Die Anforderungen für den Sekundärluftschall werden im ungünstigsten Fall bei den Güterzügen und den Anforderungen bei den Schlafräumen überschritten. Da die Güterzüge nur sehr selten fahren und das Prognosemodell von einem unterkellerten Bereich aus geht (unterkellerter Bereich = ungünstig) wird die Überschreitung als nicht gravierend eingeordnet.

Für die Schlafräume würde sich ein hochelastischer Estrich positiv auf den Sekundärluftschall auswirken.

Fazit

- Für konventionelle Bauweisen sind keine Auflagen erforderlich.
- Bei einer Holz-Modul-Bauweise sollte eine baudynamische Überprüfung (Deckeneigenfrequenzen und Dämpfung) erfolgen.

Messung, Auswertung durchgeführt und Bericht erstellt von: Dr.-Ing. Norbert Breitsamter

M. Eng. Sebastian Rust

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **2**

Inhaltsverzeichnis **4**

1 Situation und Aufgabenstellung **5**

2 Grundlagen **5**

3 Beurteilungskriterien **5**

3.1 Körperschall nach DIN 4150/2 ***5***

3.1.1 Beurteilungsgrößen 5

3.1.2 Prognose 6

3.1.3 Beurteilungsverfahren 6

3.2 Sekundärer Luftschall nach VDI 2719, siehe (6) ***8***

3.3 Bestimmung der Maximalwerte ***9***

3.4 Bestimmung der Beurteilungswerte ***10***

3.5 imb-dynamik-Empfehlung ***10***

3.6 Zusammenfassung Anhaltswerte ***11***

4 Messungen **12**

4.1 Lage der Messpunkte ***12***

4.2 Messtechnisch erfasste Zugfahrten ***13***

4.3 Durchführung der Messungen ***13***

5 Auswertung **13**

5.1 Auswertung im Zeitbereich ***13***

5.2 Spektrale Auswertung jeder Zugfahrt ***15***

6 Prognoseergebnisse und Beurteilung **15**

6.1 Allgemein ***15***

6.2 Immissionssituation ***16***

6.2.1 Vergleich der Zuggattungen 16

6.2.2 Vergleich der Messpunkte 17

6.1 Prognostizierte Erschütterungen ***17***

6.2 Prognostizierter Sekundärluftschall ***18***

7 Gesamtbeurteilung und Angaben zur baulichen Ausführung **19**

7.1 Beurteilung der Prognosewerte Körperschall nach DIN 4150/2 ***19***

7.2 Prinzipielle Minderungsmaßnahmen ***20***

7.3 Angaben zur baulichen Ausführung ***20***

7.4 Fazit ***20***

Anlage: Abbildungen, 20 Seiten

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

1 Situation und Aufgabenstellung

In Pullach i. Isartal soll eine Änderung des Bebauungsplans für die Liegenschaft der Gemeinde auf der Kreuzeckstr. 21 durchgeführt werden. Das geplante Baugebiet liegt östlich der S-Bahn Linie der S7.

Die vorbeifahrenden Züge tragen in das Erdreich und in benachbarte Gebäude Körperschallwellen ein, die von den Bewohnern und Nutzern der Gebäude als Erschütterungen bzw. als sogenannter „sekundärer Luftschall“ wahrgenommen werden können. Es ist sicherzustellen, dass

- die in der geplanten Bebauung gegebenen (sekundären) Luftschall- und Erschütterungsimmissionen die Grenzwerte der einschlägigen Richtlinien einhalten, und
- die Eigentümer/Nutzer unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und konstruktiver Aspekte möglichst wenig bzw. keinen wahrnehmbaren Immissionen ausgesetzt werden.

Für diese Aussagen waren Messungen erforderlich, die die Erschütterungsimmissionen auf dem Baugelände erfassen.

2 Grundlagen

(1) imb-dynamik-Messungen vom 07.07.2025

(2) DIN IEC 60263: Skalen und Größenverhältnisse zur Darstellung von frequenzabhängigen Kennlinien und Polardiagrammen, vom 2021-10

(3) DIN 45669: Messungen von Schwingungsemissionen;
Teil 1, Schwingungsmesser – Anforderungen und Prüfungen, 2020-06

(4) DIN 45669: Messungen von Schwingungsemissionen;
Teil 2, Messverfahren, 2005-06

(5) DIN 4150: Erschütterungen im Bauwesen
Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, 1999-06

(6) VDI-Richtlinie 2719: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, 1987-08

(7) VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen, Spektrales Prognoseverfahren, 2013-01

3 Beurteilungskriterien

3.1 Körperschall nach DIN 4150/2

3.1.1 Beurteilungsgrößen

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen (5) wird die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ herangezogen.

Die Bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ ist dabei nach DIN 45669 als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0,125 s, "FAST") definiert.

Die Beurteilung erfolgt anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

- KB_{Fmax}, die maximale bewertete Schwingstärke
- KB_{FTr}, die Beurteilungsschwingstärke.

Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke KBF(t), der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt.

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse.

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} wird mit Hilfe eines Taktmaximalwertverfahrens (Taktzeit = 30 s) ermittelt.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} ergibt sich dabei nach folgender Gleichung:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \sqrt{\frac{T_e}{T_r}} \quad (1)$$

mit T_r = Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h)

T_e = Einwirkungszeit

KB_{FTm} = Taktmaximal-Effektivwert, wobei der Taktmaximal-Effektivwert die Wurzel aus dem Mittelwert der quadrierten Taktmaximalwerte (KB_{Fmax}-Werte) der Einzelereignisse (hier Zugfahrten) ist.

3.1.2 Prognose

Für die Beurteilung der Schwingungssituation in zukünftigen Gebäuden ist eine Prognose erforderlich. Diese wird im Frequenzbereich durchgeführt:

- Berechnung von FAST-bewerteten Terzschnellespektren mit der Charakteristik „Fast-max-hold“ (d.h. der Maximalwert jeder einzelnen Terz wird in ein Ergebnisspektrum übernommen, unabhängig vom Zeitpunkt seines Auftretens).
- Terzschnellespektren für jedes gemessene Einzelereignis, Obere und Untere Einhüllende, Energetisches Mittel über Zuggattungen und Fahrtrichtungen
- Multiplikation mit spektralen Übertragungsfunktionen, die die Gebäudeeigenschaften beschreiben

Aus den Immissionsspektren wird dann ein spektraler Summenpegel (4 bis 80 Hz) gebildet, der einem im Zeitbereich ermittelten KB-Wert weitgehend entspricht.

Für den Sekundärluftschall wird die Prognose in analoger Weise durchgeführt.

3.1.3 Beurteilungsverfahren

Die Beurteilung erfolgt nach untenstehend beschriebener Vorgehensweise:

Es ist die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} zu ermitteln und mit den Anhaltwerten A_u und A_o zu vergleichen:

- Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u, dann ist die Anforderung der Norm eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als der (obere) Anhaltswert A_o, dann ist die Anforderung nicht eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als A_u aber kleiner, höchstens gleich A_o, gilt die Anforderung dieser Norm dann als eingehalten, wenn die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} nicht größer als A_r ist.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Die in der DIN 4150/2 angegebenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Zeile	Einwirkungsort		tags			nachts	
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (Vgl. Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO) hier: **Gemeinbedarfsfläche**	**0,2**	**5***	**0,1**	**0,15**	**0,3**	**0,07**
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

** Maximalwert nach Gebietsausweisung in KiTa Räume im OG bis 5,0 möglich, jedoch nicht zu empfehlen.*

Für oberirdischen Schienenverkehr des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen A_u- und A_r-Werte der obigen Tabelle.

Für oberirdischen Schienenverkehr außer des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) gelten die A_u- und A_r-Werte der obigen Tabelle.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anhaltswerte indikatorischen Charakter haben und eine Beurteilung jeweils im Einzelfall - auch unter Berücksichtigung der Messunsicherheit - zu erfolgen hat.

In den Erläuterungen zur Norm werden folgende Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung angegeben.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

KB-Werte	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
------ 0,1 ------	---------- Fühlschwelle ----------
0,1 - 0,4	gerade spürbar
0,4 - 1,6	gut spürbar
1,6 - 6,3	stark spürbar

3.2 Sekundärer Luftschall nach VDI 2719, siehe (6)

Infolge von Körperschall-Einwirkungen werden die Raumbegrenzungsflächen (Wände, Geschoßdecken) zu Schwingungen angeregt. Diese strahlen ähnlich Lautsprechermembranen Luftschall ab. Bei ausreichend hohen Pegeln wird dieser "Sekundärluftschall" vom Menschen hörbar wahrgenommen.

Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Schwingschnelle in den Raumbegrenzungsflächen, den jeweiligen Abstrahl- und Absorptionsverhältnissen im Raum und den daraus resultierenden Schalldruckpegeln im Raum. Für den mittleren Maximalpegel nach VDI 2719 (6) kann abgeleitet werden:

$$\bar{L}_{max} = L_{vA,\,FAST} - 3\ dB + 10 \cdot \log (4 \cdot S/A) + 10 \cdot \log \sigma \qquad (2)$$

Dabei bedeuten:

$\bar{L}_{max}$	=	A-bewerteter mittlerer maximaler Schalldruckpegel im Raum in dB(A)
$L_{vA,\,FAST}$	=	A- und FAST-bewerteter Schnellepegel der Raumbegrenzungsflächen in dB(A), re $5 \cdot 10^{-8}$ m/s
S	=	Größe der schwingerregten Fläche in m²
A	=	Absorptionsvermögen des Raumes in m²
σ	=	Abstrahlgrad
- 3 dB	=	Korrekturterm für Berücksichtigung der Phasenlage verschiedener Übertragungswege und schallabstrahlender Bauteile

Aufgrund von Erfahrungswerten für raumakustische Verhältnisse in Wohnräumen und mit Wohnräumen vergleichbar ausgestatteten Räumen können folgende Werte für S, A und σ angesetzt werden:

$S \approx 2$ x Grundrissfläche G
$A \approx 0{,}8$ x Grundrissfläche G
$\sigma = 1$ für Frequenzen > 63 Hz. Für tiefere Frequenzen (< 63 Hz) erfolgt eine Absenkung.

Die Berechnung erfolgte im Frequenzbereich von 10 bis 400 Hz.

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen liegen derzeit noch keine verbindlichen Richtwerte vor. Im Allgemeinen wird meist auf die VDI-Richtlinie 2719 "Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen" zurückgegriffen und die darin genannten Anhaltswerte zur Beurteilung herangezogen.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Aus der VDI-Richtlinie 2719 ergeben sich folgende zulässige mittlere Maximalpegel für Schlafräume nachts:

Gebiet	sog. Komfortanforderung	Mindestanforderung
Reine und Allgemeine Wohngebiete	35 dB(A)	40 dB(A)
Sonstige Gebiete	40 dB(A)	45 dB(A)

Die um 5 dB höheren Werte der Zeile „Sonstige Gebiete“ sind u.a. vor dem Hintergrund einer mehr als 30 Jahre alten Richtlinie als nicht mehr zeitgemäß zu sehen. Auch im Bereich des Schallschutzes hat sich in diesem Zeitraum ein Trend zu niedrigeren Anhaltswerten durchgesetzt (vgl. Qualitätsstufen in DIN 4109, VDI 4100).

Der Ansatz eines Wertes von 35 dB(A) impliziert einen Beurteilungswert von 25 dB(A), der damit der Anforderungen der TA-Lärm für den Nachtzeitraum genügen würde, wie z.B. vom LFU Bayern herangezogen. Da in der TA-Lärm jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen wird, dass sie nicht zur Beurteilung von Verkehrslärm heranzuziehen ist (und dazu zählt der Sekundärluftschall der Quelle nach), zieht imb-dynamik die TA-Lärm nicht für eine Beurteilung heran. Weiterhin ist auch eine Beurteilung der „lautesten Nachtstunde“ mit den Zugzahlen der DB AG nicht möglich und das Maximalkriterium der TA-Lärm ist nicht auf einen mittleren Maximalwert ausgelegt. Diese Punkte führen zu Fragen und machen die Anwendung der TA-Lärm schwierig.

In Gerichtsgutachten wird häufig die 24. BImSchV herangezogen, da sie als Verordnung auf Bundesebene über den anderen Regelwerken steht. Der Anhaltswert der 24. BImSchV beträgt 30 dB(A) im Beurteilungswert, was 40 dB(A) im absoluten oder mittleren Maximalkriterium entspräche. Diese Anforderung wird damit mit leichtem Sicherheitsvorhalt eingehalten.

Der Ansatz von 35 dB(A) für Schlafräume nachts hat in der Vergangenheit in keinem Fall zu Problemen geführt – er lag aber auch im Vergleich zu bauherrnseitig gestellten Anforderungen nicht zu weit auf sicherer Seite.

3.3 Bestimmung der Maximalwerte

In der DIN (4) wird festgeschrieben, dass ein „seltenes Überschreiten“ des Maximalwertkriteriums zulässig ist. Diese Formulierung trägt dem Umstand Rechnung, dass z.B. der Erschütterungsschutz von Gebäuden an der Strecke nicht auf der Basis von Messwerten eines einzelnen Zuges mit extrem schlechten Rädern (Unrundheiten, Flachstellen) dimensioniert wird. In (4) wird keine genaue Vorgehensweise der Aussonderung „extremer“ Zugfahrten vorgeschrieben.

Für die Bestimmung des zu beurteilenden Maximalwertes für den Zugverkehr wird im Folgenden diese Vorgehensweise gewählt:

- Auswahl der maßgebenden Zuggattung und Fahrtrichtung
- Mittel aller gemessenen Züge dieser Zuggattung ergibt den „maxKB_{FTm}“ (Bez. bei imb-dynamik)
- Beaufschlagung dieses maßgebenden Immissionswertes „maxKB_{FTm}“ für Streuungen des Rollmaterials im üblichen Rahmen:
    - +50 % für die Erschütterungen
    - keine Beaufschlagung des Sek.-Luftschalls (nur bei Bewertung nach TA-Lärm + 3 dB)

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Sollten einzelne Zugfahrten mit noch höheren Werten gemessen werden, gehen diese nicht in die Bewertung ein, sondern werden gemäß (5) als Züge eingestuft, bei welchen die Ursache für starke Erschütterungen an den Zugeinheiten selbst zu suchen ist.

3.4 Bestimmung der Beurteilungswerte

Es wird bzgl.

- Lage der Messpunkte
- Größe der Immissionen der einzelnen Zuggattungen und Fahrtrichtungen

ein für das geplante Gebäude maßgebendes Immissionsspektrum ermittelt. Mit diesem Spektrum wird zunächst die Prognose wie beschrieben durchgeführt (siehe oben). Ergebnis ist der KB_{Fmax} Wert im zukünftigen Gebäude.

Anschließend wird auf Basis dieses Prognoseergebnisses, das i.d.R. nur für die maßgebende Zuggattung erstellt wird, der prognostizierte KB_{FTm} Wert im Verhältnis der gemessenen mittleren KB-Werte zu den gemessenen maximalen KB-Werten errechnet:

$$KB_{FTm,Prog} := KB_{Fmax,Prog} \cdot \frac{KB_{FTm,Messung}}{KB_{Fmax,Messung}} \qquad (3)$$

Die Beurteilungswerte (KB_{FTr} nachts und tags) ergeben sich nach Gleichung (1).

3.5 imb-dynamik-Empfehlung

Über die in (5) und (6) geforderten Anhaltswerte hinaus empfehlen wir für ein neues hochwertiges Wohngebäude, dass durchschnittliche Zugfahrten der lautesten Zuggattung und Fahrtrichtung nicht wahrnehmbar sein sollten:

Einhaltung der Fühlgrenze von KB = 0,1

Einhaltung der Hörgrenze von ca. 30 dB(A) unter großstädtischen Umgebungsbedingungen.

Für eine einheitliche Beurteilungsgrundlage wird die Forderung von durchschnittlich KB = 0,1 für die maßgebende Zuggattung und Fahrtrichtung in einen KB_{Fmax} Wert umgerechnet (+ 50% s.o.). Empfehlung imb-dynamik:

- $KB_{Fmax} \leq 0{,}4$
- $\bar{L}_{max} \leq 45$ dB(A) bzw. ≤ 40 dB(A) in Schlafräumen

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

3.6 Zusammenfassung Anhaltswerte

Erschütterungen

	DIN 4150 Teil 2 Gemeinbedarfsfläche	imb-Empfehlung
Maximalwert KB_{Fmax}	(5,0 * KiTa) 0,6 Schlafräume	0,4
Beurteilungspegel KB_{Ftr}	0,10	0,10

* Siehe Erläuterungen bei Tabelle Kapitel 3.1.3

Sekundärluftschall

	KiTa	Schlafräume
Mittlerer Maximalpegel $\bar{L}_{max}$	45 dB(A)	40 dB(A)
Beurteilungspegel	Wird nicht herangezogen	

* Siehe Erläuterungen bei Tabelle Kapitel 3.2

Die von uns empfohlene Beurteilungsweise ist am „Mittelwert der lautesten (immissionsstärksten) Zuggattung ausgerichtet. So werden stabile Ergebnisse erzielt, die nur wenig von den zufällig am Messtag angetroffenen einzelnen Zügen abhängen.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

4 Messungen

Verwendete Mess- und Auswertungsgeräte sowie Software:

Gerät / Programm	Typ	Hersteller
Beschleunigungsaufnehmer 10 pC/m/s²	4370	Brüel&Kjaer
Ladungsvorverstärker	IEPE100	METRA
Vielkanal-Messsystem	CS-1016	IMC
Analyseprogramm	Famos	IMC
Rechenprogramm	Mathcad	Mathsoft

4.1 Lage der Messpunkte

Die Lage der Messpunkte wurde unter Berücksichtigung des übermittelten Ausschnittes aus dem Lageplan festgelegt. Die Messpunkte wurden mit unterschiedlichem Abstand zur Bahnlinie. Die neun Messpunkte befanden sich in ca. 20 m bis 50 m Abstand zur Gleismitte des nächstgelegenen Gleises.

Die Lage und Position der Messpunkte ist aus folgender Tabelle ersichtlich. Eine schematische Darstellung der Lage der Messpunkte zeigt die Abbildung 4.1.

Messpunkt	Messrichtung	Position	Art der Befestigung
01Z	vertikal	Abstand ca. 20 m zur Gleismitte Süd-Westliche Gebäude Ecke	Erdspieß
02Z	vertikal	Abstand ca. 20 m zur Gleismitte Gebäude Ost Seite mittig	Erdspieß
03Z	vertikal	Abstand ca. 20 m zur Gleismitte Nor-Westliche Gebäude Ecke	Erdspieß
11Z	vertikal	Abstand ca. 30 m zur Gleismitte Gebäude Süd Seite mittig	Erdspieß
13Z	vertikal	Abstand ca. 30 m zur Gleismitte Gebäude Nord Seite mittig	Erdspieß
21Z	vertikal	Abstand ca. 35 m zur Gleismitte Gebäude Süd Seite mittig	Erdspieß
23Z	vertikal	Abstand ca. 35 m zur Gleismitte Gebäude Nord Seite mittig	Aluminiumwürfel, geklebt (Altbestand)
31Z	vertikal	Abstand ca. 45 m zur Gleismitte Süd-Östliche Gebäude Ecke	Erdspieß
33Z	vertikal	Abstand ca. 45 m zur Gleismitte Nor-Östliche Gebäude Ecke	Aluminiumwürfel, geklebt (Altbestand)

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

4.2 Messtechnisch erfasste Zugfahrten

Die Messungen wurden am Montag, den 07.07.2025 in der Zeit von 11:30 Uhr bis 14:30 Uhr durchgeführt (reine Messzeit, zuzüglich Auf- und Abbauzeiten sowie Zeiten für Qualitäts- und Plausibilitätskontrollen).

Die Signale aller Messpunkte wurden bei den Zug-Vorbeifahrten im o.g. Zeitraum synchron aufgezeichnet. Es wurden 16 S-Bahnen beider Fahrtrichtungen und 1 Güterzug aufgezeichnet.

Das Fahrtprotokoll ist der Abbildung 4.2 zu entnehmen.

Witterung: ca. 21°C bedeckt, kurzzeitig leichter Regen

4.3 Durchführung der Messungen

Die an den einzelnen Messpunkten angebrachten Beschleunigungsaufnehmer erzeugen eine beschleunigungsproportionale Ladung.

Die Ladungen werden mit Hilfe von extrem rauscharmen Ladungsverstärkern

- proportional in Spannung umgewandelt,
- verstärkt.

Die Signale von ausgewählten Messpunkten wurden vor und während der Messungen frequenzanalysiert und im Zeit- und im Frequenzbereich kontrolliert.

Die Beschleunigungszeitverläufe wurden zeitsynchron mit dem Messsystem CS-1016 während den Zug-Vorbeifahrten erfasst. Die Messketten wurden kalibriert.

5 Auswertung

5.1 Auswertung im Zeitbereich

Für die Auswertung im Zeitbereich wurden folgende Arbeitsschritte für jeden Kanal und jede Einzelfahrt ausgeführt:

Schritt 1 Bestimmung des Zeitausschnittes der Zugvorbeifahrt

Schritt 2 Berechnung der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$ nach Abschnitt 3.1.

Schritt 3 Ermittlung der Taktmaximalwerte KB_{FTi}

Schritt 4 Berechnung der maximalen Bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} für jeden Messpunkt (Kenngröße für die Erschütterungseinwirkungen auf den Menschen)

Die Abbildungen 5.1.KB.1 und 5.KB.2 enthalten die im Zeitbereich berechneten Taktmaximalwerte KB_{FTi} für alle ausgewerteten und spektral dargestellten Zugvorbeifahrten und die sich ergebende maximale Bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} sowie das energetische Mittel aller Zugfahrten, KB_{FTm}.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Tabelle der maximalen und mittleren KB-Werte, sortiert nach Zuggattung und Fahrtrichtung:

S-Bahn ausfahrend Richtung Wolfratshausen

Kurzzeichen	01Z	02Z	03Z	11Z	13Z	21Z	23Z	31Z	33Z
KB_{FTm}	0,010	0,015	0,017	0,010	0,012	0,012	0,011	0,014	0,009
KB_{Fmax}	0,017	0,025	0,033	0,016	0,018	0,024	0,012	0,027	0,013

S-Bahn ausfahrend Richtung München Hbf

Kurzzeichen	01Z	02Z	03Z	11Z	13Z	21Z	23Z	31Z	33Z
KB_{FTm}	0,007	0,014	0,010	0,007	0,010	0,008	0,009	0,008	0,008
KB_{Fmax}	0,008	0,029	0,011	0,008	0,011	0,009	0,010	0,009	0,009

S-Bahn einfahren Richtung München Hbf

Kurzzeichen	01Z	02Z	03Z	11Z	13Z	21Z	23Z	31Z	33Z
KB_{FTm}	0,008	0,011	0,012	0,008	0,010	0,009	0,010	0,008	0,009
KB_{Fmax}	0,011	0,013	0,016	0,009	0,012	0,010	0,010	0,009	0,010

Güterzug Richtung München Hbf

Kurzzeichen	01Z	02Z	03Z	11Z	13Z	21Z	23Z	31Z	33Z
GA	0,022	0,025	0,027	0,021	0,022	0,021	0,018	0,014	0,016

- Der Güterzug in Richtung München Hbf ist aufgrund der höheren Vorbeifahrgeschwindigkeit pegelbestimmend
- Insgesamt sind die Werte weit unter der Fühlschwelle

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

5.2 Spektrale Auswertung jeder Zugfahrt

Für die spektrale Auswertung wurden folgende Arbeitsschritte für jeden Kanal und jede Fahrtrichtung ausgeführt:

Schritt 1 Bestimmung des Zeitausschnittes der Zugvorbeifahrt

Schritt 2 Berechnung der FAST-Max-Hold Schnelle-Spektren
(Zeitkonstante FAST = 0,125 s)

Schritt 3 Berechnung der A-bewerteten, prognostizierten Sekundärluftschall-Spektren gem. Gl. (2)

Schritt 4 Energetische Mittelung der Einzelspektren für alle Zugfahrten getrennt nach den Messpunkten und den Fahrtrichtungen

Schritt 5 Berechnung der effektiven Schwingschnellen und Summenpegel aus den jeweiligen Spektren und den energ. Mitteln (Körperschall: eff v [mm/s], Luftschall: Pegel L_{AF} [dB(A)] ≈ $\overline{L}_{max}$)

Die Ergebnisse sind in der Abbildungsreihe 5 grafisch dargestellt. Bezeichnungsschema wie folgt am Beispiel der Abbildung 5.2.KS.S.1:

5.2. = A4-Abbildungen der Terz-Spektren
5.2.**KS** = Körperschall (**LS** = Luftschall)
5.2.KS.**S**. = S-Bahnen Fahrten (G = Güterzug)
5.2.KS.S.**1** = 1. Seite

Folgende Zusatzinformationen sind in den Abbildungen jeweils enthalten:

- Energetisches Mittel der Spektren der ausgewerteten Zugfahrten für den Körperschall und den prognostizierten sekundären Luftschall
- Obere und untere Einhüllende der dargestellten Fahrten für Körperschall und den prognostizierten sekundären Luftschall
- Effektive Schwingschnellen für den Körperschall
- Summenpegel für den prognostizierten sekundären Luftschall:
  Kenngrößen für die Luftschalleinwirkung auf den Menschen

Die Einzahlwerte dienen für Vergleiche der Züge untereinander und stellen – ohne Prognosemodell – an sich noch keinen beurteilungsrelevanten Wert dar.

6 Prognoseergebnisse und Beurteilung

6.1 Allgemein

Die folgende Analyse geht davon aus, dass sich der gegenwärtige Streckenzustand und das erfasste Wagenmaterial nicht wesentlich ändern.

Datenbasis für die folgenden Prognosen und Beurteilungen bildet das am Messtag angetroffene Zugkollektiv. Es können daher durch einzelne Zugfahrten (z.B. Züge mit starken Radunrundheiten und Flachstellen) gelegentlich höhere Immissionswerte erreicht werden.

Kategorie / Fahrtrichtung	Anzahl der Züge tags	Anzahl der Züge nachts
S-Bahnen beider Richtungen	126	20
Güterzüge	2	2
Summe	**128**	**22**

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

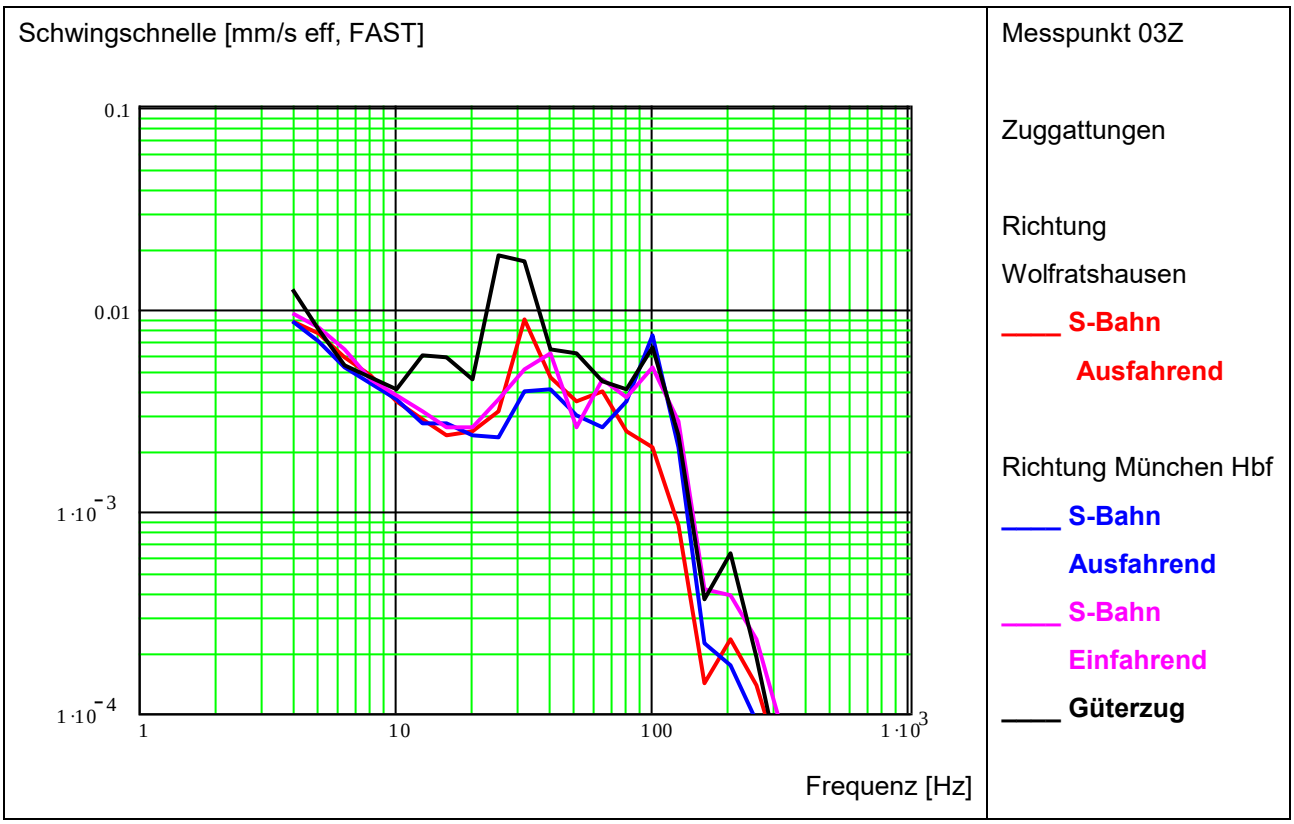
6.2 Immissionssituation

Die gemessenen Freifeldimmissionen werden hier folgendermaßen dargestellt:

- Alle Messpunkte, energetisches Mittel der maßgebenden Zuggattung (und Fahrtrichtung)
- Maßgebender Messpunkt, energetisches Mittel aller Zuggattungen

6.2.1 Vergleich der Zuggattungen

Maßgebender Messpunkt für die Beurteilung des geplanten Gebäudes ist 03Z

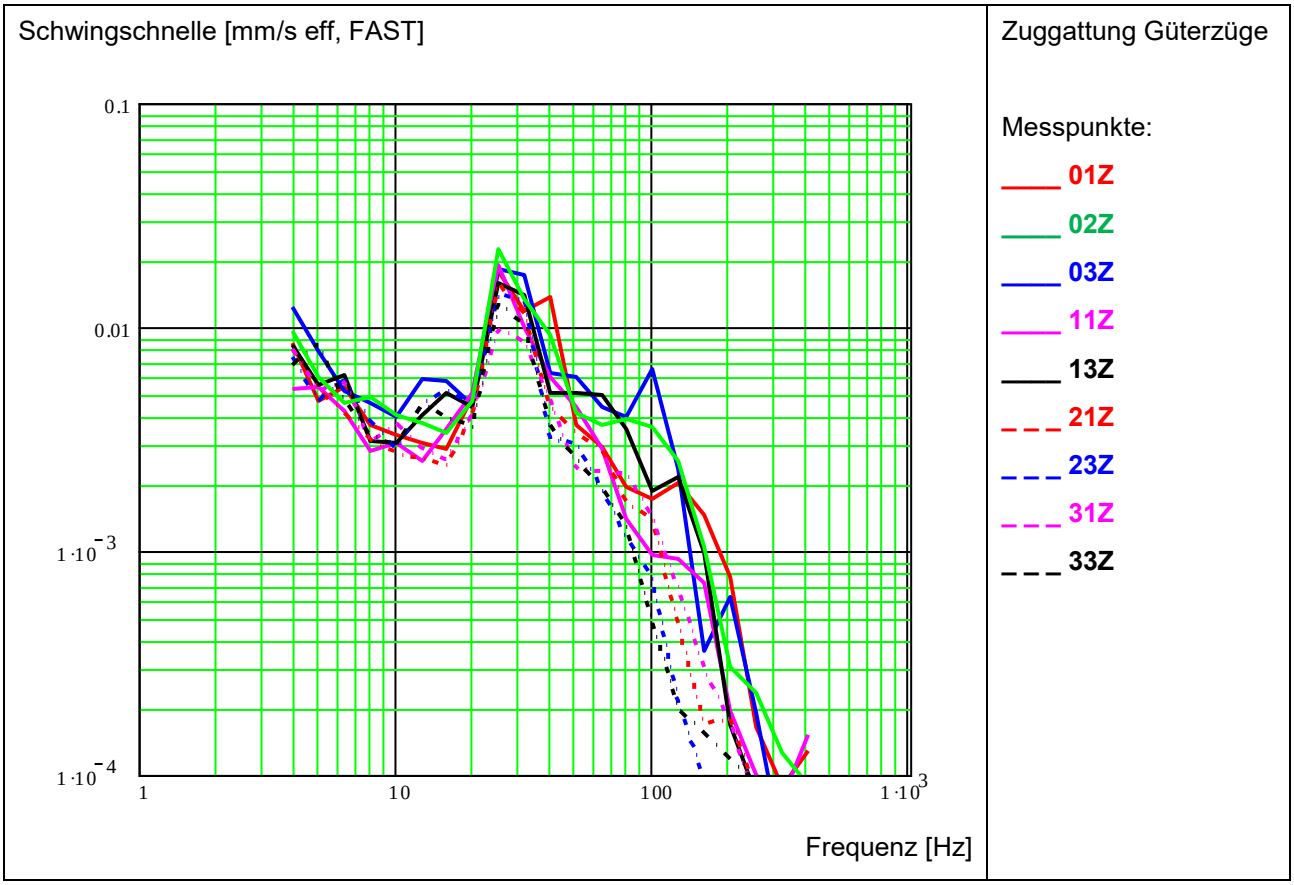


- Der Güterzug in Richtung München Hbf. ist aufgrund der höheren Vorbeifahrgeschwindigkeit gegenüber den S-Bahnen pegelbestimmend.
- Da nur ein Güterzug in der Messzeit erfasst wurde, kann kein Mittel über die mehrere Güterzüge erstellt werden.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

6.2.2 Vergleich der Messpunkte

Maßgebend[1] sind die Güterzüge in Richtung München Hbf



- Bei den hohen Frequenzen nimmt die Erschütterungsintensität mit der Entfernung deutlich ab.
- Die höchste Erschütterungsintensität liegt bei ca. 25 Hz.

6.1 Prognostizierte Erschütterungen

Das geplante KiGa-Gebäude ist nur zum Teil unterkellert und in Holz-Modul-Bauweise konzipiert.

D.h. das Gebäude wird relativ leicht sein und nur eine schwache Bauwerks-Boden-Interaktion ausbilden. Gleichzeitig können relativ niedrige Deckeneigenfrequenzen auftreten.

Günstiger weise liegen die Schlafräume im EG im nicht unterkellerten Bereich, d.h. ohne Schwingungsverstärkung durch Decken.

Die Grobprognose wird für

- ein nicht unterkellertes Gebäude (keine Abminderung zum Freifeld = konservativ)
- mit Deckeneigenfrequenzen zwischen 8 und 31 Hz (dyn. Überhöhung pauschal Faktor 10, evtl. nicht konservativ)

durchgeführt.

[1] Erst nach erfolgter Prognose steht die maßgebende Zuggattung zweifelsfrei fest. Je nachdem, ob die Problematik in den Erschütterungen oder im Sek.-LS zu sehen ist, erfolgt hier eine Datenreduktion auf das Wesentliche.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

Mit Estricheigenfrequenzen zwischen 40 Hz und 125 Hz und dem oben erläuterten Aufschlag von + 50% für alle Prognosewerte für die Erschütterungen für den KB_{Fmax}-Wert ergeben sich folgende KB_{Fmax}-Werte für die Erschütterungen:

Zuggattung Schienenbus	MP 03Z **S-Bahn** KB_{Fmax}	MP 03Z **Güterzug** KB_{Fmax}	untere Anhaltswert Tags Au DIN 4150 Teil 2	obere Anhaltswerte Ao	
				DIN 4150 Teil 2	imb-Empfehlung
Maximalwerte ungünstige Gebäudeparameter	**0,13**	**0,28**	0,2	(5,0 * KiTa) Hier keine Schlafräume geplant	0,4
Maximalwerte günstige Gebäudeparameter	**0,06**	**0,1**			

* Maximalwert nach Gebietsausweisung in KiTa Räume im OG bis 5,0 möglich, jedoch nicht zu empfehlen.

Der untere Anhaltswert Au für Tags wird nur von den seltenen Güterzügen überschritten. Im ungünstigsten Fall (ungünstige Gebäudeparameter und Güterzug) legt die Prognose zwischen den unteren und oberen Anhaltswerte. Nach der Norm müsste die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} berechnet werden, auf diese wird aber verzichtet, da der Grenzwert Ar nur bei einer häufigen Zug zahl überschritten wird.

Somit sind die Anforderungen für den Körperschall eingehalten.

6.2 Prognostizierter Sekundärluftschall

Mit Deckeneigenfrequenzen zwischen 8 und 31 Hz, Estricheigenfrequenzen zwischen 40 Hz und 125 Hz ergibt sich:

Mittlere Maximalwerte

Zuggattung	MP 03Z ***S-Bahn***	MP 03Z **Güterzug**	Anhaltswerte	
			KiTa	*Schlafräume*
Mittlere Maximalwerte ungünstige Gebäudeparameter	**37 dB(A)**	**45 dB(A)**	45 dB(A)	*40 dB(A)*
Mittlere Maximalwerte günstige Gebäudeparameter	**29 dB(A)**	**36 dB(A)**		

Der Anhaltswerte von 45 dB(A) für den Kindergarten wird mit der groben Prognose eingehalten. Der Anhaltswert für die Schlafräume wird im ungünstigsten Fall (ungünstige Gebäudeparameter und Güterzug) überschritten. Da die Schlafräume sich im nicht unterkellerten Bereich des Gebäudes befinden, ist die Situation besser als sie jetzt in der Grobprognose angenommen ist.

Ein hochelastischer Estrich für die nicht unterkellerten Schlafräume wirkt sich positiv auf den Sekundärluftschall aus.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

7 Gesamtbeurteilung und Angaben zur baulichen Ausführung

7.1 Beurteilung der Prognosewerte

Körperschall nach DIN 4150/2

	Gebäude-eigenschaften		DIN 4150 Teil 2 Gemeinbedarfsf.	imb-Empfehlung
Erschütterungen KB_{Fmax} S-Bahn		Anhaltswerte → ↓ Prognosewerte	5,0 * KiTa	0,4
	Ungünstig	0,13	eingehalten	eingehalten
	Günstig	0,06	eingehalten	eingehalten
Erschütterungen KB_{Fmax} Güterzug		Anhaltswerte → ↓ Prognosewerte	5,0 * KiTa	0,4
	Ungünstig	0,28	eingehalten	eingehalten
	Günstig	0,1	eingehalten	eingehalten

* Maximalwert nach Gebietsausweisung in KiTa Räume im OG bis 5,0 möglich, jedoch nicht zu empfehlen. Bei ungünstigen Gebäudeeigenschaften ist der Körperschall gerade spürbar.

Sekundärluftschall nach VDI-Richtlinie 2719

	Gebäude-eigenschaften		KiTa	Schlafräume
Sekundärluftschall Mittlere Maximalpegel S-Bahn		Anhaltswerte → ↓ Prognosewerte	45 dB(A)	40 dB(A)
	ungünstig	37 dB(A)	eingehalten	eingehalten
	günstig	29 dB(A)	eingehalten	eingehalten
Sekundärluftschall Mittlere Maximalpegel Güterzug		Anhaltswerte → ↓ Prognosewerte	45 dB(A)	40 dB(A)
	ungünstig	45 dB(A)	eingehalten	überschritten
	günstig	36 dB(A)	eingehalten	eingehalten

Der Anhaltswert für die Schlafräume wird im ungünstigsten Fall (ungünstige Gebäudeparameter und Güterzug) überschritten. Da die Schlafräume sich im nicht unterkellerten Bereich des Gebäudes befinden, ist die Situation besser als sie jetzt in der Grobprognose angenommen ist.

Tel 08152-99 334-0 Fax 08152-999 27 82 Mühlfelder Str. 18a 82211 Herrsching info@imb-dynamik.de www.imb-dynamik.de

7.2 Prinzipielle Minderungsmaßnahmen

Maßnahmen zur Minderung der Sekundärluftschallimmissionen sind prinzipiell an drei Stellen möglich:

- am Emissionsort (Gleis),
- am Übertragungsweg (Boden) und
- am Immissionsort (Gebäude).

Allgemein sind Maßnahmen am Emissionsort sowie am Übertragungsweg wirtschaftlich meist nicht realisierbar.

Demnach verbleiben als technisch sinnvolle und wirtschaftliche Maßnahmen nur solche an den zu schützenden Gebäuden selbst.

7.3 Angaben zur baulichen Ausführung

Die Anforderungen für den Körperschall werden auch mit ungünstigen Gebäude Eigenschaften eingehalten.

Die Anforderungen für den Sekundärluftschall werden im ungünstigsten Fall bei den Güterzügen und den Anforderungen bei den Schlafräumen leicht überschritten. Da die Güterzüge nur sehr selten fahren und das Prognosemodell von einem unterkellerten Bereich aus geht (unterkellerten Bereich = ungünstig) wird die Überschreitung als nicht gravierend eingeordnet.

Für die Schlafräume würde sich ein hochelastischer Estrich positiv auf den Sekundärluftschall auswirken.

7.4 Fazit

- Für konventionelle Bauweisen sind keine Auflagen erforderlich.
- Bei einer Holz-Modul-Bauweise sollte eine baudynamische Überprüfung (Deckeneigenfrequenzen und Dämpfung) erfolgen.

Messung, Auswertung durchgeführt und Bericht erstellt von: Dr.-Ing. Norbert Breitsamter

M. Eng. Sebastian Rust

Messpunkt vertikal Erdspieß:

Messpunkt vertikal Hauswand:

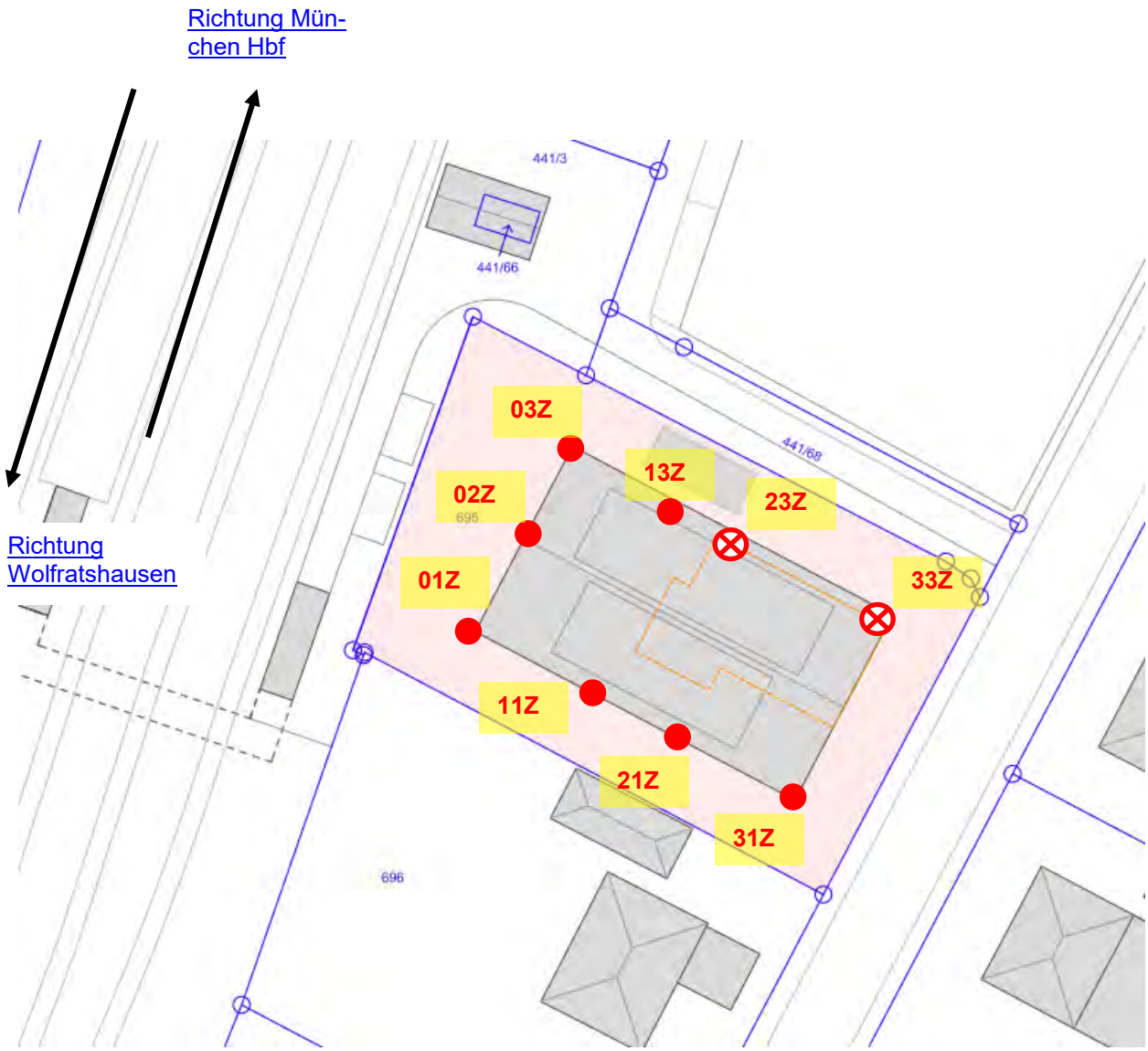


Bild: Ausschnitt Lageplan

Tabelle der erfassten Zugfahrten

Kurzzeichen	Uhrzeit	Fahrtrichtung	Ein- bzw. ausfahrt	Zuggattung/Messereignis
KA	11:46			Anschluss Kontrolle
SA	11:54	Wolfratshausen	Ein	S-Bahn
SB	11:55	Wolfratshausen	Aus	S-Bahn
SC	11:58	München Hbf	Ein	S-Bahn
SD	11:58	München Hbf	Aus	S-Bahn
SE	12:15	München Hbf	Ein	S-Bahn
SF	12:15	München Hbf	Aus	S-Bahn
SG	12:16	Wolfratshausen	Aus	S-Bahn
GA	12:25	München Hbf	Durchfahrt	Güterzug
SH	12:37	Wolfratshausen	Aus	S-Bahn
SI	12:39	München Hbf	Ein	S-Bahn
SJ	12:39	München Hbf	Aus	S-Bahn
OA	12:39			Grundgeräusch
SK	12:50	Wolfratshausen	Aus	S-Bahn
SL	12:50	München Hbf	Ein	S-Bahn
SM	12:50	München Hbf	Aus	S-Bahn
KB	13:17	beide Richtungen	Ein	Zug Kreuzung
SN	13:17	München Hbf	Aus	S-Bahn
SO	13:17	Wolfratshausen	Aus	S-Bahn
SP	13:30	Wolfratshausen	Aus	S-Bahn
SQ	13:33	München Hbf	Ein	S-Bahn
SR	13:33	München Hbf	Aus	S-Bahn
SS	13:52	Wolfratshausen	Aus	S-Bahn
ST	14:10	München Hbf	Ein	S-Bahn
SU	14:10	München Hbf	Aus	S-Bahn
SV	14:12	Wolfratshausen	Aus	S-Bahn
SW	14:38	München Hbf	Aus	S-Bahn

Tabelle der KB-Werte der ausgewerteten und spektral dargestellten Zugfahrten, sortiert nach Zuggattung und Fahrtrichtung:

S-Bahn ausfahrend Richtung Wolfratshausen

Kurzzeichen	01Z	02Z	03Z	11Z	13Z	21Z	23Z	31Z	33Z
SB	0,017	0,025	0,033	0,016	0,018	0,024	0,012	0,027	0,013
SG	0,009	0,01	0,013	0,009	0,01	0,008	Gestört	0,008	0,007
SH	0,008	0,01	0,012	0,006	0,008	0,008	Gestört	0,008	0,008
SK	0,007	0,01	0,01	0,008	0,009	0,008	Gestört	0,008	0,008
SO	0,007	0,009	0,009	0,006	0,009	0,008	Gestört	0,009	0,007
SP	0,008	0,011	0,009	0,007	0,01	0,009	0,009	0,01	0,008
SS	0,012	0,023	0,02	0,016	0,016	0,015	Gestört	0,019	0,013
SV	0,008	0,009	0,011	0,008	0,009	0,007	Gestört	0,01	0,008
KB_{Fmax}	**0,010**	**0,015**	**0,017**	**0,010**	**0,012**	**0,012**	**0,011**	**0,014**	**0,009**
KB_{FTm}	**0,017**	**0,025**	**0,033**	**0,016**	**0,018**	**0,024**	**0,012**	**0,027**	**0,013**
Verhältnis	1,70	1,70	2,00	1,56	1,54	1,97	1,13	1,93	1,40

S-Bahn ausfahrend Richtung München Hbf

Kurzzeichen	01Z	02Z	03Z	11Z	13Z	21Z	23Z	31Z	33Z
SD	0,008	0,01	0,011	0,008	0,009	0,008	0,01	0,007	0,008
SF	0,006	0,01	0,008	0,008	0,009	0,007	gestört	0,008	0,008
SJ	0,007	0,01	0,009	0,007	0,01	0,007	0,01	0,007	0,008
SM	0,007	0,009	0,011	0,007	0,009	0,009	gestört	0,008	0,008
SN	0,007	0,008	0,009	0,007	0,01	0,008	0,008	0,009	0,009
SR	0,008	0,009	0,008	0,008	0,011	0,008	0,009	0,008	0,008
SU	0,007	0,029	0,01	0,008	0,011	0,007	gestört	0,008	0,009
SW	0,006	0,01	0,011	0,006	0,009	0,007	0,009	0,009	0,007
KB_{Fmax}	**0,007**	**0,014**	**0,010**	**0,007**	**0,010**	**0,008**	**0,009**	**0,008**	**0,008**
KB_{FTm}	**0,008**	**0,029**	**0,011**	**0,008**	**0,011**	**0,009**	**0,010**	**0,009**	**0,009**
Verhältnis	1,14	2,14	1,13	1,08	1,12	1,18	1,08	1,12	1,10

Tabelle der KB-Werte der ausgewerteten und spektral dargestellten Zugfahrten, sortiert nach Zuggattung und Fahrtrichtung:

S-Bahn einfahren Richtung München Hbf

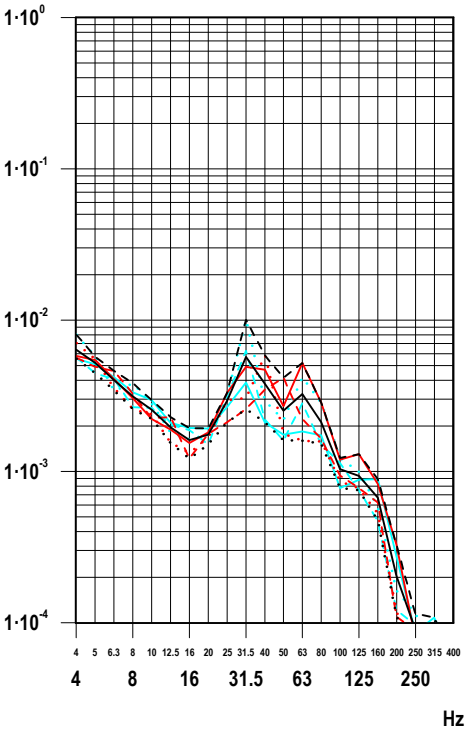
Kurzzeichen	01Z	02Z	03Z	11Z	13Z	21Z	23Z	31Z	33Z
SC	0,008	0,011	0,012	0,007	0,008	0,01	gestört	0,007	0,008
SE	0,008	0,009	0,01	0,008	0,01	0,008	gestört	0,008	0,008
SI	0,008	0,013	0,012	0,007	0,009	0,008	gestört	0,008	0,01
SL	0,007	0,009	0,011	0,007	0,01	0,008	gestört	0,008	0,009
SQ	0,011	0,011	0,016	0,009	0,011	0,009	0,01	0,009	0,009
ST	0,007	0,01	0,011	0,007	0,012	0,009	gestört	0,008	0,009
KB_{Fmax}	**0,008**	**0,011**	**0,012**	**0,008**	**0,010**	**0,009**	**0,010**	**0,008**	**0,009**
KB_{FTm}	**0,011**	**0,013**	**0,016**	**0,009**	**0,012**	**0,010**	**0,010**	**0,009**	**0,010**
Verhältnis	1,33	1,23	1,32	1,19	1,19	1,15	1,00	1,12	1,13

Güterzug Richtung München Hbf

Kurzzeichen	01Z	02Z	03Z	11Z	13Z	21Z	23Z	31Z	33Z
GA	0,022	0,025	0,027	0,021	0,022	0,021	0,018	0,014	0,016

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Süd-Westliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

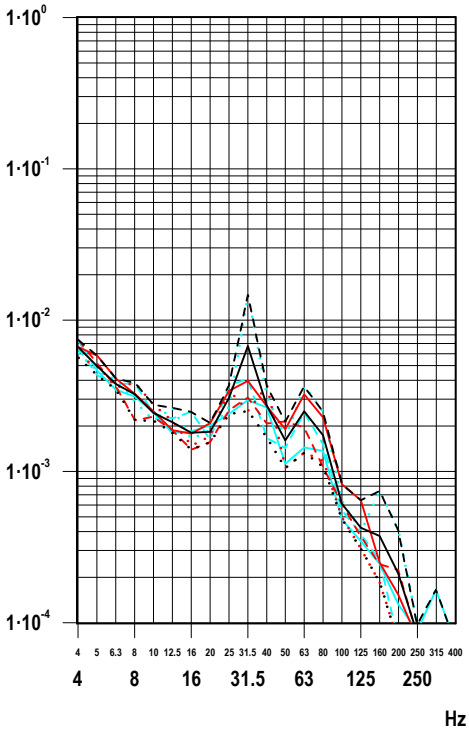
(1)	0.014
(2)	0.012
(3)	0.013
(4)	0.012
(5)	0.013
(6)	0.017
(7)	0.014
(8)	0.019
(9)	0.010

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.013
(2)	0.012
(3)	0.012
(4)	0.012
(5)	0.012
(6)	0.019
(7)	0.014
(8)	0.020
(9)	0.010

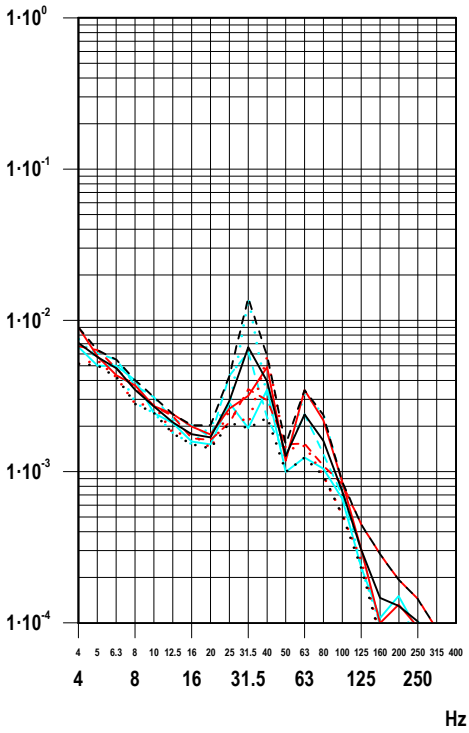
Messpunkt 11Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

- (1) Messung: SG
- (2) Messung: SH
- (3) Messung: SK
- (4) Messung: SO
- (5) Messung: SP
- (6) Messung: SS
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 21Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

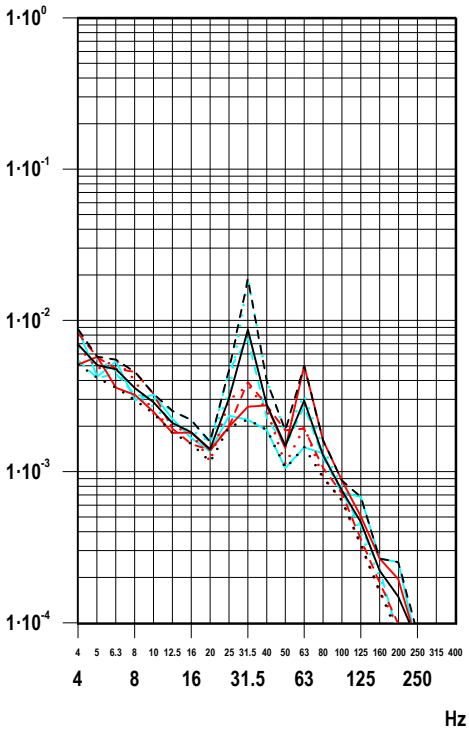
(1)	0.015
(2)	0.013
(3)	0.012
(4)	0.012
(5)	0.015
(6)	0.019
(7)	0.015
(8)	0.021
(9)	0.010

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.012
(2)	0.014
(3)	0.013
(4)	0.013
(5)	0.014
(6)	0.023
(7)	0.015
(8)	0.025
(9)	0.010

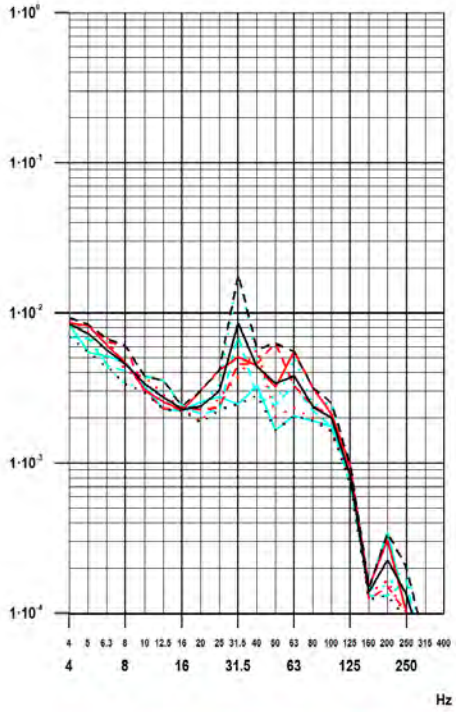
Messpunkt 31Z; vertikal
Süd-Östliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



435.23; DST_KS2.seq; 09.07.25; 17:41:56

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Nord-Westliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

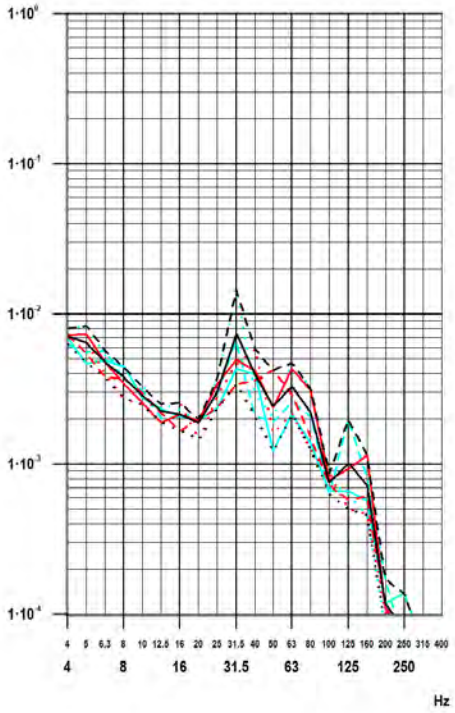
(1)	0.019
(2)	0.019
(3)	0.017
(4)	0.015
(5)	0.016
(6)	0.024
(7)	0.019
(8)	0.027
(9)	0.013

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.016
(2)	0.014
(3)	0.014
(4)	0.014
(5)	0.015
(6)	0.022
(7)	0.016
(8)	0.023
(9)	0.011

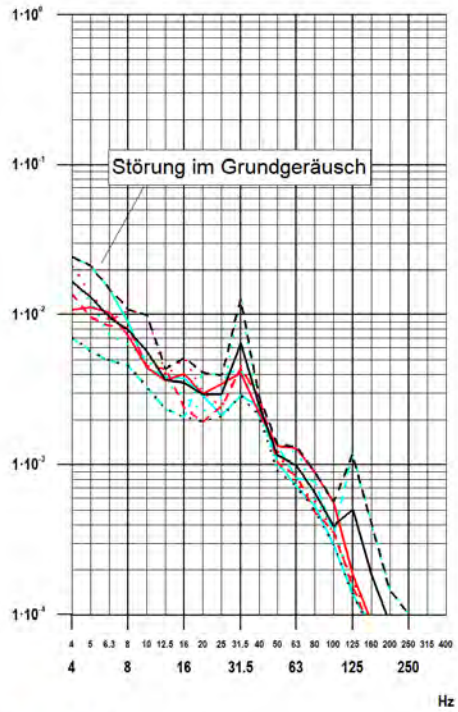
Messpunkt 13Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

- (1) Messung: SG
- (2) Messung: SH
- (3) Messung: SK
- (4) Messung: SO
- (5) Messung: SP
- (6) Messung: SS
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 23Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

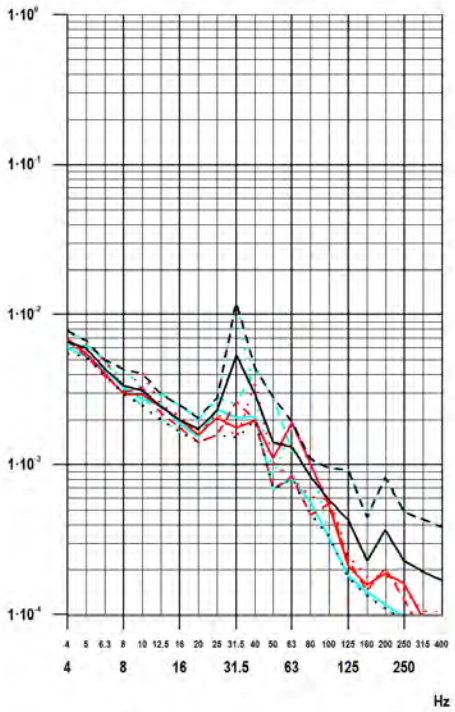
(1)	0.022
(2)	0.023
(3)	0.032
(4)	0.038
(5)	0.014
(6)	0.027
(7)	0.027
(8)	0.042
(9)	0.013

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.012
(2)	0.012
(3)	0.013
(4)	0.011
(5)	0.014
(6)	0.018
(7)	0.013
(8)	0.019
(9)	0.010

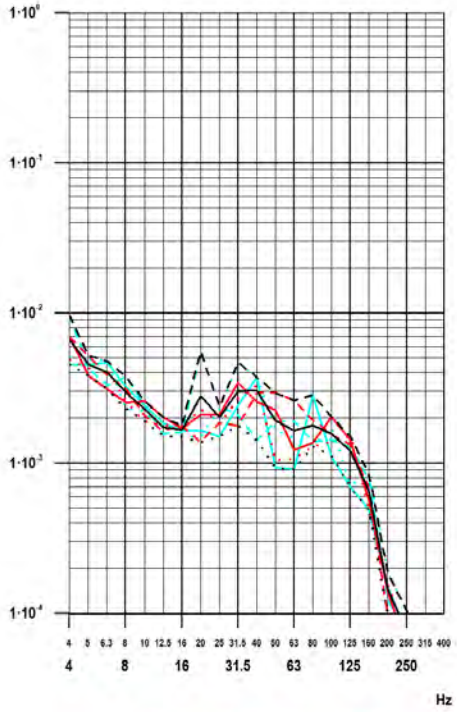
Messpunkt 33Z; vertikal
Nord-Östliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



435.23; DST_KS2.seq; 10.07.25; 10:30:34

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Süd-Westliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

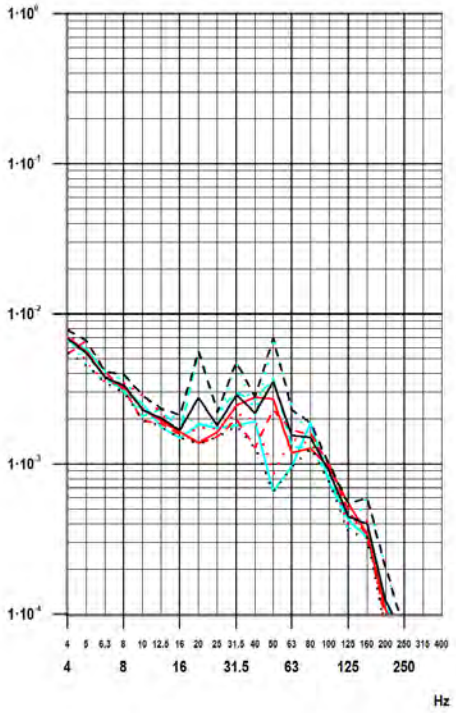
(1)	0.012
(2)	0.012
(3)	0.011
(4)	0.011
(5)	0.014
(6)	0.012
(7)	0.012
(8)	0.017
(9)	0.009

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.012
(2)	0.011
(3)	0.012
(4)	0.012
(5)	0.014
(6)	0.014
(7)	0.013
(8)	0.017
(9)	0.010

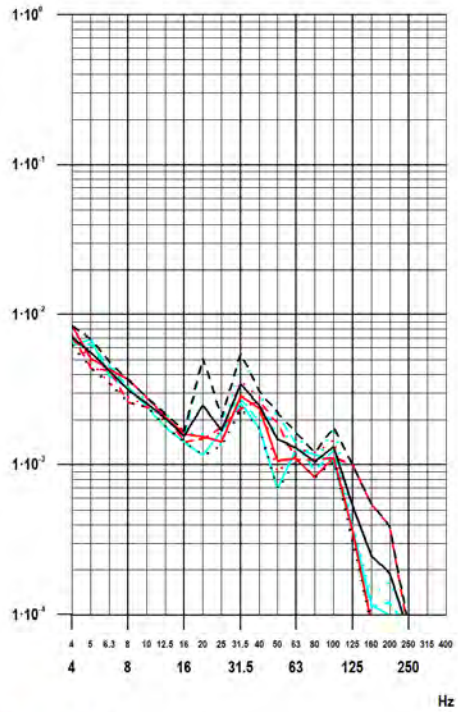
Messpunkt 11Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

- (1) Messung: SF
- (2) Messung: SJ
- (3) Messung: SM
- (4) Messung: SN
- (5) Messung: SR
- (6) Messung: SU
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 21Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

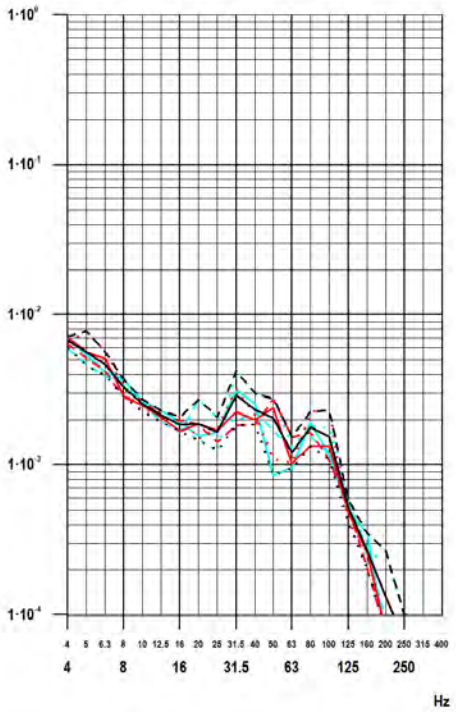
(1)	0.013
(2)	0.012
(3)	0.012
(4)	0.012
(5)	0.013
(6)	0.013
(7)	0.013
(8)	0.016
(9)	0.010

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.012
(2)	0.012
(3)	0.014
(4)	0.012
(5)	0.011
(6)	0.013
(7)	0.012
(8)	0.015
(9)	0.010

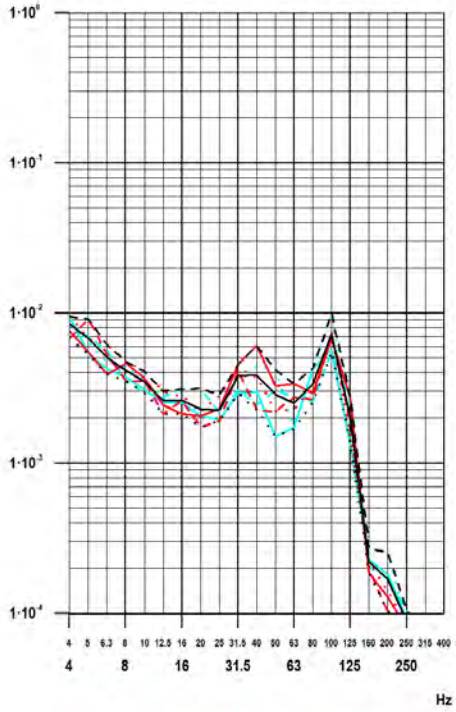
Messpunkt 31Z; vertikal
Süd-Östliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



435.23; DST_KS2.seq; 10.07.25; 10:31:14

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Nord-Westliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



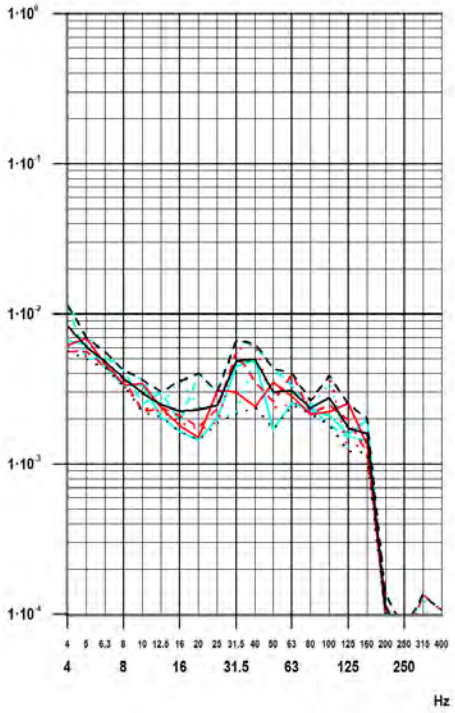
linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.017
(2) 0.017
(3) 0.019
(4) 0.016
(5) 0.017
(6) 0.019
(7) 0.018
(8) 0.022
(9) 0.014

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.014
(2) 0.014
(3) 0.015
(4) 0.014
(5) 0.019
(6) 0.019
(7) 0.016
(8) 0.021
(9) 0.012

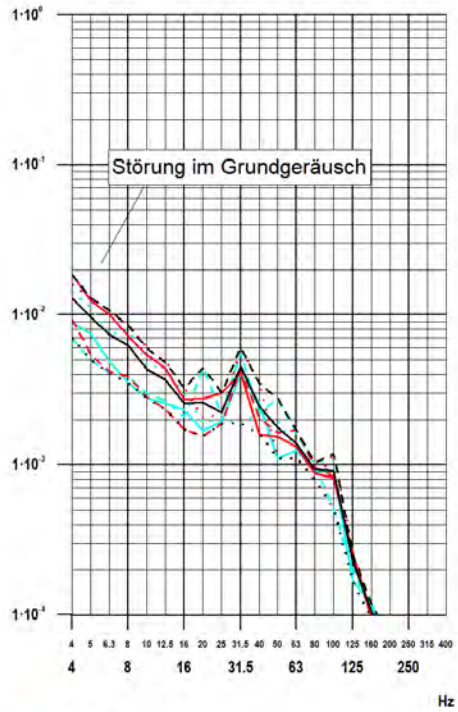
Messpunkt 13Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

(1) Messung: SF
(2) Messung: SJ
(3) Messung: SM
(4) Messung: SN
(5) Messung: SR
(6) Messung: SU
(7) energ. Mittel
(8) obere Hüllkurve
(9) untere Hüllkurve
Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 23Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



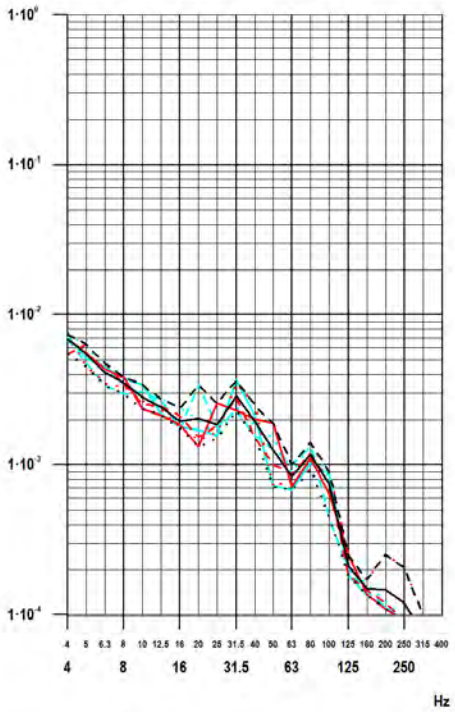
linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.027
(2) 0.014
(3) 0.027
(4) 0.015
(5) 0.014
(6) 0.023
(7) 0.021
(8) 0.029
(9) 0.012

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.012
(2) 0.012
(3) 0.012
(4) 0.013
(5) 0.012
(6) 0.013
(7) 0.012
(8) 0.014
(9) 0.010

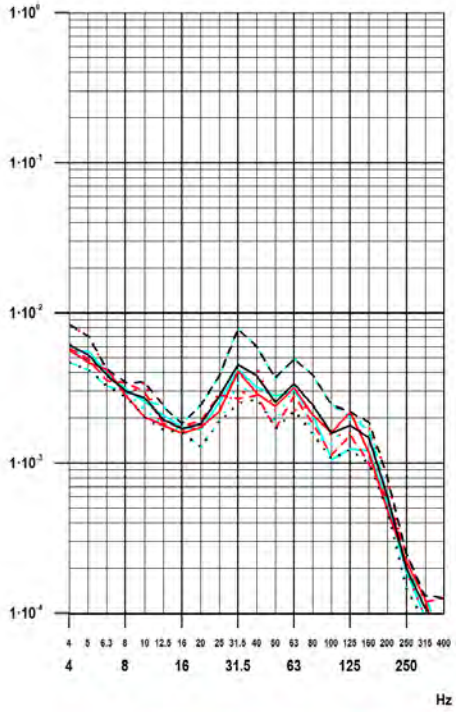
Messpunkt 33Z; vertikal
Nord-Östliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



435.23; DST_KS2.seq; 10.07.25; 10:31:39

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Süd-Westliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

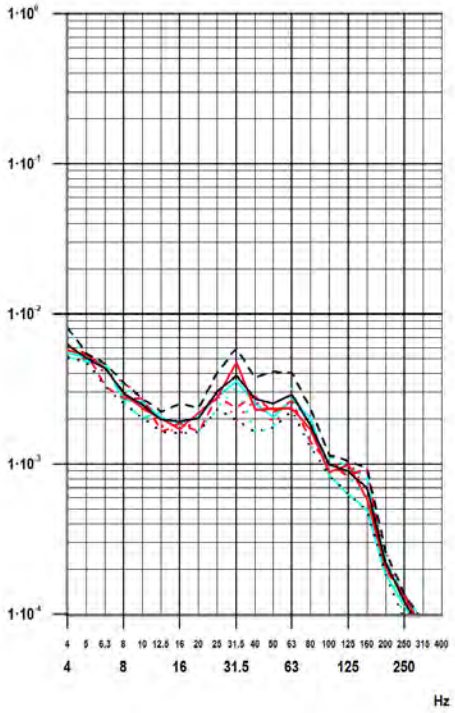
(1)	0.012
(2)	0.012
(3)	0.015
(4)	0.013
(5)	0.016
(6)	0.012
(7)	0.013
(8)	0.019
(9)	0.010

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.013
(2)	0.012
(3)	0.012
(4)	0.012
(5)	0.014
(6)	0.013
(7)	0.013
(8)	0.016
(9)	0.010

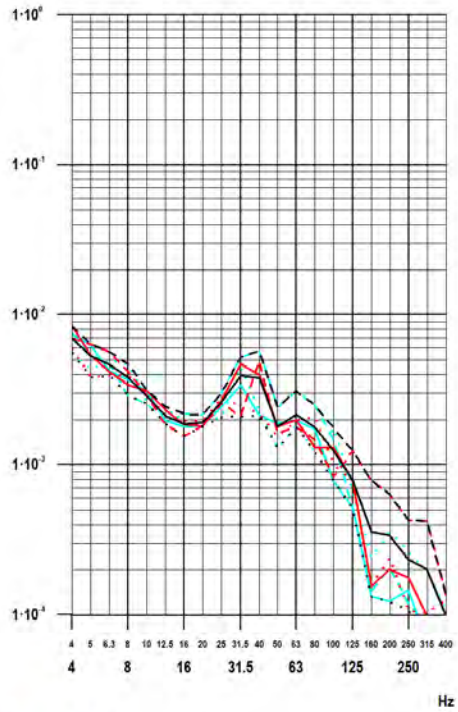
Messpunkt 11Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

- (1) Messung: SC
- (2) Messung: SE
- (3) Messung: SI
- (4) Messung: SL
- (5) Messung: SQ
- (6) Messung: ST
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 21Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

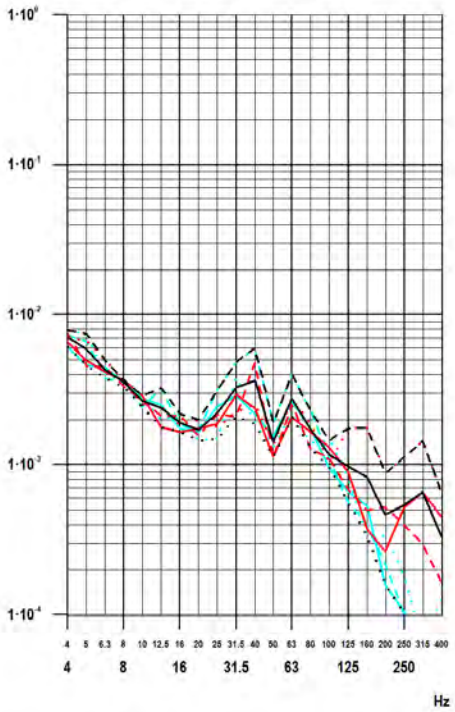
(1)	0.014
(2)	0.014
(3)	0.012
(4)	0.013
(5)	0.015
(6)	0.012
(7)	0.014
(8)	0.017
(9)	0.010

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.012
(2)	0.013
(3)	0.014
(4)	0.012
(5)	0.016
(6)	0.014
(7)	0.013
(8)	0.017
(9)	0.011

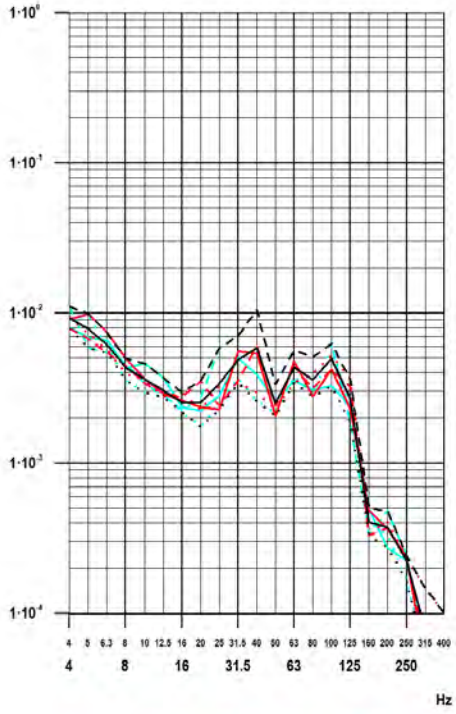
Messpunkt 31Z; vertikal
Süd-Östliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



435.23; DST_KS2.seq; 10.07.25; 10:32:06

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Nord-Westliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

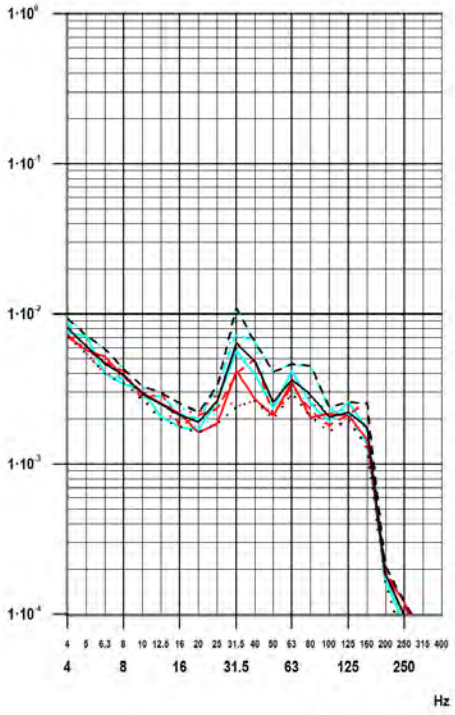
(1)	0.020
(2)	0.018
(3)	0.018
(4)	0.018
(5)	0.023
(6)	0.019
(7)	0.019
(8)	0.026
(9)	0.015

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.014
(2)	0.015
(3)	0.014
(4)	0.016
(5)	0.018
(6)	0.020
(7)	0.017
(8)	0.022
(9)	0.013

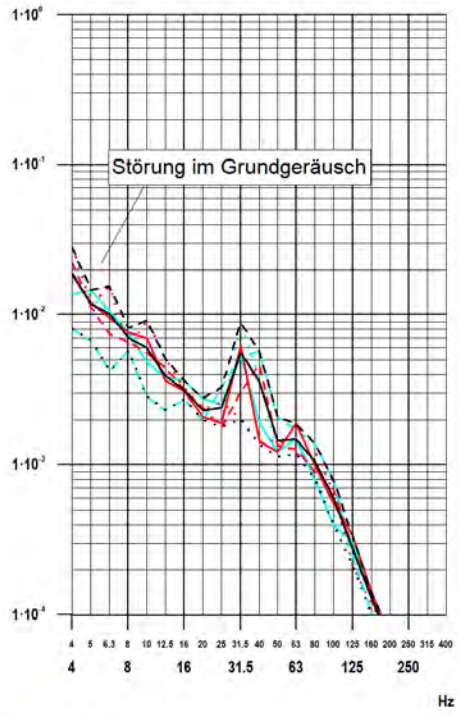
Messpunkt 13Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



- (1) Messung: SC
- (2) Messung: SE
- (3) Messung: SI
- (4) Messung: SL
- (5) Messung: SQ
- (6) Messung: ST
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

Messpunkt 23Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

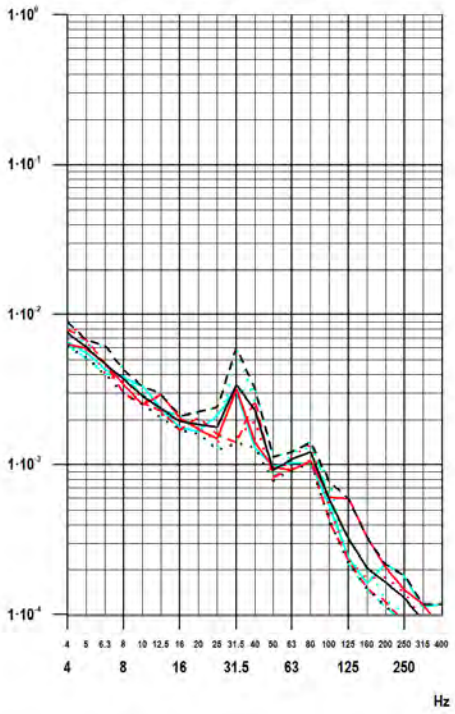
(1)	0.027
(2)	0.029
(3)	0.037
(4)	0.026
(5)	0.016
(6)	0.028
(7)	0.028
(8)	0.040
(9)	0.014

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz

(1)	0.012
(2)	0.013
(3)	0.014
(4)	0.012
(5)	0.012
(6)	0.015
(7)	0.013
(8)	0.016
(9)	0.011

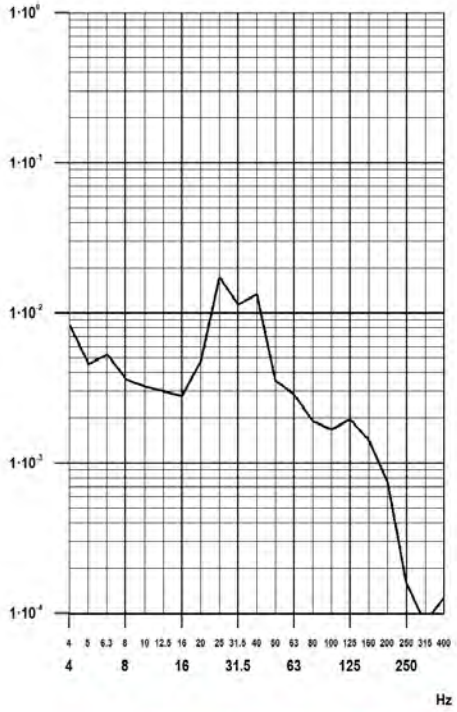
Messpunkt 33Z; vertikal
Nord-Östliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



435.23; DST_KS2.seq; 10.07.25; 10:32:40

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Süd-Westliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.029

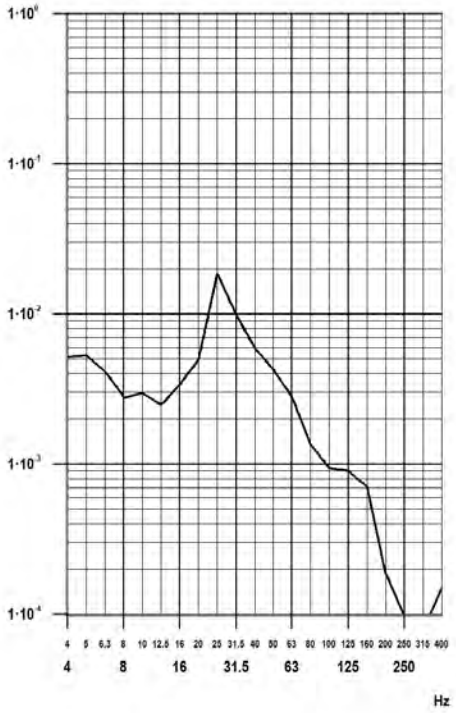
(7) 0.029
(8) 0.029
(9) 0.029

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.025

(7) 0.025
(8) 0.025
(9) 0.025

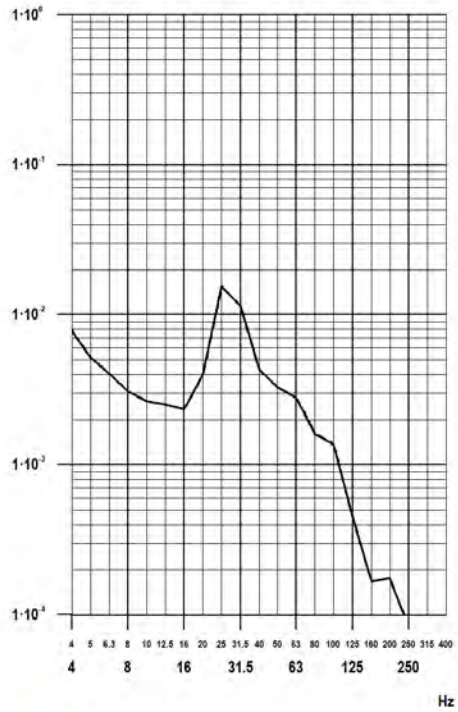
Messpunkt 11Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



(1) Messung: GA
(7) energ. Mittel
(8) obere Hüllkurve
(9) untere Hüllkurve
Grenzkurve (entfällt)

Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

Messpunkt 21Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.024

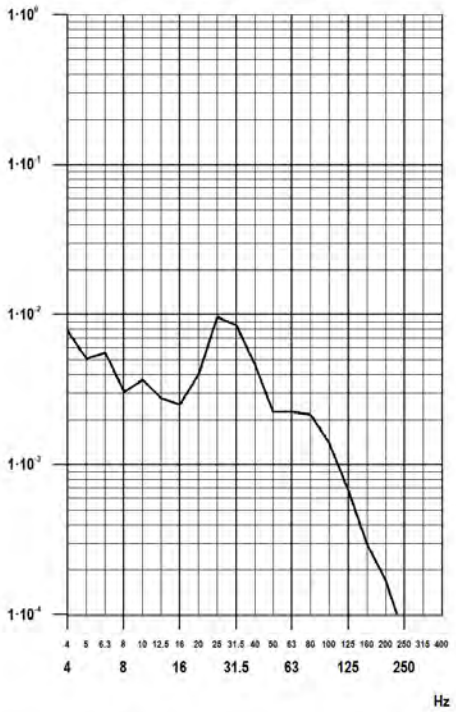
(7) 0.024
(8) 0.024
(9) 0.024

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.019

(7) 0.019
(8) 0.019
(9) 0.019

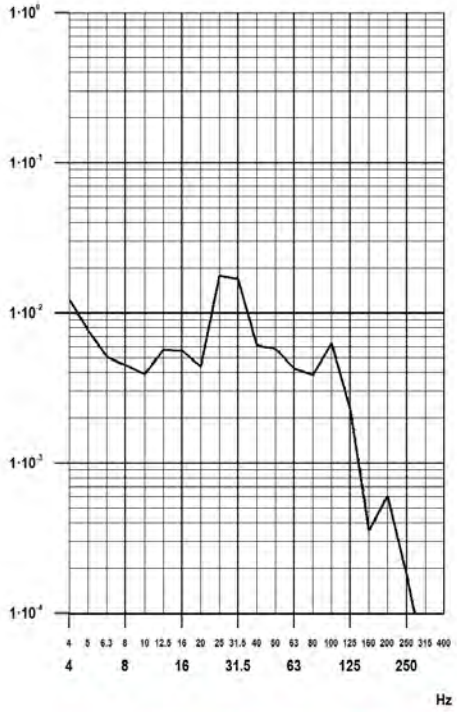
Messpunkt 31Z; vertikal
Süd-Östliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



435.23; DST_KS2.seq; 10.07.25; 10:33:04

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Nord-Westliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.033

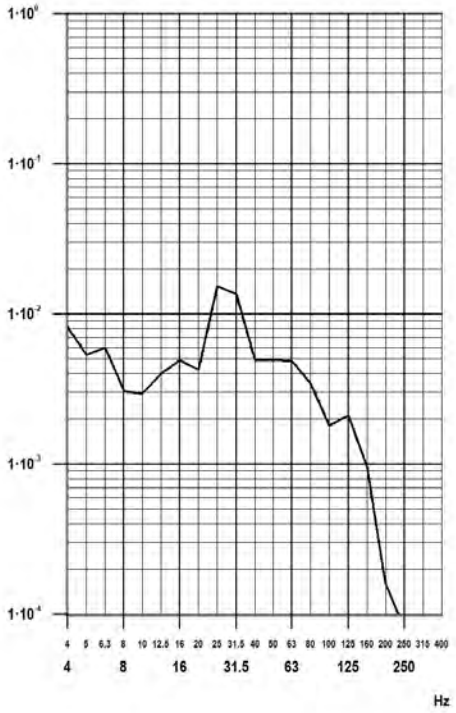
(7) 0.033
(8) 0.033
(9) 0.033

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.027

(7) 0.027
(8) 0.027
(9) 0.027

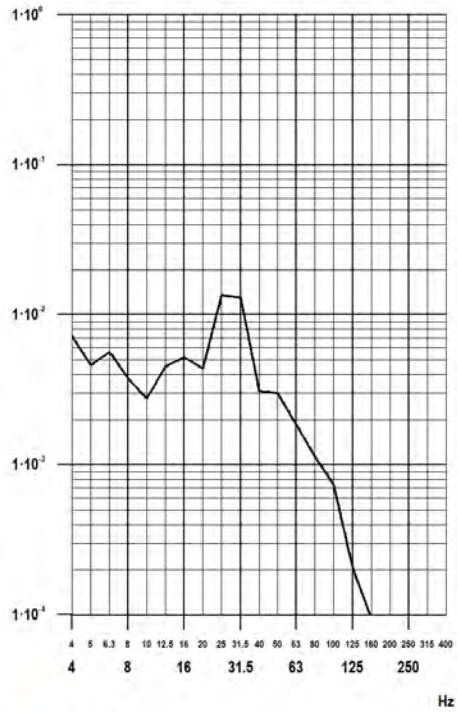
Messpunkt 13Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

(1) Messung: GA
(7) energ. Mittel
(8) obere Hüllkurve
(9) untere Hüllkurve
Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 23Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.024

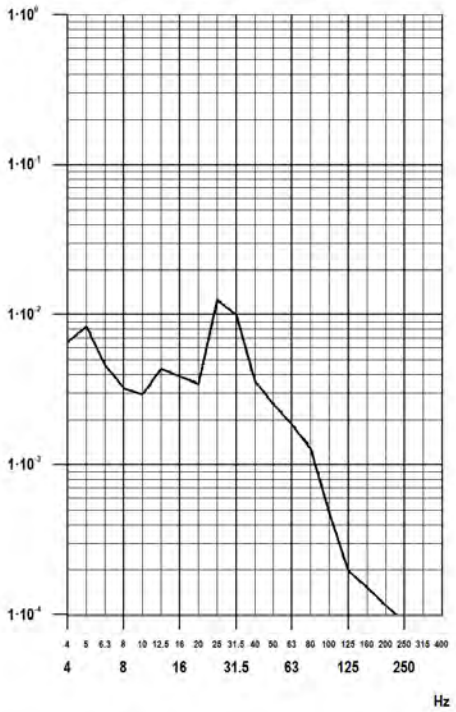
(7) 0.024
(8) 0.024
(9) 0.024

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 315 Hz
(1) 0.022

(7) 0.022
(8) 0.022
(9) 0.022

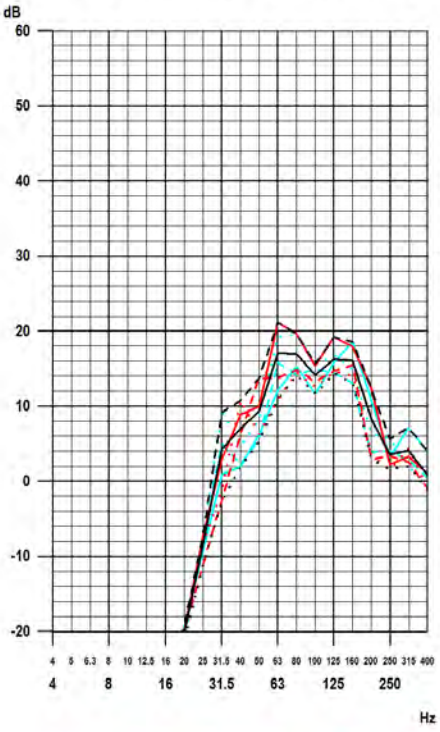
Messpunkt 33Z; vertikal
Nord-Östliche Gebäude Ecke
Schnelle [mm/s eff, FAST]



435.23; DST_KS2.seq; 10.07.25; 10:33:24

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Süd-Westliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

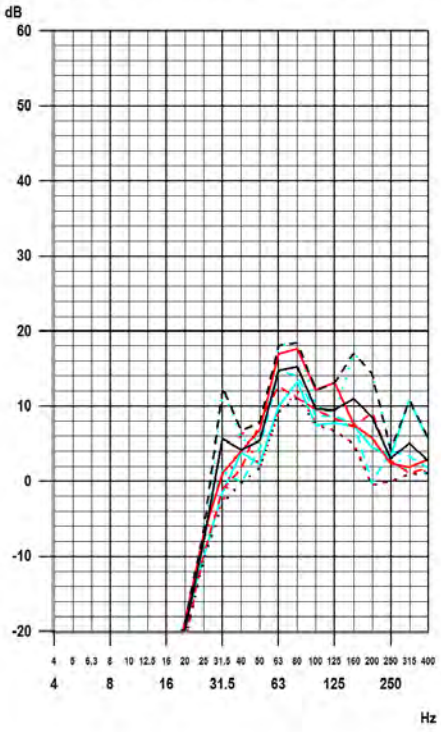
(1)	26
(2)	22
(3)	21
(4)	23
(5)	22
(6)	25
(7)	24
(8)	27
(9)	20

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	22
(2)	19
(3)	17
(4)	18
(5)	19
(6)	24
(7)	21
(8)	25
(9)	16

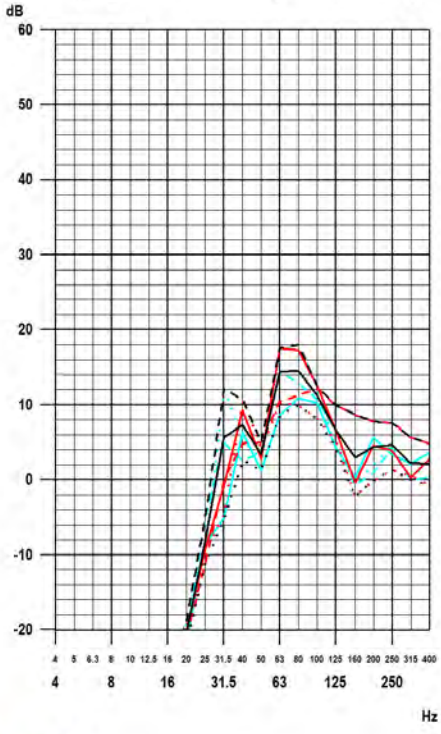
Messpunkt 11Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

- (1) Messung: SG
- (2) Messung: SH
- (3) Messung: SK
- (4) Messung: SO
- (5) Messung: SP
- (6) Messung: SS
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 21Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

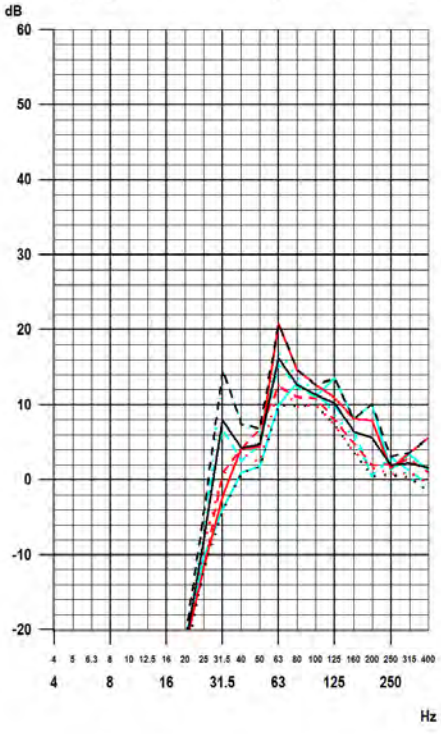
(1)	22
(2)	19
(3)	17
(4)	17
(5)	19
(6)	22
(7)	20
(8)	23
(9)	15

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	23
(2)	18
(3)	17
(4)	19
(5)	20
(6)	22
(7)	20
(8)	24
(9)	16

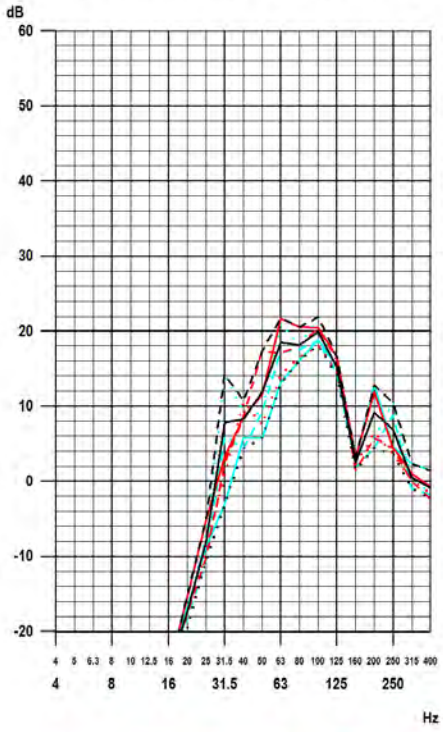
Messpunkt 31Z; vertikal
Süd-Östliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



435.28; DST_LS2.seq; 10.07.25; 10:34:11

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Nord-Westliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

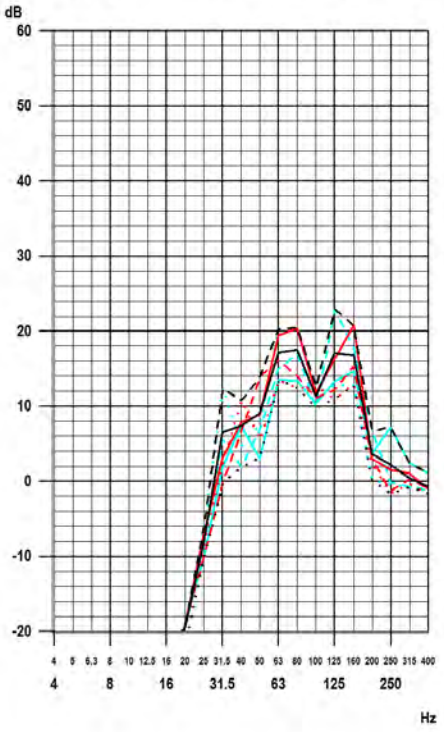
(1)	27
(2)	25
(3)	23
(4)	23
(5)	24
(6)	26
(7)	25
(8)	28
(9)	22

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	26
(2)	22
(3)	20
(4)	21
(5)	26
(6)	25
(7)	24
(8)	28
(9)	19

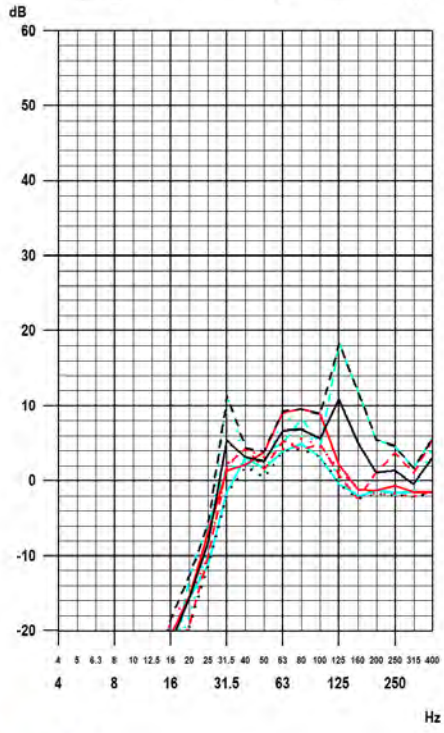
Messpunkt 13Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

- (1) Messung: SG
- (2) Messung: SH
- (3) Messung: SK
- (4) Messung: SO
- (5) Messung: SP
- (6) Messung: SS
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 23Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

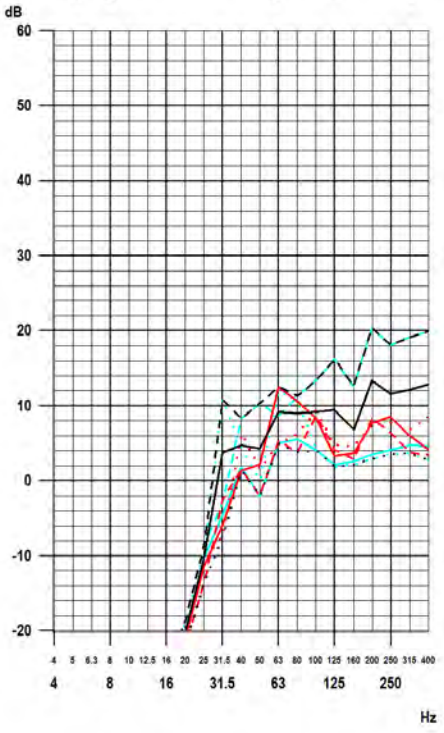
(1)	15
(2)	13
(3)	13
(4)	12
(5)	20
(6)	16
(7)	16
(8)	21
(9)	11

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	18
(2)	15
(3)	16
(4)	14
(5)	26
(6)	17
(7)	20
(8)	26
(9)	13

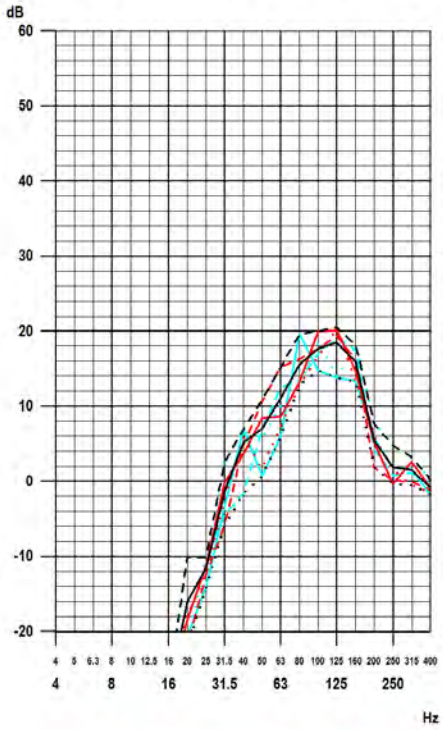
Messpunkt 33Z; vertikal
Nord-Östliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



435.28; DST_LS2.seq; 10.07.25; 10:34:42

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Süd-Westliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

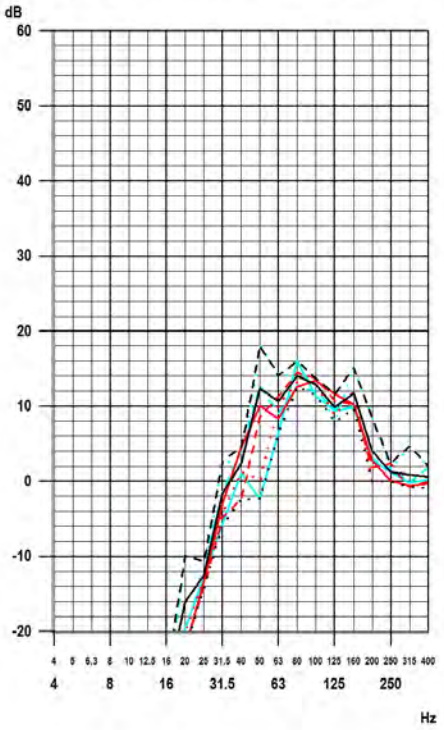
(1)	24
(2)	24
(3)	23
(4)	23
(5)	24
(6)	23
(7)	24
(8)	26
(9)	20

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	20
(2)	20
(3)	19
(4)	19
(5)	19
(6)	23
(7)	20
(8)	23
(9)	18

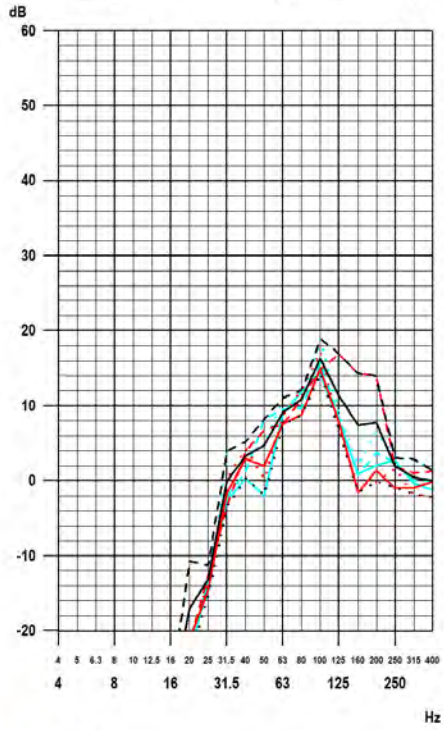
Messpunkt 11Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

- (1) Messung: SF
- (2) Messung: SJ
- (3) Messung: SM
- (4) Messung: SN
- (5) Messung: SR
- (6) Messung: SU
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 21Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

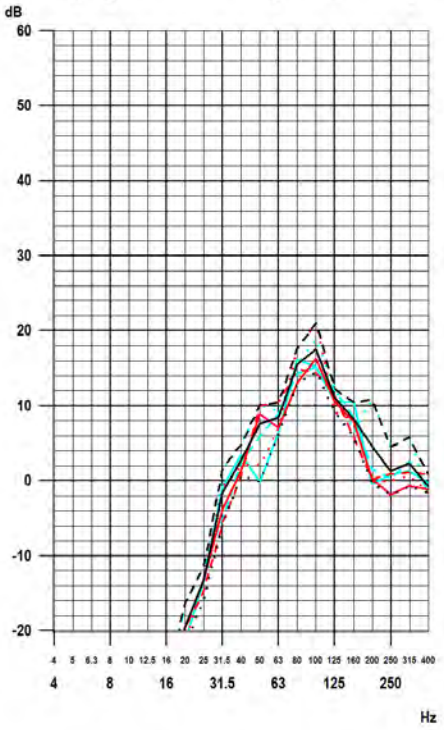
(1)	18
(2)	22
(3)	20
(4)	18
(5)	19
(6)	21
(7)	20
(8)	23
(9)	17

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	20
(2)	20
(3)	23
(4)	20
(5)	20
(6)	22
(7)	21
(8)	24
(9)	18

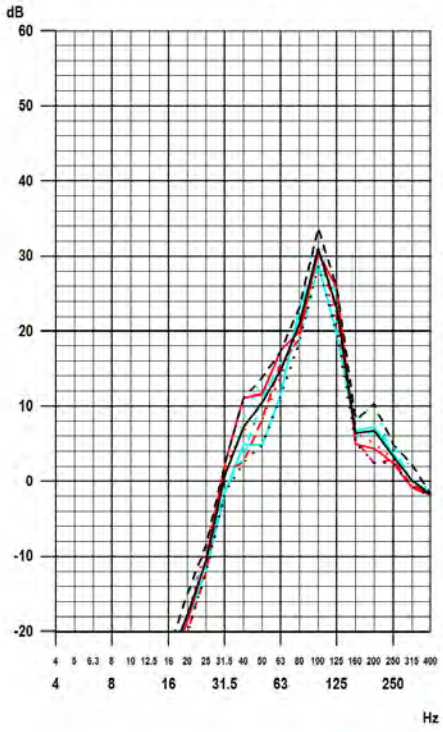
Messpunkt 31Z; vertikal
Süd-Östliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



435.28; DST_LS2.seq; 10.07.25; 10:35:13

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Nord-Westliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



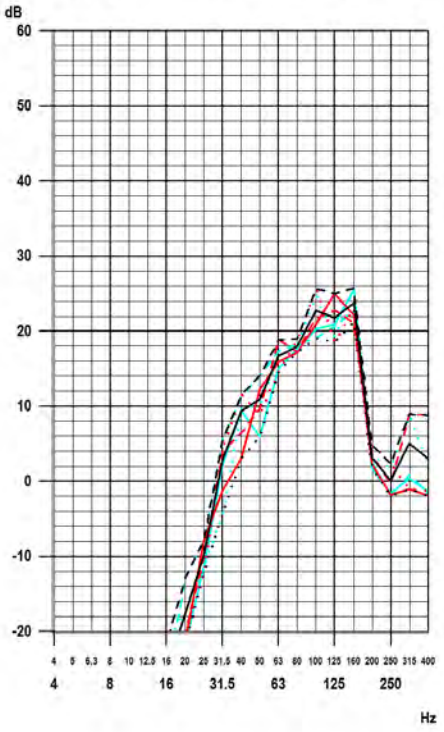
linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 32
(2) 32
(3) 32
(4) 30
(5) 31
(6) 34
(7) 32
(8) 35
(9) 30

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 29
(2) 28
(3) 29
(4) 28
(5) 27
(6) 30
(7) 29
(8) 31
(9) 26

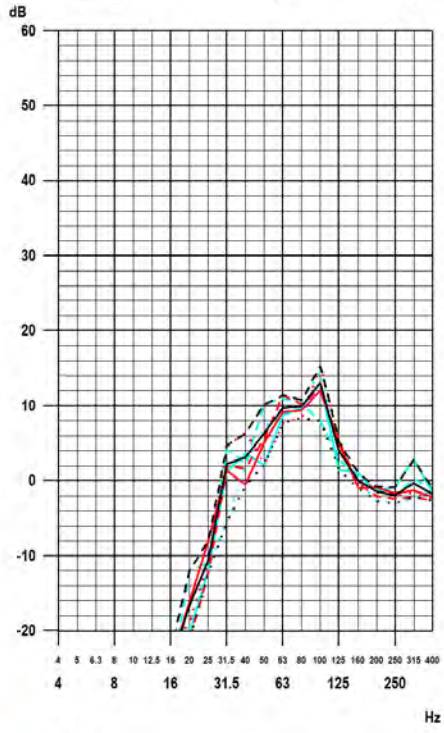
Messpunkt 13Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

(1) Messung: SF
(2) Messung: SJ
(3) Messung: SM
(4) Messung: SN
(5) Messung: SR
(6) Messung: SU
(7) energ. Mittel
(8) obere Hüllkurve
(9) untere Hüllkurve
Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 23Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



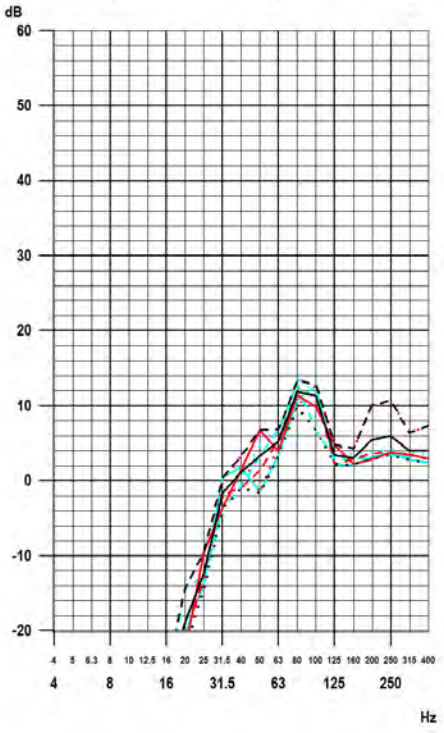
linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 17
(2) 17
(3) 18
(4) 17
(5) 17
(6) 18
(7) 17
(8) 19
(9) 14

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 16
(2) 17
(3) 18
(4) 17
(5) 16
(6) 18
(7) 17
(8) 19
(9) 14

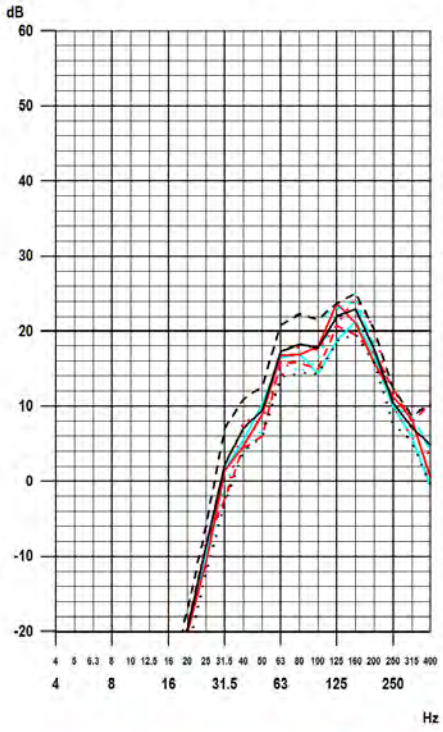
Messpunkt 33Z; vertikal
Nord-Östliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



435.28; DST_LS2.seq; 10.07.25; 10:36:21

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Süd-Westliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

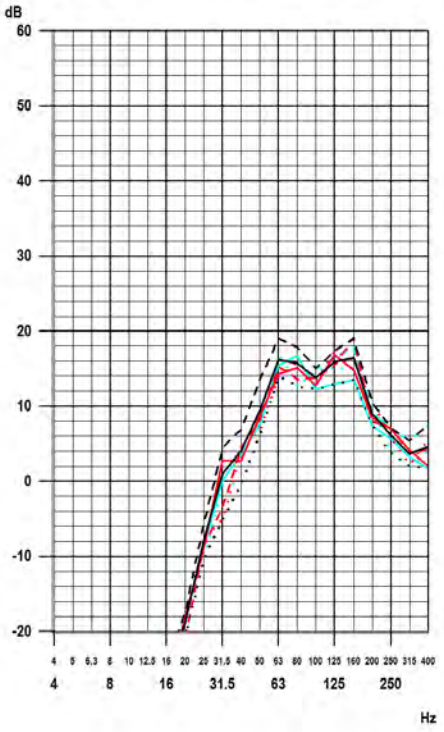
(1)	28
(2)	26
(3)	28
(4)	26
(5)	30
(6)	28
(7)	28
(8)	31
(9)	25

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	23
(2)	23
(3)	23
(4)	22
(5)	25
(6)	23
(7)	23
(8)	26
(9)	21

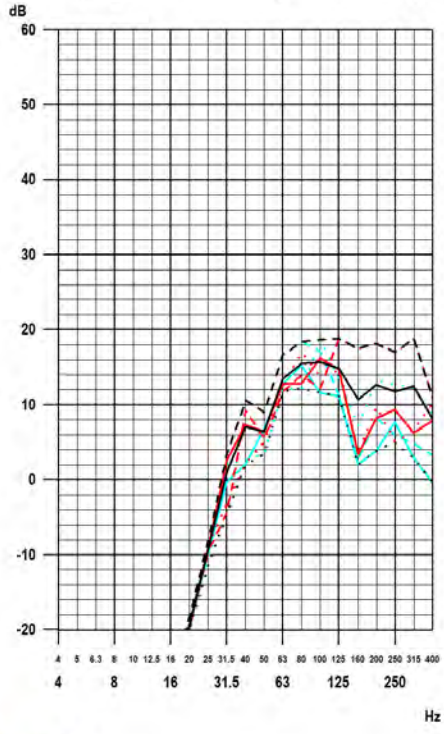
Messpunkt 11Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

- (1) Messung: SC
- (2) Messung: SE
- (3) Messung: SI
- (4) Messung: SL
- (5) Messung: SQ
- (6) Messung: ST
- (7) energ. Mittel
- (8) obere Hüllkurve
- (9) untere Hüllkurve
- Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 21Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

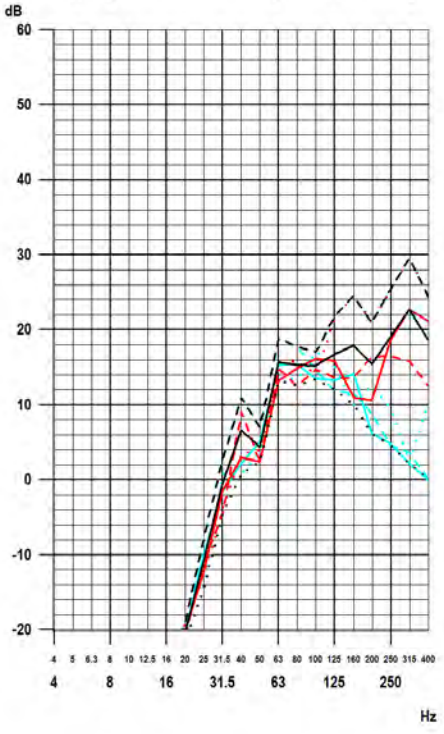
(1)	22
(2)	26
(3)	22
(4)	20
(5)	23
(6)	23
(7)	23
(8)	27
(9)	19

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	26
(2)	24
(3)	33
(4)	22
(5)	24
(6)	22
(7)	27
(8)	33
(9)	20

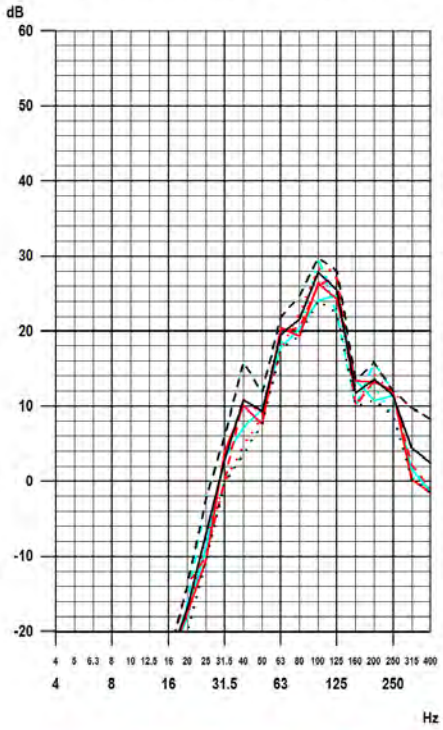
Messpunkt 31Z; vertikal
Süd-Östliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



435.28; DST_LS2.seq; 10.07.25; 10:36:42

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Nord-Westliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



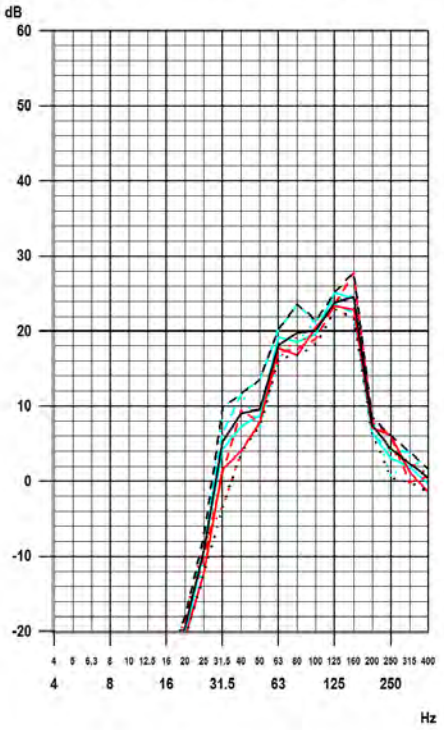
linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 30
(2) 31
(3) 32
(4) 29
(5) 32
(6) 31
(7) 31
(8) 33
(9) 28

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 28
(2) 30
(3) 27
(4) 29
(5) 30
(6) 29
(7) 29
(8) 32
(9) 27

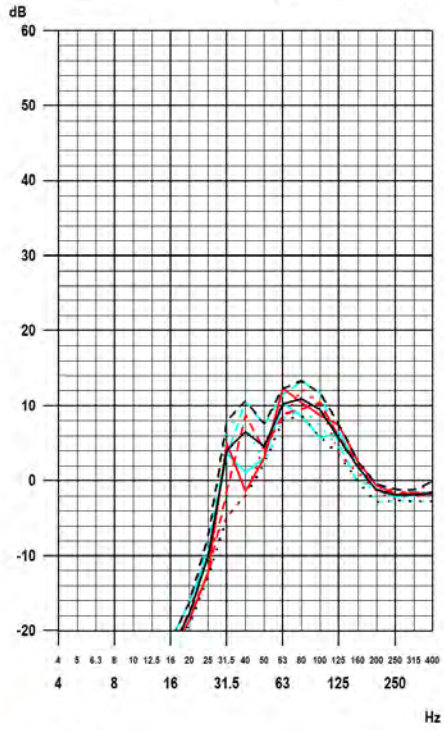
Messpunkt 13Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

(1) Messung: SC
(2) Messung: SE
(3) Messung: SI
(4) Messung: SL
(5) Messung: SQ
(6) Messung: ST
(7) energ. Mittel
(8) obere Hüllkurve
(9) untere Hüllkurve
Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 23Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



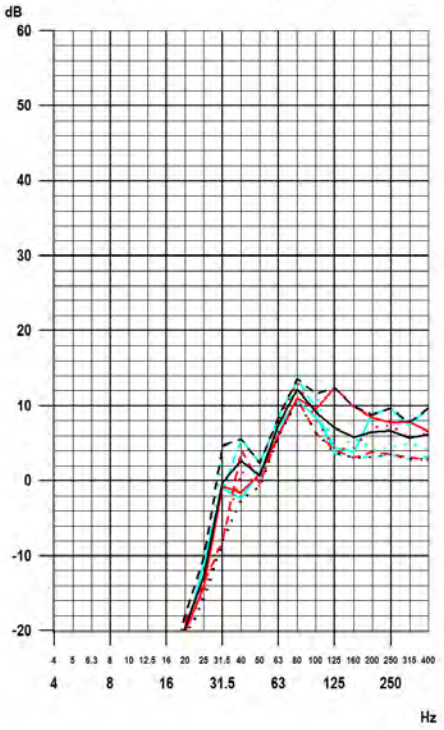
linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 17
(2) 17
(3) 16
(4) 15
(5) 19
(6) 16
(7) 17
(8) 19
(9) 14

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 19
(2) 16
(3) 17
(4) 17
(5) 17
(6) 18
(7) 17
(8) 20
(9) 15

Messpunkt 33Z; vertikal
Nord-Östliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



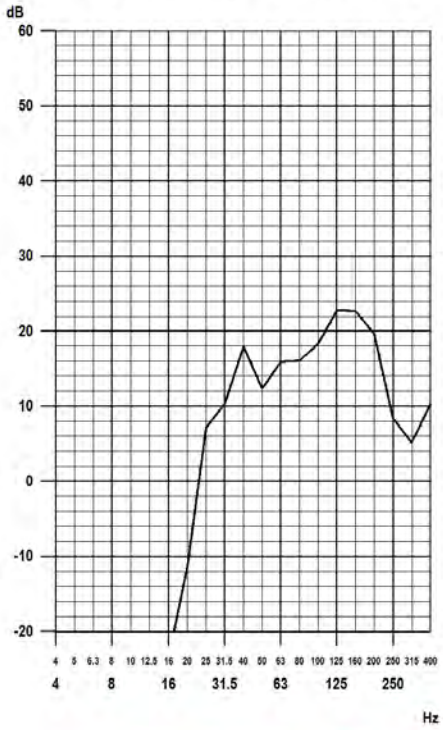
435.28; DST_LS2.seq; 10.07.25; 10:37:02

Prognostizierter Sekundärluftschall, Güterzug Richtung München Hbf

Abb. 5.2.LS.G.1

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Süd-Westliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 29

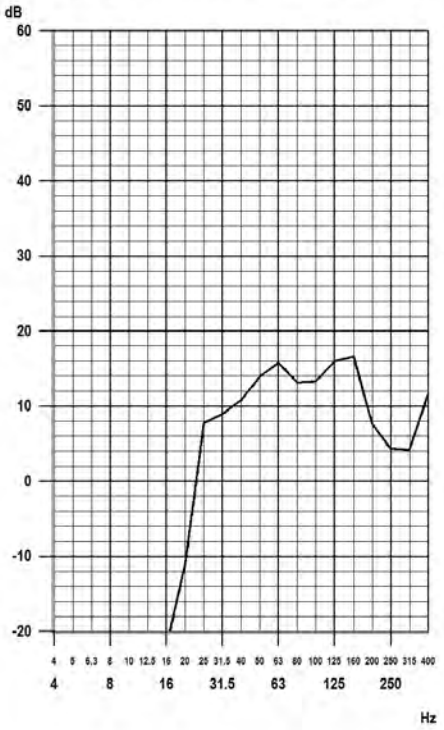
(7) 29
(8) 29
(9) 29

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 24

(7) 24
(8) 24
(9) 24

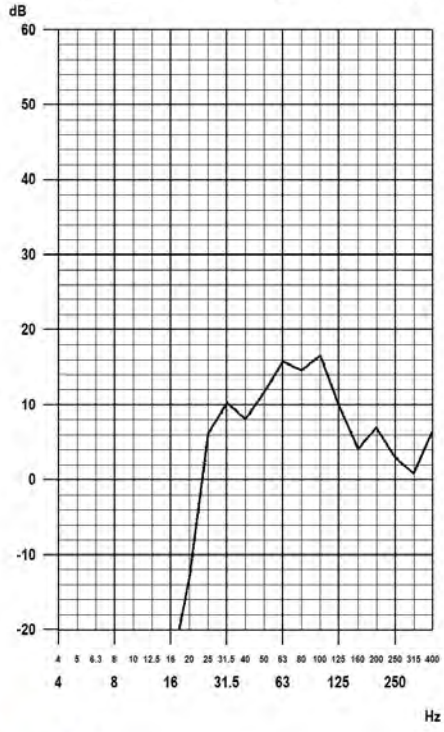
Messpunkt 11Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



(1) Messung: GA
(7) energ. Mittel
(8) obere Hüllkurve
(9) untere Hüllkurve
Grenzkurve (entfällt)

Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

Messpunkt 21Z; vertikal
Gebäude Süd Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 22

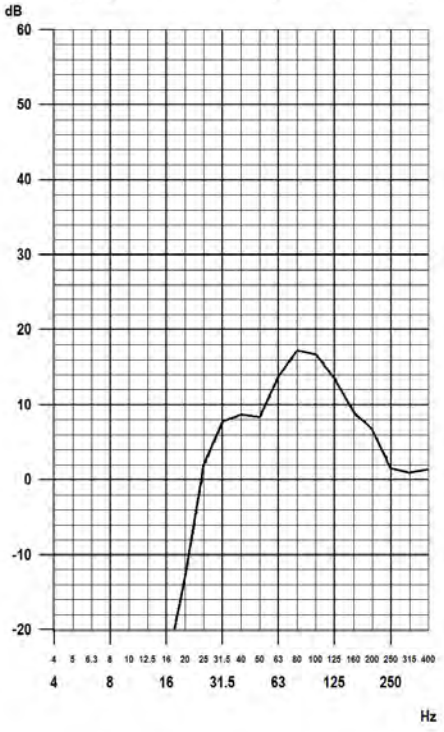
(7) 22
(8) 22
(9) 22

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 23

(7) 23
(8) 23
(9) 23

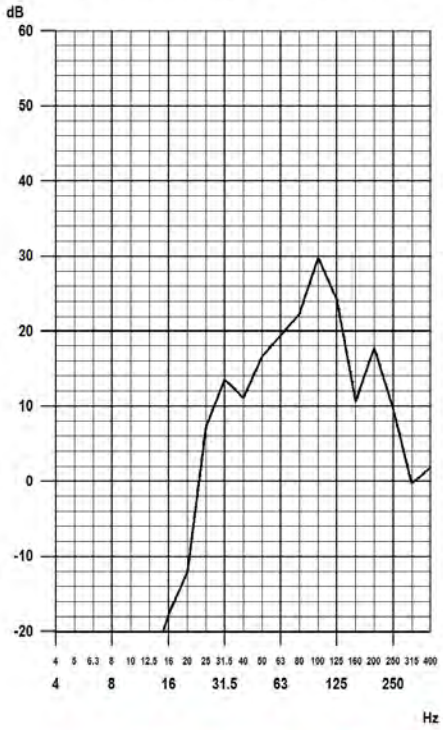
Messpunkt 31Z; vertikal
Süd-Östliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



435.28; DST_LS2.seq; 10.07.25; 10:37:22

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Nord-Westliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 32

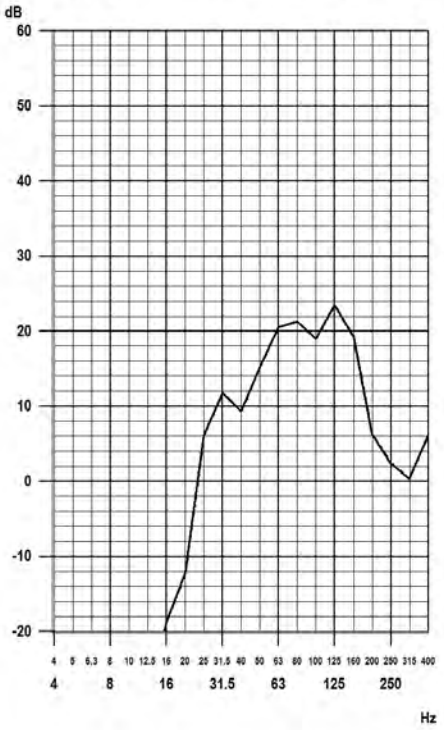
(7) 32
(8) 32
(9) 32

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 28

(7) 28
(8) 28
(9) 28

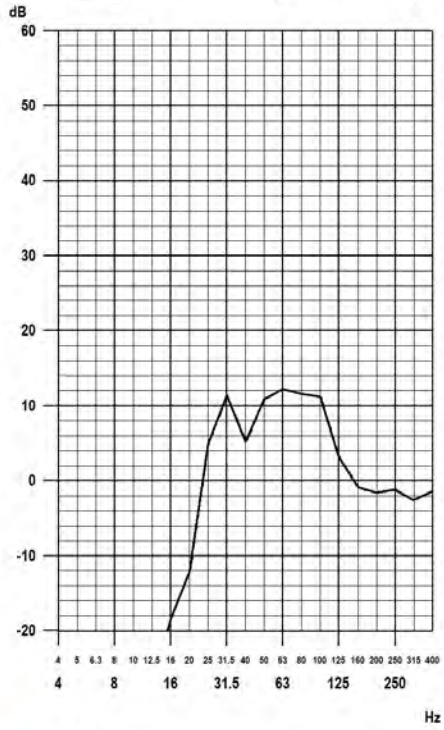
Messpunkt 13Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

(1) Messung: GA
(7) energ. Mittel
(8) obere Hüllkurve
(9) untere Hüllkurve
Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 23Z; vertikal
Gebäude Nord Seite mittig
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 19

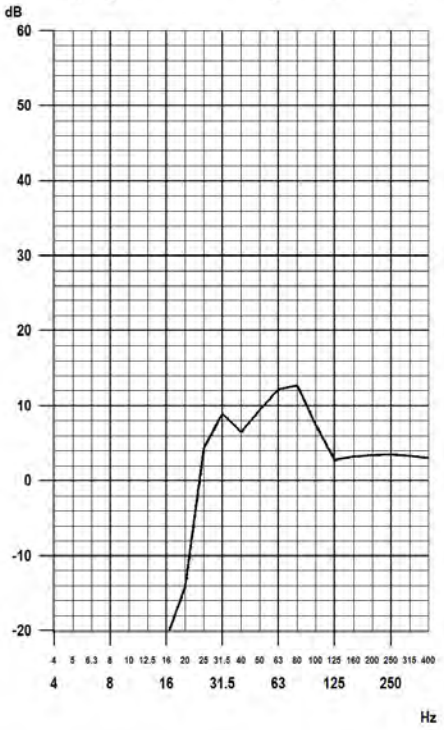
(7) 19
(8) 19
(9) 19

rechtes Diagramm

LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz
(1) 19

(7) 19
(8) 19
(9) 19

Messpunkt 33Z; vertikal
Nord-Östliche Gebäude Ecke
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



435.28; DST_LS2.seq; 10.07.25; 10:37:39