

Neubaugebiet Altenstadt a.d. Waldnaab Bahn-Immissionen

Erschütterungs- und Sekundärluftschalltechnische
Untersuchung

imb-dynamik-Bericht Nr. B633491a vom 19.02.2015

Auftraggeber: Gemeinde Altenstadt a.d. Waldnaab
Hauptstraße 6
D-92665 Altenstadt a.d. Waldnaab
über:
abConsultants GmbH
Herr Alfred Bartl
Altentreswitz 25
92648 Vohenstrauß

Bearbeitet von: Dr.-Ing. Norbert Breitsamter
Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Honikel
Dipl.-Ing. (FH) Heike Frauenhoffer

Zusammenfassung

Situation

In Altenstadt a.d. Waldnaab ist ein Neubaugebiet geplant. Die geplante Bebauung liegt in unmittelbarer Nähe der Bahnlinie Regensburg - Hof.

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 wurden Messungen durchgeführt, welche die Erschütterungsimmissionen auf dem Baugelände erfassten. Die Ergebnisse dieser Messungen sind Gegenstand des vorliegenden Berichts.

Ergebnisse

Bei der Beurteilung sind wir davon ausgegangen, dass unterkellerte Gebäude in Massivbauweise errichtet werden.

Körperschall nach DIN 4150/2

Die Anhaltswerte der DIN 4150/2 werden für die geplante Bebauung gut eingehalten

Sekundärluftschall nach VDI-Richtlinie 2719

Die Mindestanforderung nach VDI-Richtlinie wird für die geplante Bebauung eingehalten.

Angaben zur baulichen Ausführung

Da die Anhaltswerte der DIN 4150/2 und die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie eingehalten werden sind keine Erschütterungsschutzmaßnahmen an den geplanten Gebäuden erforderlich.



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



Dipl.-Ing.(FH) Jürgen Honikel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
Inhaltsverzeichnis	4
1 Situation und Aufgabenstellung	4
2 Grundlagen	4
3 Beurteilungskriterien	4
3.1 Körperschall nach DIN 4150/2, siehe (5)	4
3.1.1 Beurteilungsgrößen	4
3.1.2 Prognose	5
3.1.3 Beurteilungsverfahren	5
3.2 Sekundärer Luftschall nach VDI 2719, siehe (6)	7
3.3 Bestimmung der Maximalwerte	8
3.4 Bestimmung der Beurteilungswerte	8
3.5 imb-dynamik-Empfehlung	9
3.6 Zusammenfassung Anhaltswerte	9
4 Messungen	10
4.1 Lage der Messpunkte	10
4.2 Messtechnisch erfasste Zugfahrten	10
4.3 Durchführung der Messungen	12
5 Auswertung	12
5.1 Spektrale Auswertung jeder Zugfahrt	12
5.2 Auswertung im Zeitbereich	13
6 Prognoseergebnisse und Beurteilung	14
6.1 Allgemein	14
6.2 Immissionssituation	15
6.2.1 Vergleich der Messpunkte	16
6.2.2 Vergleich der Zuggattungen	17
6.3 Analyse des Körperschalls	17
6.4 Prognostizierte Erschütterungen	17
6.5 Prognostizierter Sekundärluftschall	19
7 Gesamtbeurteilung und Angaben zur baulichen Ausführung	19
7.1 Beurteilung der Prognosewerte	19
7.2 Angaben zur baulichen Ausführung	19

1 Situation und Aufgabenstellung

In Altenstadt a. d. Waldnaab ist ein Neubaugebiet geplant. Die geplante Bebauung liegt in unmittelbarer Nähe der Bahnlinie Regensburg - Hof.

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 wurden Messungen durchgeführt, welche die Erschütterungsimmissionen auf dem Baugelände erfassten. Die Ergebnisse dieser Messungen sind Gegenstand des vorliegenden Berichts.

2 Grundlagen

- (1) imb-dynamik-Messungen vom 14.02.2014
- (2) DIN IEC 60263: Skalen und Größenverhältnisse zur Darstellung von frequenzabhängigen Kennlinien und Polardiagrammen, vom August 1999
- (3) DIN 45669: Messungen von Schwingungsemissionen; Teil 1, Anforderungen an die Schwingungsmesser, Juni 1995
- (4) DIN 45669: Messungen von Schwingungsemissionen; Teil 2, Messverfahren, Juni 2005
- (5) DIN 4150: Erschütterungen im Bauwesen Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- (6) VDI-Richtlinie 2719: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, Aug. 1987
- (7) VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen, Spektrales Prognoseverfahren, März 2006
- (8) Schalltechnische Untersuchung; abConsultants GmbH, Bericht. Nr. 2P_005_0_2011 vom 09.06.2011

3 Beurteilungskriterien

3.1 Körperschall nach DIN 4150/2, siehe (5)

3.1.1 Beurteilungsgrößen

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

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

Die Beurteilung erfolgt anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

- KBF_{max} , die maximale bewertete Schwingstärke
- KBF_{Tr} , die Beurteilungsschwingstärke.

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

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse. Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} wird mit Hilfe eines Taktmaximalwertverfahrens (Taktzeit = 30 s) ermittelt.

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

$$KB_{FT_r} = KB_{FT_m} \sqrt{\frac{T_e}{T_r}} \quad (1)$$

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

T_e = Einwirkungszeit

KB_{FT_m} = Taktmaximal-Effektivwert, wobei der Taktmaximal-Effektivwert die Wurzel aus dem Mittelwert der quadrierten Taktmaximalwerte ($KB_{F_{max}}$ -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 $KB_{F_{max}}$ zu ermitteln und mit den Anhaltswerten A_u und A_o zu vergleichen:

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

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)	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

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 Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung angegeben.

Die folgende Tabelle beschreibt den Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung:

KB-Werte	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
----- 0,1 -----	----- Föhlschwelle -----
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 Schwingsschnelle in den Raumbegrenzungsflächen, den jeweiligen Abstrahl- und Absorptionsverhältnissen im Raum und den daraus resultierenden Schalldruckpegeln im Raum. Für den mittleren Maximalpegel nach VDI 2719 kann abgeleitet werden:

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

Dabei bedeuten:

L_{\max} = A-bewerteter mittlerer maximaler Schalldruckpegel im Raum in dB(A)

$L_{vA, \text{FAST}}$ = 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 (Differenz SLOW- FAST-Spektren)

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

$S \approx 2 \times$ Grundrissfläche G

$A \approx 0,8 \times$ 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.

Aus der VDI-Richtlinie 2719 ergeben sich folgende zulässige 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)

3.3 Bestimmung der Maximalwerte

In den meisten Fällen ist der Nachtzeitraum aufgrund strengerer Richtwerte für die Beurteilung der Schwingungssituation maßgebend. Innerhalb des Nachtzeitraumes ergibt sich aus dem Unterschied zwischen zulässigem Maximalwert und zulässigem Mittel (= Beurteilungspegel) sowie aus der im Nachtzeitraum vorhandenen Zugdichte, dass häufig der Maximalwert KBF_{max} bei den Erschütterungen maßgebend ist – nur bei sehr hoher Zugdichte ist auch der Beurteilungspegel zu berücksichtigen.

Beim Sekundärluftschall wird ohnehin ausschließlich eine Beurteilung des (regelmäßig erreichten) Maximalwertes durchgeführt.

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 Aussondierung „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
- Beaufschlagung der Prognosewerte für Abweichungen im üblichen Rahmen:
 - +50 % für die Erschütterungen
 - +3 dB für sek. Luftschall

Sollten einzelne Zugfahrten mit noch höheren Werten gemessen werden, gehen diese nicht in die Bewertung ein, sondern werden gemäß (4) 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 Neubaugebiet maßgebendes Immissionsspektrum ermittelt. Mit diesem Spektrum wird zunächst die Prognose wie beschrieben durchgeführt (siehe oben). Ergebnis ist der KBF_{max} Wert des zukünftigen Neubaugebietes.

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

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

Die Beurteilungswerte (KBFTnachts 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 werden diese Werte in empfohlene Maximalwerte für Einzelzüge umgerechnet. Empfehlung imb-dynamik:

- $KB_{Fmax} < 0,15$
- $L_{max}(A, F) < 33 \text{ dB(A)}$

3.6 Zusammenfassung Anhaltswerte

Erschütterungen

	Kerngebiet	Wohngebiet	imb-Empfehlung gehobene Wohnqualität
Maximalwert KB_{Fmax}	tags 5 nachts 0,3	tags 3 nachts 0,2	0,15
Beurteilungspegel ¹ KB_{FTn}	tags 0,10 nachts 0,07	tags 0,07 nachts 0,05	keine zusätzliche Anforderung

Sekundärluftschall

	Mindestanforderung	Komfortanforderung	imb-Empfehlung gehobene Wohnqualität
Maximalpegel	40 dB(A)	35 dB(A)	33 dB(A)
Beurteilungspegel	wird nicht herangezogen		

¹ Aufgrund der Güterzugfahrten dürfen die Werte nach DIN4150/2 nicht um 50% erhöht werden

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 angebotenen einzelnen Zügen abhängen.

Nur für einen Vergleich mit DIN und VDI-Richtlinie erfolgte eine pauschale Umrechnung auf Maximalwerte einzelner Züge (siehe vorige Abschnitte).

4 Messungen

Verwendete Mess- und Auswertungsgeräte sowie Software:

Gerät / Programm	Typ	Hersteller
Beschleunigungsaufnehmer 10 pC/m/s ²	4370	Brüel&Kjaer
Ladungsverstärker	2635	Brüel&Kjaer
Vielkanal-Messsystem	CS-1016	IMC
Analyseprogramm	Famos	IMC

4.1 Lage der Messpunkte

Die Lage der Messpunkte wurde unter Berücksichtigung des übermittelten Ausschnittes aus dem Lageplan und der örtlichen Gegebenheiten am Messtag festgelegt.

Die Messpunkte wurden mit unterschiedlichem Abstand zur Bahnlinie eingerichtet. Die sechs Messpunkte befanden sich in ca. 40 m bis 80 m Abstand zur Gleismitte.

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. 40 m zur Gleismitte	Erdspeiß
02Z	vertikal	Abstand ca. 40 m zur Gleismitte	Erdspeiß
03Z	vertikal	Abstand ca. 40 m zur Gleismitte	Erdspeiß
04Z	Vertikal	Abstand ca. 40 m zur Gleismitte	Erdspeiß
11Z	vertikal	Abstand ca. 60 m zur Gleismitte	Erdspeiß
12Z	vertikal	Abstand ca. 60 m zur Gleismitte	Erdspeiß
21Z	vertikal	Abstand ca. 80 m zur Gleismitte	Erdspeiß
22Z	Vertikal	Abstand ca. 80 m zur Gleismitte	Erdspeiß

4.2 Messtechnisch erfasste Zugfahrten

Die Messungen wurden am Freitag, den 14.02.2014 in der Zeit von 09:00 Uhr bis 17:30 Uhr durchgeführt.

Die Signale aller Messpunkte wurden bei den Zug-Vorbeifahrten im o.g. Zeitraum synchron aufgezeichnet. Es wurden 35 Regionalzugfahrten beider Fahrtrichtungen sowie 2 Güterzüge Richtung Hof aufgezeichnet.

Die folgende Übersicht gibt die gemessenen Zugfahrten wieder. Die zur Auswertung herangezogenen Zugfahrten sind kursiv und fett dargestellt.

Fahrtrichtung	Uhrzeit	Kurzzeichen	Zuggattung
Regensburg	11:06	RA	Regionalzug
Regensburg	11:09	RB	Regionalzug
Regensburg	11:10	RC	Regionalzug
Hof	11:21	RD	Regionalzug
Hof	11:45	RE	Regionalzug
Hof	11:46	RF	Regionalzug
Hof	11:50	RG	Regionalzug
Hof	11:51	RH	Regionalzug
Hof	11:56	GA	Güterzug
Regensburg	12:04	RI	Regionalzug
Regensburg	12:05	RJ	Regionalzug
Regensburg	12:09	RK	Regionalzug
Regensburg	12:38	RL	Regionalzug
Hof	12:50	RM	Regionalzug
Hof	12:51	RN	Regionalzug
Regensburg	13:04	RO	Regionalzug
Regensburg	13:05	RP	Regionalzug
Regensburg	13:09	RQ	Regionalzug
Regensburg	13:10	RR	Regionalzug
Hof	13:18	RS	Regionalzug
Hof	13:24	RT	Regionalzug
Hof	13:25	RU	Regionalzug
Hof	13:46	RV	Regionalzug
Hof	13:47	RW	Regionalzug
Hof	13:52	RX	Regionalzug
Regensburg	13:52	RY	Regionalzug
Regensburg	14:04	RZ	Regionalzug

Fahrtrichtung	Uhrzeit	Kurzzeichen	Zuggattung
Regensburg	14:05	R1	Regionalzug
Regensburg	14:10	R2	Regionalzug
Regensburg	14:10	R3	Regionalzug
Hof	14:22	R4	Regionalzug
Hof	14:32	GB	Güterzug
Regensburg	14:39	R6	Regionalzug
Hof	14:48	R7	Regionalzug
Hof	14:49	R8	Regionalzug
Hof	14:52	R9	Regionalzug
Hof	14:53	R0	Regionalzug

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,
- analog bandpassgefiltert im Frequenzbereich von 2 - 1000 Hz und
- 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 Erschütterungen sind bei „leisen“ Zügen so gering, dass die Spektren vom Grundgeräusch dominiert werden.

5 Auswertung

5.1 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)] $\approx \bar{L}_{max}$)

Die Ergebnisse sind in den Abb. 5.1.KS.1 bis 5.2.LS.14 grafisch dargestellt. 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.

5.2 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 maximal Bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} für jeden Messpunkt
(Kenngröße für die Erschütterungseinwirkungen auf den Menschen)

Die folgende Tabelle enthält die im Zeitbereich berechneten Taktmaximalwerte KB_{FTi} für alle ausgewerteten Zugvorbeifahrten und die sich ergebende maximale Bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} sowie das energetische Mittel aller Zugfahrten, KB_{FTm} .

In der folgenden Tabelle werden die ausgewerteten und spektral im Anhang dargestellten Zugfahrten dargestellt. Leere Zellen bedeuten hierbei eine Störung während der Messung.

Ereignis	Zuggattung	01ZA	02ZA	03ZA	04ZA	11ZA	12ZA	21ZA	22ZA
RB	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
RC	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
RD	Regionalzug	0,01	0,00	0,01	0,01		0,01	0,00	0,00
RE	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
RF	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GA	Güterzug	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
RI	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RJ	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
RK	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ereignis	Zuggattung	01ZA	02ZA	03ZA	04ZA	11ZA	12ZA	21ZA	22ZA
RL	Regionalzug	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
RM	Regionalzug	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RN	Regionalzug	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RO	Regionalzug	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RP	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
RR	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RS	Regionalzug	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
RT	Regionalzug	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
RU	Regionalzug	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RV	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
RX	Regionalzug	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
RY	Regionalzug	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RZ	Regionalzug	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
R1	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R2	Regionalzug	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
R3	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
R4	Regionalzug	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
GB	Güterzug	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
R6	Regionalzug	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
R7	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
R8	Regionalzug	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R0	Regionalzug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
KB_{FTm}		0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
KB_{Fmax}		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

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.

Da keine Güterzüge Richtung Regensburg gemessen werden konnten, wird mit Hilfe der Differenz der beiden Fahrtrichtungen der Regionalzüge rechnerisch eine Güterzugfahrt Richtung Regensburg simuliert. Hierfür wird der Mittelwert der gemessenen Güterzugfahrten Richtung Hof mit einem Faktor beaufschlagt, welcher aus dem Quotienten der gemittelten durchfahrenden Regionalzüge Richtung Regensburg und der gemittelten durchfahrenden Regionalzüge Richtung Hof gebildet wird.

Die geplanten IC – Fahrten sind annähernd vergleichbar mit den gemessenen durchfahrenden Regionalzügen, weshalb diese hier nicht gesondert betrachtet werden.

Als Grundlage für die Berechnung der Beurteilungsschwingstärke KBFT_r wurde mit folgendem Verkehrsaufkommen, lt. Auskunft der DB AG (Schienenverkehr Prognose 2025), gerechnet:

Kategorie / Fahrtrichtung	Anzahl der Züge tags	Anzahl der Züge nachts
IC beider Richtungen	10	2
RE, RB beider Richtungen	112	12
GZ beider Richtungen	19	17
Summe	141	31

Anmerkungen:

Gegenüber den ursprünglich angesetzten Zugzahlen erhöht sich die Anzahl der Regionalzüge deutlich.

Außerdem verkürzt sich die Länge der Güterzüge. Dies hat jedoch infolge des Taktmaximalwertverfahrens keinen Einfluss.

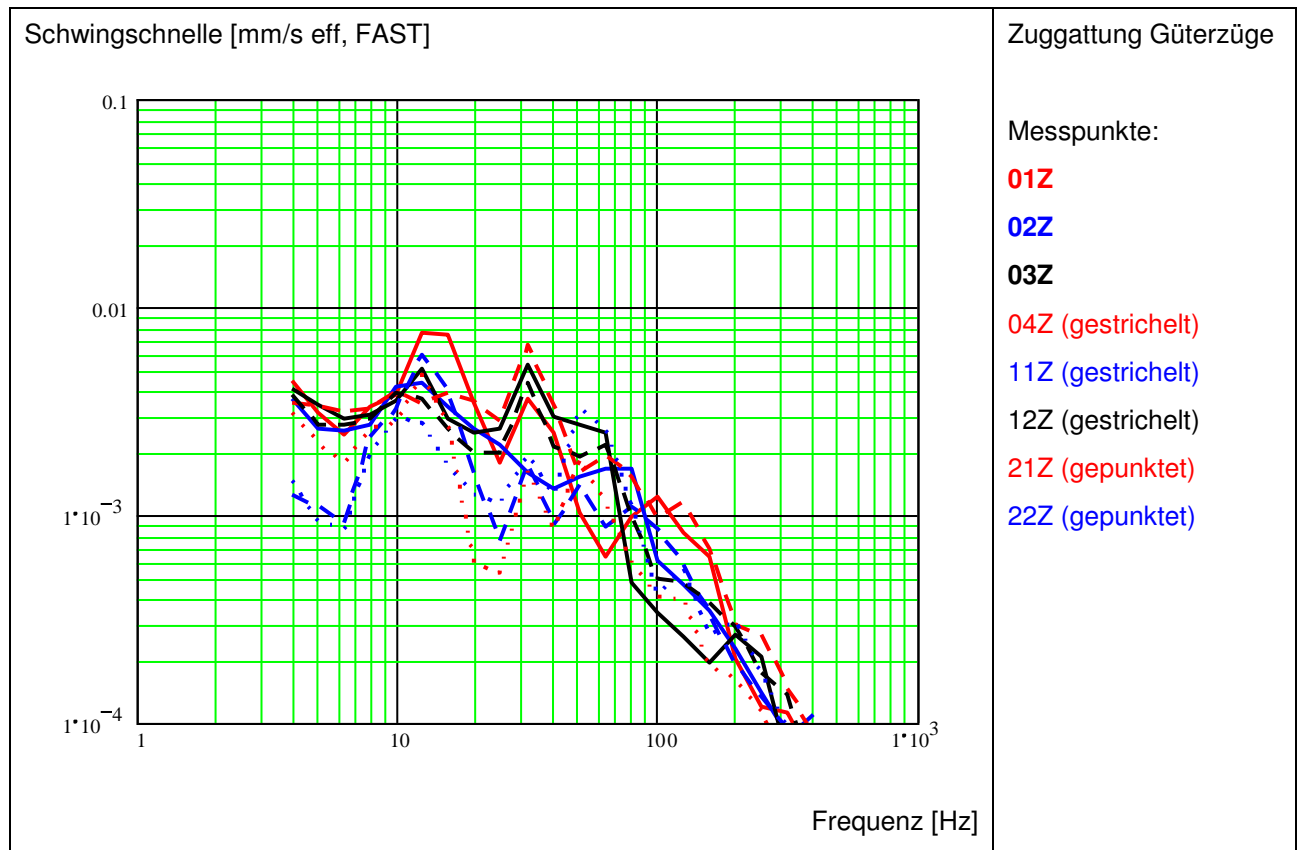
6.2 Immissionssituation

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 Messpunkte

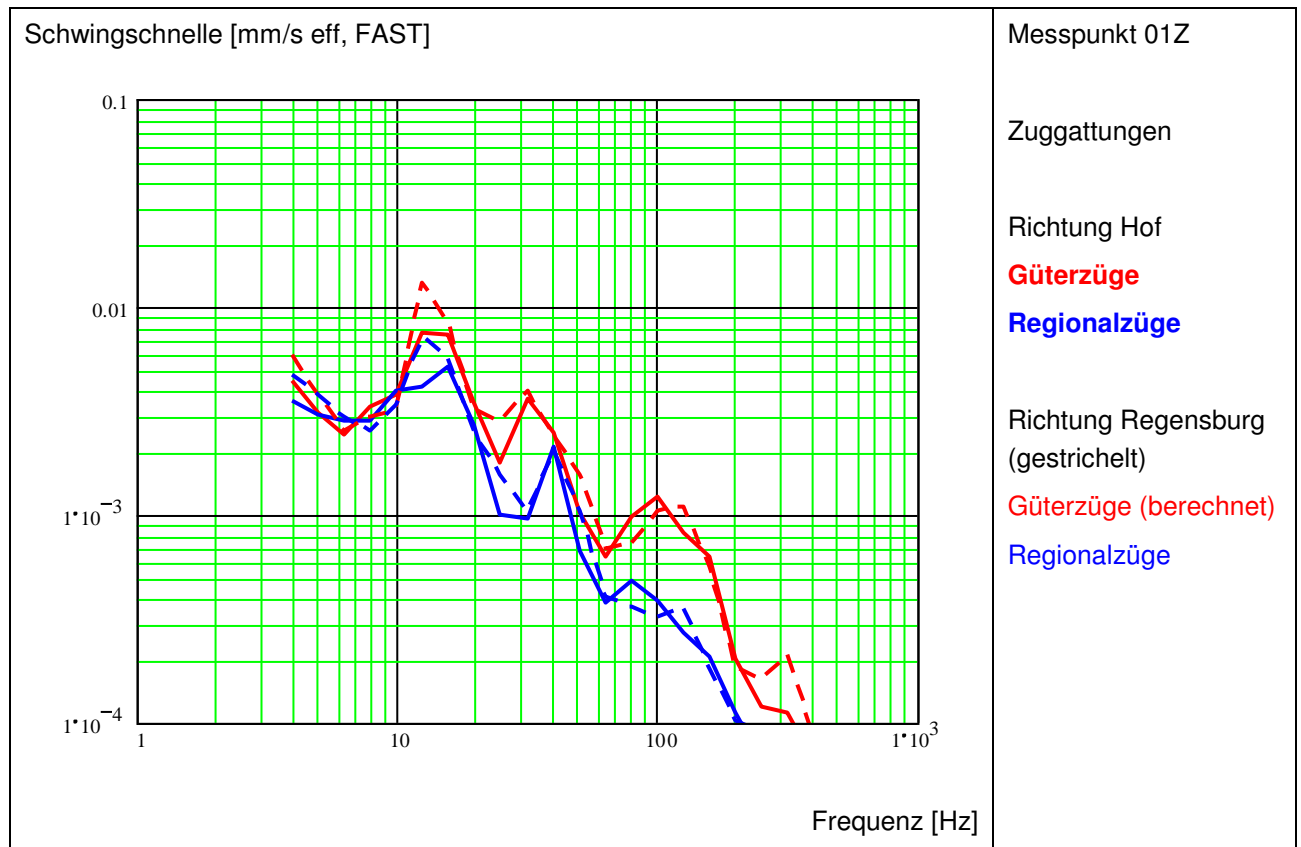
Maßgebende Zuggattung² sind Güterzüge Richtung Hof



² 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.

6.2.2 Vergleich der Zuggattungen

Maßgebender Messpunkt für die Beurteilung des geplanten Neubaugebietes ist Messpunkt 01Z.



6.3 Analyse des Körperschalls

- Die Güterzüge zeigen pegelbestimmende Anteile im Bereich von 12,5 bis 20 Hz und zusätzlich bei 31,5 bis 40 Hz.
- Die im Freifeld gemessenen Erschütterungswerte liegen alle unter der menschlichen Fühlschwelle.

6.4 Prognostizierte Erschütterungen

Die Prognose wird für

- ein unterkellertes Gebäude
- in Massivbauweise (Betondecken, übliche Spannweiten, schwimmende Estriche)

durchgeführt.

Mit Deckeneigenfrequenzen zwischen 12,5 und 31,5 Hz, 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:

Maximalwerte Güterzüge

Maßgebender Messpunkt 01Z Zuggattung Güterzüge Richtung Regensburg	Prognose KB_{Fmax}	Anhaltswerte A_o		
		Kerngebiet	Wohngebiet	imb-Empfehlung
Maximalwerte ungünstige Gebäudeparameter	0,16	0,3	0,2	0,15
Maximalwerte günstige Gebäudeparameter	0,03			

Beurteilungswerte Güterzüge

	Prognose KB_{FT} tags / nachts	Anhaltswerte tags / nachts		
		Kerngebiet	Wohngebiet	imb-Empfehlung
ungünstige Gebäudeparameter	0,016 / 0,021	0,10 / 0,07	0,07 / 0,05	keine
günstige Gebäudeparameter	0,003 / 0,004			

Die Anhaltswerte der DIN 4150/2 werden bei ungünstigen Gebäudeparametern im Maximalwertkriterium überschritten.

Der Beurteilungswert wird sowohl bei ungünstigen als auch bei günstigen Gebäudeparametern eingehalten. Somit ist die Anforderung der DIN 4150/2 eingehalten.

Maximalwerte Regionalzüge

Maßgebender Messpunkt 01Z Zuggattung Regionalzüge Richtung Regensburg	Prognose KB_{Fmax}	Anhaltswerte A_u		
		Kerngebiet	Wohngebiet	imb-Empfehlung
Maximalwerte ungünstige Gebäudeparameter	0,09	0,15	0,1	keine
Maximalwerte günstige Gebäudeparameter	0,02			

Die Anhaltswerte A_u der DIN 4150/2 werden bei ungünstigen Gebäudeparametern im Maximalwertkriterium für die Regionalzüge eingehalten.

Der Beurteilungswert ist für die Regionalzüge nicht maßgebend, d.h. die Verdoppelung der Zugzahlen hat keinen Einfluss.

Somit ist die Anforderung der DIN 4150/2 eingehalten.

6.5 Prognostizierter Sekundärluftschall

Mit Deckeneigenfrequenzen zwischen 12,5 und 31,5 Hz, Estricheigenfrequenzen zwischen 40 Hz und 125 Hz und dem oben erläuterten Aufschlag von +3 dB im prognostizierten Sekundärluftschall ergibt sich:

Maximalwerte

Maßgebender Messpunkt 04Z Zuggattung Güterzüge Richtung Regensburg	Prognose	Anhaltswerte		
		Mindestanf.	Komfortanf.	imb-Empfehlung
Maximalwerte ungünstige Gebäudeparameter	36 dB(A)	40 dB(A)	35 dB(A)	33 dB(A)
Maximalwerte günstige Gebäudeparameter	28 dB(A)			

Die Mindestanforderung nach VDI-Richtlinie wird auch bei ungünstigen Gebäudeparametern eingehalten.
Die Komfortanforderung wird bei ungünstigen Gebäudeparametern knapp überschritten.

7 Gesamtbeurteilung und Angaben zur baulichen Ausführung

7.1 Beurteilung der Prognosewerte

Bei der Beurteilung sind wir davon ausgegangen, dass unterkellerte Gebäude in Massivbauweise errichtet werden.

Körperschall nach DIN 4150/2

Die Anhaltswerte der DIN 4150/2 werden für die geplante Bebauung gut eingehalten

Sekundärluftschall nach VDI-Richtlinie 2719

Die Mindestanforderung nach VDI-Richtlinie wird für die geplante Bebauung eingehalten.

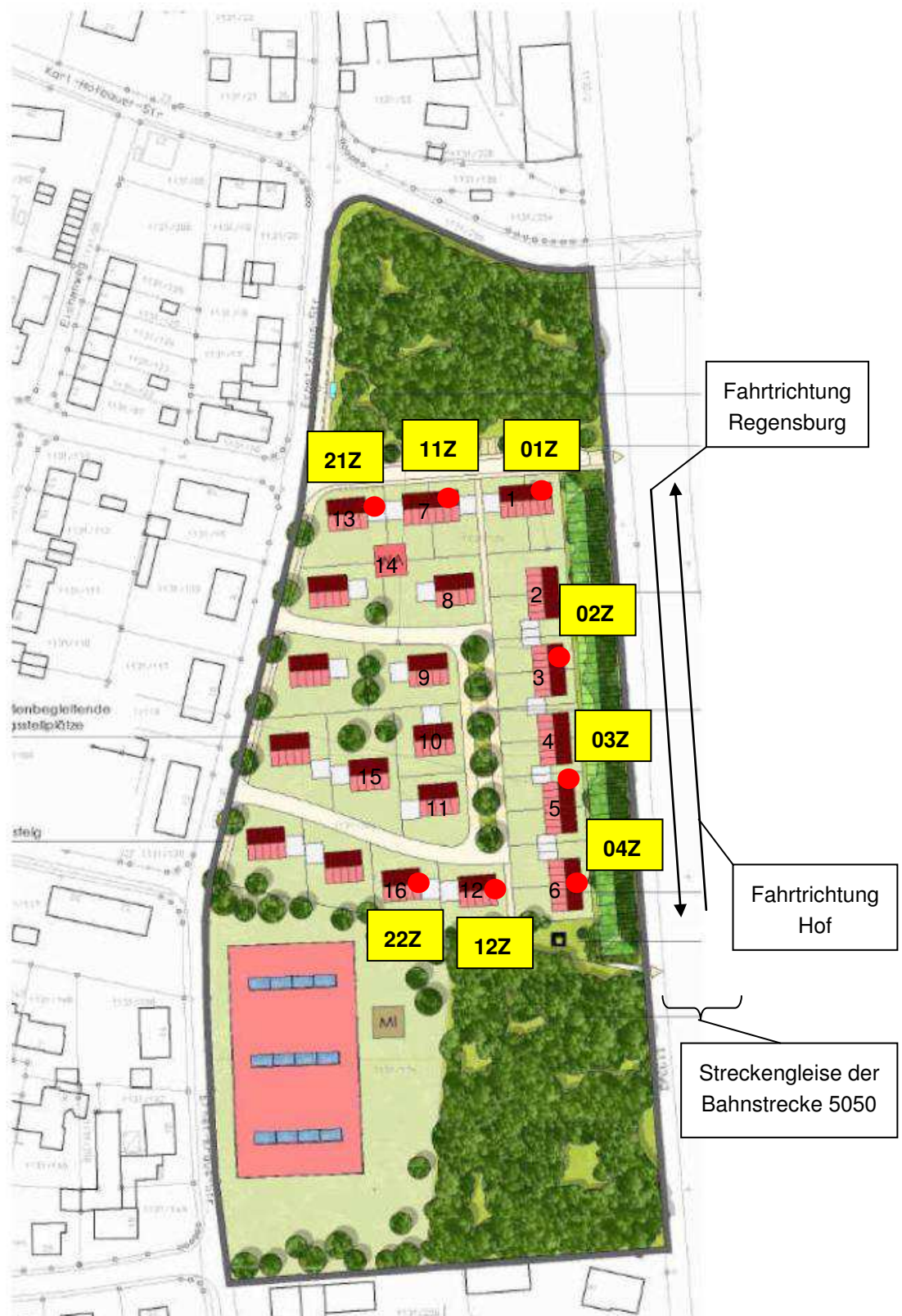
7.2 Angaben zur baulichen Ausführung

Da die Anhaltswerte der DIN 4150/2 und die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie eingehalten werden sind keine Erschütterungsschutzmaßnahmen an den geplanten Gebäuden erforderlich.

Messung, Auswertung durchgeführt und Bericht erstellt von:

Dr. Ing. Norbert Breitsamter
Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Honikel

Messpunkt vertikal: ●

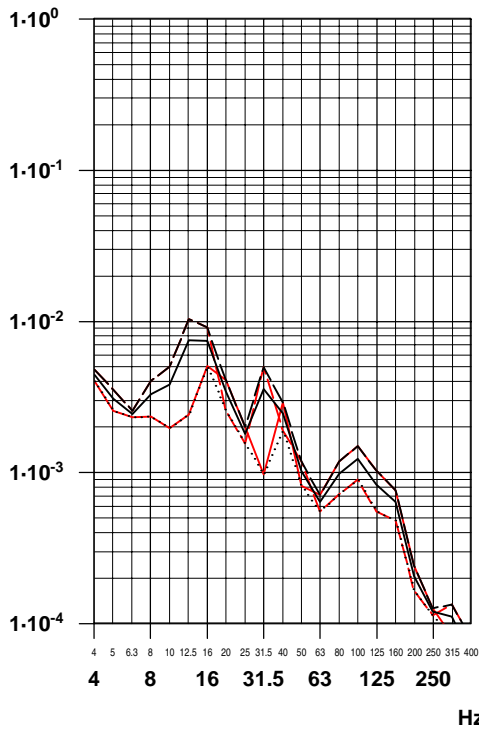


Quelle (8)

Zur besseren Beschreibung der Lage Messpunkte wurden die geplanten Gebäude durchnummeriert.

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand ca. 40 m v. Gleismitte
Schnelle [mm/s eff, FAST]



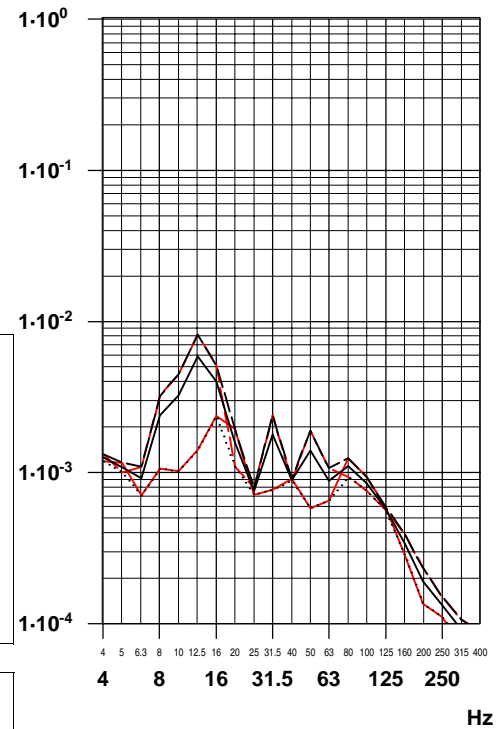
linkes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.02

(7) 0.01
(8) 0.02
(9) 0.01

rechtes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.00

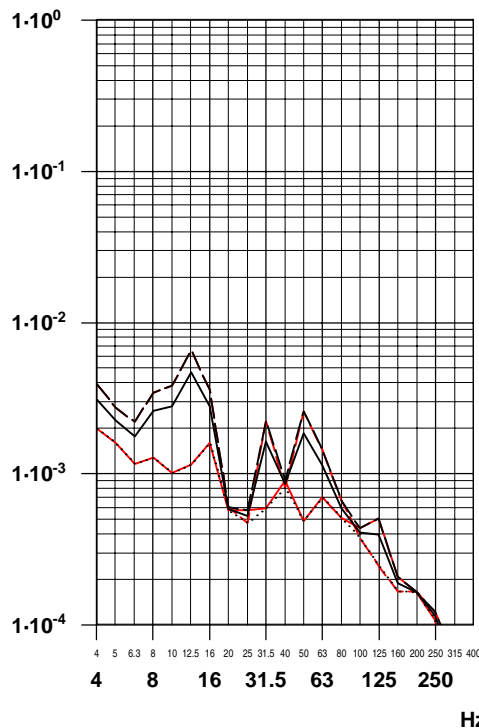
Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand ca. 60 m v. Gleismitte
Schnelle [mm/s eff, FAST]



— (1) Messung: GA
- - (2) Messung: GB
... ..
— (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
Geb. 13, Abstand ca. 80 m v. Gleismitte
Schnelle [mm/s eff, FAST]



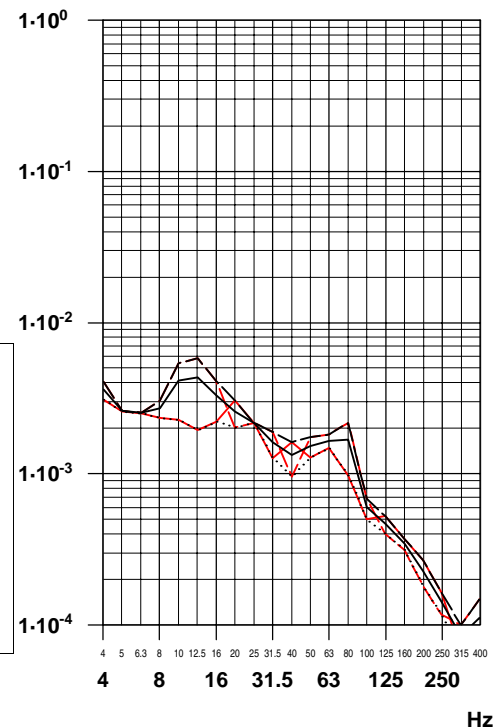
linkes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.00

rechtes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

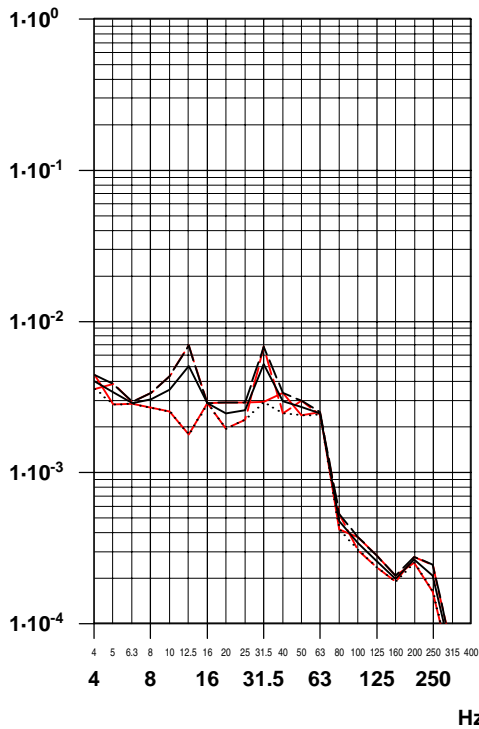
Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand ca. 40 m v. Gleismitte
Schnelle [mm/s eff, FAST]



633.49; DST_KS1.seq; 25.02.14; 10:03:35

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



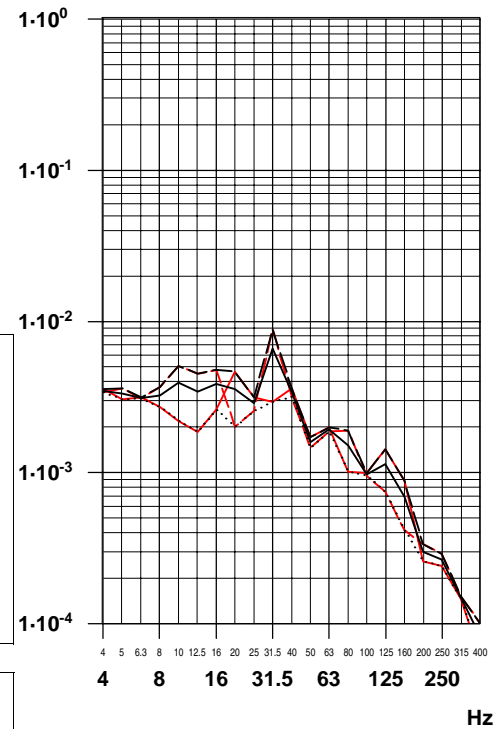
linkes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.02
(9) 0.01

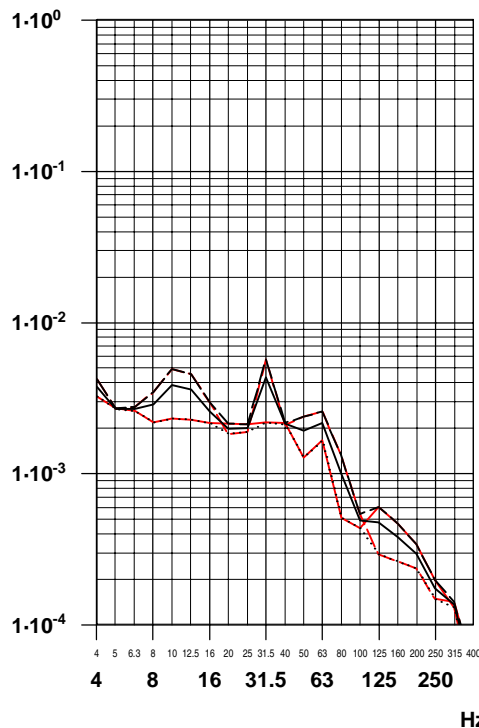
Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



— (1) Messung: GA
- - (2) Messung: GB
... (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 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



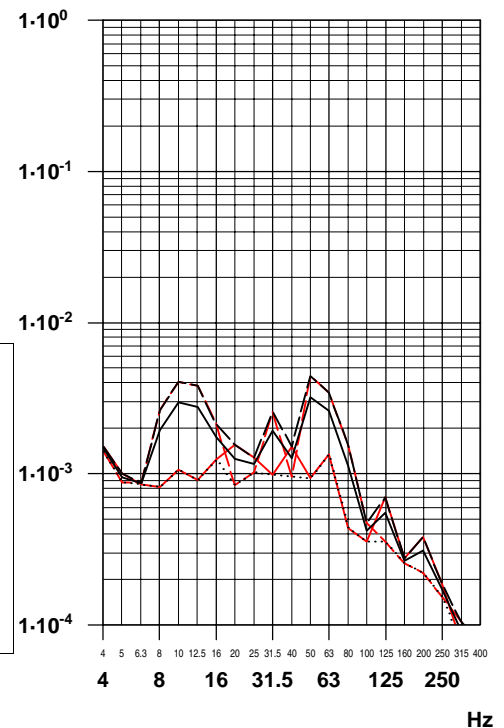
linkes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.00

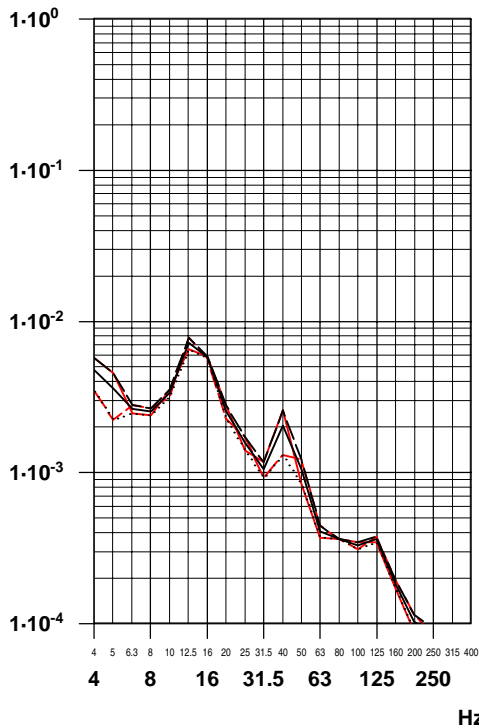
Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



633.49; DST_KS1.seq; 25.02.14; 10:08:29

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



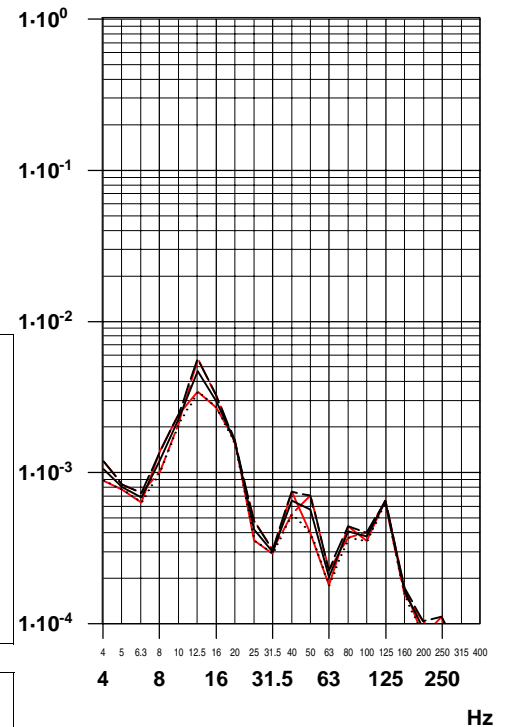
linkes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

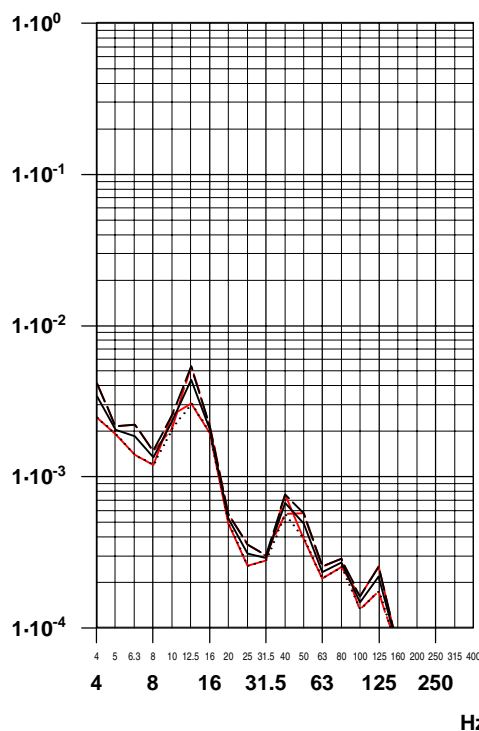
Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



— (1) Messung: RL
- - (2) Messung: R6
- - - -
— (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
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



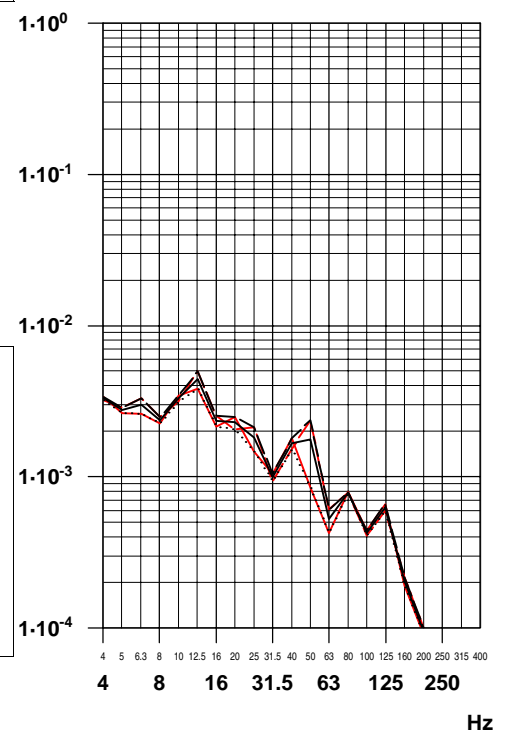
linkes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

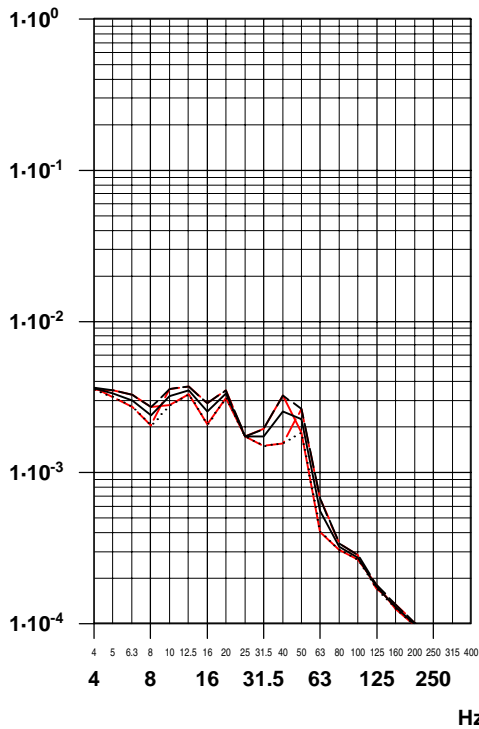
Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



633.49; DST_KS2.seq; 25.02.14; 10:12:50

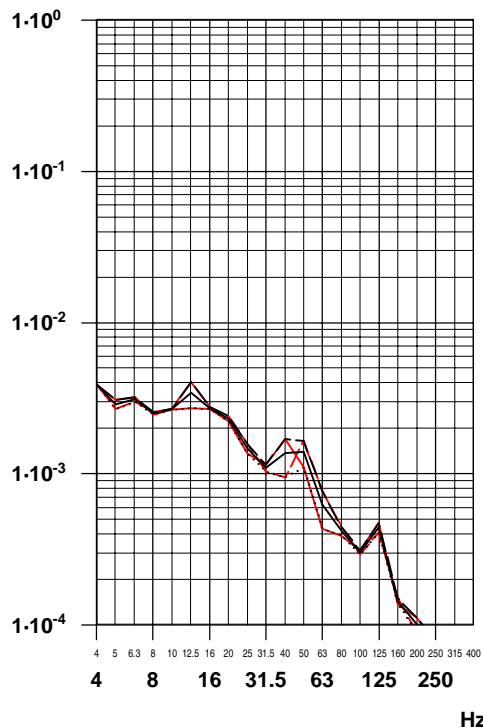
Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]

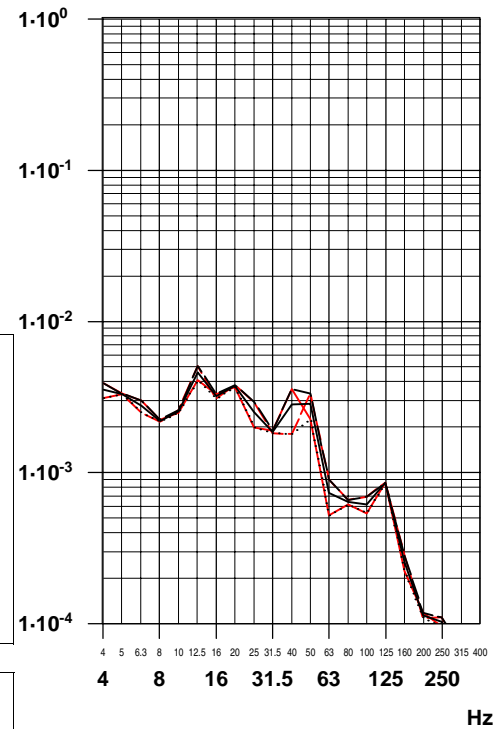


Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

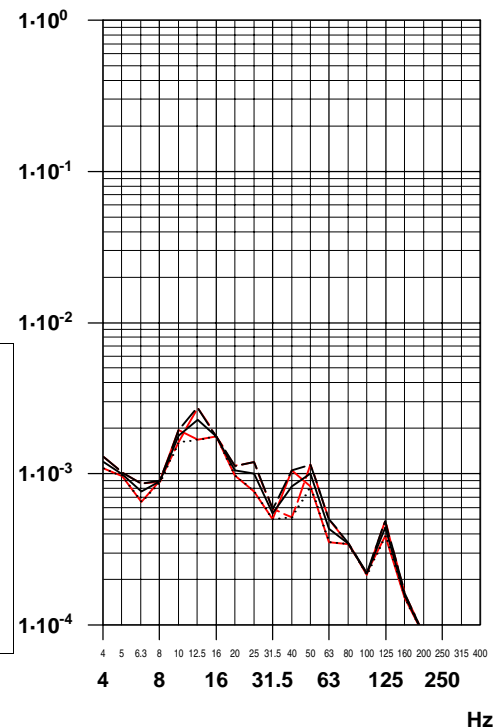
Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

— (1) Messung: RL
- - (2) Messung: R6
- - - -
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
- - - (9) untere Hüllkurve
● Grenzkurve (entfällt)

linkes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01

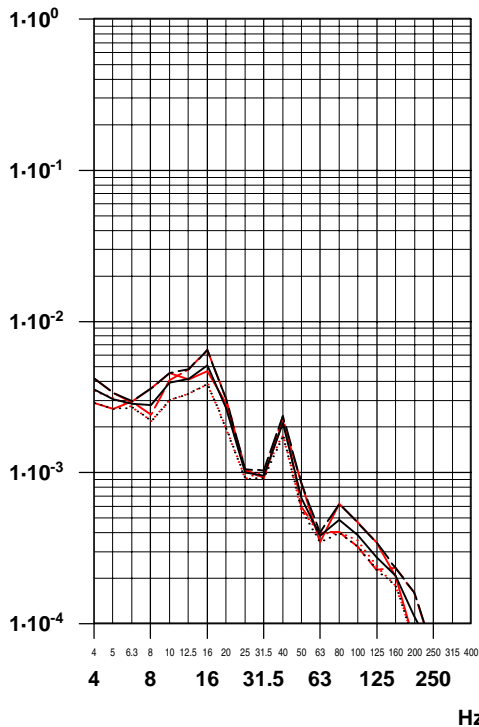
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00

(7) 0.00
(8) 0.00
(9) 0.00

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(2) 0.00
(3) 0.00

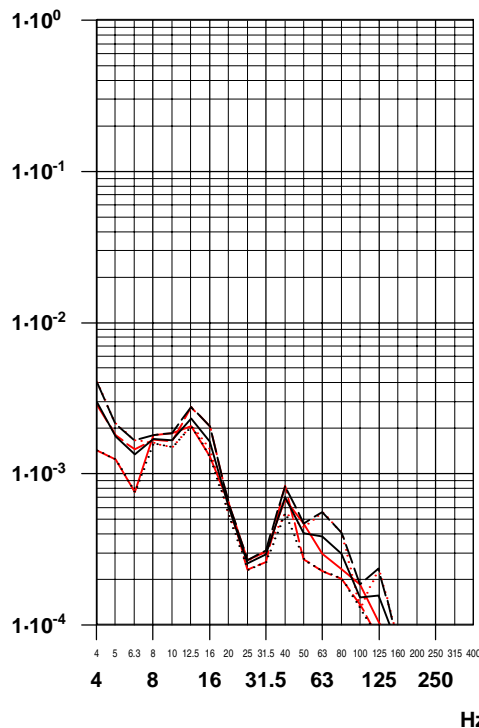
(7) 0.00
(8) 0.00
(9) 0.00

— (1) Messung: RD
- - (2) Messung: RS
... (3) Messung: R4

— (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
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.01
(3) 0.01

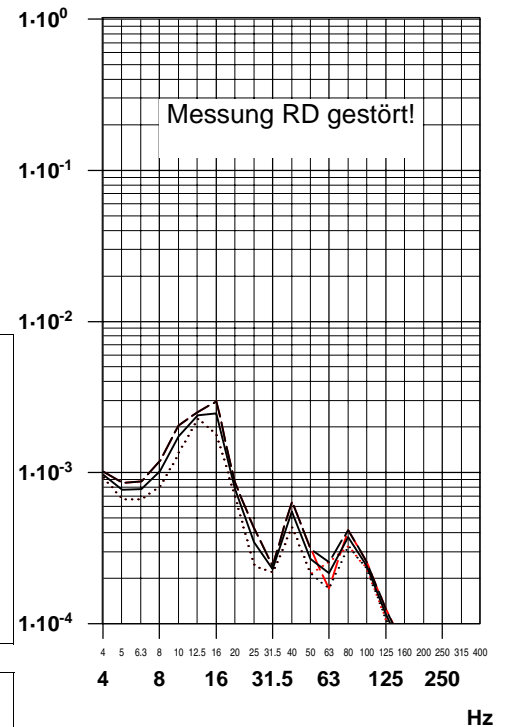
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.00

rechtes Diagramm

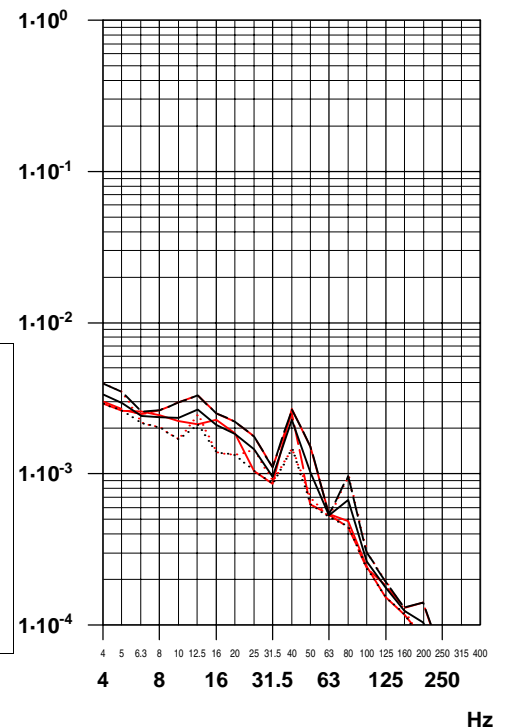
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



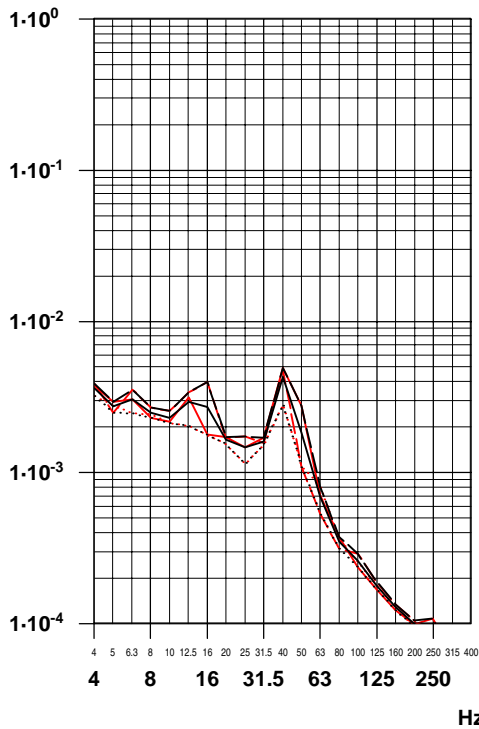
Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



633.49; DST_KS3.seq; 25.02.14; 15:43:14

Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

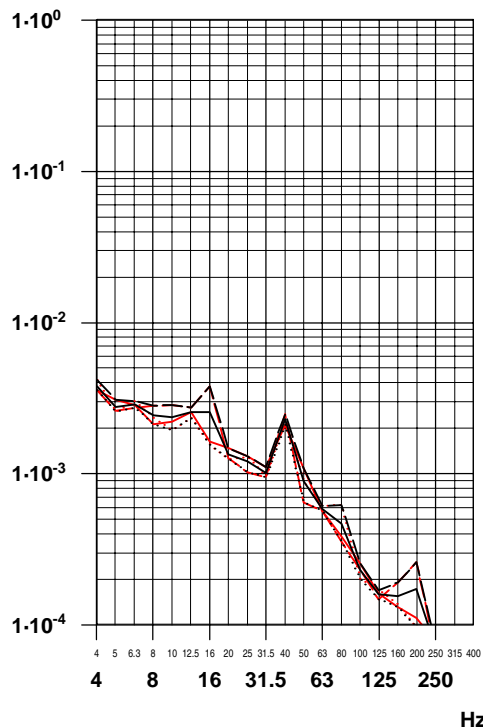
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01

(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

— (1) Messung: RD
- - (2) Messung: RS
... (3) Messung: R4
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
● (9) Grenzkurve (entfällt)

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

Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01

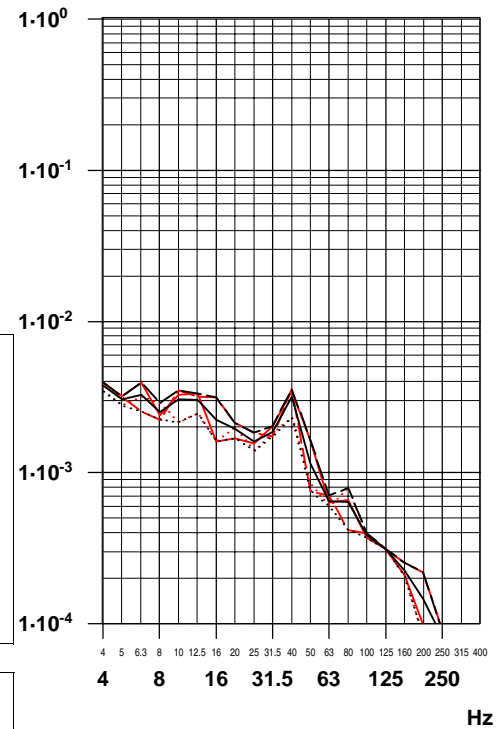
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

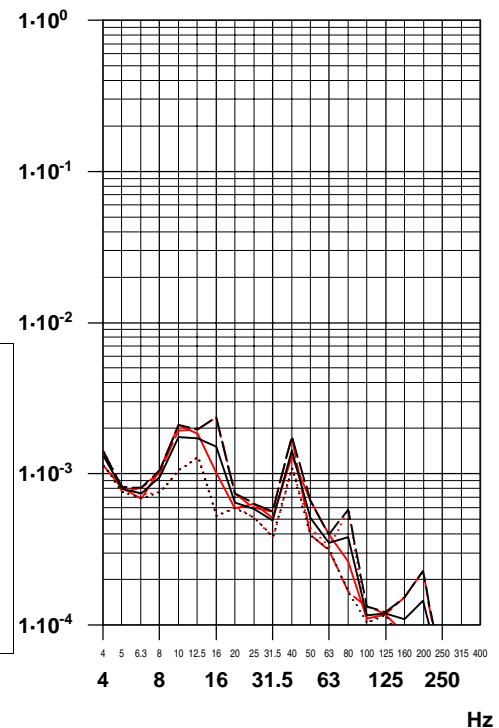
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00
(3) 0.00

(7) 0.00
(8) 0.00
(9) 0.00

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



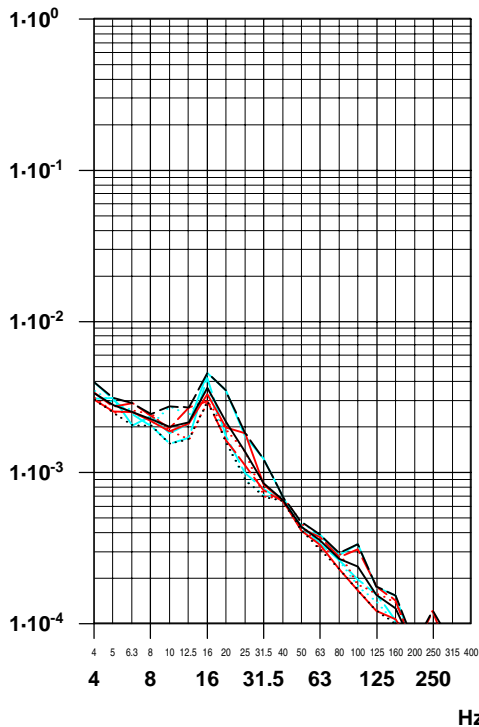
633.49; DST_KS3.seq; 25.02.14; 10:18:10

Körperschall, Strecke 5050 Einfahrende Regionalzüge Richtung Regensburg

Abb. 5.1.KS.7

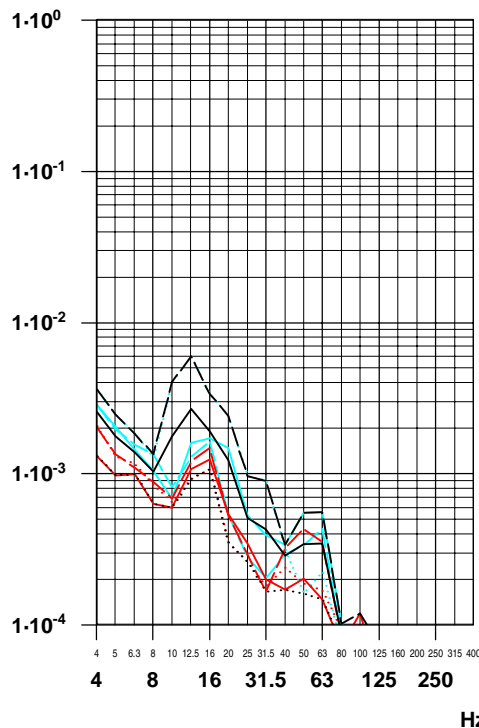
Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



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

Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

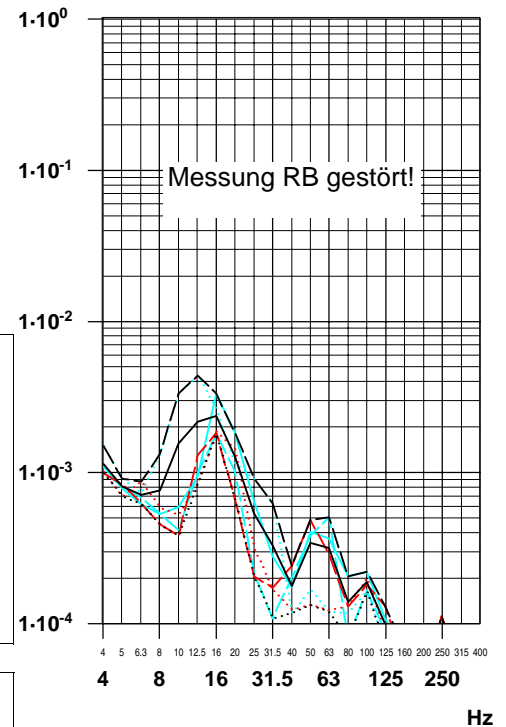
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

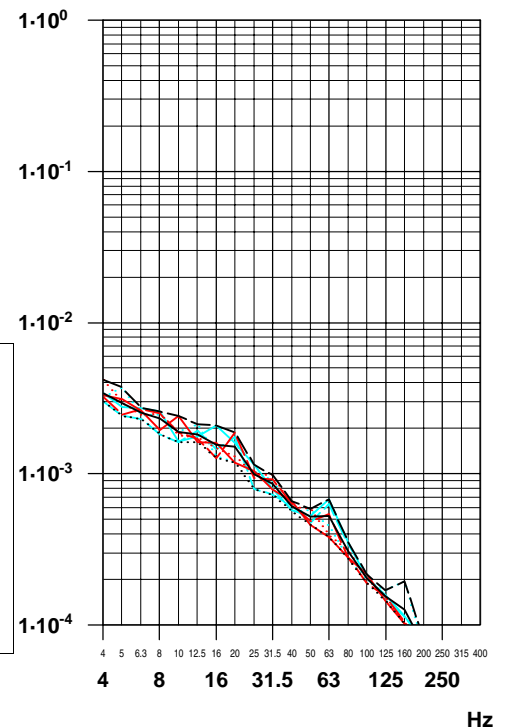
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(2) 0.00
(3) 0.00
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.01
(7) 0.00
(8) 0.01
(9) 0.00

— (1) Messung: RB
- - (2) Messung: RI
... (3) Messung: RK
— (4) Messung: RO
- - (5) Messung: RZ
... (6) Messung: R2
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
● (10) Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

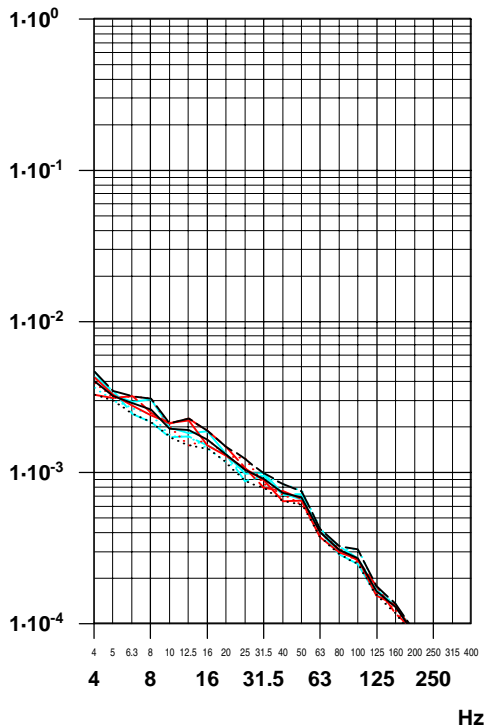
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00
(3) 0.00
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.00

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

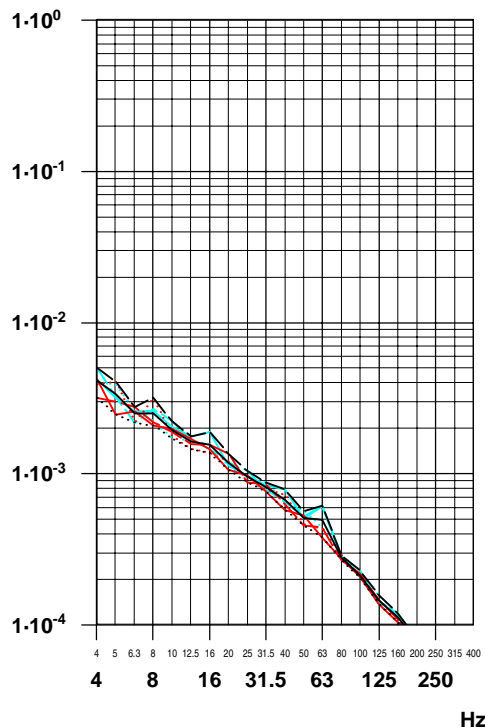
Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



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

Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

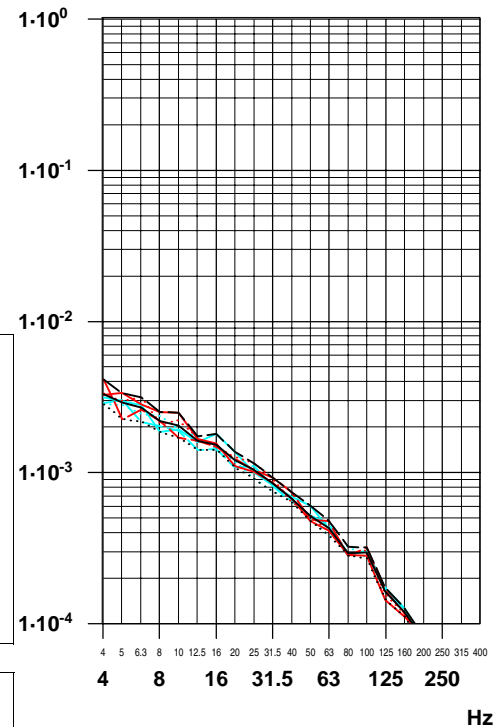
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

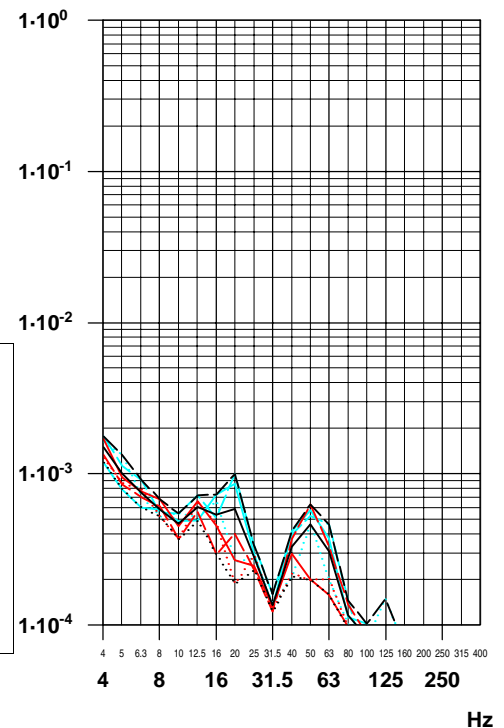
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

— (1) Messung: RB
- - (2) Messung: RI
... (3) Messung: RK
— (4) Messung: RO
- - (5) Messung: RZ
... (6) Messung: R2
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
● (9) Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00
(3) 0.00
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.00
(7) 0.00
(8) 0.00
(9) 0.00

— (1) Messung: RB
- - (2) Messung: RI
... (3) Messung: RK
— (4) Messung: RO
- - (5) Messung: RZ
... (6) Messung: R2
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
● (9) Grenzkurve (entfällt)

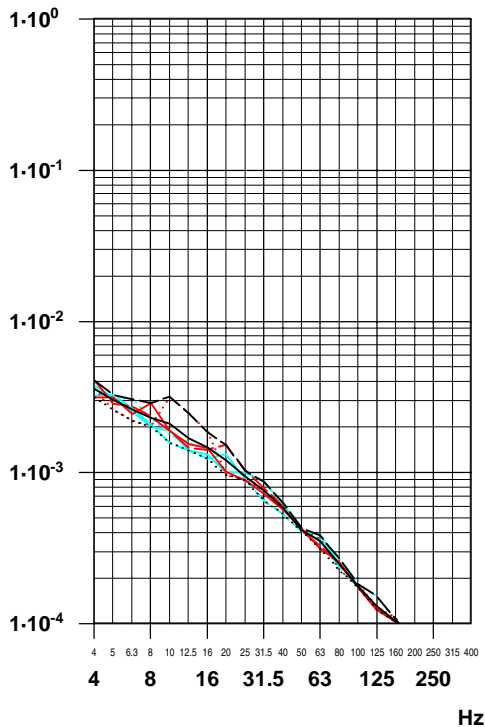
633.49; DST_KS4.seq; 25.02.14; 10:36:25

Körperschall, Strecke 5050 Einfahrende Regionalzüge Richtung Hof

Abb. 5.1.KS.9

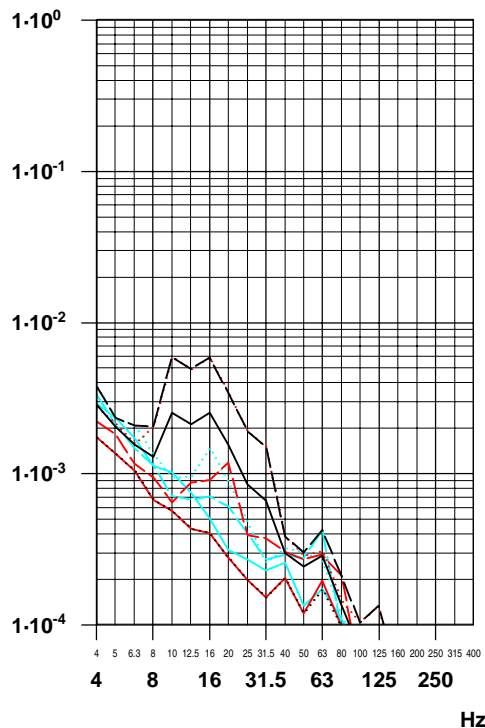
Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



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

Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

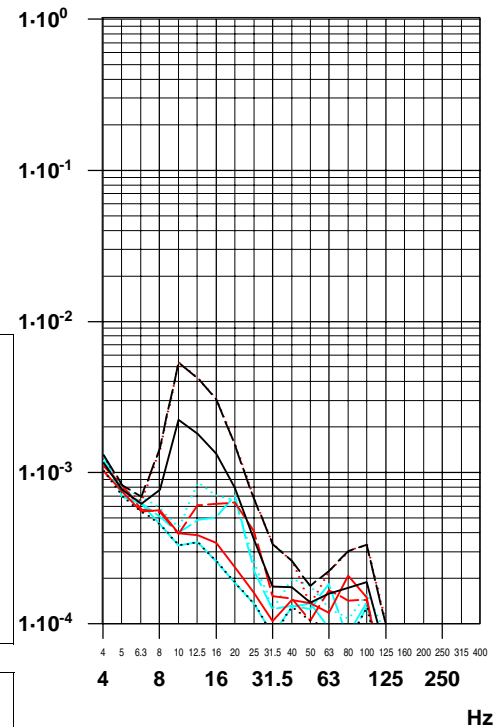
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

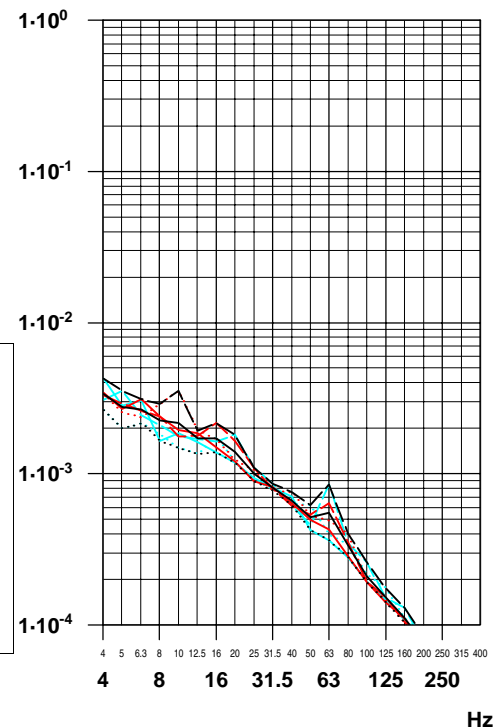
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00
(3) 0.01
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.00
(7) 0.00
(8) 0.01
(9) 0.00

— (1) Messung: RE
- - (2) Messung: RM
... (3) Messung: RT
— (4) Messung: RV
- - (5) Messung: RX
... (6) Messung: R7
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
● Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

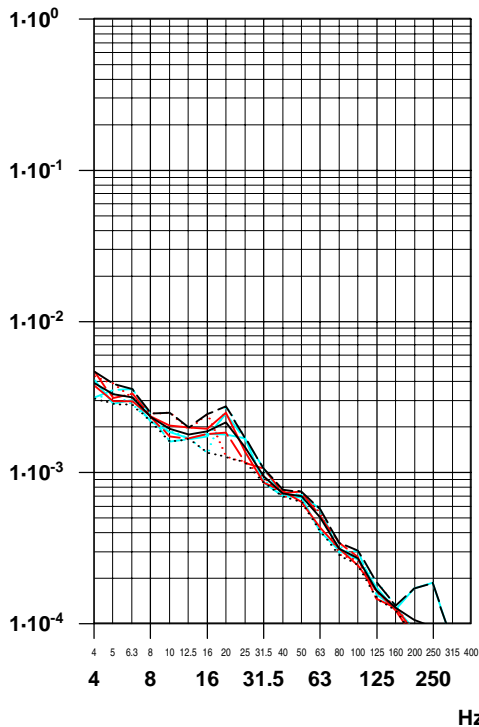
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00
(3) 0.01
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.00

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

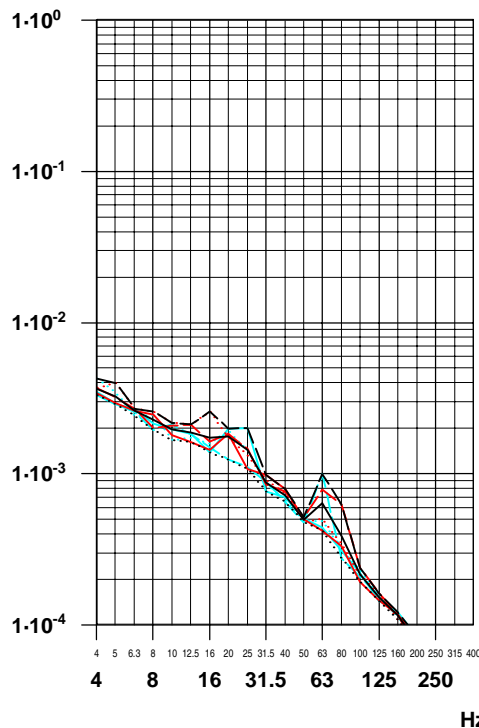
Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



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

Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

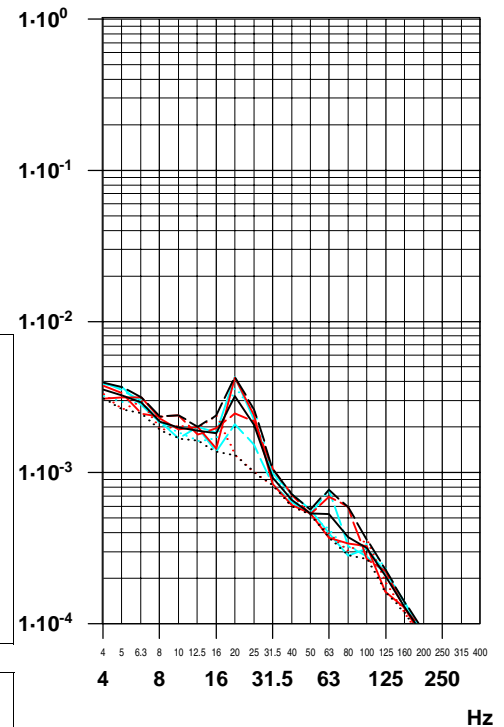
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

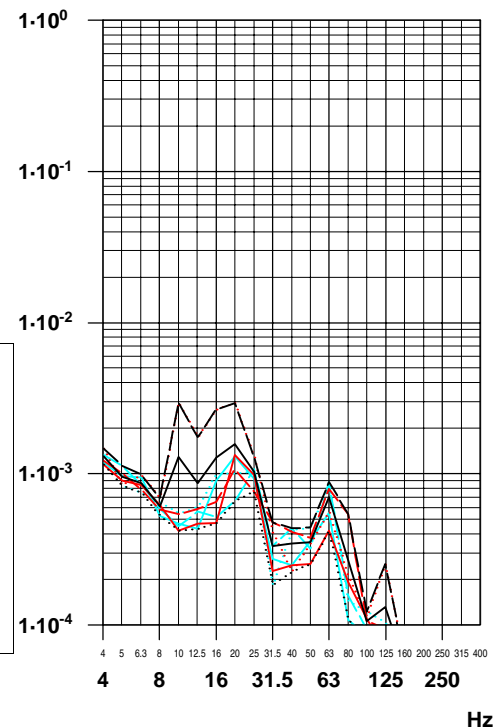
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

— (1) Messung: RE
- - (2) Messung: RM
... (3) Messung: RT
— (4) Messung: RV
- - (5) Messung: RX
... (6) Messung: R7
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
● (9) Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

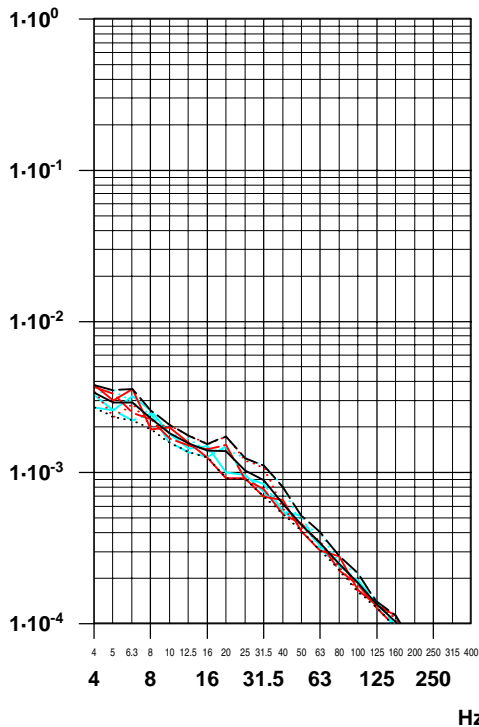
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00
(3) 0.01
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.00
(7) 0.00
(8) 0.01
(9) 0.00

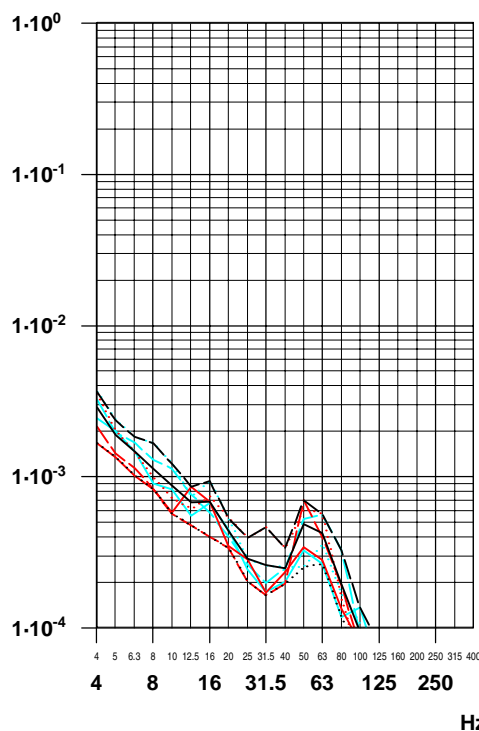
Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]

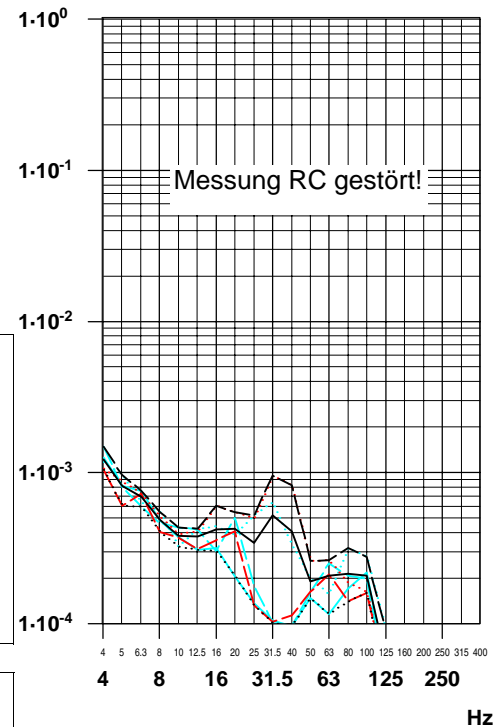


Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 mm/s eff Schnelle = 86 dBv (re 5e-8 m/s)

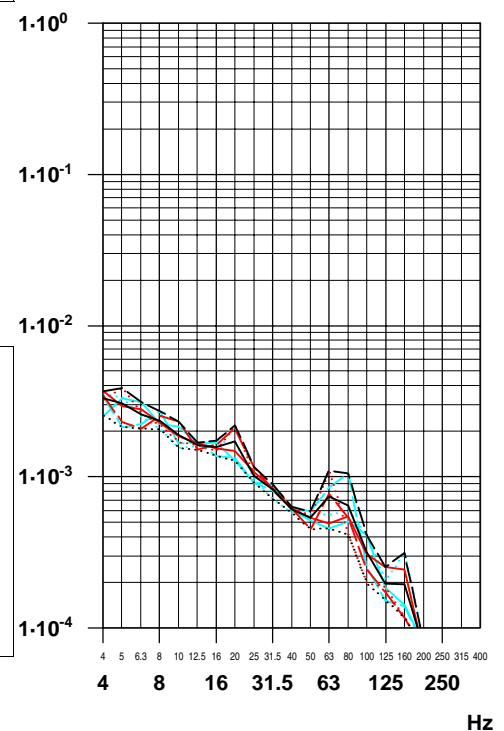
Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



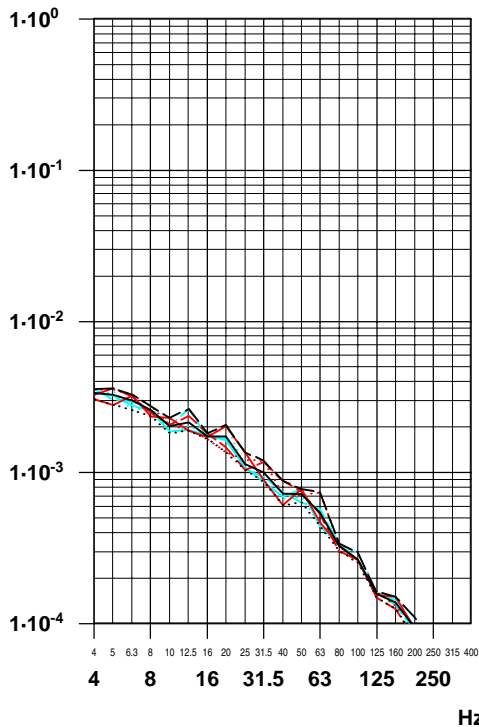
Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



633.49; DST_KS6.seq; 25.02.14; 15:54:58

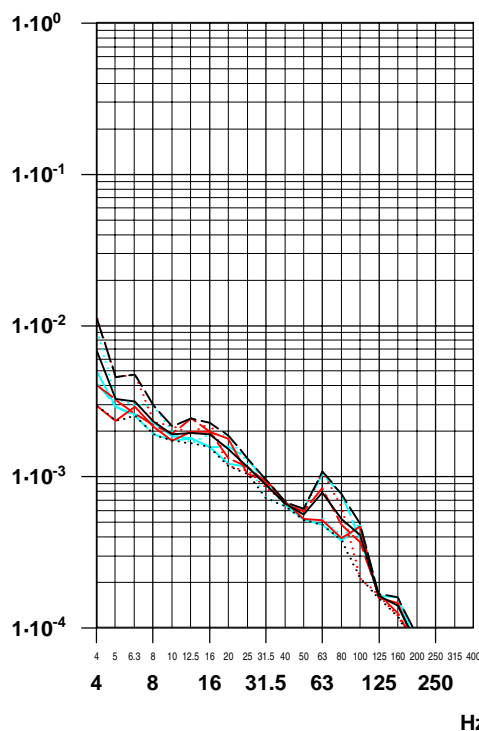
Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



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

Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

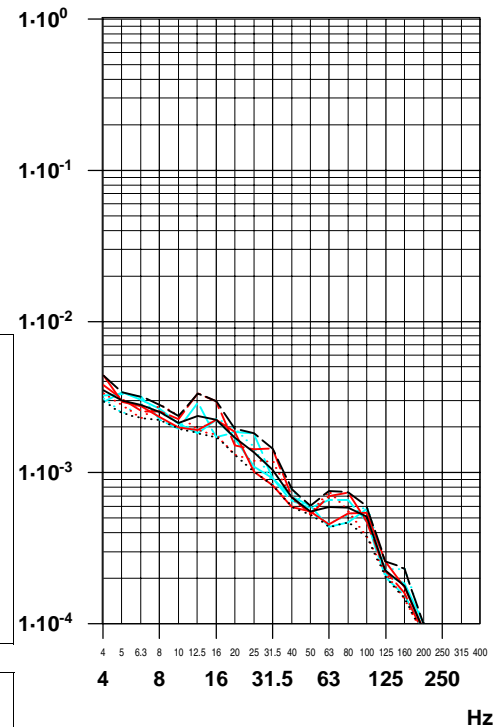
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

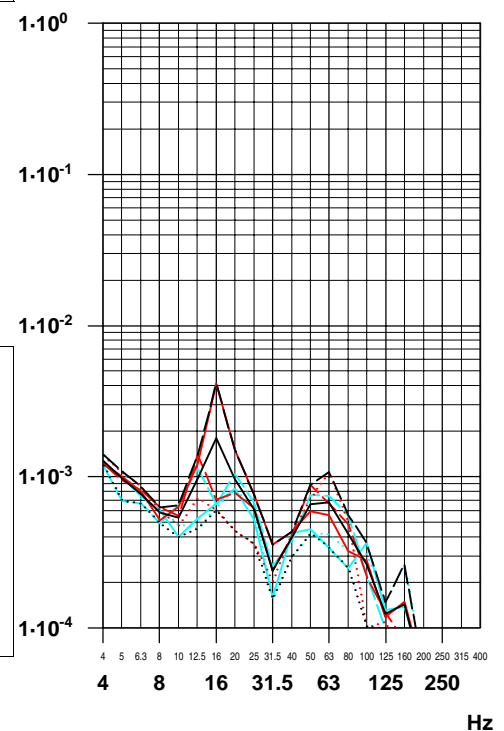
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

— (1) Messung: RC
- - (2) Messung: RJ
... (3) Messung: RP
— (4) Messung: RR
— (5) Messung: R1
... (6) Messung: R3
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
● Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

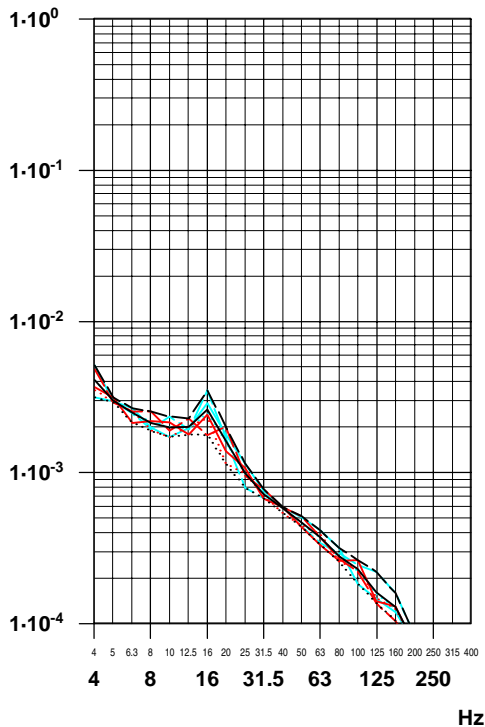
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.00
(3) 0.00
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.00
(7) 0.00
(8) 0.01
(9) 0.00

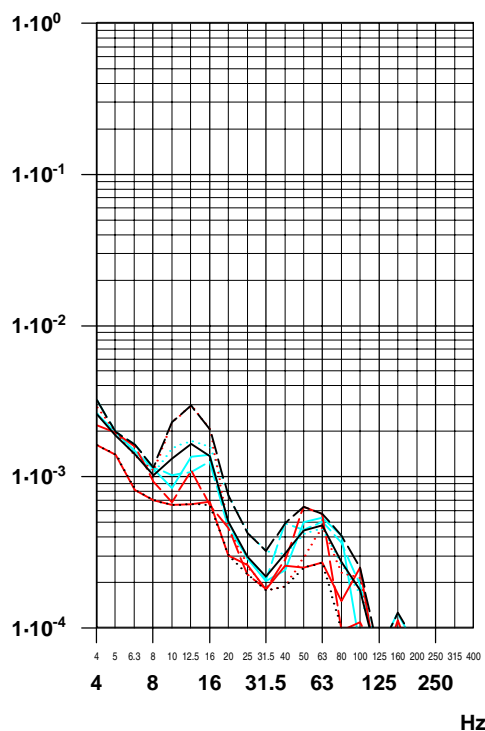
Terz-Schnelle-Spektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



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

Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

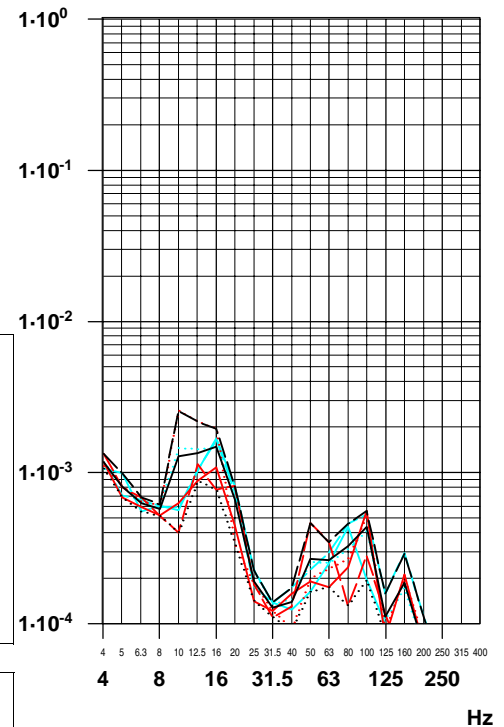
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

rechtes Diagramm

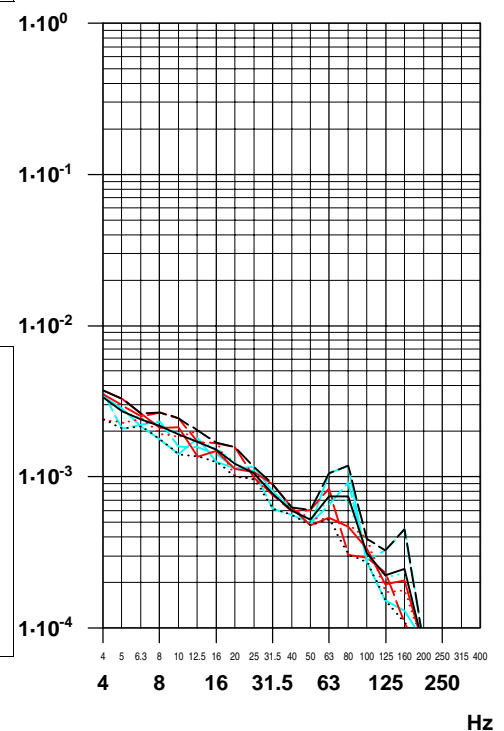
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00
(3) 0.00
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.00
(7) 0.00
(8) 0.00
(9) 0.00

— (1) Messung: RF
- - (2) Messung: RN
... (3) Messung: RU
— (4) Messung: RY
- - (5) Messung: R8
... (6) Messung: R0
— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
●● Grenzkurve (entfällt)

Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
Schnelle [mm/s eff, FAST]



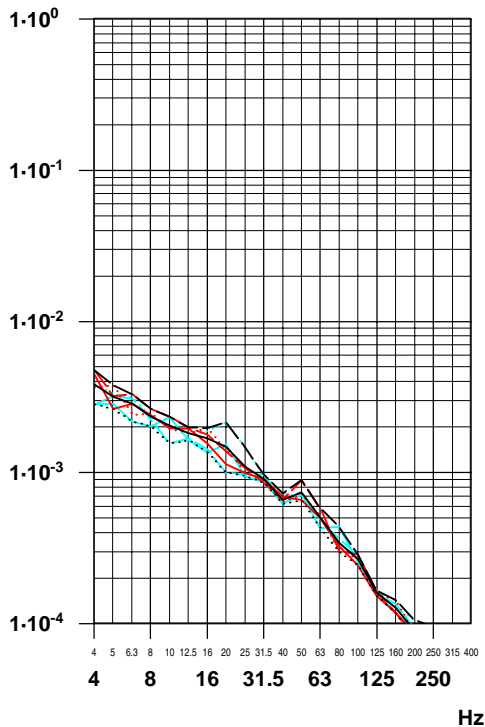
linkes Diagramm

eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.00
(2) 0.00
(3) 0.01
(4) 0.00
(5) 0.00
(6) 0.00
(7) 0.00
(8) 0.01
(9) 0.00

rechtes Diagramm

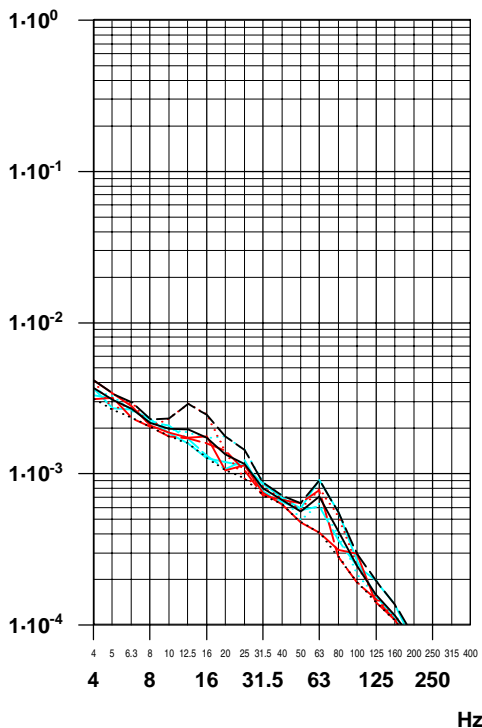
eff v [mm/s]
Terz 4 - 80 Hz
(1) 0.01
(2) 0.01
(3) 0.01
(4) 0.01
(5) 0.01
(6) 0.01
(7) 0.01
(8) 0.01
(9) 0.01

Messpunkt 03Z; vertikal
 Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
 Schnelle [mm/s eff, FAST]



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

Messpunkt 12Z; vertikal
 Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
 Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

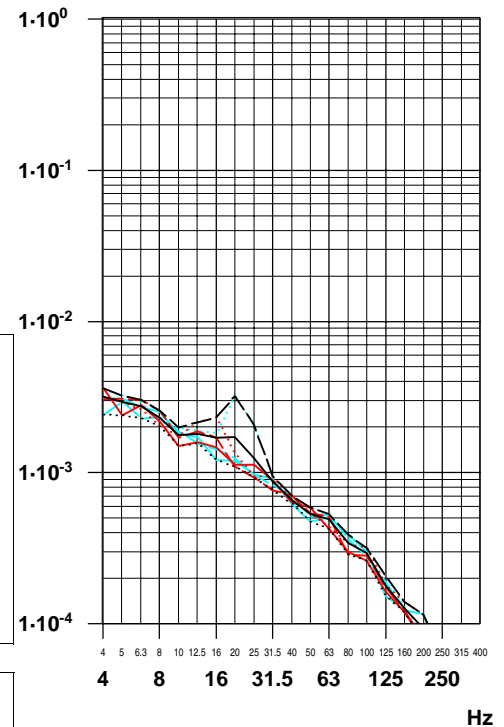
eff v [mm/s]
 Terz 4 - 80 Hz
 (1) 0.01
 (2) 0.01
 (3) 0.01
 (4) 0.01
 (5) 0.01
 (6) 0.01
 (7) 0.01
 (8) 0.01
 (9) 0.01

rechtes Diagramm

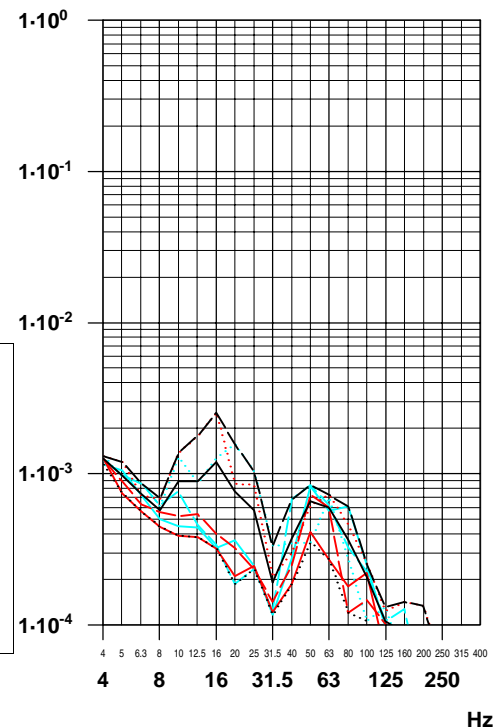
eff v [mm/s]
 Terz 4 - 80 Hz
 (1) 0.01
 (2) 0.01
 (3) 0.01
 (4) 0.01
 (5) 0.01
 (6) 0.01
 (7) 0.01
 (8) 0.01
 (9) 0.01

— (1) Messung: RF
 - - (2) Messung: RN
 . . . (3) Messung: RU
 — (4) Messung: RY
 - - (5) Messung: R8
 . . . (6) Messung: R0
 — (7) energ. Mittel
 - - (8) obere Hüllkurve
 . . . (9) untere Hüllkurve
 ● (Grenzkurve (entfällt))

Messpunkt 04Z; vertikal
 Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
 Schnelle [mm/s eff, FAST]



Messpunkt 22Z; vertikal
 Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
 Schnelle [mm/s eff, FAST]



linkes Diagramm

eff v [mm/s]
 Terz 4 - 80 Hz
 (1) 0.01
 (2) 0.01
 (3) 0.01
 (4) 0.01
 (5) 0.01
 (6) 0.01
 (7) 0.01
 (8) 0.01
 (9) 0.01

rechtes Diagramm

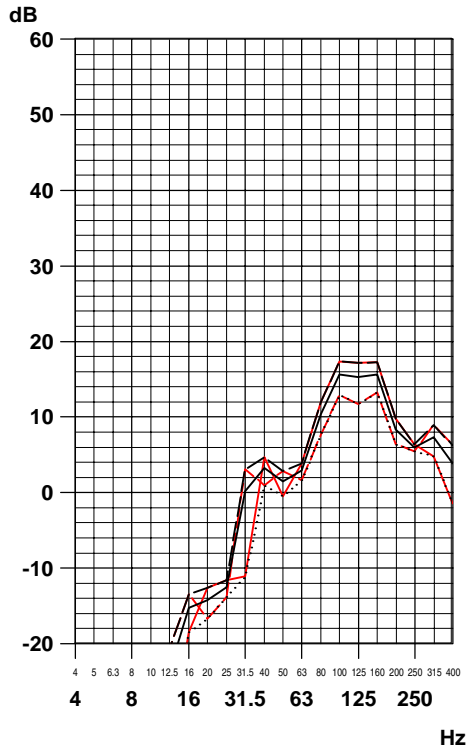
eff v [mm/s]
 Terz 4 - 80 Hz
 (1) 0.00
 (2) 0.00
 (3) 0.00
 (4) 0.00
 (5) 0.00
 (6) 0.00
 (7) 0.00
 (8) 0.00
 (9) 0.00

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050 Güterzugfahrten Richtung Hof

Abb. 5.2.LS.1

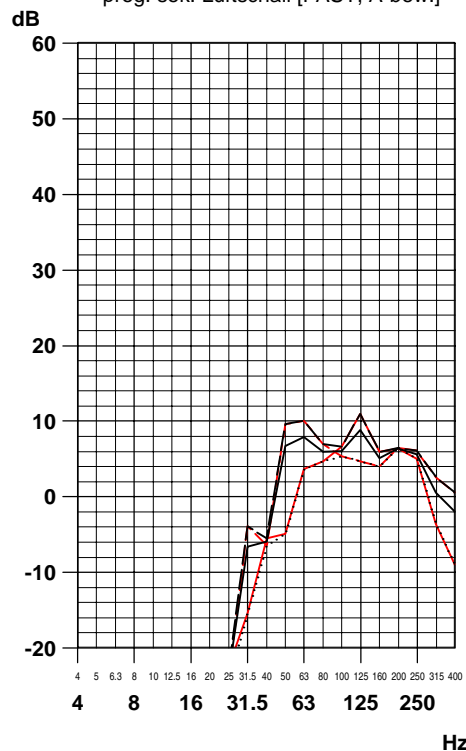
A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]

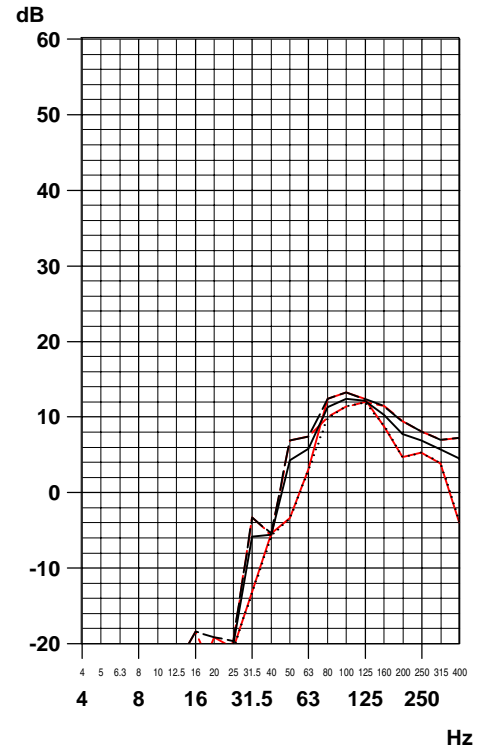


Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

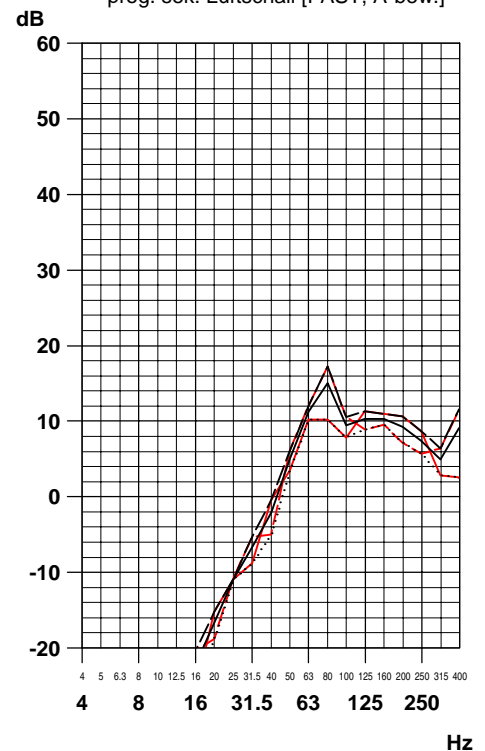
Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



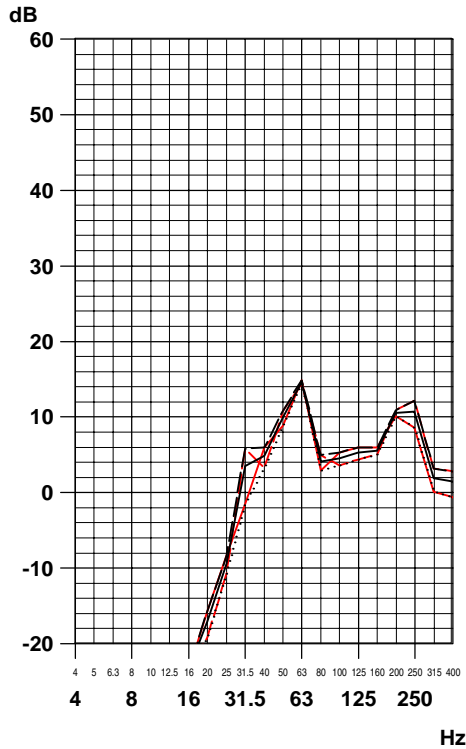
633.49; DST_LS1.seq; 25.02.14; 14:36:21

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050 Güterzugfahrten Richtung Hof

Abb. 5.2.LS.2

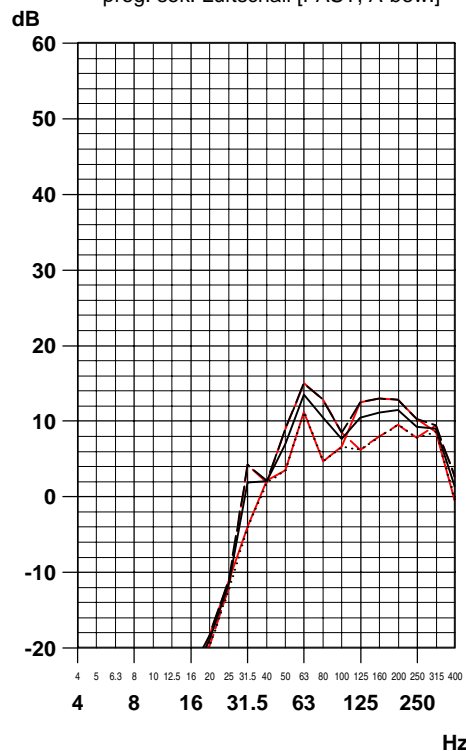
A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]

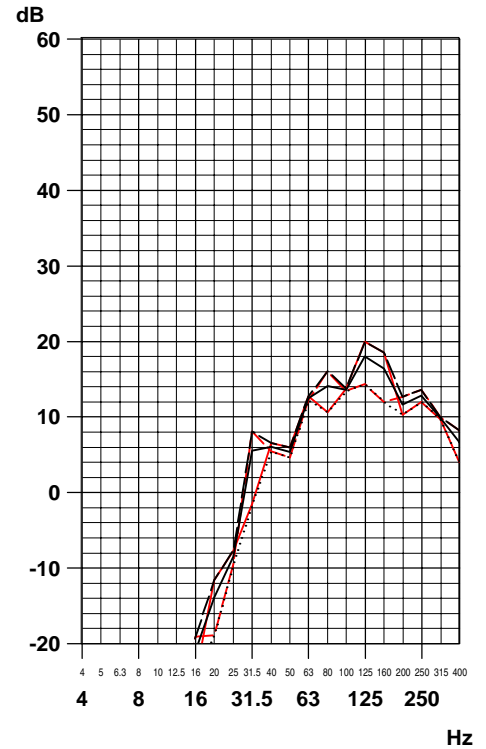


Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

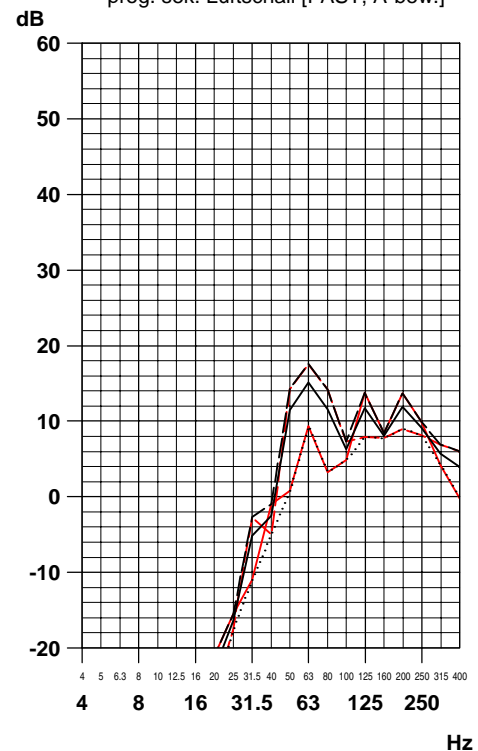
Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]

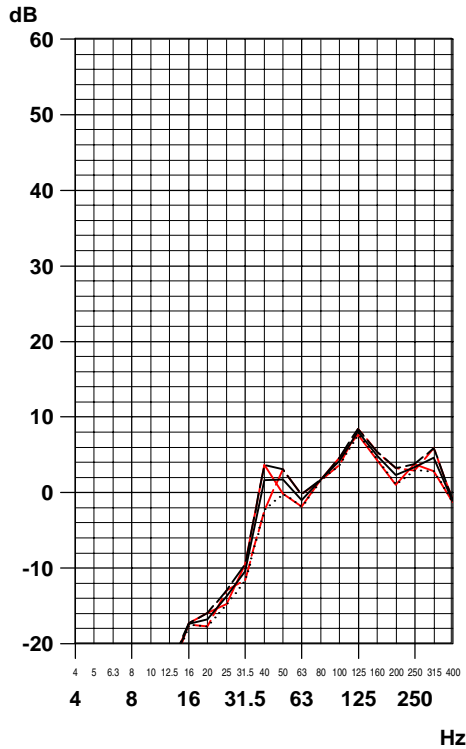


Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050
Durchfahrende Regionalzüge Richtung Regensburg

Abb. 5.2.LS.3

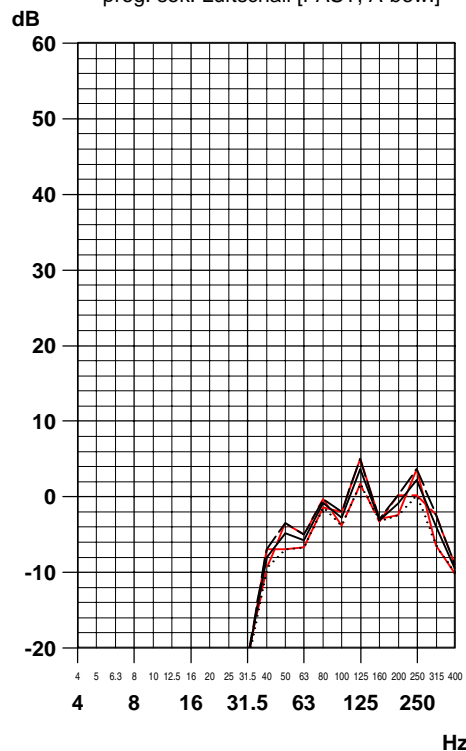
A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]

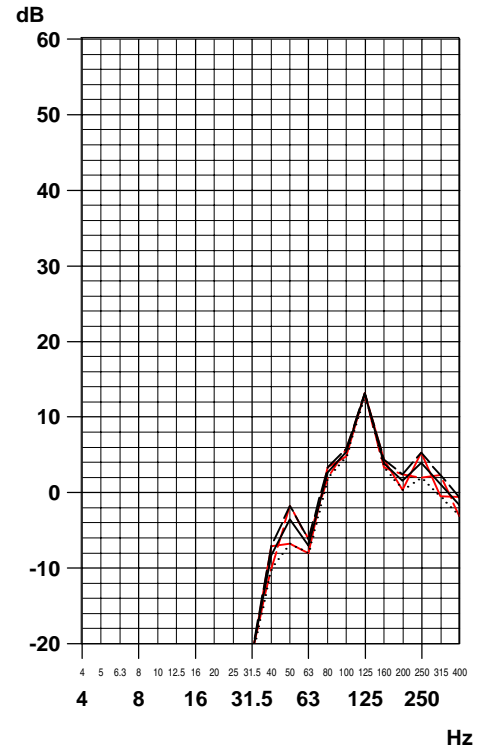


Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

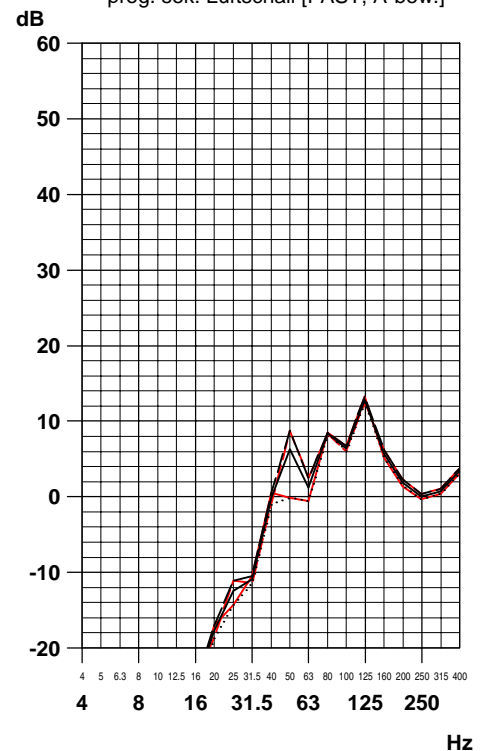
Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



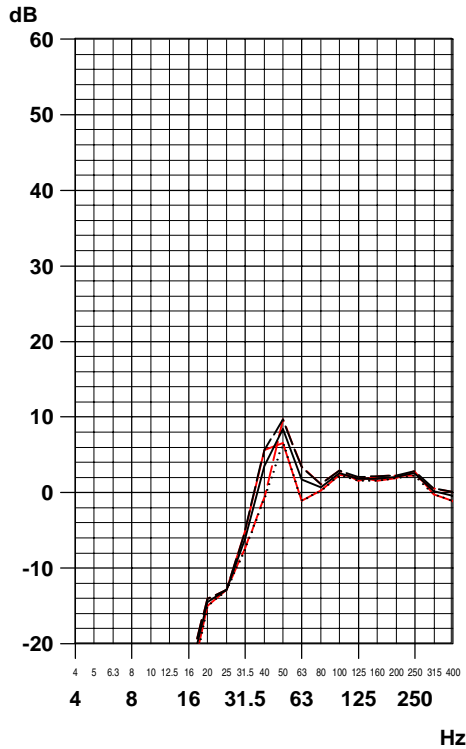
633.49; DST_LS2.seq; 25.02.14; 14:47:07

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050
Durchfahrende Regionalzüge Richtung Regensburg

Abb. 5.2.LS.4

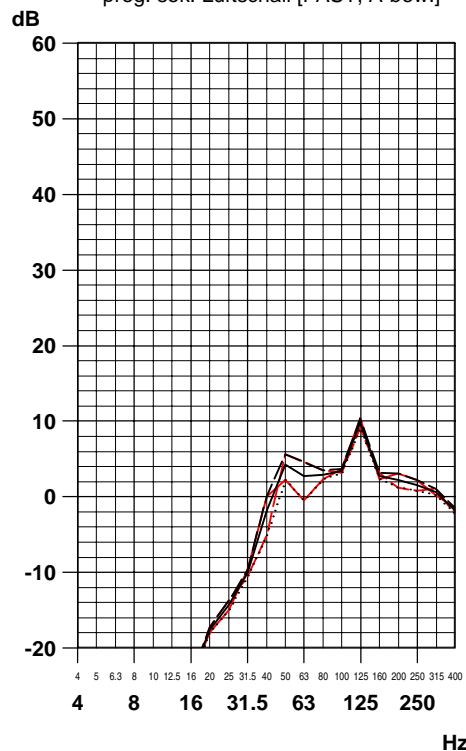
A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]

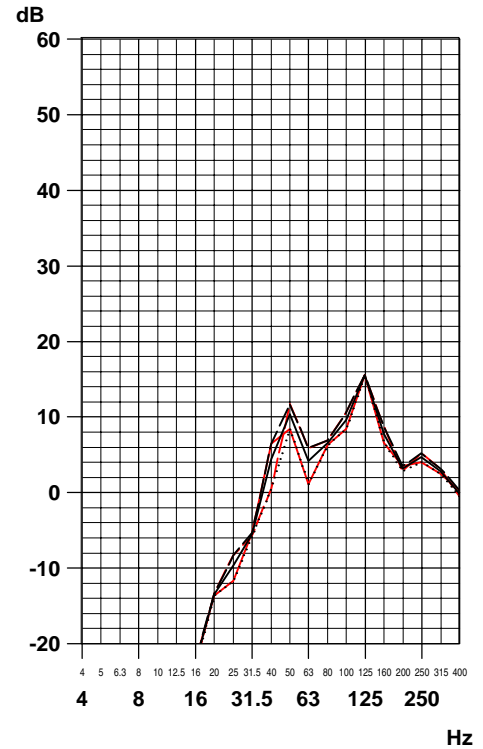


Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

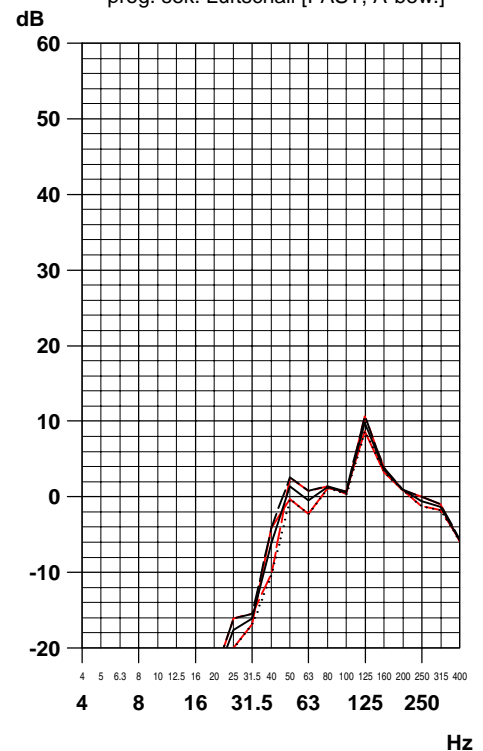
Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



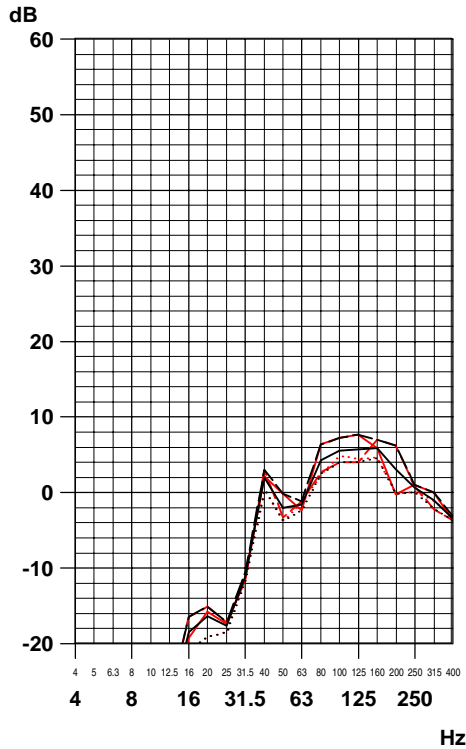
633.49; DST_LS2.seq; 25.02.14; 14:48:06

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050 Durchfahrende Regionalzüge Richtung Hof

Abb. 5.2.LS.5

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

(1) 14
(2) 13
(3) 12

(7) 13
(8) 15
(9) 12

rechtes Diagramm

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

(2) 8
(3) 7

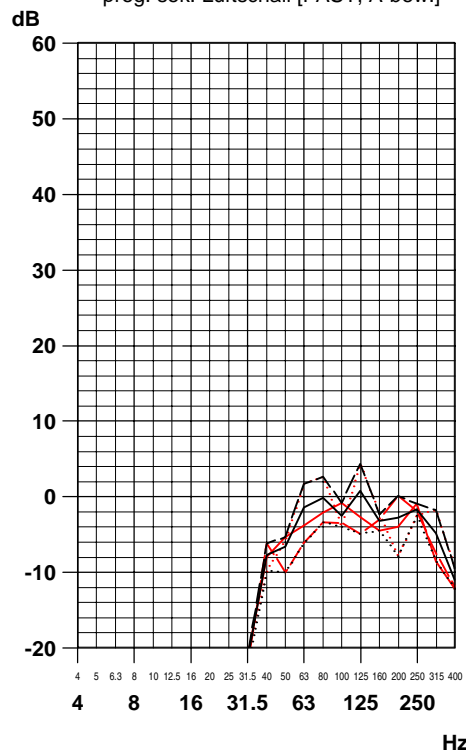
(7) 8
(8) 8
(9) 7

— (1) Messung: RD
- - (2) Messung: RS
... (3) Messung: R4

— (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
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

(1) 7
(2) 6
(3) 9

(7) 8
(8) 10
(9) 5

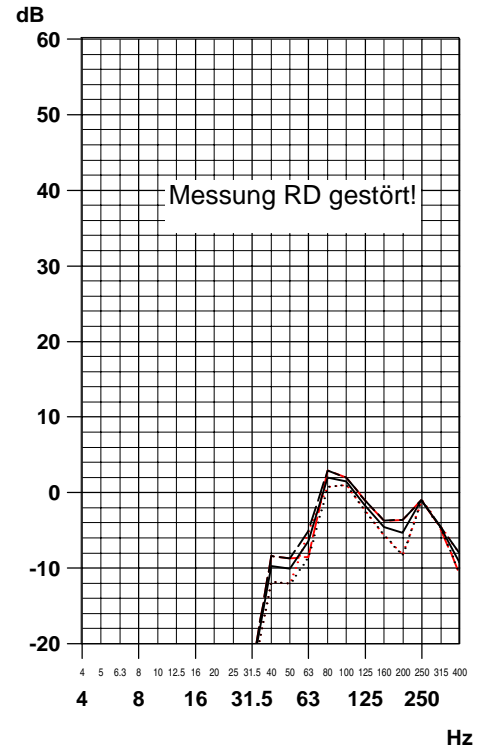
rechtes Diagramm

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

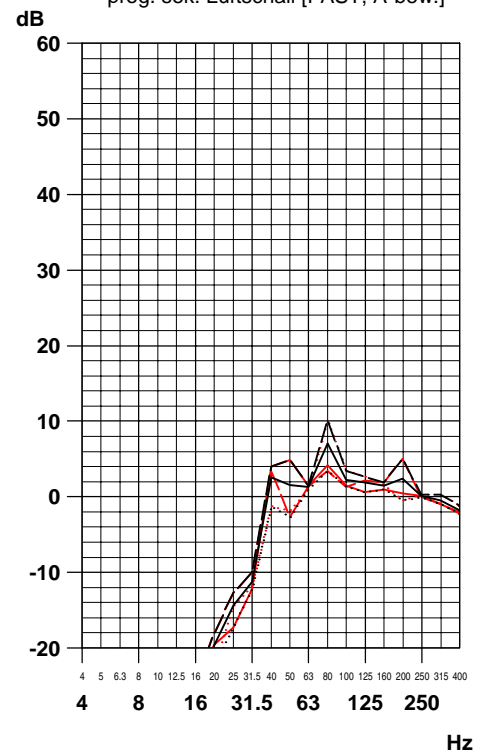
(1) 12
(2) 12
(3) 13

(7) 13
(8) 15
(9) 10

Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



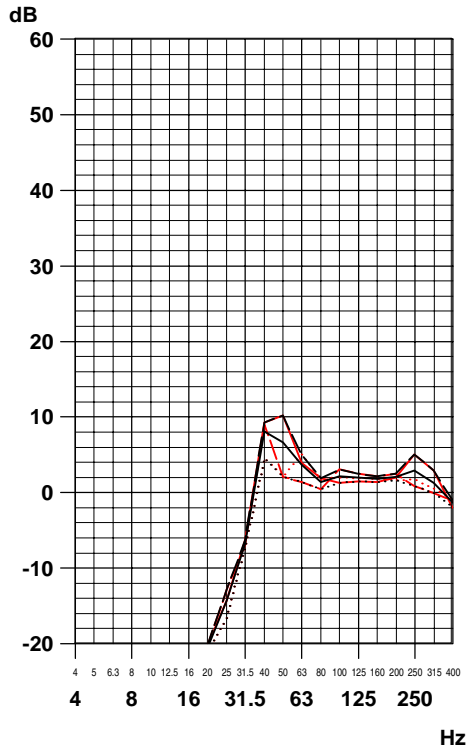
633.49; DST_LS3.seq; 25.02.14; 15:59:43

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050 Durchfahrende Regionalzüge Richtung Hof

Abb. 5.2.LS.6

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
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

(7) 14
(8) 16
(9) 12

rechtes Diagramm

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

(1) 15
(2) 16
(3) 14

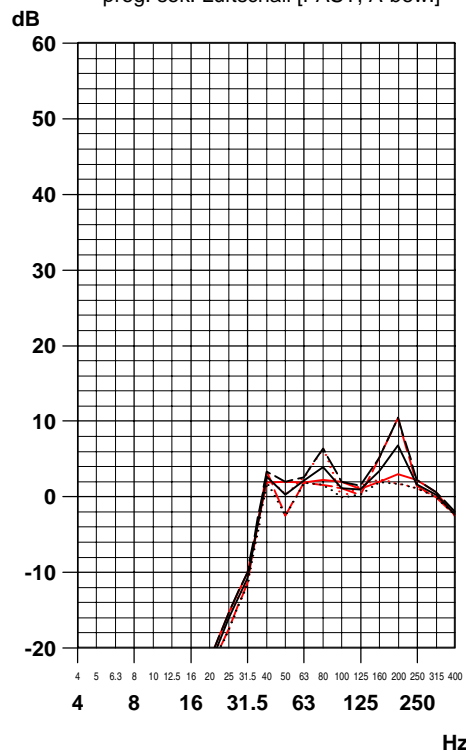
(7) 15
(8) 16
(9) 13

— (1) Messung: RD
- - (2) Messung: RS
... (3) Messung: R4

— (7) energ. Mittel
- - (8) obere Hüllkurve
... (9) untere Hüllkurve
● (9) Grenzkurve (entfällt)

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

Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

(1) 12
(2) 14
(3) 12

(7) 13
(8) 15
(9) 11

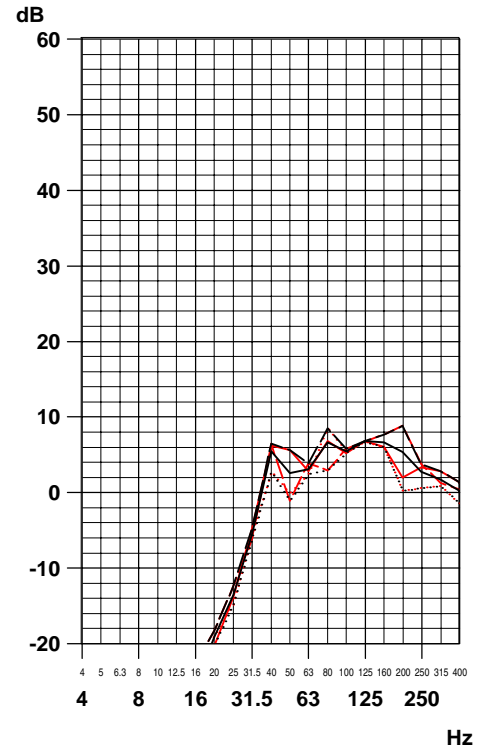
rechtes Diagramm

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

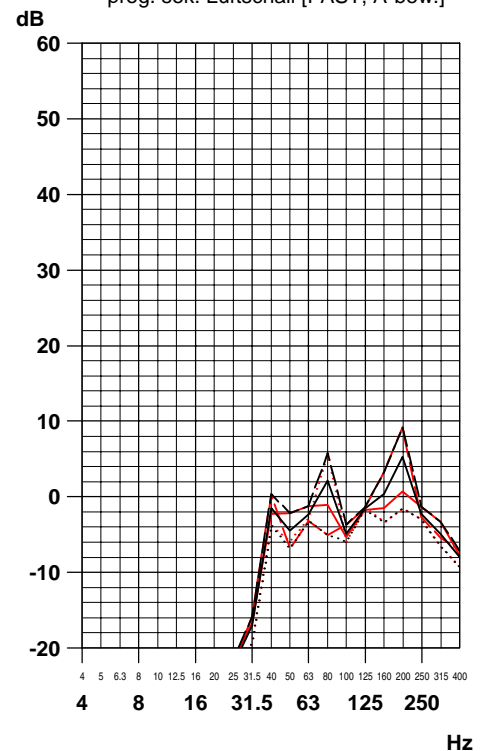
(1) 8
(2) 12
(3) 9

(7) 10
(8) 13
(9) 6

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



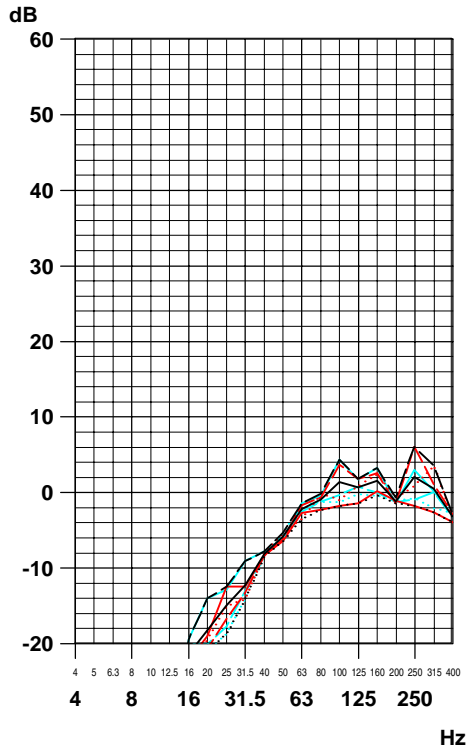
633.49; DST_LS3.seq; 25.02.14; 14:56:57

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050 Einfahrende Regionalzüge Richtung Regensburg

Abb. 5.2.LS.7

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

- | | |
|-----|----|
| (1) | 8 |
| (2) | 11 |
| (3) | 10 |
| (4) | 11 |
| (5) | 9 |
| (6) | 8 |
| (7) | 10 |
| (8) | 12 |
| (9) | 8 |

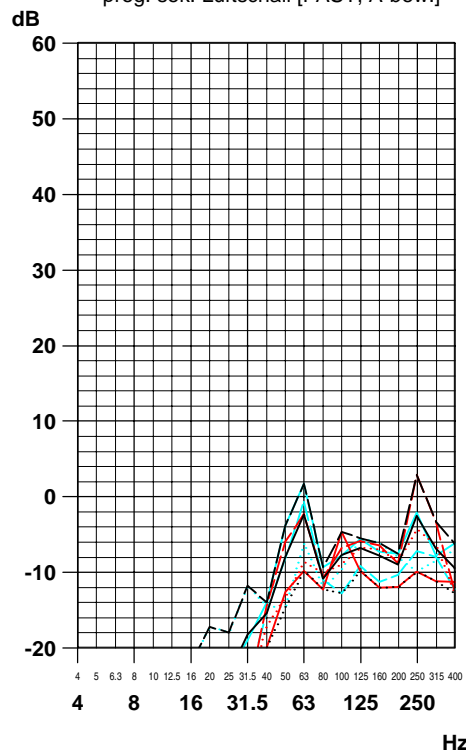
rechtes Diagramm

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

- | | |
|-----|----|
| (2) | 9 |
| (3) | 5 |
| (4) | 7 |
| (5) | 5 |
| (6) | 3 |
| (7) | 6 |
| (8) | 10 |
| (9) | 2 |

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

Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

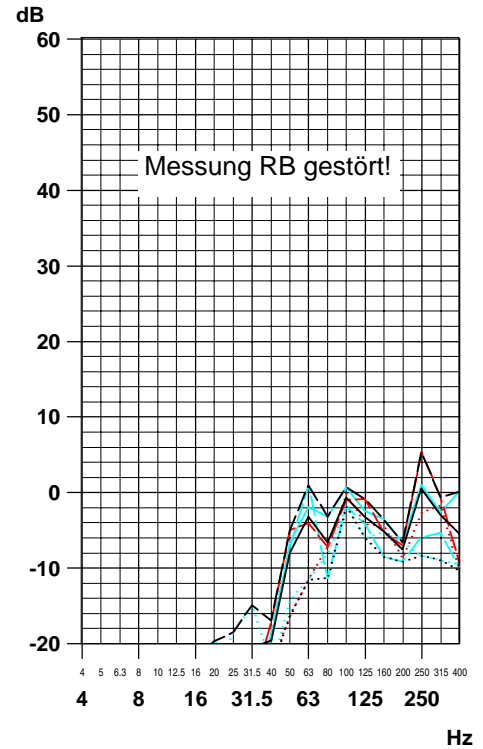
- | | |
|-----|----|
| (1) | -0 |
| (2) | 6 |
| (3) | 2 |
| (4) | 6 |
| (5) | 3 |
| (6) | 2 |
| (7) | 4 |
| (8) | 7 |
| (9) | -2 |

rechtes Diagramm

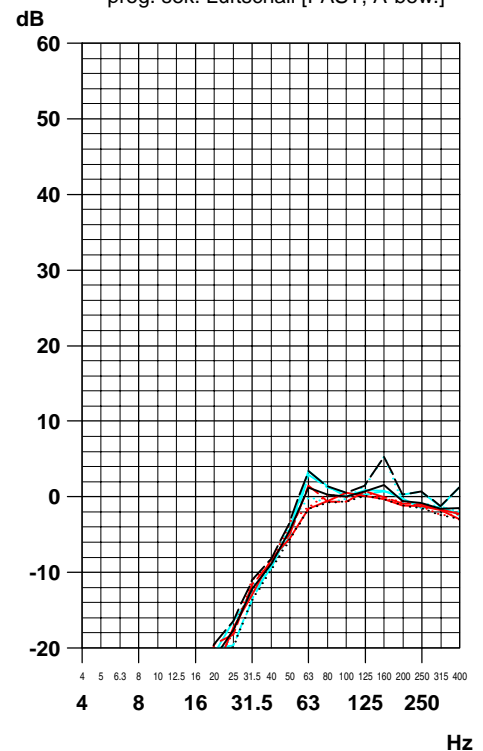
LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

- | | |
|-----|----|
| (1) | 9 |
| (2) | 9 |
| (3) | 9 |
| (4) | 10 |
| (5) | 10 |
| (6) | 10 |
| (7) | 9 |
| (8) | 11 |
| (9) | 8 |

Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



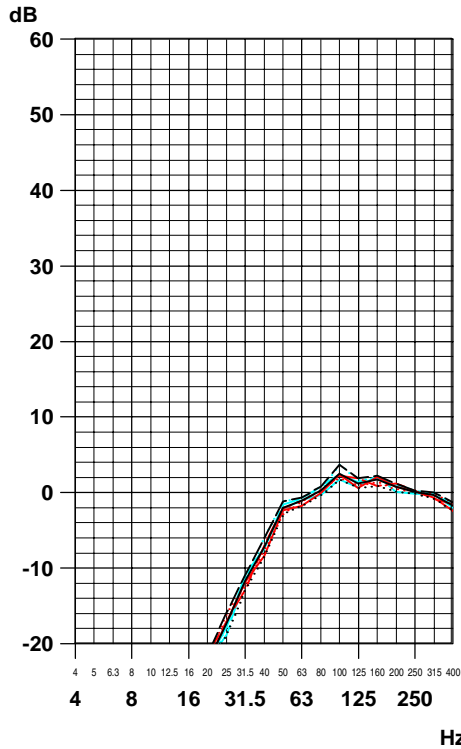
633.49; DST_LS4.seq; 25.02.14; 15:51:53

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050
Einfahrende Regionalzüge Richtung Regensburg

Abb. 5.2.LS.8

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

(1)	10
(2)	10
(3)	10
(4)	10
(5)	10
(6)	11
(7)	10
(8)	11
(9)	10

rechtes Diagramm

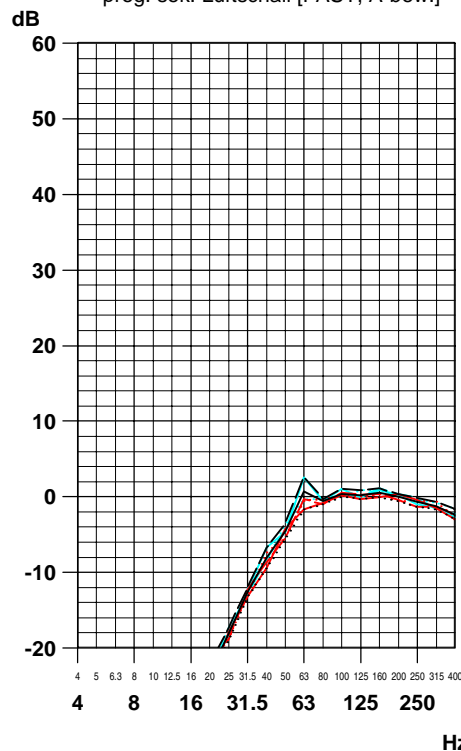
LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	10
(2)	10
(3)	10
(4)	10
(5)	10
(6)	10
(7)	10
(8)	11
(9)	9

- (1) Messung: RB
- - (2) Messung: RI
- - - (3) Messung: RK
- (4) Messung: RO
- - - (5) Messung: RZ
- - - (6) Messung: R2
- (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 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

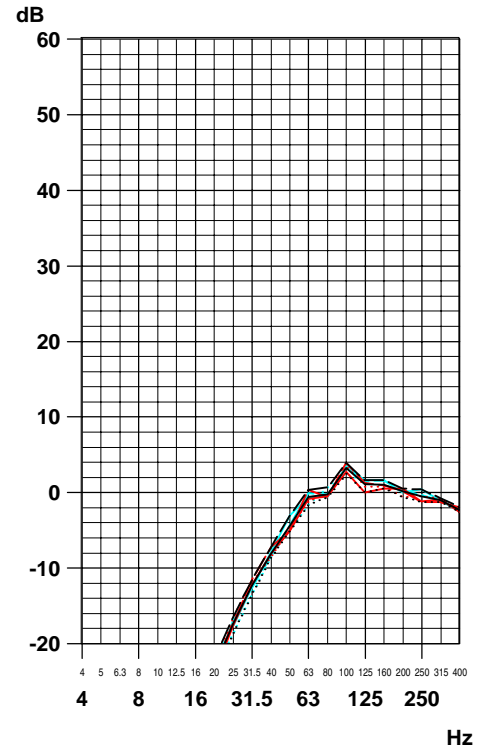
(1)	9
(2)	9
(3)	9
(4)	10
(5)	10
(6)	9
(7)	9
(8)	10
(9)	9

rechtes Diagramm

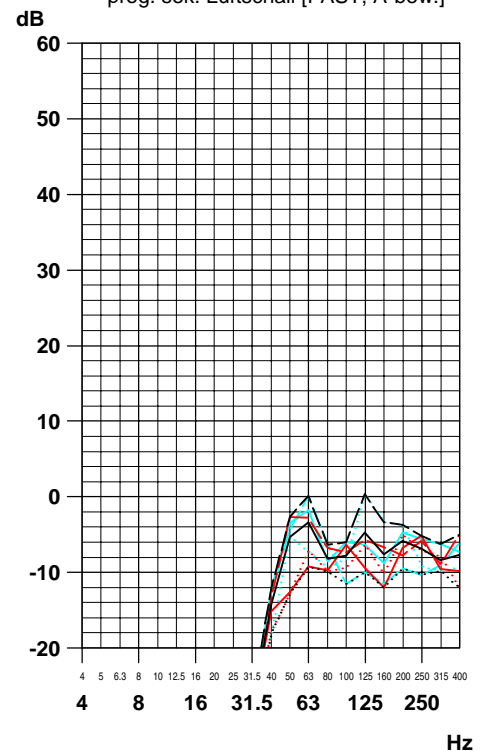
LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	1
(2)	4
(3)	2
(4)	4
(5)	4
(6)	5
(7)	3
(8)	7
(9)	-1

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



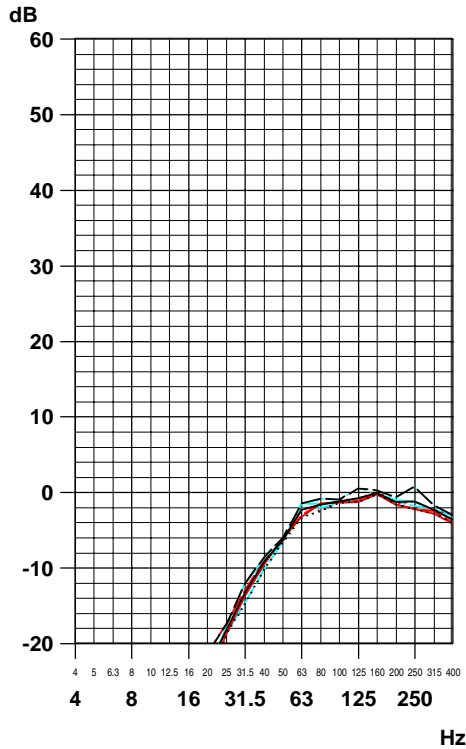
633.49; DST_LS4.seq; 25.02.14; 15:01:26

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050 Einfahrende Regionalzüge Richtung Hof

Abb. 5.2.LS.9

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

(1)	8
(2)	8
(3)	8
(4)	8
(5)	8
(6)	9
(7)	8
(8)	9
(9)	8

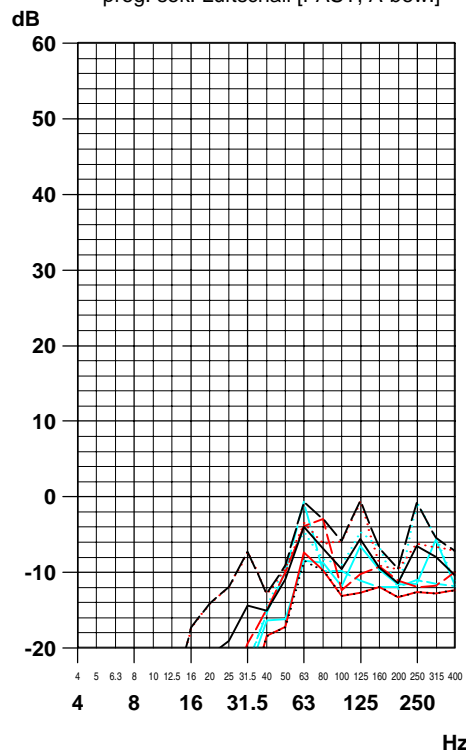
rechtes Diagramm

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

(1)	2
(2)	1
(3)	7
(4)	1
(5)	0
(6)	3
(7)	3
(8)	7
(9)	-1

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

Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

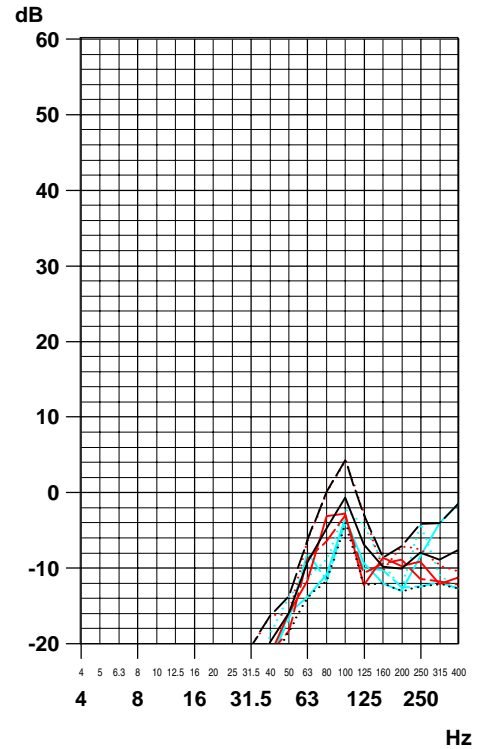
(1)	-2
(2)	2
(3)	5
(4)	1
(5)	2
(6)	4
(7)	2
(8)	6
(9)	-2

rechtes Diagramm

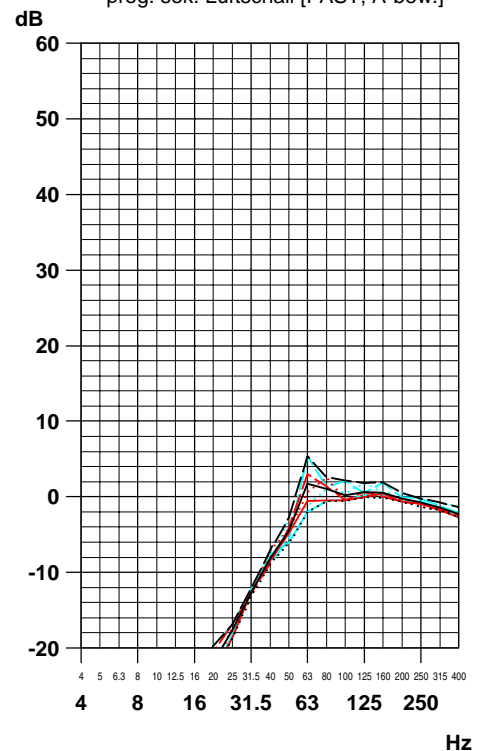
LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	9
(2)	10
(3)	9
(4)	9
(5)	11
(6)	10
(7)	10
(8)	11
(9)	8

Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



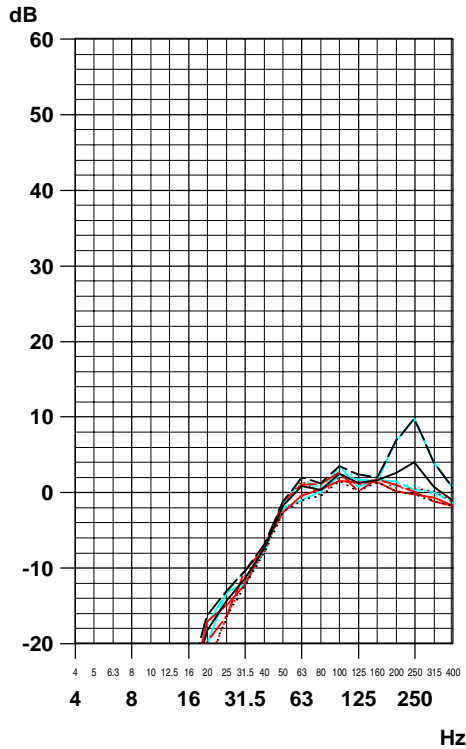
633.49; DST_LS5.seq; 25.02.14; 15:19:25

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050 Einfahrende Regionalzüge Richtung Hof

Abb. 5.2.LS.10

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

- | | |
|-----|----|
| (1) | 10 |
| (2) | 10 |
| (3) | 10 |
| (4) | 14 |
| (5) | 11 |
| (6) | 11 |
| (7) | 11 |
| (8) | 14 |
| (9) | 10 |

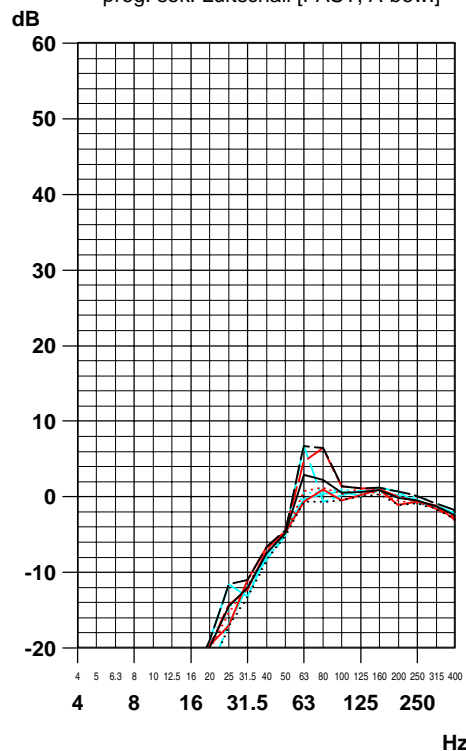
rechtes Diagramm

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

- | | |
|-----|----|
| (1) | 10 |
| (2) | 12 |
| (3) | 10 |
| (4) | 11 |
| (5) | 11 |
| (6) | 11 |
| (7) | 11 |
| (8) | 13 |
| (9) | 9 |

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

Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

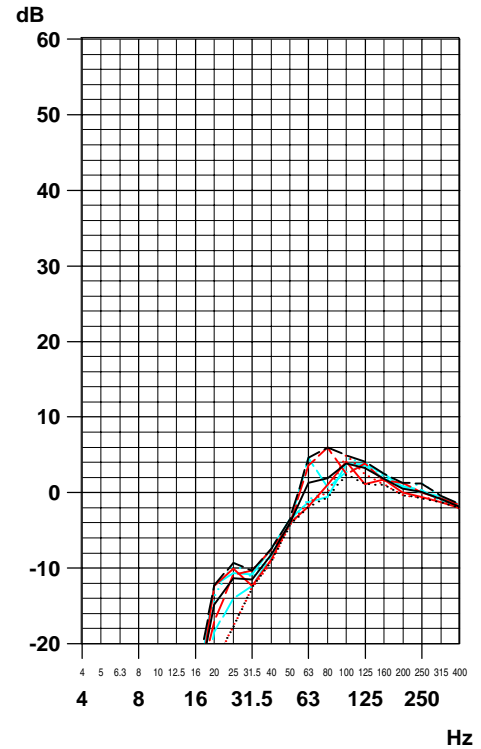
- | | |
|-----|----|
| (1) | 9 |
| (2) | 12 |
| (3) | 10 |
| (4) | 9 |
| (5) | 11 |
| (6) | 10 |
| (7) | 10 |
| (8) | 12 |
| (9) | 9 |

rechtes Diagramm

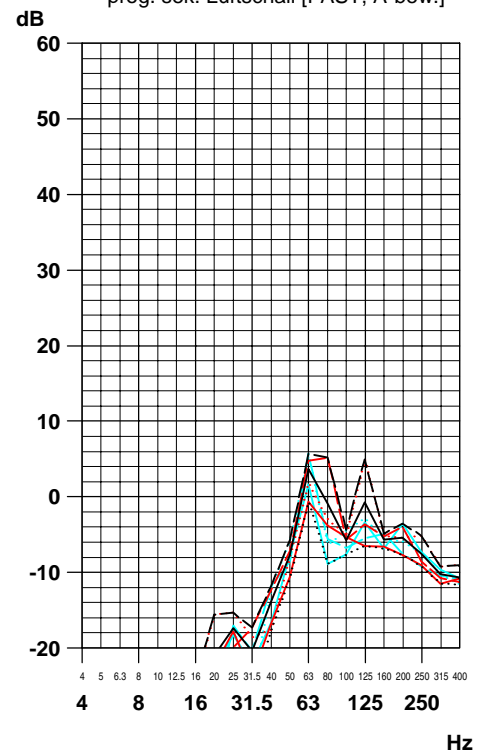
LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

- | | |
|-----|----|
| (1) | 4 |
| (2) | 9 |
| (3) | 8 |
| (4) | 5 |
| (5) | 7 |
| (6) | 8 |
| (7) | 7 |
| (8) | 11 |
| (9) | 3 |

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



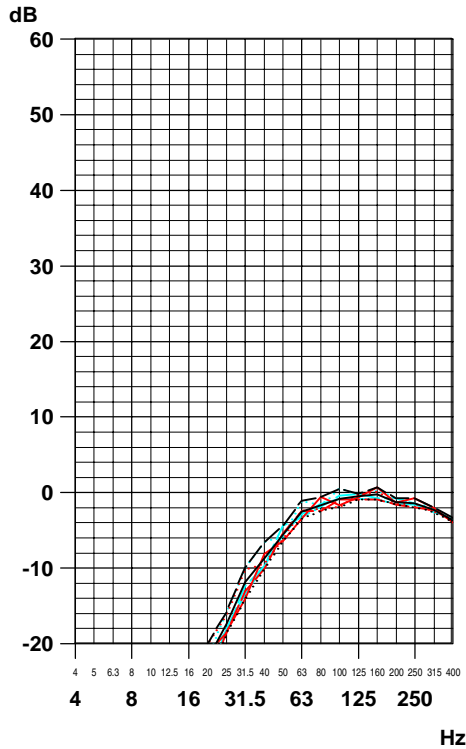
633.49; DST_LS5.seq; 25.02.14; 15:08:57

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050
Ausfahrende Regionalzüge Richtung Regensburg

Abb. 5.2.LS.11

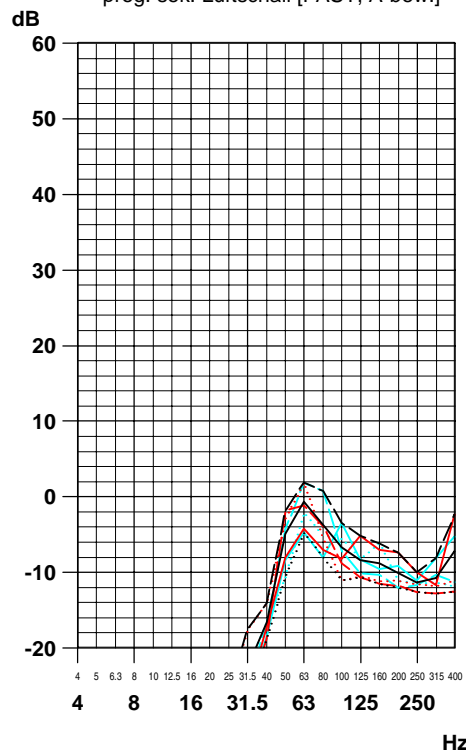
A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]

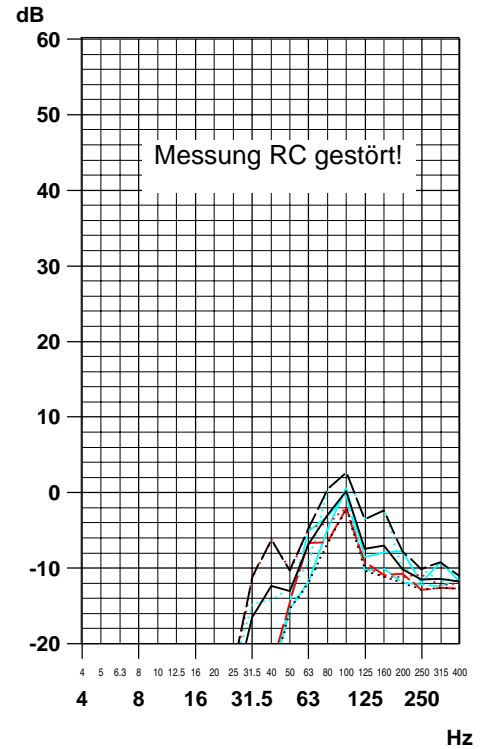


Faktor 10 (linear) = 20 dB
1 Pa eff Schalldruck = 94 dB (re 2e-5 Pa)

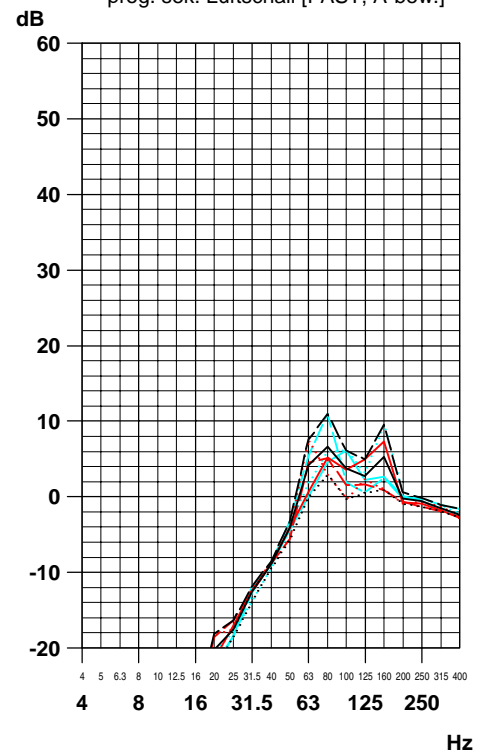
Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



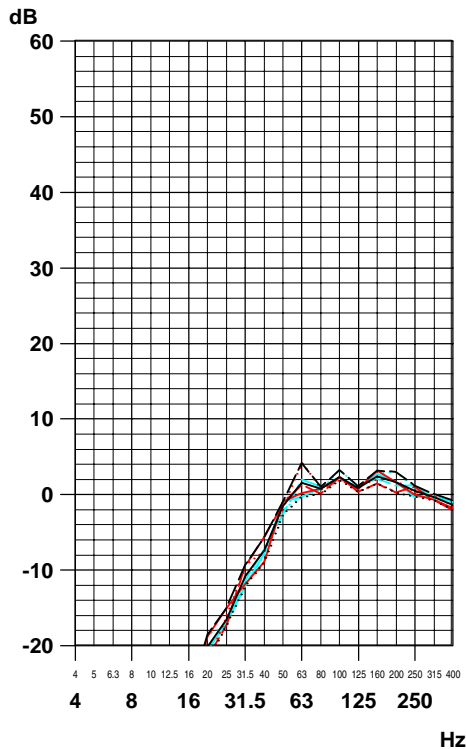
633.49; DST_LS6.seq; 25.02.14; 15:56:32

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050 Ausfahrende Regionalzüge Richtung Regensburg

Abb. 5.2.LS.12

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

(1)	11
(2)	10
(3)	11
(4)	11
(5)	11
(6)	11
(7)	11
(8)	12
(9)	10

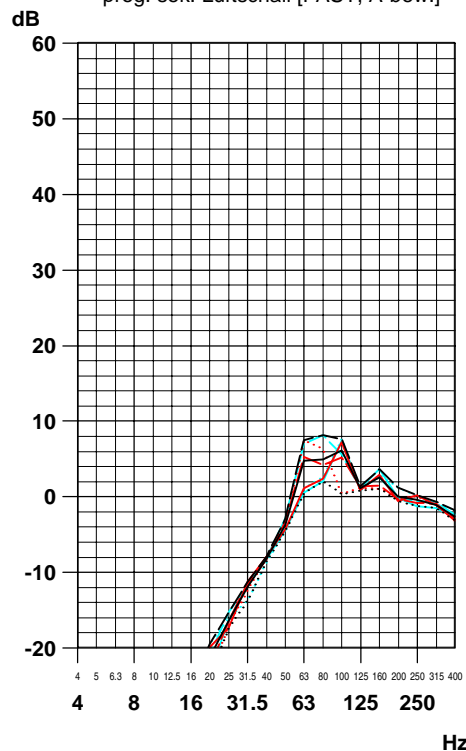
rechtes Diagramm

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

(1)	13
(2)	14
(3)	12
(4)	13
(5)	13
(6)	14
(7)	13
(8)	15
(9)	11

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

Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

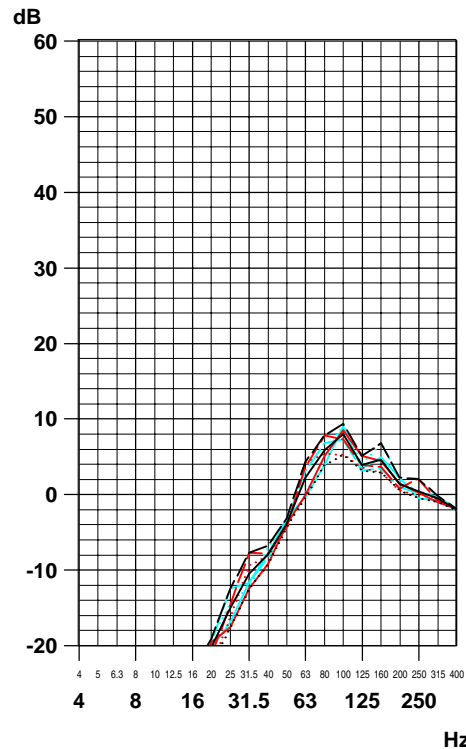
(1)	12
(2)	12
(3)	12
(4)	12
(5)	13
(6)	12
(7)	12
(8)	14
(9)	10

rechtes Diagramm

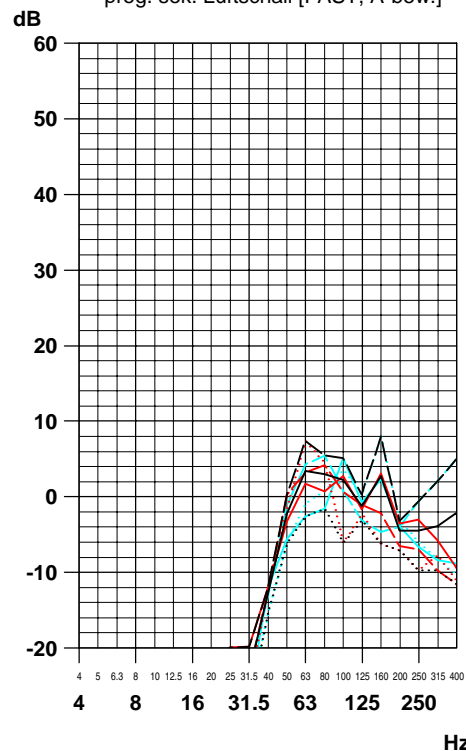
LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	10
(2)	10
(3)	10
(4)	9
(5)	11
(6)	11
(7)	10
(8)	14
(9)	5

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



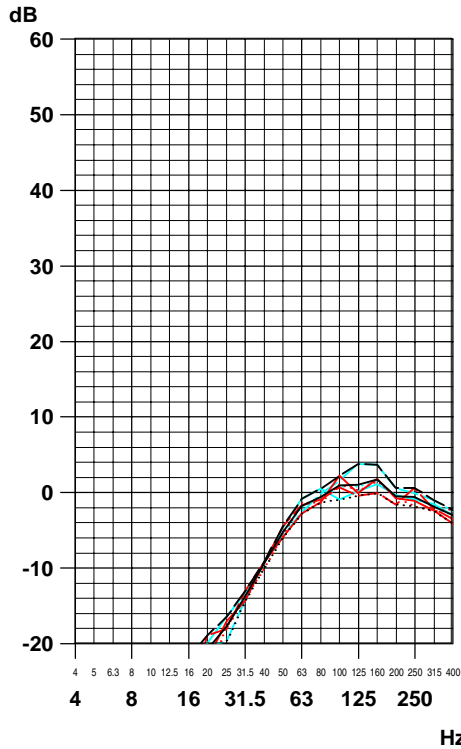
633.49; DST_LS6.seq; 25.02.14; 15:14:38

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050
Ausfahrende Regionalzüge Richtung Hof

Abb. 5.2.LS.13

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 01Z; vertikal
Geb. 1, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

(1)	9
(2)	9
(3)	9
(4)	9
(5)	10
(6)	9
(7)	9
(8)	11
(9)	8

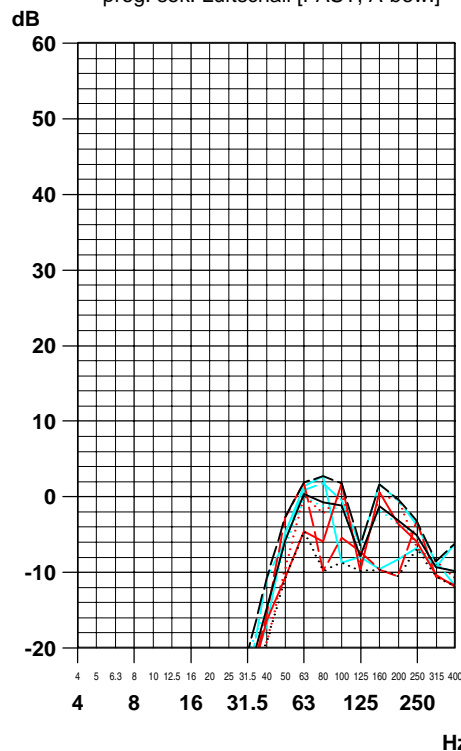
rechtes Diagramm

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

(1)	11
(2)	7
(3)	11
(4)	7
(5)	13
(6)	10
(7)	11
(8)	14
(9)	4

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

Messpunkt 21Z; vertikal
Geb. 13, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

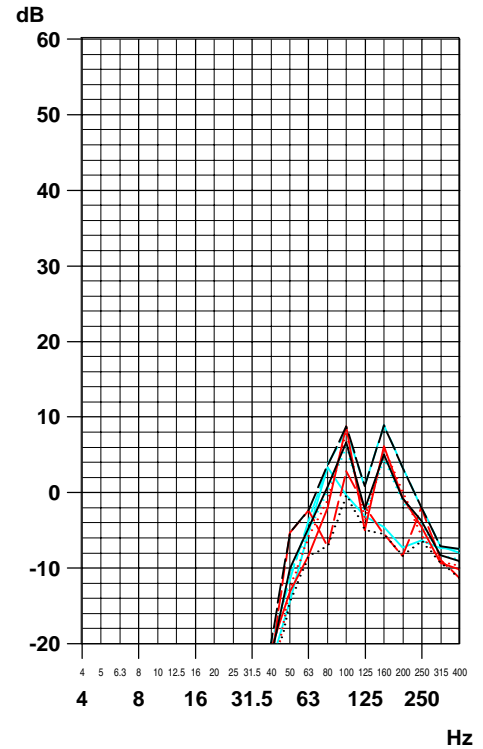
(1)	6
(2)	5
(3)	7
(4)	6
(5)	8
(6)	6
(7)	7
(8)	9
(9)	1

rechtes Diagramm

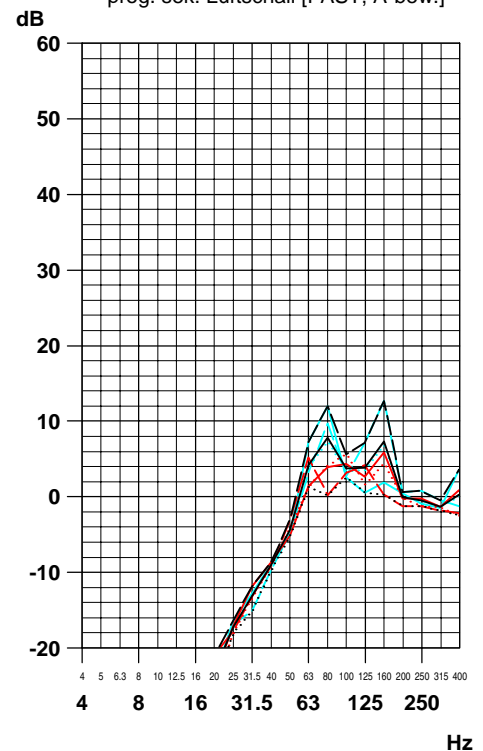
LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

(1)	12
(2)	11
(3)	12
(4)	15
(5)	16
(6)	13
(7)	13
(8)	17
(9)	9

Messpunkt 11Z; vertikal
Geb. 7, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 02Z; vertikal
Geb. 3, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



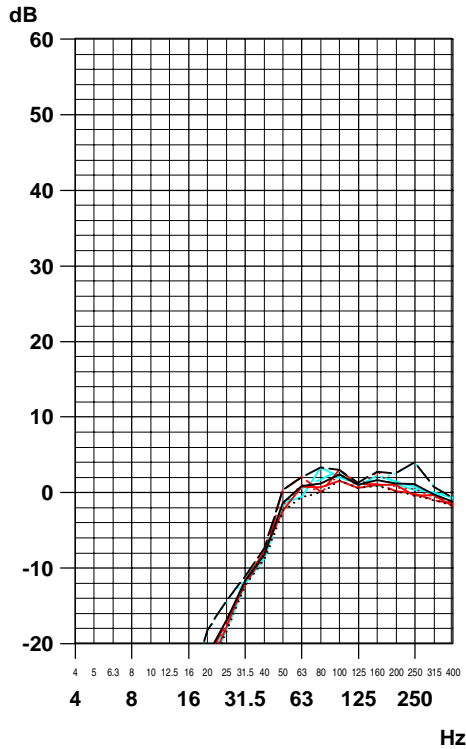
633.49; DST_LS7.seq; 25.02.14; 15:17:23

Prognostizierter Sekundärluftschall, Strecke 5050
Ausfahrende Regionalzüge Richtung Hof

Abb. 5.2.LS.14

A-bewertete Sekundärluftschall-Terzspektren

Messpunkt 03Z; vertikal
Geb. 5, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

- | | |
|-----|----|
| (1) | 10 |
| (2) | 11 |
| (3) | 10 |
| (4) | 11 |
| (5) | 11 |
| (6) | 11 |
| (7) | 11 |
| (8) | 12 |
| (9) | 10 |

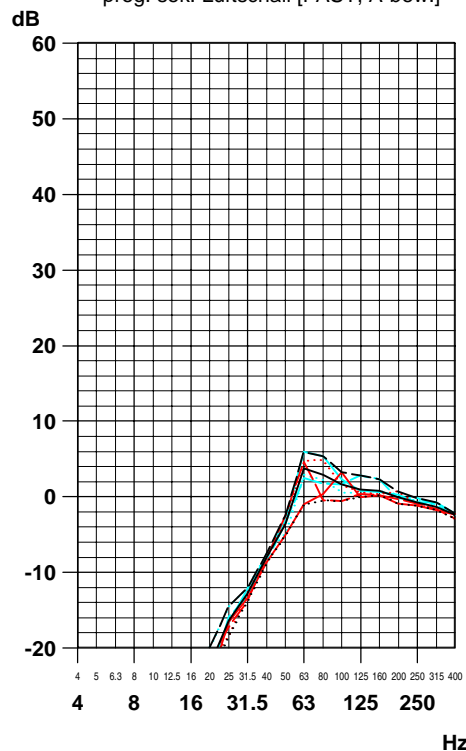
rechtes Diagramm

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

- | | |
|-----|----|
| (1) | 10 |
| (2) | 10 |
| (3) | 11 |
| (4) | 11 |
| (5) | 10 |
| (6) | 11 |
| (7) | 10 |
| (8) | 12 |
| (9) | 9 |

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

Messpunkt 12Z; vertikal
Geb. 12, Abstand v. Gleismitte ca. 60 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



linkes Diagramm

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

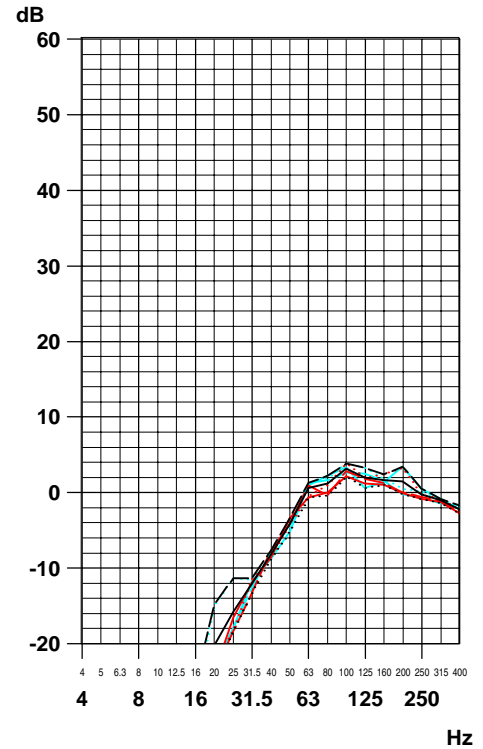
- | | |
|-----|----|
| (1) | 9 |
| (2) | 10 |
| (3) | 11 |
| (4) | 12 |
| (5) | 11 |
| (6) | 10 |
| (7) | 11 |
| (8) | 12 |
| (9) | 9 |

rechtes Diagramm

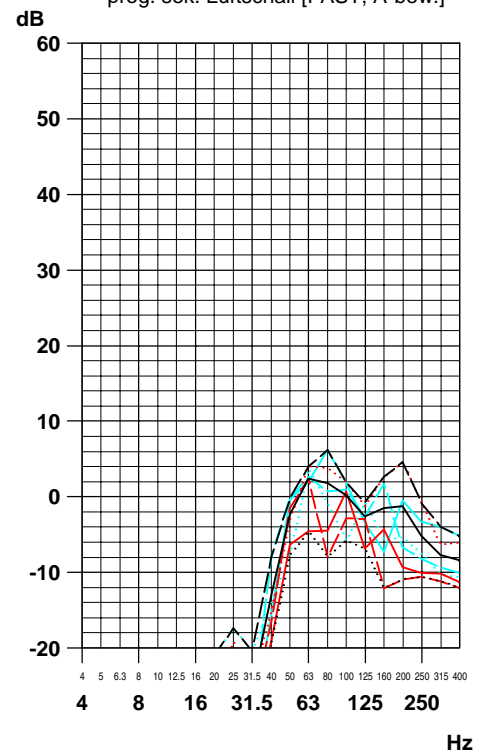
LAF [dB(A), re 2e-5 Pa]
Terz 20 - 315 Hz

- | | |
|-----|----|
| (1) | 5 |
| (2) | 6 |
| (3) | 11 |
| (4) | 10 |
| (5) | 9 |
| (6) | 7 |
| (7) | 9 |
| (8) | 12 |
| (9) | 2 |

Messpunkt 04Z; vertikal
Geb. 6, Abstand v. Gleismitte ca. 40 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



Messpunkt 22Z; vertikal
Geb. 16, Abstand v. Gleismitte ca. 80 m
prog. sek. Luftschall [FAST, A-bew.]



633.49; DST_LS7.seq; 25.02.14; 15:17:46