



Erschütterungstechnische Untersuchung beim Bau- vorhaben Longericher Straße, Köln



Erschütterungstechnische Untersuchung beim Bau- vorhaben Longericher Straße, Köln

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 76 Seiten, davon 41 Seiten Text und 35 Seiten Anlagen.

Auftraggeber: Cube Asset XVIII GmbH
Werkstättenstraße 39B
51379 Leverkusen

Berichtsnummer: F 9624-3-BER-001
Datum: 24.01.2025

Referenz: TJ/TJ
Ansprechperson: Dipl.-Phys. T. Jaquet
0231 725 49 91 - 71
thomas.jaquet@peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	6
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien	7
3	Örtliche Gegebenheiten / Gebietsnutzungen / Betriebsprogramm	10
4	Beurteilungsgrundlagen für Erschütterungen	12
4.1	Allgemeines	12
4.2	Beurteilungsgrößen für Schienenverkehr	14
4.2.1	Ermittlung der Beurteilungsgrößen für Erschütterungen durch Schienenverkehr	16
4.2.2	Beurteilung gemessener Erschütterungsimmissionen auf neu zu errichtende Gebäude	18
4.3	Sekundärluftschall	18
5	Erschütterungsmessungen	20
5.1	Ort und Zeit der Messungen	20
5.2	Messgeräte	20
5.3	Messdurchführung	20
5.4	Auswertung der Messungen	20
6	Auswerte- und Prognoseverfahren	21
6.1	Einflussgrößen für Erschütterungen	21
6.2	Beschreibung der Methodik	21
6.2.1	Prognose eines Güterzuges auf Gleis 1	22
6.2.2	Prognose der geplanten Erschütterungsimmissionen in 8 bzw. 24 Meter Entfernung zur Bahnlinie auf einer Länge von 54 Metern	22
6.3	Prognoseunsicherheit	22
7	Prognose der Erschütterungsimmissionen	23
7.1	Allgemeines	23
7.2	Prognosen der Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse in 8 Metern Entfernung (Messpunkte 1(23) und 1.1(21))	23
7.2.1	Messpunkt 1(23)	23
7.2.2	Messpunkt 1.1(21)	24

7.3	Prognosen der Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse in 24 Metern Entfernung (Messpunkte 2(24) und 2.1(26))	26
7.3.1	Messpunkt 2(24)	26
7.3.2	Messpunkt 2.1(26)	27
8	Berechnung und Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen	29
8.1	Allgemeines	29
8.2	Ergebnisse der Prognosen der Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) in 8 Metern Entfernung (Messpunkte 1(23) und 1.1(21))	30
8.2.1	Messpunkt 1(23)	30
8.2.2	Messpunkt 1.1(21)	31
8.3	Ergebnisse der Prognosen der Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) in 24 Metern Entfernung (Messpunkte 2(24) und 2.1(26))	31
8.3.1	Messpunkt 2(24)	32
8.3.2	Messpunkt 2.1(26)	33
8.4	Ergebnisse der Prognosen der Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) in 8 Metern Entfernung (Messpunkte 1(23) und 1.1(21))	34
8.4.1	Messpunkt 1(23)	34
8.4.2	Messpunkt 1.1(21)	35
8.5	Ergebnisse der Prognosen der Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) in 24 Metern Entfernung (Messpunkte 2(24) und 2.1(26))	36
8.5.1	Messpunkt 2(24)	36
8.5.2	Messpunkt 2.1(26)	37
9	Zusammenfassung	38
9.1	Untersuchung der prognostizierten Immissionen in 8 Meter Entfernung zur Gleisanlage	38
9.2	Untersuchung der prognostizierten Immissionen in 24 Meter Entfernung zur Gleisanlage	39
9.3	Fazit	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Betriebszahlen der vorderen (1-5), mittleren (106/114/117) und hinteren Gleise (2615/2610)	11
Tabelle 4.1:	Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung [20]	14

Tabelle 4.2:	Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1, Abschnitt 6.2	14
Tabelle 4.3:	Bewertungsfaktoren zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Charakteristik von Zugvorbeifahrten und Trassenlage	16
Tabelle 7.1:	Prognostizierte Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse am Messpunkt 1(23)	24
Tabelle 7.2:	Prognostizierte Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse am Messpunkt 1.1(21)	25
Tabelle 7.3:	Prognostizierte Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse am Messpunkt 2(24)	27
Tabelle 7.4:	Prognostizierte Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse am Messpunkt 2.1(26)	28
Tabelle 8.1:	Prognostizierte Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) auf Basis der Messergebnisse am MP1(23)	30
Tabelle 8.2:	Prognostizierte Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) auf Basis der Messergebnisse am MP1.1(21)	31
Tabelle 8.3:	Prognostizierte Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) auf Basis der Messergebnisse am MP2(24)	32
Tabelle 8.4:	Prognostizierte Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) auf Basis der Messergebnisse an MP2.1(26)	33
Tabelle 8.5:	Prognostizierte mittlere Maximalpegel $L_{\max}$ auf Basis der Messergebnisse an MP1(23)	34
Tabelle 8.6:	Prognostizierte mittlere Maximalpegel $L_{\max}$ auf Basis der Messergebnisse an MP1.1(21)	35
Tabelle 8.7:	Prognostizierte mittlere Maximalpegel $L_{\max}$ auf Basis der Messergebnisse an MP2.1(26)	36
Tabelle 8.8:	Prognostizierte mittlere Maximalpegel $L_{\max}$ auf Basis der Messergebnisse an MP2.1(26)	37

1 Situation und Aufgabenstellung

Für den Standort an der Longericher Straße wurde von der Cube Real Estate, zusammen mit dem Stadtplanungsamt der Stadt Köln und der KölnBusiness Wirtschaftsförderungs-GmbH das Konzept eines verdichteten, gewerblich geprägten Quartiers entwickelt. Durch eine bedarfs- und standortgerechte, innovative und nachhaltige Entwicklung, soll urbane Produktion in gewerblich geprägter, immissionsarmer Mischnutzung (Handwerk, Produktion, Büro / Dienstleistung / Forschung und Entwicklung, Quartiersbedarf, Lebensmittelmarkt, Wohnen/besondere Wohnformen) realisiert werden.

Das schmale Gesamtgrundstück hat eine Größe von ca. 39.000 m², ist etwa 80 m breit und ca. 450 m lang. Es verläuft parallel zwischen der Longericher Straße und den Bahngleisen der Deutschen Bahn. Es liegt auf Höhe des ehemaligen Verschiebebahnhofs Nippes, unmittelbar neben dem 2018 eröffneten ICE-Instandhaltungswerks auf der nordöstlichen Seite, sowie dem angrenzenden Stadtteil Bilderstöckchen auf der südwestlichen Seite.

Ziel dieser Untersuchung ist es, Aussagen bezüglich der Erschütterungs-, sowie sekundären Luftschallimmissionen hinsichtlich der im Untersuchungsbereich geplanten Bebauung prognostizieren zu können.

Für die Prognose der auf die zukünftige Bebauung einwirkenden Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen, wurde eine Untersuchung der vom Schienenverkehr ausgehenden Erschütterungen durchgeführt.

Hierzu erfolgten am 26. und 27.11.2024 Erschütterungsmessungen auf dem Grundstück Longericher Straße.

Die Ergebnisse der Untersuchung werden gemäß DIN 4150 Teil 2 [5] und der aktuellen Rechtslage [19] für die Erschütterungen und in Anlehnung an die Anforderungen unterschiedlicher Vorgaben wie der 24. BImSchV [2], VDI 2719 [15] für die sekundären Luftschallimmissionen beurteilt. Bei Überschreitungen der Anforderungen an die Erschütterungs- oder sekundären Luftschallimmissionen werden Minderungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Die Ergebnisse dieser Messungen sowie die Prognose und deren Beurteilung sind im nachfolgenden Bericht dargestellt.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1] BlmSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G	Aktuelle Fassung
[2] 24. BlmSchV 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung	Geändert am 23.09.1997 und Begründung in Bundesratsdrucksache 363/96 vom 02.07.1996	V	04.02.1997
[3] TA Lärm Sechste AVwV zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm	Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 26, herausgegeben vom Bundesministerium des Inneren vom 28.09.1998	VV	26.08.1998, zuletzt geändert am 01.06.2017
[4] DIN 4150, Teil 1	Erschütterungen im Bauwesen, Vorermittlungen von Schwingungsgrößen	N	2001
[5] DIN 4150, Teil 2, Entwurf	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	Lit.	August 2023
[6] Alte Version DIN 4150, Teil 2	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	Lit.	1999
[7] DIN 4150, Teil 3	Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkungen auf bauliche Anlagen	N	2016
[8] DIN 45669, Teil 1	Messung von Schwingungsmissionen - Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung	N	2010
[9] DIN 45669, Teil 2	Messung von Schwingungsmissionen - Messverfahren	N	2005
[10] DIN 45672, Teil 2	Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen - Auswerteverfahren	N	1995

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[11] DIN 45672, Teil 2	Schwingungsmessung an Schienenverkehrswegen – Auswerteverfahren	N	2020
[12] DIN 45680	Messung und Bewertung tief-frequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft	N	1997
[13] DIN 45680, Beiblatt 1	Messung und Bewertung tief-frequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen	N	1997
[14] VDI 2038, Blatt 3	Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen, Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik, Sekundärer Luftschall – Grundlagen, Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung	RIL	2013
[15] VDI 2719	Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen	RIL	1987
[16] Körperschall und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, Beweissicherung, Prognose, Beurteilung und Schutzmaßnahmen	Landesumweltamt NRW	Lit.	1999
[17] A. Said, D. Fleischer, H. Fastl, H.-P. Grütz, G. Hölzl "Laborversuche zur Ermittlung von Unterschiedsschwellen bei der Wahrnehmung von Erschütterungen aus dem Schienenverkehr	DAGA 2000, Seite 496-497	Lit.	2000
[18] DB-Richtlinie 820.2050 "Erschütterungen und sekundärer Luftschall" mit Anhängen A01, A02, A03, A04 und A06	DB Netz AG, Technik- und Anlagenmanagement Fahrbahn Oberbautechnik – I.NPF 111	Lit.	2017
[19] Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes (BVerwG) zum Ausbau einer Eisenbahnstrecke; Schutz gegen Erschütterungen und sekundären Luftschall	Aktenzeichen 7 A 14/09	Lit.	21.12.2010

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[20] Taschenbuch der Technischen Akustik	G. Müller, M. Möser (Hrsg.), 3. Auflage	Lit.	2003
[21] Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen	Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)	Lit.	06.03.2018
[22] Amtsblatt der Stadt Köln	Bekanntmachung der Bauleitplanung "Longericher Straße Köln_Bilderstöckchen	RdErl.	19.04.2023
[23] Planunterlagen	Rahmenplan des Bauvorhabens, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P	16.07.2024

Kategorien:

G: Gesetz

V: Verordnung

VV: Verwaltungsvorschrift

RdErl.: Runderlass

N: Norm

RIL: Richtlinie

Lit: Buch, Aufsatz, Berichtigung

P: Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten / Gebietsnutzungen / Betriebsprogramm

Das schmale Gesamtgrundstück hat eine Größe von ca. 39.000 m², ist etwa 80 m breit und ca. 450 m lang. Es liegt auf Höhe des ehemaligen Verschiebebahnhofs Nippes, unmittelbar neben dem 2018 eröffneten ICE-Instandhaltungswerks auf der nordöstlichen Seite, sowie dem angrenzenden Stadtteil Bilderstöckchen auf der südwestlichen Seite.

Es verläuft parallel zwischen der Longericher Straße und den Bahngleisen der Deutschen Bahn.

Durch den Zugverkehr auf der Bahnlinie verursachte Erschütterungsemissionen, können zu Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen in der geplanten Bebauung führen.

Um die Auswirkungen auf die geplante Bebauung und deren Nutzer prognostizieren zu können, erfolgten auf dem Grundstück Erschütterungsmessungen. Die Messpunkte der Erschütterungsmessung sind in Anlage 2 dokumentiert.

Für das Grundstück liegt kein gültiger Bebauungsplan vor. Am 16.03.2023 wurde ein Bebauungsplanverfahren für das Gebiet mit der Longericher Straße im Süd-Westen, der Unterführung der Etzel Straße unter den Bahngleisen im Nord-Westen, den Bahngleisen im Nord-Osten und Brachflächen sowie einem Discount-Lebensmittelmarkt im Süd-Osten beschlossen [22]. Für die folgende Untersuchung und Beurteilung wird die augenscheinliche Gebietsnutzung zugrunde gelegt und als Mischgebiet bewertet.

Für die Untersuchung der durch den Schienenverkehr verursachten Erschütterungsemissionen, wurde das angrenzende Gleisfeld in die hinteren Gleise (2610/2615), die mittleren Gleise (106/114/117) und die vorderen Gleise 1 bis 5 unterteilt. Die Unterteilung ist detailliert in Anlage 2 dargestellt.

Die vom Verkehrsmanagement der DB AG übermittelten Verkehrsbelastungszahlen beziehen sich auf die hinteren Gleise und sind in Tabelle 3.1 dargestellt. Da es sich bei den vorderen und mittleren Gleisen um Rangiergleise handelt beruhen die Belastungszahlen auf den an zwei Messtagen aufgenommenen Zahlen.

Tabelle 3.1: Betriebszahlen der vorderen (1-5), mittleren (106/114/117) und hinteren Gleise (2615/2610)

Gleis	Zugkategorie	Anzahl Fahrten	
		Tag (06 – 22 Uhr)	Nacht (22 – 6 Uhr)
1	GZ	1	0
2	ICE	3	0
3	ICE	3	0
5	ICE	6	0
106/114/117	GZ	2	0
	S-Bahn	16	2
2615	GZ	42	21
2610	GZ	4	2
	S-Bahn	176	30
	RE	74	12

4 Beurteilungsgrundlagen für Erschütterungen

4.1 Allgemeines

Die während einer Erschütterungsimmissionsmessung erfasste und registrierte Messgröße ist die Schwingschnelle $v(t)$ in mm/s (das Schnellesignal). Diese Größe ist gemäß DIN 4150, Teil 3 [7] ohne jegliche Zeit- und Frequenzbewertung zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude heranzuziehen.

Entsprechend der DIN 4150, Teil 2 [5] wird zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden als Beurteilungsgröße das frequenz- und zeitbewertete Erschütterungssignal, gemessen in Raummitte der am stärksten betroffenen Geschossdecke, herangezogen. Die Frequenzbewertung erfolgt dabei nach DIN 4150, Teil 2 in Form der so genannten "KB-Bewertung". Das Ergebnis der Bewertung ist der gleitende Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals nach folgender Gleichung:

$$KB_{\tau}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_{\xi=0}^t e^{-\left(\frac{t-\xi}{\tau}\right)} \cdot KB^2(\xi) d\xi}$$

Als Zeitbewertung wird der gleitende Effektivwert mit einer Zeitkonstanten von $\tau = 0,125$ s gebildet. Zur Konkretisierung der verwendeten Zeitkonstante wird, entsprechend der Norm, die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ genannt. Die während der Beurteilungszeit erfasste höchste bewertete Schwingstärke wird als Maximalwert KB_{Fmax} bezeichnet.

Da es sich bei Erschütterungsimmissionen nicht um gleichförmige Schwingungen, sondern um stochastische Einzelvorgänge handelt, kann gemäß DIN 4150, Teil 2, der Beginn eines jeden Ereignisses (Zugvorbeifahrt) an den Anfang eines Taktes gelegt werden. Durch dieses Verfahren wird die Anwendung des Takt-Maximal-Bewertungsverfahrens auf Erschütterungen aus oberirdischem Bahnverkehr deutlich vereinfacht. Dies bedeutet nämlich, dass jedem Maximalwert KB_F einer Zugvorbeifahrt bei üblicher Zuggeschwindigkeit und -länge jeweils ein Takt zugeordnet wird. Aus diesen ermittelten Taktmaximalwerten KB_{FTi} wird der Taktmaximal-Effektivwert KB_{FTm} nach nachfolgender Gleichung berechnet:

$$KB_{FTm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N KB_{FTi}^2}$$

Bei Anwendung dieser Gleichung sind alle Werte $KB_{FTi} \leq 0,1$ zu Null zu setzen, jedoch gehen diese Takte in die Anzahl N ein und beeinflussen somit den Effektivwert.

Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen werden zwei Beurteilungsgrößen herangezogen. Dies sind zum einen die maximal bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} sowie, falls erforderlich, die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} . Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} ist der Taktmaximal-Effektivwert über die Beurteilungszeit. Diese Beurteilungs-Schwingstärke wird nach DIN 4150, Teil 2 [5] mit folgender Gleichung berechnet:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{T_r} \sum_j T_{e,j} \cdot KB_{FTm,j}^2}$$

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

$T_{e,j}$ = Teileinwirkungszeiten

$KB_{FTm,j}$ = Taktmaximal-Effektivwerte die für die Teileinwirkungszeiten $T_{e,j}$ repräsentativ sind

In die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} geht also Art und Anzahl der Erschütterungsereignisse innerhalb der Beurteilungszeiten Tag und Nacht mit dem jeweiligen von der entsprechenden Erschütterungsquelle abhängigen Takt-Maximal-Effektivwert KB_{FTm} ein.

Die so ermittelten Beurteilungsgrößen KB_{Fmax} und KB_{FTr} werden mit den in der DIN 4150, Teil 2, angegebenen Anhaltswerten, unter Zugrundelegung verschiedener Gebietsnutzungen für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen, verglichen (siehe Tabelle 4.2).

Hierbei sind drei unterschiedliche Anhaltswerte A_u , A_0 und A_r angegeben.

Ist der ermittelte KB_{Fmax} -Wert kleiner oder gleich dem "unteren" Anhaltswert A_u , ist die Anforderung der DIN 4150, Teil 2, erfüllt.

Ist der ermittelte KB_{Fmax} -Wert größer als der "obere" Anhaltswert A_0 , sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.

Für Werte von $A_0 \geq KB_{Fmax} \geq A_u$ ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} zu ermitteln und mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen. Ist KB_{FTr} kleiner bzw. gleich dem Anhaltswert A_r , so sind die Anforderungen der Norm eingehalten.

KB -Werte $\leq 0,1$ gehen gemäß Norm nicht in die Beurteilung mit ein. Ein solcher Wert kann als Maß für die Fühlschwelle herangezogen werden, wobei die Tatsache, ob ein Erschütterungsereignis gespürt wird von vielen individuellen Faktoren und dem subjektiven Empfinden abhängt (siehe auch Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung [20]

Bewertete Schwingstärke KB	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
> 6,3	sehr stark spürbar

4.2 Beurteilungsgrößen für Schienenverkehr

Die DIN 4150 Teil 2 befindet sich aktuell in der Novellierung und liegt seit August 2023 als Entwurf vor. Um die Aktualität eines Erschütterungsgutachtens auch für die Zukunft zu gewährleisten, wird im Folgenden der oben genannte Stand der DIN 4150-2 als Bewertungsgrundlage herangezogen.

Die Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr sind nach 6.3 zu beurteilen und mit den Anhaltswerten der Tabelle 1, "6.2 Anhaltswerte" der DIN 4150, Teil 2 (siehe hier Tabelle 4.2), zu vergleichen. Dabei sind die Besonderheiten entsprechend den jeweils unterschiedlichen Ausgangssituationen nach 6.5.3.4 bis 6.5.3.7 zu beachten.

Tabelle 4.2: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1, Abschnitt 6.2

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		Au	Ao	Ar	Au	Ao	Ar
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 (siehe Industriegebiete BauNVO, §9).	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (siehe Gewerbegebiete BauNVO, §8).	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		Au	Ao	Ar	Au	Ao	Ar
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (siehe Kerngebiete BauNVO, §7, urbane Gebiete BauNVO, §6a Mischgebiete BauNVO, §6, Dorfgebiete BauNVO, §5).	0,2	5	0,1	0,1	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (siehe reines Wohngebiet BauNVO, §3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, §4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, §2).	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

Laut Kapitel 6.5.3.3 der neuen DIN 4150-2 [5] werden zur angemessenen Berücksichtigung von Erschütterungsimmissionen aus dem Zugbetrieb für die Zuggattungen die in Tabelle 4.3 aufgeführten Bewertungsfaktoren α_{Zug} festgelegt. Diese berücksichtigen:

- die Art des Zugbetriebs;
- den Fahrzeugtyp sowie;
- die Trassenlage (ober- oder unterirdisch).

Tabelle 4.3: Bewertungsfaktoren zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Charakteristik von Zugvorbeifahrten und Trassenlage

Zeile	Bewertungsfaktor α_{Zug}		Rechtliche Grundlage des Zugbetriebes	Beschreibung der Züge (Zuggattung)
	Oberirdisch	unterirdisch		
1	0,7	1,0	Bau- und Betriebsordnung für Straßenbahnen (BOStrab)	Straßen-, Stadt- und U-Bahnen
2	0,8	1,0	Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung (EBO)	S-Bahnen
3	0,9	1,0		sonstige Personenverkehrszüge
4	1,0	1,0		Güterzüge ($\leq 600\text{m}$)
5	1,3	1,3		lange Güterzüge ($> 600\text{m}$)

Der Bewertungsfaktor α_{Zug} ersetzt in der neuen Fassung der DIN 4150-2 die Erhöhung der Anhaltswerte für Strecken mit reiner Nutzung des Personennahverkehrs mit dem Faktor 1,5, wie sie in der alten Fassung vorgesehen war.

4.2.1 Ermittlung der Beurteilungsgrößen für Erschütterungen durch Schienenverkehr

Um die Erschütterungseinwirkungen auf ein Gebäude anhand der Anhaltswerte gemäß Tabelle 4.2 zu beurteilen, werden die Beurteilungsgrößen $\mathbf{KB_{Fmax}}$ als Maximalwert aller Taktmaximalwerte ($\mathbf{KB_{FTi}}$) und $\mathbf{KB_{FTr}}$ aus dem auf die Beurteilungszeit bezogenen Taktmaximal-Effektivwert ($\mathbf{KB_{FTm}}$) ermittelt.

Taktmaximal-Effektivwert ($\mathbf{KB_{FTm}}$)

Die Ermittlung des Taktmaximal-Effektivwertes ($\mathbf{KB_{FTm}}$) erfolgt gesondert für jede Zugkategorie und wird als $\mathbf{KB_{FTm,Zug}}$ bezeichnet. Die Zugkategorien sind hierbei aus den Zuggattungen nach Tabelle 4.3 und unter Bezug auf beispielsweise Gleise, Fahrzeugtypen, Fahrzeuggeschwindigkeiten, je nach Aufgabenstellung und örtlicher Situation, zu bilden. Im Normalfall ist mindestens eine Zugkategorie je Gleis oder Fahrtrichtung und Zuggattung zu unterscheiden. Hierbei sind die Einzelheiten aus dem jeweiligen Betriebsprogramm oder Fahrplan abzuleiten.

Unabhängig von der tatsächlichen Einwirkungszeit wird jede Zugfahrt mit nur einem Takt gezählt. Als Ergebnis wird somit je Vorbeifahrt nur ein $\mathbf{KB_{FTi,Zug}}$ -Wert ermittelt. Daher wird in der nachfolgenden Gleichung die Anzahl der vorbeifahrenden Züge berücksichtigt.

Die Taktmaximal-Effektivwerte $KB_{FTm,Zug}$ für die einzelnen Zugkategorien und Gleise berechnen sich nach folgender Gleichung:

$$KB_{FTm,Zug} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N KB_{FTi,Zug}^2}$$

Hierbei sind $KB_{FTi,Zug}$ -Werte kleiner als 0,1 mit zu berücksichtigen.

Beurteilungs-Schwingstärke (KB_{FTr})

Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} berechnet sich anschließend anhand der Taktmaximal-Effektivwerte $KB_{FTm,Zug}$ und der Bewertungsfaktoren α_{Zug} gemäß Tabelle 4.3 nach:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\sum_{Zug=1}^{N_z} \frac{n_{Zug}}{N_e} \cdot (\alpha_{Zug} \cdot KB_{FTm,Zug})^2}$$

mit:

- N_z = Anzahl der unterschiedlichen Zugkategorien im jeweiligen Beurteilungszeitraum (tags oder nachts)
- n_{Zug} = Anzahl der Züge je Zugkategorie im jeweiligen Beurteilungszeitraum
- N_e = Anzahl der Takte im jeweiligen Beurteilungszeitraum (tags: 1920, nachts: 960)
- α_{Zug} = Bewertungsfaktor nach Tabelle 4.3

Taktmaximalwert (KB_{Fmax})

Der Taktmaximalwertes KB_{Fmax} für jede Zugkategorie wird auf Grundlage des Taktmaximal-Effektivwerte $KB_{FTm,Zug}$ folgendermaßen ermittelt:

$$KB_{Fmax,Zug} = 1,5 \cdot KB_{FTm,Zug}$$

Die maximale bewertete Schwingstärke aller Züge berechnet sich gemäß:

$$KB_{Fmax} = \max \{KB_{FTmax,Zug}\}$$

4.2.2 Beurteilung gemessener Erschütterungsimmissionen auf neu zu errichtende Gebäude

Entsprechend der DIN 4150-2 sind die Beurteilungsgrößen, soweit erforderlich, zu ermitteln und mit den Anhaltswerten A nach Tabelle 4.2 zu vergleichen.

Hierbei ist wie in Abschnitt 4.1 beschrieben vorzugehen.

Wird im erschütterungstechnischen Einflussbereich von Schienenverkehrswegen neu zu erstellende Gebäude geplant, sind im Rahmen der zu erstellenden Erschütterungsprognosen jeweils für den Tages- und Nachtzeitraum die Werte für A_u , A_r und A_o nach Tabelle 4.2 in Abhängigkeit der Gebietseinstufung anzustreben.

Bei Zugkategorien mit seltenen bzw. nicht regelmäßigen Vorbeifahrten oder wenn die Umsetzung von Maßnahmen zum Erschütterungsschutz als unverhältnismäßig bewertet werden, kann es erforderlich sein, den Betroffenen Erschütterungen bis zu einem oberen Anhaltswert von $A_o=0,6$ nachts zuzumuten.

4.3 Sekundärluftschall

Aufgrund vom Schienenverkehr hervorgerufenen Erschütterungen innerhalb von Gebäuden können durch die Anregung der Raumbegrenzungsflächen und der hieraus bedingten Schallabstrahlung Schallimmissionen in Form von Sekundärluftschall auftreten.

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallpegel aus Bahnbetrieb existieren keine verbindlichen Normen und Regelwerke. In der Rechtsprechung werden häufig die noch zulässigen Innenraumpegel aus der 24. BImSchV (24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) [2] und der VDI 2719 [15] bestätigt. Die TA Lärm [3] hingegen kann nicht direkt zur Beurteilung von Schallimmissionen in Gebäuden herangezogen werden, da der Anwendungsbereich der TA Lärm sich auf gewerblich genutzte Anlagen bezieht und nicht auf Verkehrslärm oder Verkehrsanlagen.

Aus den Regularien der 24. BImSchV und der VDI 2719 lassen sich als Zumutbarkeitsschwelle mittlere Innenraumpegel von 40 dB(A) im Tageszeitraum von 6 bis 22 Uhr für Wohn- und Büroräume und 30 dB(A) im Nachtzeitraum von 22 bis 6 Uhr für Schlafräume ableiten. Hierbei erfolgt keine Unterscheidung hinsichtlich der Gebietsnutzung. Das Bundesverwaltungsgericht legt in seinem Urteil vom 21.12.2010 [19] diese Vorgehensweise ebenfalls nahe:

"Ein spezielles Regelwerk zur Bestimmung der Zumutbarkeit beim sekundären Luftschall gibt es bislang nicht. Zur Schließung dieser Lücke ist auf Regelwerke zurückzugreifen, die auf von der Immissionscharakteristik vergleichbare Sachlagen zugeschnitten sind. Dabei ist in erster Linie dem Umstand Rechnung zu tragen, dass es sich bei dem hier auftretenden sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt. Das legt eine Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen 24. BImSchV [...] nahe... "

Die VDI 2719 [15] definiert nahezu die gleichen Zumutbarkeitsschwellen wie sie sich aus der 24. BImSchV ableiten lassen. Es werde jedoch in der VDI 2719 weitere Raumnutzungen

berücksichtigt und auch ein mittlerer Maximalpegel für die sekundären Luftschallimmissionen angeben.

Die VDI 2719 gibt jedoch Spannen von Innenpegel, sowohl für den Mittelungspegel als auch den Maximalpegel an. Für die Zulässigkeit bzw. als Zumutbarkeitsschwelle zum Beispiel in bestehenden Situationen oder für den Ausbau von Schienenstrecken kann der jeweilige obere Bereich der Wertespannen herangezogen werden und die Werte von 40 dB(A) tags und 30 dB(A) nachts verwendet werden. Als Maximalpegel sollten jeweils um 10 dB höhere Werte als zulässig angesehen werden.

5 Erschütterungsmessungen

5.1 Ort und Zeit der Messungen

Die Erschütterungsmessungen am Grundstück an der Longericher Straße wurde am 26. und 27.11.2024 durchgeführt. Aufgrund der unterschiedlichen Gleislagen und mehreren Weichen auf Länge des Baugrundstücks, wurde die Messung in zwei Messketten mit einem Abstand von 54 Metern und je 3 Messpunkten durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der Messumgebung und der Messaufbauten ist in Anlage 2 dargestellt.

5.2 Messgeräte

Die Erschütterungsmessungen wurden entsprechend der DIN 4150, Teil 2, in Verbindung mit DIN 45669, Teil 1 [8] und Teil 2 [9] sowie der DB-Richtlinie zum Erschütterungs- und Körperschallschutz [18] durchgeführt.

Die Messpunkte wurden auf Dreipunktlagern gemäß DIN 45669 aufgestellt und mittels Hartklebewachs angebracht. Die Lage der Messpunkte ist in Anlage 2 dargestellt.

Die Erschütterungsimmissionen wurden mittels Geophone (Schwingungsmesser nach DIN 45669 A3HV 315/1) mit dem Messsystem BlueStack der Firma Wölfel aufgezeichnet. Die eingesetzten Messketten sind in Anlage 2 dargestellt.

Die Frequenzanalysen erfolgten mittels der Auswertesoftware (MEDA) der Firma Wölfel.

5.3 Messdurchführung

Während der gesamten Messzeiten wurden Erschütterungsanregungen durch Zugvorbeifahrten erfasst. Dabei wurden ggf. Besonderheiten / Auffälligkeiten festgehalten.

Die Messungen am 26. und 27.11.2024 wurden von Herrn André Waltrich und Herrn Felix Ehrgott durchgeführt.

5.4 Auswertung der Messungen

Die Auswertung der Erschütterungsimmissionen erfolgte gemäß DIN 4150 Teil 2 [5] beziehungsweise der DB-Richtlinie zum Erschütterungs- und Körperschallschutz [18].

6 Auswerte- und Prognoseverfahren

6.1 Einflussgrößen für Erschütterungen

Maßgeblich für die Höhe der Erschütterungsimmissionen ist die Höhe der Emission und der Abstand der zu betrachtenden Gebäude zu den Bahngleisen. Weitere Einflussgrößen sind:

- die Bodenbeschaffenheit auf dem Übertragungsweg,
- die Bauweise der Gebäude,
- die gefahrene Geschwindigkeit,
- der Zustand der Gleise,
- das eingesetzte Wagenmaterial.

Beim Einfluss des Abstandes des zu betrachtenden Gebäudes von den Bahngleisen ist in der Regel bei einer mehrgleisigen Strecke davon auszugehen, dass je näher das Gebäude an der Bahntrasse steht, desto größer werden die Unterschiede zwischen den Immissionen aus den einzelnen Gleisen.

Vergrößert sich der Abstand von der Trasse, so gleichen sich die Immissionen aus den einzelnen Gleisen an, da der Einfluss der relativen Abstandsunterschiede gegenüber dem Gesamtabstand an Relevanz verliert.

Die Bodenbeschaffenheit auf dem Übertragungsweg sowie die Bauweise des jeweiligen Gebäudes haben bei der Prognose von Erschütterungen meist einen schwer abschätzbaren Einfluss.

6.2 Beschreibung der Methodik

Die Prognosen der Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen erfolgen auf Basis der vorliegenden Planunterlagen der Baumaßnahme[23].

Mittels der messtechnisch erfassten Emissionen bzw. Immissionen sowie den theoretischen Übertragungsfunktionen aus der Literatur erfolgte die Prognose der am geplanten Gebäude zu erwartenden Erschütterungsimmissionen.

Für die allgemeinen Erschütterungsimmissionen wurden im ersten Schritt Frequenzanalysen (Terz-F-max) durchgeführt und diese anschließend energetisch gemittelt. Diese gemittelten Terz-F-max Frequenzspektren für die Messpunkte gehen als Eingangsdaten in die Prognosen ein. Durch die Verwendung von Terz-F-Max Spektren liegen die berechneten Prognosen auf der sicheren Seite, da für diese Spektren zu jeder Terz der während der Erschütterungseinwirkungen maximal aufgetretene Messwert zugeordnet wird. Dies tritt so in der Realität allgemein nicht auf und führt daher bei der Prognose in der Regel zu höheren Werten.

6.2.1 Prognose eines Güterzuges auf Gleis 1

Ein auf Gleis 1 fahrender Güterzug konnte an zwei Messtagen zwar beobachtet, allerdings nicht gemessen werden. Für diesen wurde das energetisch gemittelte Emissionsspektrum einer in Topografie, Untergrund und Geschwindigkeit vergleichbarer Güterzugvorbeifahrt als Eingangswert angesetzt.

6.2.2 Prognose der geplanten Erschütterungsimmissionen in 8 bzw. 24 Meter Entfernung zur Bahnlinie auf einer Länge von 54 Metern

Aufgrund der unterschiedlichen Gleislagen und mehreren Weichen auf Länge des Baugrundstücks, wurde die Messung in zwei Messketten mit einem Abstand von 54 Metern und je 3 Messpunkten durchgeführt. Für die Prognose werden die erfassten Erschütterungsemissionen der Messpunkte 1 und 1.1 (in 8 Meter Entfernung zum Gleis 1) sowie der Messpunkte 2 und 2.1 (in 24 Meter Entfernung zum Gleis 1) herangezogen. So soll sowohl für nah an der Gleisanlage als auch weiter entfernt geplante Gebäude eine realistische Aussage getroffen werden.

6.3 Prognoseunsicherheit

Die generelle messtechnische Unsicherheit bei der Ermittlung von KBF-Werten kann gemäß DIN 4150 Teil 2 [5] mit 15 % beziffert werden. Die zur Prognose herangezogenen Übertragungsfunktionen für die Transmission im Erdboden, den Übergang vom Fundament auf die Decken im Gebäude sowie die Geschwindigkeitskorrektur, sind ebenfalls mit Unsicherheiten behaftet.

Als Eingangsdaten für die Prognose werden jedoch Emissionsspektren herangezogen, welche die Zugvorbeifahrten mit den höchsten Erschütterungsimmissionen verursacht haben. Im Mittel aller Zugvorbeifahrten wird eine niedrigere Erschütterungsimmission auftreten. Weiterhin wurden für die Prognose sogenannte Terz-F-Max-Spektren verwendet [18], welche in der Regel bis zu 10 dB über dem gemittelten Emissionsspektrum liegen. Eine Prognoseunsicherheit von 20 % bewirkt eine Pegelunsicherheit, die deutlich geringer (< 2 dB) ist. Erfahrungsgemäß werden daher die zukünftig zu erwartenden Erschütterungen tendenziell konservativ überschätzt.

Die Anforderungswerte sind jedoch durch die ermittelten, gemessenen oder prognostizierten Ergebnisse einzuhalten, es ist nicht erforderlich, die Anforderungen durch den ermittelten Wert zuzüglich der Unsicherheit einzuhalten.

7 Prognose der Erschütterungsimmissionen

7.1 Allgemeines

Die detaillierten Prognoseberechnungen für die gemessenen Erschütterungsimmissionen können den Anlagen 3 bis 6 entnommen werden.

Die nachfolgende Prognose der Erschütterungsimmissionen in geplanten Gebäuden erfolgen auf Grundlage der Messergebnisse an den Messpunkten 1(23), 1.1(21), 2(24) und 2.1(26).

In einer Entfernung von 8 bis 24 Metern Entfernung zum Gleis ist auf Höhe des ersten Messquerschnitts (MP 1(23) und MP2(24)) ein Hotel, auf Höhe des zweiten Messquerschnitts (MP 1.1(21) und MP 2.1(26)) Wohnnutzung geplant. Die Prognose wird hier aufgrund der besonders sensiblen Nutzungen an dieser Stelle sowohl für den Tages- als auch den Nachtzeitraum bewertet.

Das dem Gebäuden am nächsten liegende Gleis wird im Folgenden sowie den Prognoseberechnungen als Gleis 1, die dahinterliegenden Gleise als Gleis 2-5, mittleren und hintere Gleise bezeichnet. Eine genaue Darstellung dieser Betrachtung ist in Anlage 2 dargestellt.

Die Beurteilung der prognostizierten Erschütterungseinwirkungen für die zukünftige Bebauung erfolgt für eine Gebietsausweisung als Mischgebiet (MI) gemäß den Empfehlungen des Entwurfes der DIN 4150, Teil 2.

7.2 Prognosen der Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse in 8 Metern Entfernung (Messpunkte 1(23) und 1.1(21))

Die folgenden Prognosen beziehen sich auf die Messpunkte 1(23) und 1.1(21). Diese befinden sich in einem Abstand von 8 Metern zum Gleis eins und einem Abstand von 54 Metern zueinander. Die genaue Position ist im Anlage 2 dargestellt. Die Ergebnisse sollen Aufschluss über die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen in nah der Gleisanlage geplanten Gebäuden auf dem Grundstück geben.

7.2.1 Messpunkt 1(23)

Auf Basis des Messpunktes 1(23) und Übertragungsfunktionen für Erschütterungsimmissionen für Betondecken im Eigenfrequenzbereich von 8 Hz bis 80 Hz werden im Folgenden die Erschütterungsimmissionen für die zukünftige Bebauung prognostiziert.

Vor dem Vergleich der prognostizierten Beurteilungsschwingstärken KB_{Fr} mit den Anhaltswerten A_r für den Tages- und Nachtzeitraum ist ein Vergleich der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} mit dem oberen Anhaltswert A_o erforderlich.

Der obere Anhaltswert A_o für Mischgebiete (MI) im Tageszeitraum von **5** wird mit **2,38** eingehalten. Der untere Anhaltswert A_u von **0,2** im Tageszeitraum wird jedoch überschritten.

Daher erfolgt nachfolgend zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen ein Vergleich der berechneten Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} mit den Anhaltswerten A_r für den Tages- und Nachtzeitraum.

Das angewendete spektrale Prognoseverfahren zur Berechnung der in den Gebäuden zu erwartenden Erschütterungsimmissionen gibt lediglich Taktmaximal-Effektivwerte KB_{FT_m} aus, welche zur Berechnung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} benötigt werden. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle und im Detail in Anlage 3 dargestellt. Die höchste sich aus den Prognoseberechnungen ergebenden Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} ist **fett** gedruckt dargestellt und die Überschreitung der Anhaltswerte grau hinterlegt.

Tabelle 7.1: Prognostizierte Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse am Messpunkt 1(23)

Immissionsort	KB_{FT_r}		A_r		$KB_{FT_r} \leq A_r$	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	0,015	0,000	0,1	0,07	ja	ja
10 Hz Betondecke	0,026	0,017				
12,5 Hz Betondecke	0,022	0,000				
16 Hz Betondecke	0,025	0,000				
20 Hz Betondecke	0,026	0,000				
25 Hz Betondecke	0,036	0,000				
31,5 Hz Betondecke	0,037	0,000				
40 Hz Betondecke	0,034	0,000				
50 Hz Betondecke	0,033	0,000				
62,5 Hz Betondecke	0,030	0,000				
80 Hz Betondecke	0,025	0,000				

Wie den in Tabelle 7.1 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann, werde die dargestellten Prognoseberechnung zufolge hier die Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Mischgebiet (MI) im Tages- und Nachtzeitraum eingehalten.

7.2.2 Messpunkt 1.1(21)

Auf Basis des Messpunktes 1.1(21) und Übertragungsfunktionen für Erschütterungsimmissionen für Betondecken im Eigenfrequenzbereich von 8 Hz bis 80 Hz werden im Folgenden die Erschütterungsimmissionen für die zukünftige Bebauung prognostiziert.

Vor dem Vergleich der prognostizierten Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} mit den Anhaltswerten A_r für den Tages- und Nachtzeitraum ist ein Vergleich der maximalen bewerten Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ mit dem oberen Anhaltswert A_o erforderlich.

Der obere Anhaltswert A_o für Mischgebiete (MI) im Tageszeitraum von **5** wird mit **2,38** eingehalten. Der untere Anhaltswert A_u von **0,2** im Tageszeitraum wird jedoch überschritten.

Daher erfolgt nachfolgend zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen ein Vergleich der berechneten Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} mit den Anhaltswerten A_r für den Tages- und Nachtzeitraum.

Das angewendete spektrale Prognoseverfahren zur Berechnung der in den Gebäuden zu erwartenden Erschütterungsimmissionen gibt lediglich Taktmaximal-Effektivwerte $KB_{FT_{tm}}$ aus, welche zur Berechnung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} benötigt werden. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle und im Detail in Anlage 4 dargestellt. Die höchste sich aus den Prognoseberechnungen ergebenden Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} ist **fett** gedruckt dargestellt und die Überschreitung der Anhaltswerte grau hinterlegt.

Tabelle 7.2: Prognostizierte Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse am Messpunkt 1.1(21)

Immissionsort	KB_{FT_r}		A_r		$KB_{FT_r} \leq A_r$	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	0,015	0,000	0,1	0,07	ja	ja
10 Hz Betondecke	0,026	0,017				
12,5 Hz Betondecke	0,022	0,000				
16 Hz Betondecke	0,025	0,000				
20 Hz Betondecke	0,026	0,000				
25 Hz Betondecke	0,036	0,000				
31,5 Hz Betondecke	0,037	0,000				
40 Hz Betondecke	0,034	0,000				
50 Hz Betondecke	0,033	0,000				
62,5 Hz Betondecke	0,030	0,000				
80 Hz Betondecke	0,025	0,000				

Wie den in Tabelle 7.2 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann, werden der dargestellten Prognoseberechnung zufolge hier die Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Mischgebiet (MI) im Tages- und Nachtzeitraum eingehalten.

7.3 Prognosen der Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse in 24 Metern Entfernung (Messpunkte 2(24) und 2.1(26))

Die folgenden Prognosen beziehen sich auf die Messpunkte 2(24) und 2.1(26). Diese befinden sich in einem Abstand von 24 Metern zum Gleis eins und einem Abstand von 54 Metern zueinander. Die genaue Position ist im Anlage 2 dargestellt. Die Ergebnisse sollen Aufschluss über die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen in weiter entfernt geplanten Gebäuden auf dem Grundstück geben.

7.3.1 Messpunkt 2(24)

Auf Basis des Messpunktes 2(24) und Übertragungsfunktionen für Erschütterungsimmissionen für Betondecken im Eigenfrequenzbereich von 8 Hz bis 80 Hz werden im Folgenden die Erschütterungsimmissionen für die zukünftige Bebauung prognostiziert.

Vor dem Vergleich der prognostizierten Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} mit den Anhaltswerten A_r für den Tages- und Nachtzeitraum ist ein Vergleich der maximalen bewerteten Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ mit dem oberen Anhaltswert A_o erforderlich.

Der obere Anhaltswert A_o für Mischgebiete (MI) im Tageszeitraum von **5** wird mit **0,49** eingehalten. Der untere Anhaltswert A_u von **0,2** im Tageszeitraum wird jedoch überschritten.

Daher erfolgt nachfolgend zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen ein Vergleich der berechneten Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} mit den Anhaltswerten A_r für den Tages- und Nachtzeitraum.

Das angewendete spektrale Prognoseverfahren zur Berechnung der in den Gebäuden zu erwartenden Erschütterungsimmissionen gibt lediglich Taktmaximal-Effektivwerte KB_{FT_m} aus, welche zur Berechnung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} benötigt werden. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle und im Detail in Anlage 5 dargestellt. Die höchste sich aus den Prognoseberechnungen ergebenden Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} ist **fett** gedruckt dargestellt und die Überschreitung der Anhaltswerte grau hinterlegt.

Tabelle 7.3: Prognostizierte Erschütterungsimmissionen auf Basis der Messergebnisse am Messpunkt 2(24)

Immissionsort	KB _{FT_r}		A _r		KB _{FT_r} ≤ A _r	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	0,003	0,000	0,1	0,07	ja	ja
10 Hz Betondecke	0,005	0,000				
12,5 Hz Betondecke	0,006	0,000				
16 Hz Betondecke	0,009	0,000				
20 Hz Betondecke	0,008	0,000				
25 Hz Betondecke	0,009	0,000				
31,5 Hz Betondecke	0,007	0,000				
40 Hz Betondecke	0,005	0,000				
50 Hz Betondecke	0,004	0,000				
62,5 Hz Betondecke	0,004	0,000				
80 Hz Betondecke	0,003	0,000				

Wie den in Tabelle 7.3 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann, werden der dargestellten Prognoseberechnung zufolge hier die Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Mischgebiet (MI) im Tages- und Nachtzeitraum eingehalten.

7.3.2 Messpunkt 2.1(26)

Auf Basis des Messpunktes 4(26) und Übertragungsfunktionen für Erschütterungsimmissionen für Betondecken im Eigenfrequenzbereich von 8 Hz bis 80 Hz werden im folgenden die Erschütterungsimmissionen für die zukünftige Bebauung prognostiziert.

Vor dem Vergleich der prognostizierten Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} mit den Anhaltswerten A_r für den Tages- und Nachtzeitraum ist ein Vergleich der maximalen bewerten Schwingstärke KB_{Fmax} mit dem oberen Anhaltswert A_o erforderlich. Der obere Anhaltswert A_o für Mischgebiete (MI) im Tageszeitraum von **5** wird für KB_{Fmax} von **0,49** eingehalten.

Daher erfolgt nachfolgend zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen ein Vergleich der berechneten Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} mit den Anhaltswerten A_r für den Tages- und Nachtzeitraum.

Das angewendete spektrale Prognoseverfahren zur Berechnung der in den Gebäuden zu erwartenden Erschütterungsimmissionen gibt lediglich Taktmaximal-Effektivwerte KB_{FTm} aus, welche zur Berechnung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} benötigt werden. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle und im Detail in Anlage 6 dargestellt. Die höchste sich aus den Prognoseberechnungen ergebenden Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} ist **fett** gedruckt dargestellt.

Tabelle 7.4: Prognostizierte Erschütterungsimmissionen Basis der Messergebnisse am Messpunkt 2.1(26)

Immissionsort	KB _{FTr}		A _r		KB _{FTr} ≤ A _r	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	0,005	0,000	0,1	0,07	ja	ja
10 Hz Betondecke	0,019	0,016				
12,5 Hz Betondecke	0,009	0,000				
16 Hz Betondecke	0,008	0,000				
20 Hz Betondecke	0,008	0,000				
25 Hz Betondecke	0,009	0,000				
31,5 Hz Betondecke	0,007	0,000				
40 Hz Betondecke	0,005	0,000				
50 Hz Betondecke	0,004	0,000				
62,5 Hz Betondecke	0,004	0,000				
80 Hz Betondecke	0,003	0,000				

Wie den in Tabelle 7.4 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann, werden der dargestellten Prognoseberechnung zufolge hier die Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Mischgebiet (MI) im Tages- und Nachtzeitraum eingehalten.

8 Berechnung und Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen

8.1 Allgemeines

Eine messtechnische Erfassung des sekundären Luftschallanteils bei oberirdisch verlaufenden Strecken ist, da gleichzeitig direkt einfallender primärer Luftschall auftritt, in der Regel nicht möglich. Ein solch messtechnischer Nachweis wäre nur bei einem entsprechend großen Abstand von Sekundärluftschallpegel zum direkt über die Gebäudefassade einfallenden Luftschall zu führen. Dies ist z. B. dann möglicherweise gegeben, wenn eine ausreichende Schalldämmung der Fassade (Massivbauweise ohne Fenster) eines Messraums vorliegt.

Durch Anwendung des in Kapitel 4.3 erwähnten empirischen Zusammenhangs zwischen auftretendem Schwingschnellepegel und dem Sekundärluftschallpegel konnten die derzeitigen und die nach dem Ausbau zu erwartenden sekundären Luftschallimmissionen analog zu der Prognose der auftretenden Erschütterungsimmissionen ermittelt werden.

Aus den Regularien der 24. BImSchV lassen sich mittlere Innenraumpegel von 40 dB(A) tags für Wohn- und Büroräume und 30 dB(A) nachts für Schlafräume als Zumutbarkeitsschwelle ableiten [2]. Hierbei erfolgt keine Unterscheidung hinsichtlich der Gebietsnutzung.

Für neu zu errichtende Gebäude gelten für den sekundären Luftschall strengere Zumutbarkeitsschwellen: Für den Mittelungspegel (L_r) sind in diesem Fall **35 dB(A)** tagsüber und **25 dB(A)** nachts maßgeblich. Für den Maximalpegel (L_{max}) sind es **45 dB(A)** tagsüber und **35 dB(A)** nachts. Diese Werte orientieren sich an der allgemeinen Wahrnehmungsgrenze für sekundären Luftschall und berücksichtigen erhöhte Anforderungen an den Wohnkomfort in modernen Bauprojekten. Die strengeren Pegel sind unabhängig von der Gebietsnutzung und basieren auf Annahmen zur Schalldämmung und der Dynamik des Gebäudes. Die Regelung betrifft sowohl den Mittelungspegel als auch den Maximalpegel, die jeweils 5 dB unter den Schwellenwerten für Bestandsgebäude liegen.

8.2 Ergebnisse der Prognosen der Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) in 8 Metern Entfernung (Messpunkte 1(23) und 1.1(21))

Die folgenden Prognosen beziehen sich auf die Messpunkte 1(23) und 1.1(21). Diese befinden sich in einem Abstand von 8 Metern zum Gleis eins und einem Abstand von 54 Metern zueinander. Die genaue Position ist im Anlage 2 dargestellt. Die Ergebnisse sollen Aufschluss über die zu erwartenden Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) in nah der Gleisanlage geplanten Gebäuden auf dem Grundstück geben.

8.2.1 Messpunkt 1(23)

In der nachfolgenden Tabelle 8.3 sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) aufgeführt. Die höchsten prognostizierten Beurteilungspegel für den Tages- und Nachtzeitraum sind **fett** gedruckt dargestellt.

Tabelle 8.1: Prognostizierte Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) auf Basis der Messergebnisse am MP1(23)

Immissionsort	Lr [dB(A)]		Lr zulässig [dB(A)]		Einhaltung	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	11,0	0,0	35	25	ja	ja
10 Hz Betondecke	11,2	0,3				
12,5 Hz Betondecke	11,4	0,6				
16 Hz Betondecke	11,8	0,9				
20 Hz Betondecke	12,5	1,8				
25 Hz Betondecke	13,5	3,3				
31,5 Hz Betondecke	14,3	4,0				
40 Hz Betondecke	14,8	4,2				
50 Hz Betondecke	15,8	5,2				
62,5 Hz Betondecke	16,6	5,5				
80 Hz Betondecke	17,3	5,8				

Wie den in Tabelle 8.1 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann liegen für die geplanten Gebäude auf dem Grundstück deutliche Einhaltung an die sekundären Mittelungspegel gemäß 24. BImSchV vor.

8.2.2 Messpunkt 1.1(21)

In der nachfolgenden Tabelle 8.2 sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) aufgeführt. Die höchsten prognostizierten Beurteilungspegel für den Tages- und Nachtzeitraum sind **fett** gedruckt dargestellt.

Tabelle 8.2: Prognostizierte Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) auf Basis der Messergebnisse am MP1.1(21)

Immissionsort	Lr [dB(A)]		Lr zulässig[dB(A)]		Einhaltung	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	11,2	0,0	35	25	ja	ja
10 Hz Betondecke	11,4	0,2				
12,5 Hz Betondecke	11,6	0,5				
16 Hz Betondecke	12,0	0,9				
20 Hz Betondecke	12,7	1,8				
25 Hz Betondecke	13,6	3,4				
31,5 Hz Betondecke	14,4	3,7				
40 Hz Betondecke	14,9	4,1				
50 Hz Betondecke	15,8	4,9				
62,5 Hz Betondecke	16,8	5,7				
80 Hz Betondecke	17,7	6,0				

Wie den in Tabelle 8.2 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann liegen für die geplanten Gebäude auf dem Grundstück deutliche Einhaltungen an die sekundären Mittelungspegel gemäß 24. BImSchV vor.

8.3 Ergebnisse der Prognosen der Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) in 24 Metern Entfernung (Messpunkte 2(24) und 2.1(26))

Die folgenden Prognosen beziehen sich auf die Messpunkte 2(24) und 2.1(26). Diese befinden sich in einem Abstand von 24 Metern zum Gleis eins und einem Abstand von 54 Metern zueinander. Die genaue Position ist im Anlage 2 dargestellt. Die Ergebnisse sollen Aufschluss über die zu erwartenden Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) in weiter entfernt geplanten Gebäuden auf dem Grundstück geben.

8.3.1 Messpunkt 2(24)

In der nachfolgenden Tabelle sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) aufgeführt. Die höchsten prognostizierten Beurteilungspegel für den Tages- und Nachtzeitraum sind **fett** gedruckt dargestellt.

Tabelle 8.3: Prognostizierte Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) auf Basis der Messergebnisse am MP2(24)

Immissionsort	Lr [dB(A)]		Lr zulässig[dB(A)]		Einhaltung	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	4,6	-1,3	35	25	ja	ja
10 Hz Betondecke	4,8	-1,1				
12,5 Hz Betondecke	5,1	-0,9				
16 Hz Betondecke	5,5	-0,5				
20 Hz Betondecke	6,3	0,5				
25 Hz Betondecke	7,7	2,0				
31,5 Hz Betondecke	8,2	2,1				
40 Hz Betondecke	8,6	2,6				
50 Hz Betondecke	9,5	3,6				
62,5 Hz Betondecke	10,2	4,3				
80 Hz Betondecke	11,0	4,8				

Wie den in Tabelle 8.3 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann liegen für die geplanten Gebäude auf dem Grundstück deutliche Einhaltung an die sekundären Mittelungspegel gemäß 24. BImSchV vor.

8.3.2 Messpunkt 2.1(26)

In der nachfolgenden Tabelle sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) aufgeführt. Die höchsten prognostizierten Beurteilungspegel für den Tages- und Nachtzeitraum sind **fett** gedruckt dargestellt.

Tabelle 8.4: Prognostizierte Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) auf Basis der Messergebnisse an MP2.1(26)

Immissionsort	L _r [dB(A)]		L _r zulässig [dB(A)]		Einhaltung	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	4,7	-0,9	35	25	ja	ja
10 Hz Betondecke	4,9	-0,7				
12,5 Hz Betondecke	5,2	-0,5				
16 Hz Betondecke	5,6	-0,1				
20 Hz Betondecke	6,4	0,8				
25 Hz Betondecke	7,9	2,5				
31,5 Hz Betondecke	8,6	3,2				
40 Hz Betondecke	9,1	3,5				
50 Hz Betondecke	9,4	3,5				
62,5 Hz Betondecke	10,0	4,0				
80 Hz Betondecke	10,8	4,7				

Wie den in Tabelle 8.4 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann liegen für die geplanten Gebäude auf dem Grundstück deutliche Einhaltung an die sekundären Mittelungspegel gemäß 24. BImSchV vor.

8.4 Ergebnisse der Prognosen der Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) in 8 Metern Entfernung (Messpunkte 1(23) und 1.1(21))

Die folgenden Prognosen beziehen sich auf die Messpunkte 1(23) und 1.1(21). Diese befinden sich in einem Abstand von 8 Metern zum Gleis eins und einem Abstand von 54 Metern zueinander. Die genaue Position ist im Anlage 2 dargestellt. Die Ergebnisse sollen Aufschluss über die zu erwartenden Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) in naher Gleisanlage geplanten Gebäuden auf dem Grundstück geben.

8.4.1 Messpunkt 1(23)

In der nachfolgenden Tabelle sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) für die geplante Bebauung aufgeführt.

Tabelle 8.5: Prognostizierte mittlere Maximalpegel L_{max} auf Basis der Messergebnisse an MP1(23)

Immissionsort	prognostizierter mittlerer Maximal- pegel L_{max} [dB(A)] Tag/Nacht	Anforderung an mittleren Maxi- malpegel L_{max} [dB(A)]		Einhaltung	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	48,3	45	35	nein	nein
10 Hz Betondecke	48,4				
12,5 Hz Betondecke	48,7				
16 Hz Betondecke	49,0				
20 Hz Betondecke	49,7				
25 Hz Betondecke	50,5				
31,5 Hz Betondecke	51,4				
40 Hz Betondecke	51,9				
50 Hz Betondecke	53,0				
62,5 Hz Betondecke	53,9				
80 Hz Betondecke	54,5				

Wie den in Tabelle 8.5 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann liegen für die geplanten Gebäude auf dem Grundstück teils deutliche Überschreitungen an die sekundären Maximalpegel gemäß 24. BImSchV vor.

8.4.2 Messpunkt 1.1(21)

In der nachfolgenden Tabelle sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) für die geplante Bebauung aufgeführt.

Tabelle 8.6: Prognostizierte mittlere Maximalpegel L_{max} auf Basis der Messergebnisse an MP1.1(21)

Immissionsort	prognostizierter mittlerer Maximal- pegel L_{max} [dB(A)] Tag/Nacht	Anforderung an mittleren Maxi- malpegel L_{max} [dB(A)]		Einhaltung	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	48,3	45	35	nein	nein
10 Hz Betondecke	48,4				
12,5 Hz Betondecke	48,7				
16 Hz Betondecke	49,0				
20 Hz Betondecke	49,7				
25 Hz Betondecke	50,5				
31,5 Hz Betondecke	51,4				
40 Hz Betondecke	51,9				
50 Hz Betondecke	53,0				
62,5 Hz Betondecke	53,9				
80 Hz Betondecke	54,5				

Wie den in Tabelle 8.6 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann liegen für die geplanten Gebäude auf dem Grundstück teils deutliche Überschreitungen an die sekundären Maximalpegel gemäß 24. BImSchV vor.

8.5 Ergebnisse der Prognosen der Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) in 24 Metern Entfernung (Messpunkte 2(24) und 2.1(26))

Die folgenden Prognosen beziehen sich auf die Messpunkte 2(24) und 2.1(26). Diese befinden sich in einem Abstand von 24 Metern zum Gleis eins und einem Abstand von 54 Metern zueinander. Die genaue Position ist im Anlage 2 dargestellt. Die Ergebnisse sollen Aufschluss über die zu erwartenden Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) in weiter entfernt geplanten Gebäuden auf dem Grundstück geben.

8.5.1 Messpunkt 2(24)

In der nachfolgenden Tabelle sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) für die geplante Bebauung aufgeführt.

Tabelle 8.7: Prognostizierte mittlere Maximalpegel L_{max} auf Basis der Messergebnisse an MP2.1(26)

Immissionsort	prognostizierter mittlerer Maximal- pegel L_{max} [dB(A)] Tag/Nacht	Anforderung an mittleren Maxi- malpegel L_{max} [dB(A)]		Einhaltung	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	35,2	45	35	ja	nein
10 Hz Betondecke	35,5				
12,5 Hz Betondecke	35,9				
16 Hz Betondecke	36,3				
20 Hz Betondecke	37,1				
25 Hz Betondecke	38,6				
31,5 Hz Betondecke	39,6				
40 Hz Betondecke	40,1				
50 Hz Betondecke	40,8				
62,5 Hz Betondecke	41,0				
80 Hz Betondecke	40,5				

Wie den in Tabelle 8.7 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann liegen für die geplanten Gebäude auf dem Grundstück zwar Einhaltung der sekundären Maximalpegel gemäß 24. BImSchV vor, im Nachtzeitraum werden die Anhaltswerte jedoch überschritten.

8.5.2 Messpunkt 2.1(26)

In der nachfolgenden Tabelle sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen (Maximalpegel) für die geplante Bebauung aufgeführt.

Tabelle 8.8: Prognostizierte mittlere Maximalpegel L_{max} auf Basis der Messergebnisse an MP2.1(26)

Immissionsort	prognostizierter mittlerer Maximal- pegel L_{max} [dB(A)] Tag/Nacht	Anforderung an mittleren Maxi- malpegel L_{max} [dB(A)]		Einhaltung	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
8 Hz Betondecke	35,2	45	35	ja	nein
10 Hz Betondecke	35,5				
12,5 Hz Betondecke	35,9				
16 Hz Betondecke	36,3				
20 Hz Betondecke	37,1				
25 Hz Betondecke	38,6				
31,5 Hz Betondecke	39,6				
40 Hz Betondecke	40,1				
50 Hz Betondecke	40,8				
62,5 Hz Betondecke	41,0				
80 Hz Betondecke	40,5				

Wie den in Tabelle 8.8 dargestellten Ergebnissen entnommen werden kann liegen für die geplanten Gebäude auf dem Grundstück zwar Einhaltung der sekundären Maximalpegel gemäß 24. BImSchV vor, im Nachtzeitraum werden die Anhaltswerte jedoch überschritten.

9 Zusammenfassung

Für den Standort an der Longericher Straße wurde von der Cube Real Estate, zusammen mit dem Stadtplanungsamt der Stadt Köln und der KölnBusiness Wirtschaftsförderungs-GmbH das Konzept eines verdichteten, gewerblich geprägten Quartiers entwickelt. Durch eine bedarfs- und standortgerechte, innovative und nachhaltige Entwicklung, soll urbane Produktion in gewerblich geprägter, immissionsarmer Mischnutzung (Handwerk, Produktion, Büro / Dienstleistung / Forschung und Entwicklung, Quartiersbedarf, Lebensmittelmarkt, Wohnen/besondere Wohnformen) realisiert werden.

Ziel dieser Untersuchung ist es, Aussagen bezüglich der Erschütterungs-, sowie sekundären Luftschallimmissionen hinsichtlich der im Untersuchungsbereich geplanten Bebauung prognostizieren zu können.

Für die Prognose der auf die zukünftige Bebauung einwirkenden Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen, wurde eine Untersuchung der vom Schienenverkehr ausgehenden Erschütterungen durchgeführt.

Hierzu erfolgten am 26. und 27.11.2024 Erschütterungsmessungen auf dem Grundstück Longericher Straße.

Ein auf Gleis 1 fahrender Güterzug konnte an zwei Messtagen zwar beobachtet, allerdings nicht gemessen werden. Da es sich bei der Gleislage und dem Zugtyp um für die Untersuchung und Auswertung wichtige Daten handelt, wurde das energetisch gemittelte Emissionsspektrum einer in Topografie, Untergrund und Geschwindigkeit vergleichbarer Güterzugvorbeifahrt als Referenz angesetzt.

Die Ergebnisse der Untersuchung werden gemäß DIN 4150 Teil 2 [5] und der aktuellen Rechtslage [19] für die Erschütterungen und in Anlehnung an die Anforderungen unterschiedlicher Vorgaben wie der 24. BImSchV [2], VDI 2719 [15] für die sekundären Luftschallimmissionen beurteilt.

9.1 Untersuchung der prognostizierten Immissionen in 8 Meter Entfernung zur Gleisanlage

Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Mischgebiete (MI) werden im Tageszeitraum von 0,1 und Nachtzeitraum von 0,07 für die Gebäudeteile in 8 Metern Entfernung zum Gleis eingehalten. Diese Aussage bezieht sich auf die auf Grundlage der an den Messpunkten 1 und 1.1 erhobenen Daten, prognostizierten Erschütterungsimmissionen für Geschossdecken mit Eigenfrequenzen zwischen 8 und 80 Hz.

Auch die Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) für eine geplante Bebauung zeigen eine Einhaltung der sekundären Schallpegel gemäß 24. BImSchV von 35 dB(A) tags für Wohn- und Büroräume und 25 dB(A) nachts für Schlafräume.

Die Ergebnisse der Prognoseberechnung zum Maximalpegel für die sekundären Luftschallimmissionen zeigen teils deutliche Überschreitungen der Anforderungen im Tages und Nachtzeitraum von 45 bzw. 35 dB(A). Die hier zugrunde liegenden Erschütterungsemissionen sind auf den Schienenverkehr der Gleise 1 und 2 zurückzuführen. Auf den betreffenden Gleisen wurden an zwei Tagen jeweils nur eine Durch- bzw. Rangierfahrt dokumentiert. Die

Ereignisse können somit als nicht regelmäßig betrachtet und bei der Untersuchung der Immissionen vernachlässigt werden. Eine Betrachtung der durch den Schienenverkehr auf Gleis 3 und folgenden verursachten sekundären Luftschallimmissionen zeigt eine klare Einhaltung sowohl der Mittelungs- als auch Maximalpegel an die Anforderungen der 24. BImSchV.

9.2 Untersuchung der prognostizierten Immissionen in 24 Meter Entfernung zur Gleisanlage

Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Mischgebiete (MI) werden im Tageszeitraum von 0,1 und Nachtzeitraum von 0,07 für die Gebäudeteile in 24 Metern Entfernung zum Gleis eingehalten. Diese Aussage bezieht sich auf die auf Grundlage der an den Messpunkten 2 und 2.1 erhobenen Daten prognostizierten Erschütterungsimmissionen für Geschossdecken mit Eigenfrequenzen zwischen 8 und 80 Hz.

Auch die Sekundärluftschallimmissionen (Mittelungspegel) für eine geplante Bebauung zeigen eine Einhaltung der sekundären Schallpegel gemäß 24. BImSchV von 35 dB(A) tags für Wohn- und Büroräume und 25 dB(A) nachts für Schlafräume.

Die Ergebnisse der Prognoseberechnung zum Maximalpegel für die sekundären Luftschallimmissionen zeigen Überschreitungen der Anforderungen im Nachtzeitraum von 35 dB(A). Die hier zugrunde liegenden Erschütterungsemissionen sind auf den Schienenverkehr der Gleise 1 und 2 zurückzuführen. Auf den betreffenden Gleisen wurden an zwei Tagen jeweils nur eine Durch- bzw. Rangierfahrt dokumentiert. Die Ereignisse können somit als nicht regelmäßig betrachtet und bei der Untersuchung der Immissionen vernachlässigt werden. Eine Betrachtung der durch den Schienenverkehr auf Gleis 3 und folgenden verursachten sekundären Luftschallimmissionen zeigt eine klare Einhaltung sowohl der Mittelungs- als auch Maximalpegel an die Anforderungen der 24. BImSchV.

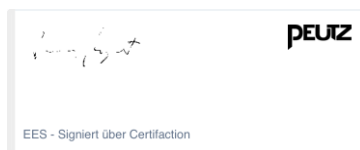
9.3 Fazit

In den geplanten Gebäuden auf dem Grundstück der Longericher Straße kommt es durch vom Schienenverkehr verursachten Erschütterungsemissionen zu keinen Überschreitungen der Erschütterungsimmissionsgrenzwerte gemäß DIN 4150-2 für Mischgebiete (MI). Durch nicht regelmäßig auftretende Zugvorbeifahrten kommt es jedoch zu Überschreitungen der Sekundärluftschallimmissionen gemäß VDI 2719. Da diese selten auftreten sind sie gemäß der DIN 4150-2 nicht maßgeblich und dementsprechend im vorliegenden Bericht nicht weiter beurteilt.

Bei einem hohen Anspruch an den Sekundärschallpegel (Maximalpegel) können ggf. Maßnahmen für die Minderung in einem separaten Bericht vorgeschlagen werden.

Für die erschütterungstechnisch erfasste Situation sind nach DIN 4150-2 und 24. BlmschV Maßnahmen zum Erschütterungsschutz nicht erforderlich.

Peutz Consult GmbH



i.V. Dipl.-Phys. Thomas Jaquet

(Projektleitung, Qualitätssicherung)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'F. Ehrhardt'.

i.A. Felix Ehrhardt

(Projektmitarbeit)

Anlagenverzeichnis

- | | |
|-----------|--|
| Anlage 1: | Planunterlagen |
| Anlage 2: | Messdokumentation |
| Anlage 3: | Erschütterungsprognosen und Prognosen des sekundären Luftschalls auf Grundlage des MP1 |
| Anlage 4: | Erschütterungsprognosen und Prognosen des sekundären Luftschalls auf Grundlage des MP1.1 |
| Anlage 5: | Erschütterungsprognosen und Prognosen des sekundären Luftschalls auf Grundlage des MP2 |
| Anlage 6: | Erschütterungsprognosen und Prognosen des sekundären Luftschalls auf Grundlage des MP2.1 |

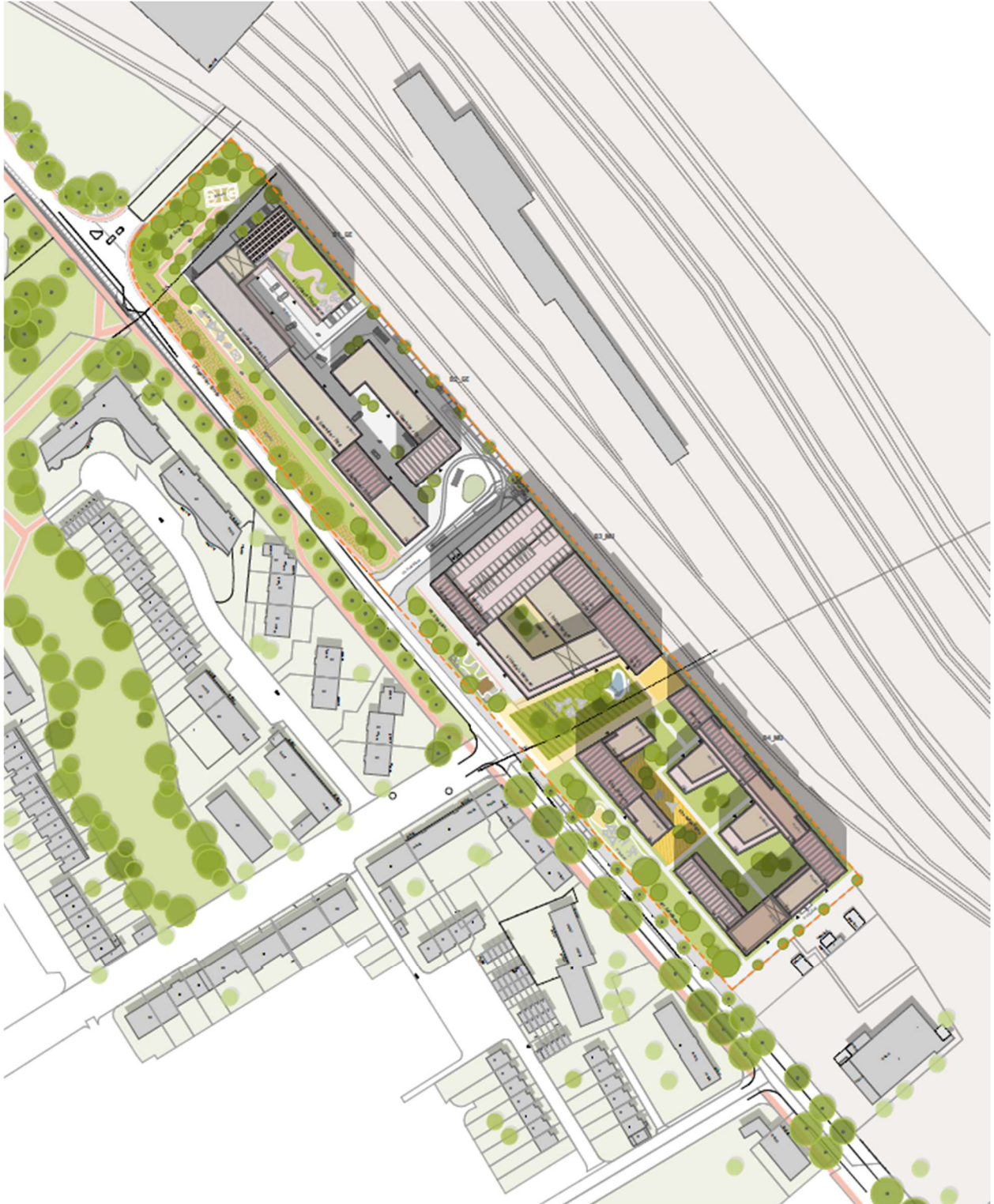


Abb. 1: Auszug Planunterlagen

**Messdokumentation zur
Erschütterungsuntersuchung F 9624
Am 26/27.11.2024
In der
Longericher Straße
50739 Köln**



Abb.1: Übersicht MQ1 & MQ2

Messquerschnitt 1- Messpunkt 1



Abb.2: MQ1, MP1, Sensor 23



Abb.3: MQ1, MP1, Sensor 23

Messquerschnitt 1- Messpunkt 2



Abb.4: MQ1, MP2, Sensor 24



Abb.5: MQ1, MP2, Sensor 24

Messquerschnitt 1- Messpunkt 3



Abb.6: MQ1, MP3, Sensor 25



Abb.7: MQ1, MP3, Sensor 25

Messquerschnitt 2 – Messpunkt 1.1



Abb.8: MQ2, MP1.1, Sensor 21



Abb.9: MQ2, MP1.1, Sensor 21

Messquerschnitt 2 – Messpunkt 2.1



Abb.10: MQ2, MP2.1, Sensor 26



Abb.11: MQ2, MP2.1, Sensor 26

Messquerschnitt 2 – Messpunkt 3.1



Abb.12: MQ2, MP3.1, Sensor 27



Abb.13: MQ2, MP3.1, Sensor 27

Übersicht Messkette

Mess-quer-schnitt	Mess-punkt	Sensor Nr.	Kanalbelegung Messsystem X/ Y/ Z	Abstand zur Gleis-mitte (Gleis1)	Ankopplung
1	MP1	23	1/ 2/ 3	8m	flach
1	MP2	24	4/ 5/ 6	24m	flach
1	MP3	25	7/ 8/ 9	54m	flach
2	MP1.1	21	- / - / 13	8m	flach
2	MP2.1	26	10/11/12	24m	flach
2	MP3.1	27	- / - / 14	54m	flach

Tab.1: Kanalbelegung der Sensorpunkte

Messkette – MEDA BlueStack

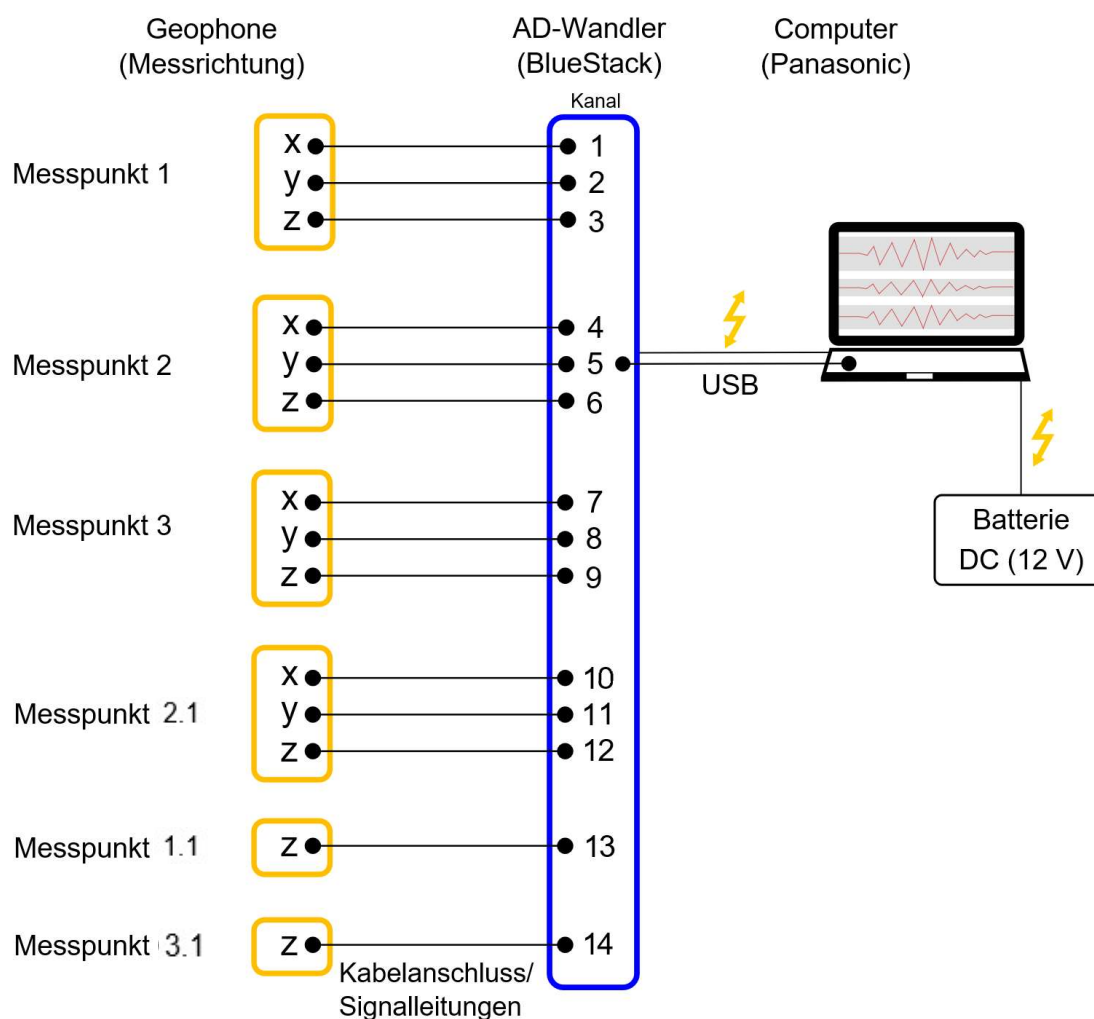


Abb.14: Übersicht Kanalbelegung Messverstärker

Skizzen

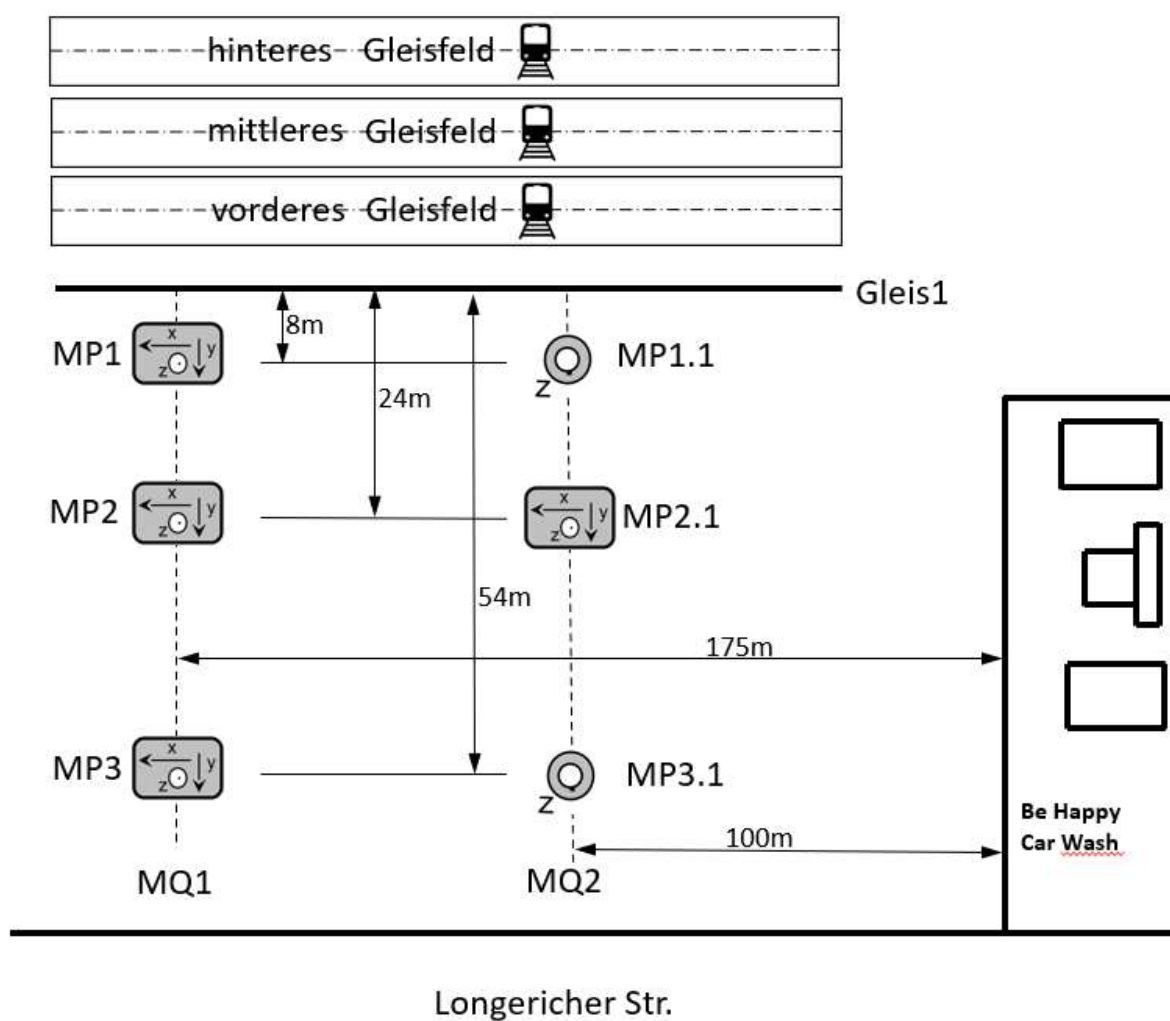


Abb.15: Skizze MQ1 & MQ2

Aufteilung Gleisfeld

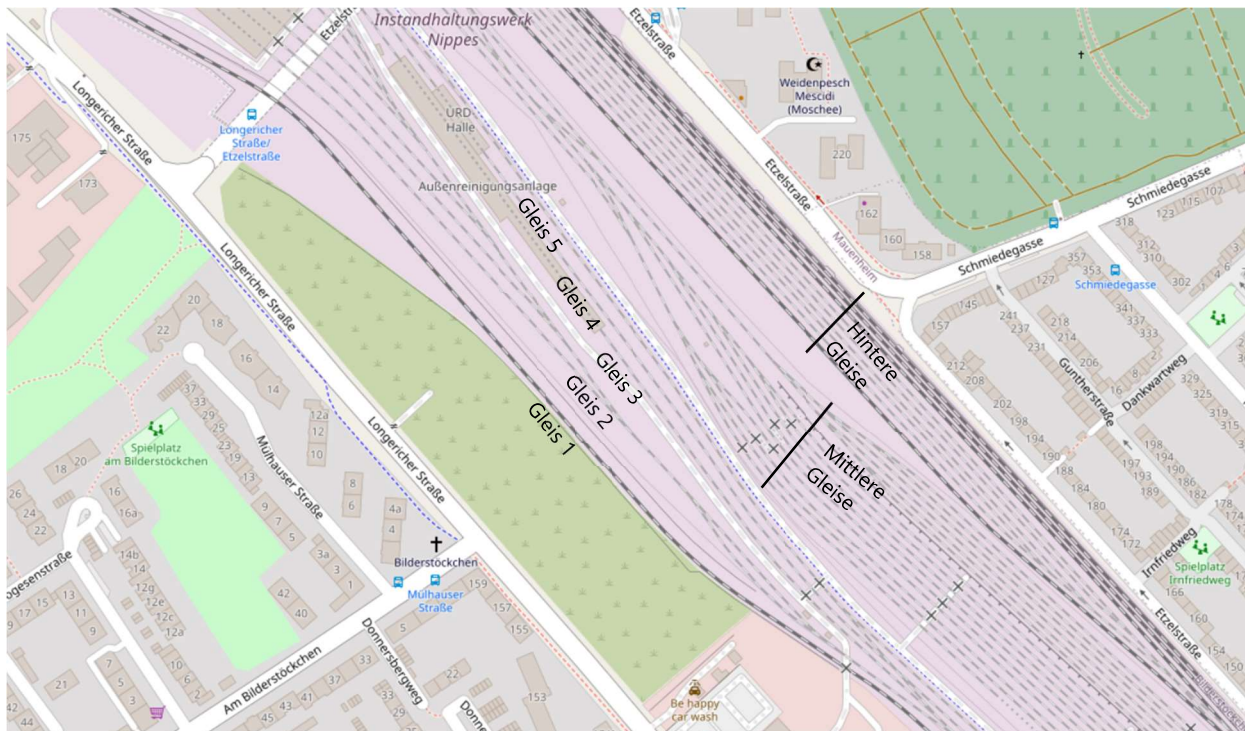
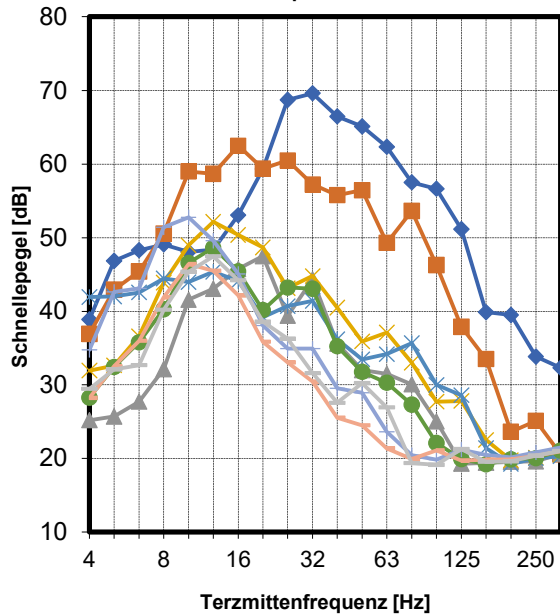


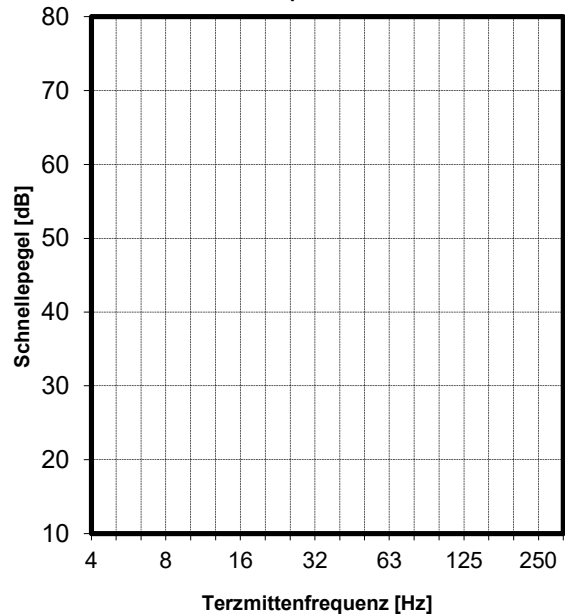
Abb. 16: Daten © OpenStreetMap-Mitwirkende

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln

Emissionsspektren 1 bis 10



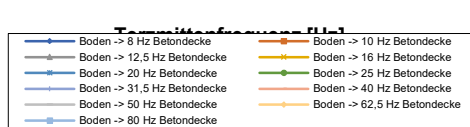
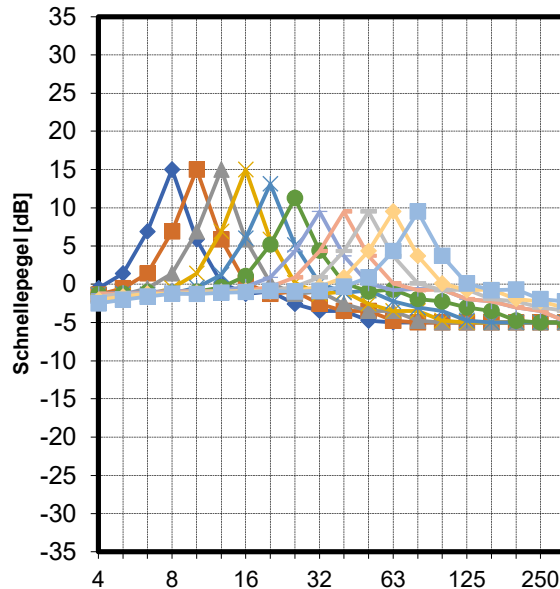
Emissionsspektren 11 bis 20



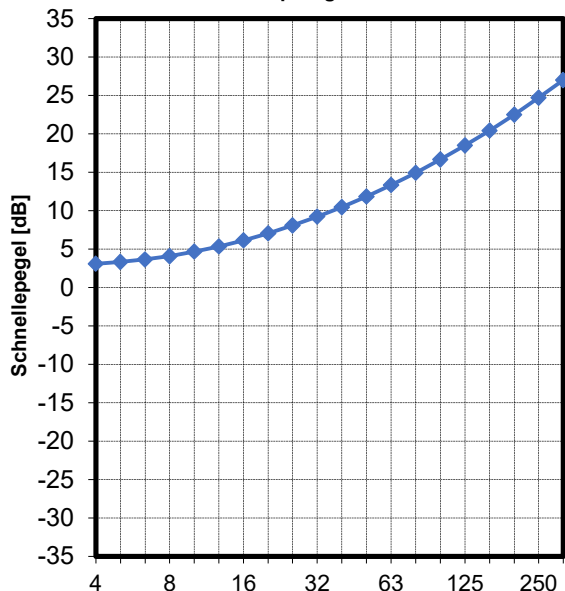
Terzmittenfrequenz [Hz]



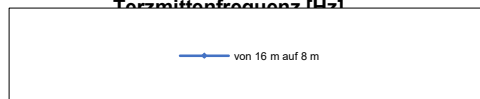
Minderungen; Übertragungsfunktionen



Bodendämpfungsfunktionen

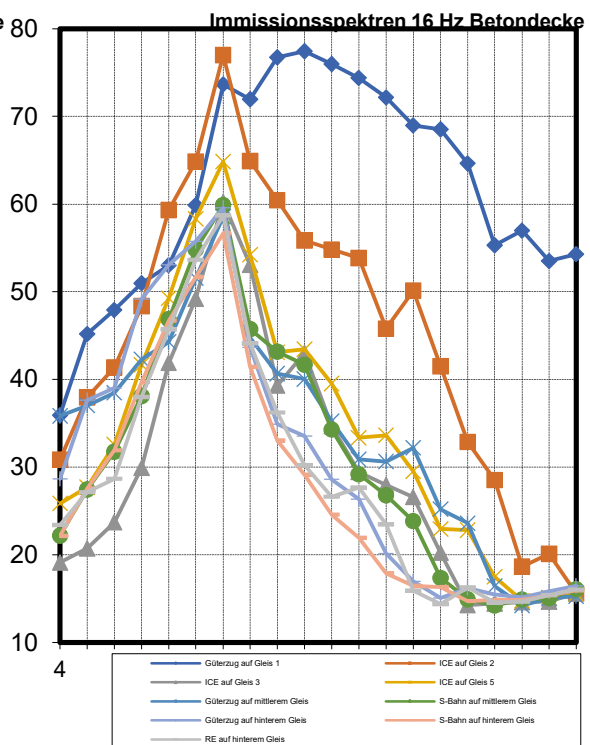
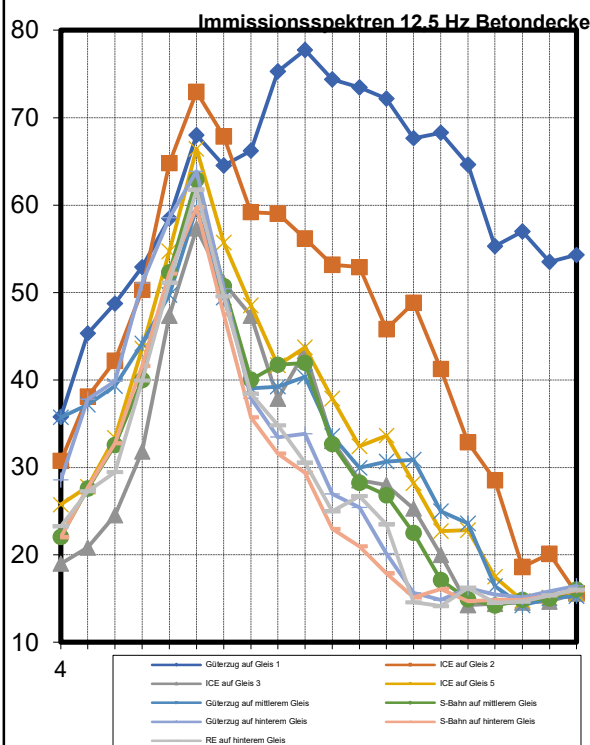
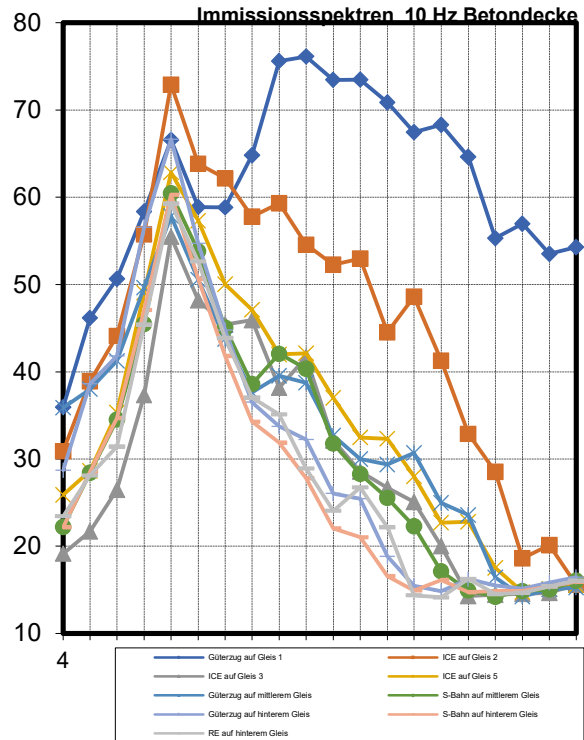
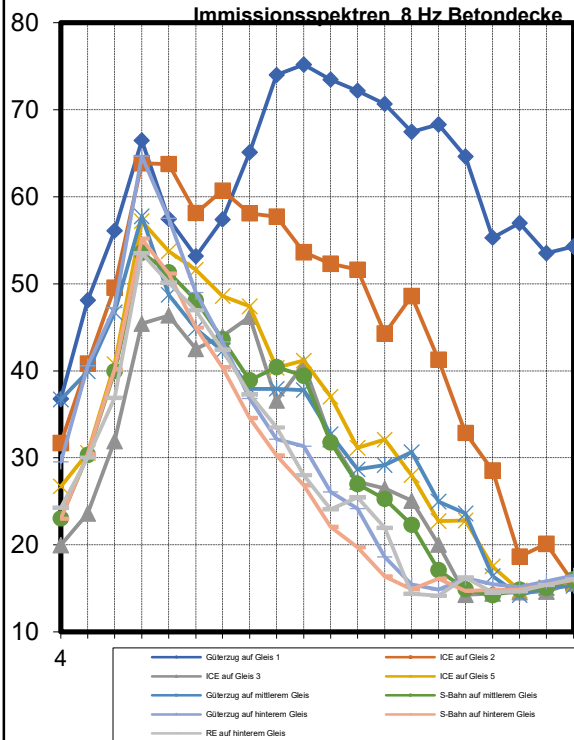


Terzmittenfrequenz [Hz]



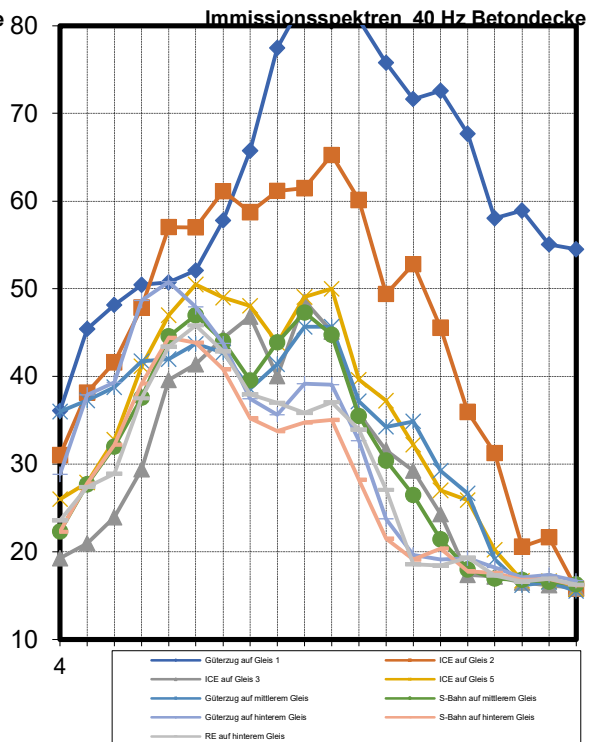
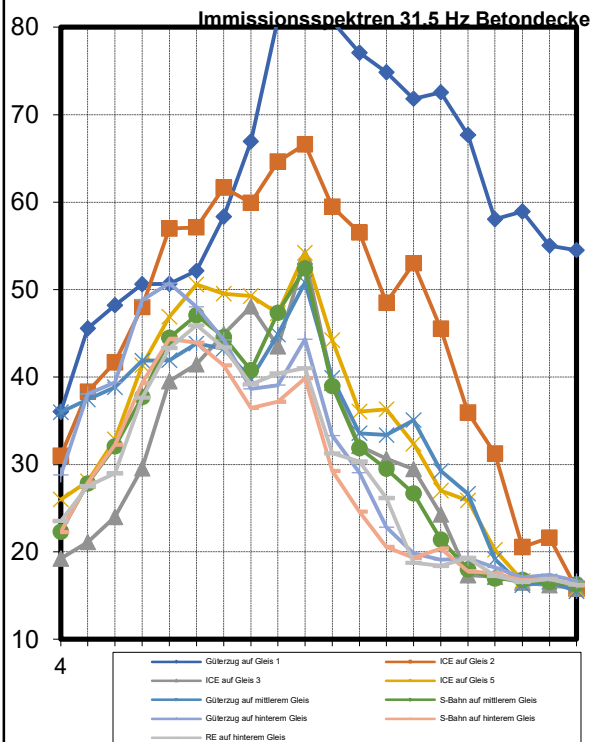
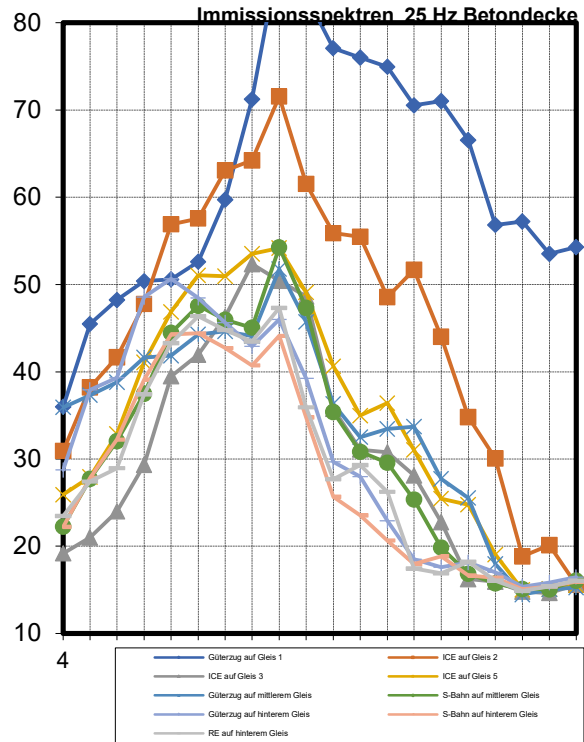
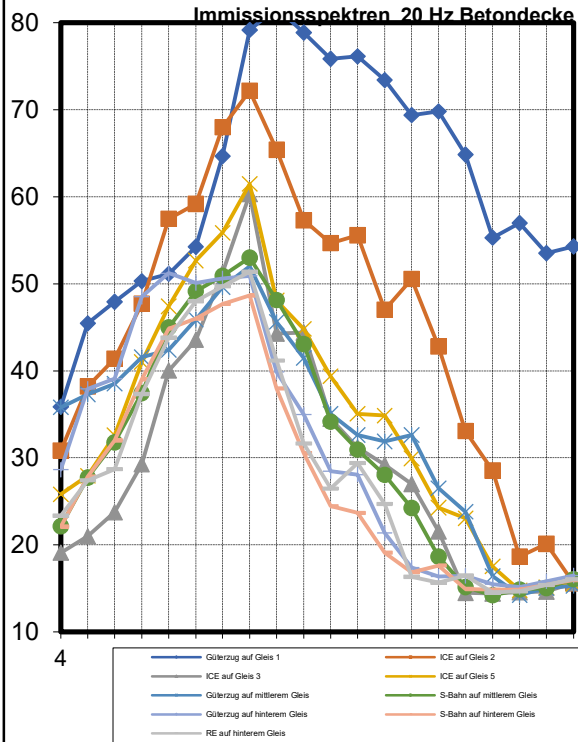
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



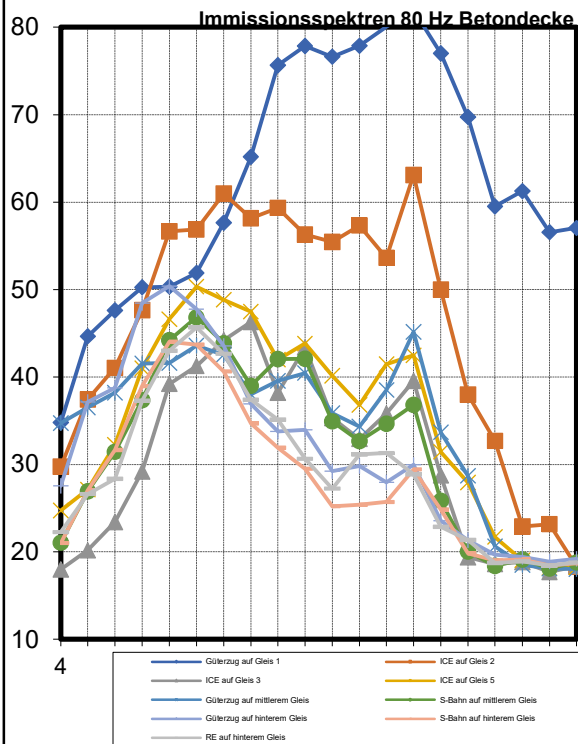
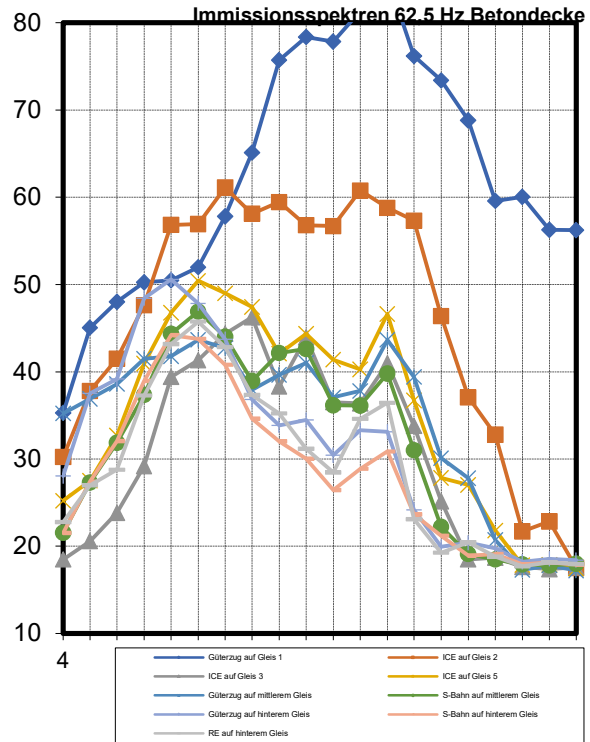
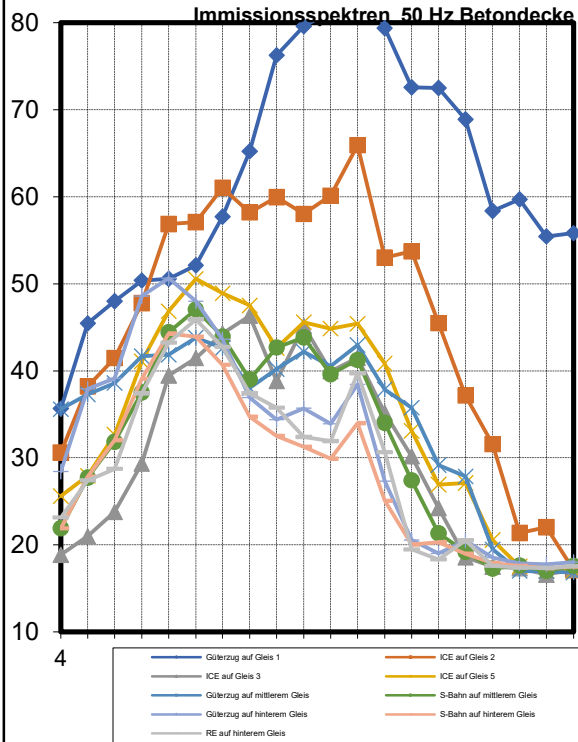
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



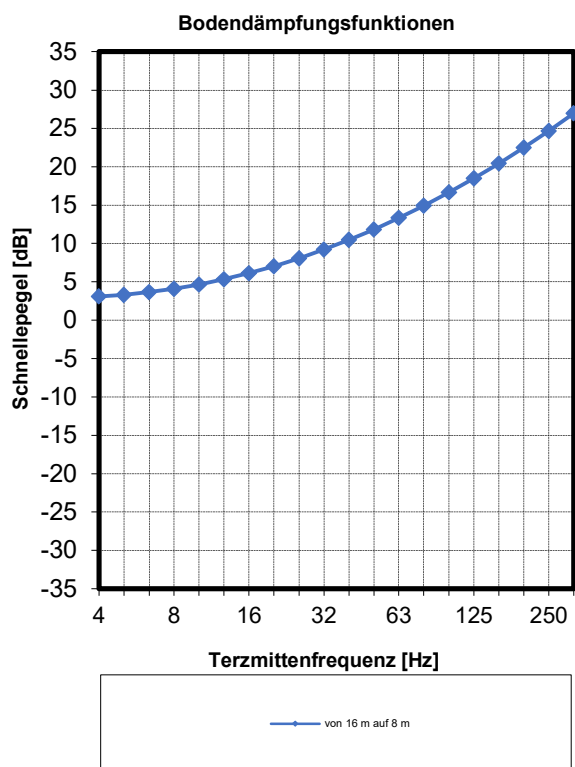
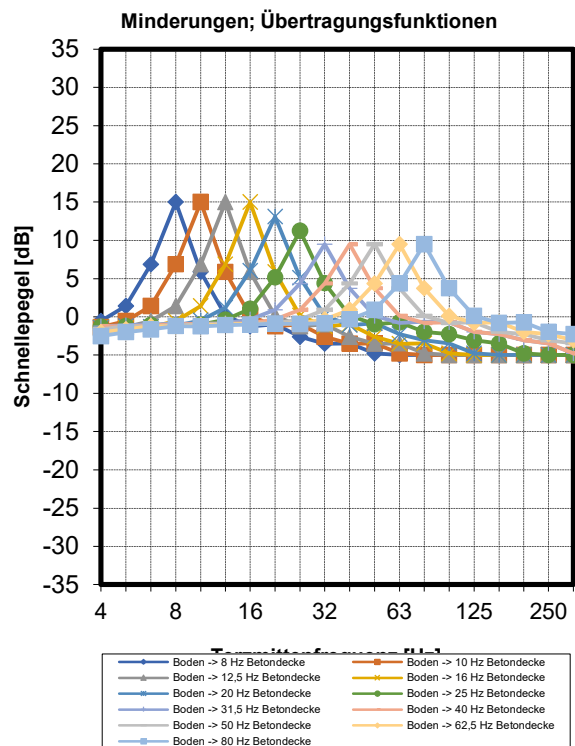
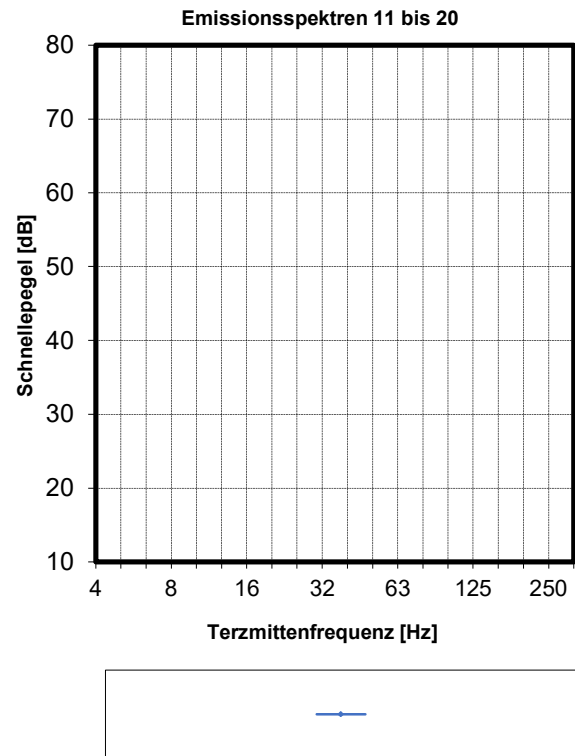
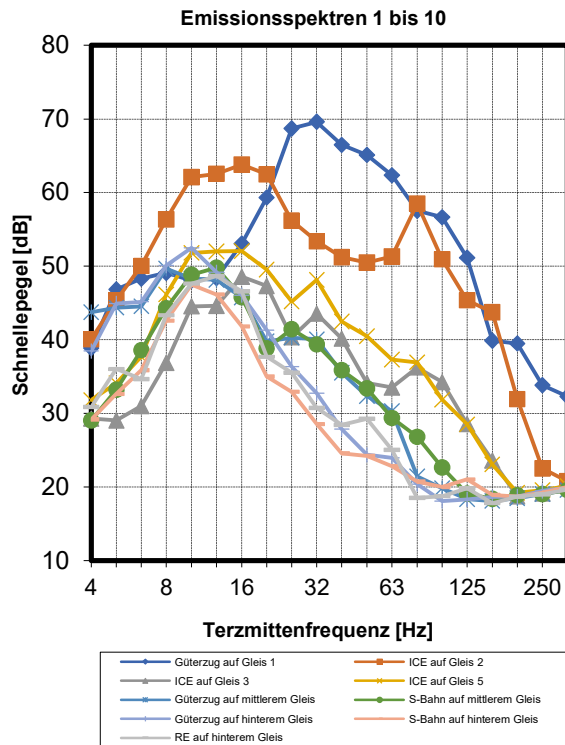
alle Spektren [dB], re 5*10⁻⁵ mm/s

Berechnung der Immissionen Longericher Straße 164, 50739 Köln

Frequenz [Hz]	4				8				16				32				63				125				250				Anzahl Ereignisse	
																									Tag		Nacht			
Emissionsspektren																														
Güterzug auf Gleis 1	34,4	38,9	46,8	48,3	49,1	48,0	48,4	53,0	59,3	68,7	69,6	66,5	65,1	62,3	57,5	56,6	51,1	39,9	39,5	33,8	32,3			1	0					
ICE auf Gleis 2	29,2	36,9	42,9	45,4	50,6	59,0	58,7	62,5	59,3	60,5	57,2	55,8	56,4	49,3	53,6	46,3	37,9	33,5	23,6	25,1	20,6			3	0					
ICE auf Gleis 3	27,9	25,2	25,7	27,7	32,1	41,6	43,0	45,7	47,5	39,3	44,3	35,6	32,0	31,5	30,1	25,0	19,3	19,4	19,6	19,6	20,6			3	0					
ICE auf Gleis 5	28,9	31,9	32,6	36,6	43,9	48,9	52,1	50,3	48,7	43,1	44,8	40,5	35,9	37,1	33,0	27,7	27,8	22,5	19,8	20,1	20,5			6	0					
Güterzug auf mittlerem Gleis	39,7	41,9	42,0	42,5	44,4	44,0	45,4	44,1	39,2	40,7	41,4	36,2	33,4	34,1	35,7	30,0	28,6	21,4	19,2	20,0	20,3			2	0					
S-Bahn auf mittlerem Gleis	27,7	28,2	32,4	35,8	40,3	46,5	48,6	45,4	40,2	43,2	43,0	35,3	31,8	30,3	27,3	22,1	19,9	19,2	19,9	20,0	21,1			16	2					
Güterzug auf hinterem Gleis	33,0	34,7	42,6	43,1	51,4	52,8	49,6	45,1	38,1	34,9	34,9	29,6	28,9	23,6	20,4	19,8	21,2	20,5	20,1	20,8	21,5			46	23					
S-Bahn auf hinterem Gleis	28,0	28,2	32,5	36,0	41,9	46,4	45,5	42,1	35,8	33,0	30,5	25,5	24,5	21,4	19,9	21,1	19,7	19,8	19,8	20,4	20,9			176	30					
RE auf hinterem Gleis	32,0	29,5	32,1	32,7	40,2	45,4	47,5	44,2	38,6	36,3	31,6	27,6	30,2	26,9	19,4	19,1	21,3	19,5	19,6	20,4	21,0			74	12					
Übertragungsfunktionen																														
Boden -> 8 Hz Betondecke	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden -> 10 Hz Betondecke	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden -> 12,5 Hz Betondecke	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden -> 16 Hz Betondecke	-1,5	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden -> 20 Hz Betondecke	-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden -> 25 Hz Betondecke	-1,5	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0									
Boden -> 31,5 Hz Betondecke	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0									
Boden -> 40 Hz Betondecke	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0									
Boden -> 50 Hz Betondecke	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8									
Boden -> 62,5 Hz Betondecke	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5									
Boden -> 80 Hz Betondecke	-3,1	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1									
Angesetzte Bodendämpfungen																														
von 16 m auf 8 m	3,0	3,1	3,3	3,6	4,1	4,7	5,3	6,1	7,0	8,1	9,2	10,5	11,8	13,3	14,9	16,7	18,5	20,4	22,5	24,7	27,0									
Immissionsspektren																														
																						KB _{Trm}	L _{max} (dB(A))							
Güterzug auf Gleis 1																														
8 Hz Betondecke	36,1	41,5	51,6	58,8	68,2	58,6	53,9	57,9	65,4	74,2	75,3	73,5	72,2	70,7	67,4	68,3	64,6	55,3	57,0	53,5	54,3			0,56	48,3					
10 Hz Betondecke	35,9	40,6	49,7	53,4	60,1	67,7	59,6	59,3	65,1	75,8	76,2	73,4	73,5	70,9	67,4	68,3	64,6	55,3	57,0	53,5	54,3			0,61	48,4					
12,5 Hz Betondecke	36,0	40,5	48,8	51,4	54,6	59,6	68,7	65,0	66,5	75,5	77,8	74,4	73,5	72,2	67,7	68,3	64,6	55,3	57,0	53,5	54,3			0,67	48,7					
16 Hz Betondecke	35,9	40,6	48,7	50,6	52,7	54,1	60,6	74,2	72,2	77,0	77,5	76,0	74,4	72,2	69,0	68,5	64,6	55,3	57,0	53,5	54,3			0,77	49,0					
20 Hz Betondecke	36,0	40,6	49,0	50,6	52,0	52,2	54,9	65,2	79,5	81,9	79,0	75,8	76,1	73,4	69,4	69,8	64,8	55,3	57,0	53,5	54,3			1,03	49,7					
25 Hz Betondecke	35,9	40,7	49,0	50,9	52,1	51,7	53,3	60,2	71,5	88,0	83,2	77,1	76,0	74,9	70,5	71,0	66,6	56,8	57,2	53,5	54,3			1,55	50,5					
31,5 Hz Betondecke	36,2	40,7	49,1	50,9	52,3	51,7	52,9	58,8	67,3	81,1	88,3	80,7	77,1	74,9	71,8	72,6	67,7	58,0	58,9	55,0	54,5			1,58	51,4					
40 Hz Betondecke	35,8	40,8	48,9	50,9	52,2	51,8	52,8	58,3	66,0	77,7	83,2	86,4	80,7	75,8	71,6	72,6	67,7	58,0	58,9	55,0	54,5			1,48	51,9					
50 Hz Betondecke	35,4	40,4	48,9	50,7	52,1	51,7	52,8	58,2	65,5	76,5	79,7	81,3	86,5	79,4	72,6	72,5	68,9	58,4	59,7	55,5	55,8			1,43	53,0					
62,5 Hz Betondecke	34,9	40,0	48,5	50,7	51,9	51,6	52,7	58,3	65,4	75,9	78,5	77,8	81,3	85,2	76,2	73,4	68,8	59,6	60,0	56,3	56,2			1,30	53,9					
80 Hz Betondecke	34,3	39,5	48,2	50,3	52,0	51,4	52,6	58,1	65,5	75,8	78,0	76,6	77,9	80,0	81,9	77,0	69,7	59,5	61,3	56,6	57,0			1,08	54,5					
ICE auf Gleis 2																														
8 Hz Betondecke	27,9	36,4	44,3	52,3	65,6	64,9	58,8	61,2	58,4	57,9	53,7	52,3	51,6	44,3	48,6	41,3	32,9	28,5	18,6	20,1	15,6			0,15	34,6					
10 Hz Betondecke	27,7	35,6	42,4	46,8	57,5	74,0	64,5	62,7	58,1	59,5	54,6	52,3	52,9	44,5	48,6	41,3	32,9	28,5	18,6	20,1	15,6			0,26	34,8					
12,5 Hz Betondecke	27,8	35,4	41,6	44,9	52,0	65,9	67,7	68,4	59,5	59,2	56,3	53,2	52,9	45,8	48,8	41,3	32,9	28,5	18,6	20,1	15,6			0,28	35,0					
16 Hz Betondecke	27,7	35,5	41,4	44,1	50,1	60,4	65,5	77,5	65,2	60,6	56,0	54,8	53,8	45,8	50,1	41,5	32,9	28,5	18,6	20,1	15,6			0,38	35,6					
20 Hz Betondecke	27,8	35,5	41,7	44,1	49,4	58,6	59,9	68,5	72,5	65,6	57,4	54,7	55,6	47,0	50,5	42,8	33,1	28,5	18,6	20,1	15,6			0,27	36,2					
25 Hz Betondecke	27,7	35,6	41,7	44,4	49,5	58,0	58,3	63,6	64,5	71,7	61,6	55,9	55,5	48,6	51,7	44,0	34,8	30,0	18,8	20,1	15,6			0,24	37,3					
31,5 Hz Betondecke	28,0	35,7	41,8	44,4	49,7	58,1	57,8	62,2	60,2	64,8	66,7	59,5	56,5	48,5	53,0	45,5	35,9	31,2	20,6	21,6	15,8			0,18	37,9					
40 Hz Betondecke	27,6	35,7	41,7	44,3	49,6	58,1	57,7	61,6	59,0	61,4	61,6	65,3	60,1	49,4	52,8	45,5	35,9	31,2	20,6	21,6	15,8			0,16	38,6					
50 Hz Betondecke	27,2	35,3	41,7	44,1	49,5	58,0	57,8	61,5	58,5	60,2	58,1	60,1	65,9	53,0	53,7	45,5	37,1	31,6	21,4	22,0	17,1			0,16	39,9					
62,5 Hz Betondecke	26,7	34,9	41,3	44,2	49,3	58,3	57,9	61,6	58,4	59,6	56,7	60,8	58,8	57,3	46,4	37,1	32,8	21,7	22,8	17,5	0,14			0,14	39,8					
80 Hz Betondecke	26,1	34,4	40,9	43,8	49,4	57,8	57,6	61,5	58,5	59,5	56,4	55,5	57,3	53,6	63,1	50,0	38,0	32,7	22,9	23,2	18,3			0,14	41,8					
ICE auf Gleis 3																														
8 Hz Betondecke	26,6	24,7	27,1	34,6	47,1	47,4	43,2	44,5	46,5	36,8	40,8	32,1	27,2	26,5	25,1	20,0	14,3	14,4	14,6	14,6	15,6			0,02	21,9					
10 Hz Betondecke	26,4	23,9	25,2	29,1	39,0	56,6	48,9	45,9	46,2	38,4	41,8	32,1	28,5	26,7	25,1	20,0	14,3	14,4	14,6	14,6	15,6			0,04	22,1					
12,5 Hz Betondecke	26,5	23,7	24,4	27,2	33,5	48,4	58,0	51,6	47,6	38,1	43,4	33,0	28,5	28,0	25,3	20,0	14,3	14,4	14,6	14,6	15,6			0,05	22,6					
16 Hz Betondecke	26,4	23,8	24,2	26,4	31,6	43,0	49,9	60,7	53,3	39,5	43,1	34,7	29,4	28,0	26,6	20,2	14,3	14,4	14,6	14,6	15,6			0,06	22,9					
20 Hz Betondecke	26,5	23,8	24,5	26,4	31,0	41,1	44,3	51,8	60,6	44,5	44,5	34,5	31,2	29,2	27,0	21,5	14,5	14,4	14,6	14,6	15,6			0,06	23,6					
25 Hz Betondecke	26,4	23,9	24,5	26,7	31,0	40,6	42,6	46,8	52,6	50,6	48,7	35,7	31,1	30,7	28,1	22,8	16,2	15,9	14,8	14,6	15,6			0,03	25,2					
31,5 Hz Betondecke	26,7	23,9	24,6	26,7	31,3	40,6	42,2	45,4	48,4	43,7	53,8	39,3	32,1	30,7	29,4	24,3	17,3	17,2	16,5	16,2	15,8			0,03	26,8					
40 Hz Betondecke	26,3	24,0	24,4	26,6	31,1	40,7	42,1	44,9	47,1	40,2	48,7	45,1	35,7	31,6	32,9	24,3	17,3	17,2	16,5	16,2	15,8			0,02	26,2					
50 Hz Betondecke	25,9	23,6	24,5	26,5	31,0	40,5	42,2	44,8	46,6	39,0	45,2	40,0	41,5	35,2	30,2	24,2	18,6	17,5	17,3	16,6	17,2			0,02	26,4					
62,5 Hz Betondecke	25,4	23,2	24,1	26,5	30,9	40,5	42,0	44,9	46,5	38,5	44,0	36,5	36,4	41,0	33,8	25,1	18,5	18,7	17,6	17,4	17,6			0,02	27,4					
80 Hz Betondecke	24,8	22,7	23,7	26,1	30,9	40,3	41,9	44,7																						

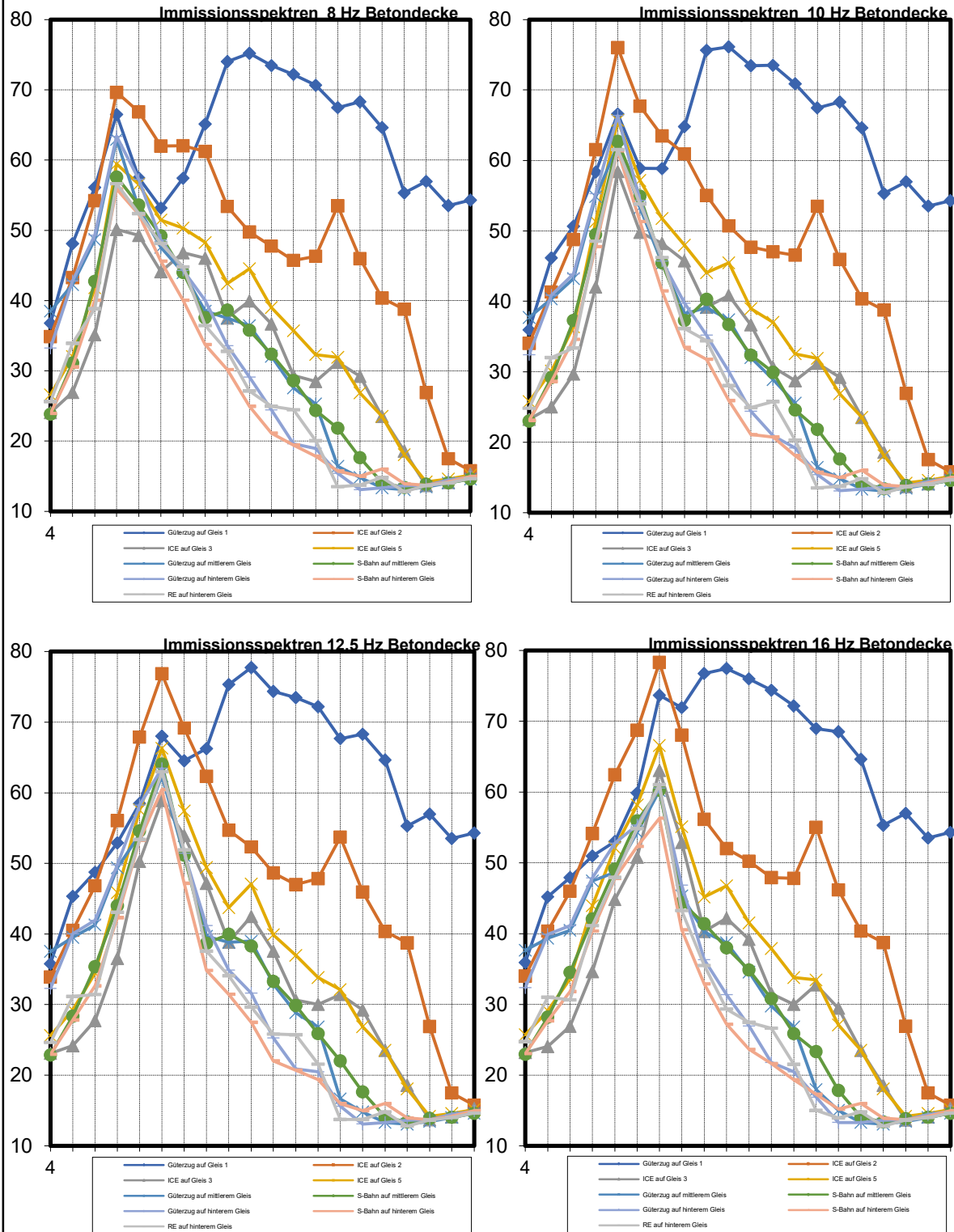
S-Bahn auf mittlerem Gleis																							
8 Hz Betondecke	26,4	27,7	33,9	42,7	55,3	52,4	48,8	44,1	39,2	40,6	39,5	31,8	27,0	25,3	22,3	17,1	14,9	14,2	14,9	15,0	16,1	0,04	21,0
10 Hz Betondecke	26,3	26,9	31,9	37,2	47,2	61,5	54,5	45,5	38,9	42,2	40,4	31,8	28,3	25,5	22,3	17,1	14,9	14,2	14,9	15,0	16,1	0,06	21,3
12,5 Hz Betondecke	26,4	26,8	31,1	35,3	41,7	53,4	63,6	51,2	40,3	41,9	42,1	32,7	28,3	26,8	22,5	17,1	14,9	14,2	14,9	15,0	16,1	0,08	21,8
16 Hz Betondecke	26,3	26,9	31,0	34,4	39,8	48,0	55,5	60,4	46,0	43,4	41,8	34,3	29,2	26,8	23,8	17,3	14,9	14,2	14,9	15,0	16,1	0,06	22,1
20 Hz Betondecke	26,3	26,8	31,2	34,5	39,1	46,1	49,9	51,4	53,3	48,3	43,2	34,2	30,9	28,0	24,2	18,6	15,1	14,2	14,9	15,0	16,1	0,04	23,1
25 Hz Betondecke	26,3	26,9	31,2	34,7	39,2	45,5	48,2	46,4	45,3	54,4	47,4	35,4	30,8	29,6	25,3	19,9	16,9	15,7	15,1	15,0	16,1	0,03	25,2
31,5 Hz Betondecke	26,5	27,0	31,3	34,8	39,4	45,6	47,8	45,1	41,1	47,5	52,5	39,0	31,9	29,5	26,7	21,4	18,0	16,9	16,8	16,6	16,3	0,03	26,0
40 Hz Betondecke	26,1	27,0	31,2	34,7	39,3	45,7	47,7	44,5	39,8	44,1	47,4	44,8	35,5	30,4	26,5	21,4	18,0	16,9	16,8	16,6	16,3	0,02	25,6
50 Hz Betondecke	25,7	26,6	31,2	34,5	39,2	45,5	47,8	44,4	39,3	42,9	43,9	39,6	41,3	34,0	27,4	21,3	19,2	17,3	17,6	17,0	17,6	0,02	25,8
62,5 Hz Betondecke	25,2	26,2	30,8	34,6	39,0	45,5	47,6	44,5	39,2	42,3	42,7	36,2	36,1	39,8	31,0	22,2	19,1	18,5	17,9	17,8	18,0	0,02	26,6
80 Hz Betondecke	24,6	25,7	30,4	34,2	39,1	45,3	47,5	44,4	39,3	42,2	42,2	34,9	32,7	34,6	36,8	25,8	20,0	18,4	19,1	18,1	18,8	0,02	26,8
Güterzug auf hinterem Gleis																							
8 Hz Betondecke	31,7	34,2	44,1	50,0	66,4	58,6	49,7	43,8	37,1	32,3	31,4	26,1	24,1	18,6	15,4	14,8	16,2	15,5	15,1	15,8	16,5	0,10	17,7
10 Hz Betondecke	31,5	34,3	42,1	44,5	58,3	67,8	55,4	53,3	36,8	34,0	32,3	26,1	25,5	18,8	15,4	14,8	16,2	15,5	15,1	15,8	16,5	0,12	18,0
12,5 Hz Betondecke	31,6	33,3	41,3	42,6	52,8	59,6	64,6	60,1	38,2	33,7	33,9	27,0	25,4	20,1	15,7	14,8	16,2	15,5	15,1	15,8	16,5	0,09	18,3
16 Hz Betondecke	31,5	33,4	41,2	41,7	50,9	54,2	56,4	60,1	43,9	35,1	33,6	28,6	26,3	20,1	17,0	15,1	16,2	15,5	15,1	15,8	16,5	0,06	18,7
20 Hz Betondecke	31,6	33,3	41,4	41,8	50,2	52,3	50,8	51,1	51,2	40,0	35,1	28,5	28,1	21,4	17,4	16,4	16,4	15,5	15,1	15,8	16,5	0,04	19,6
25 Hz Betondecke	31,5	33,4	41,4	42,0	50,3	51,8	49,2	46,2	43,2	46,2	39,3	29,7	28,0	22,9	18,5	17,6	18,1	17,0	15,4	15,8	16,5	0,03	21,1
31,5 Hz Betondecke	31,8	33,5	41,5	42,1	50,5	51,8	48,7	44,8	39,0	39,3	44,4	33,3	29,0	22,8	19,8	19,1	19,3	18,2	17,1	17,3	16,7	0,03	22,0
40 Hz Betondecke	31,4	33,5	41,4	42,0	50,4	51,9	48,6	44,2	37,7	35,8	39,3	39,1	32,6	23,7	19,6	19,1	19,3	18,2	17,1	17,3	16,7	0,03	22,3
50 Hz Betondecke	31,0	33,1	41,4	41,8	50,3	51,7	48,7	44,1	37,2	34,6	35,8	33,9	38,4	27,3	20,6	19,0	20,5	18,5	17,8	17,8	18,0	0,03	23,2
62,5 Hz Betondecke	30,5	32,7	41,0	41,9	50,1	51,7	48,5	44,2	37,1	34,1	34,6	30,5	33,3	33,1	24,2	19,9	20,4	19,8	18,2	18,6	18,4	0,03	23,1
80 Hz Betondecke	29,9	32,2	40,6	41,5	50,2	51,5	48,5	44,1	37,2	34,0	34,1	29,2	29,8	28,0	29,9	23,6	21,3	19,7	19,4	18,9	19,2	0,03	23,3
S-Bahn auf hinterem Gleis																							
8 Hz Betondecke	26,6	27,7	34,0	42,9	56,9	52,3	45,6	40,9	34,9	30,5	27,0	22,1	19,7	16,4	14,9	16,1	14,7	14,8	14,8	15,4	15,9	0,04	17,0
10 Hz Betondecke	26,5	26,9	32,0	37,4	48,8	61,4	51,3	42,3	34,6	32,1	27,9	22,0	21,0	16,6	14,9	16,1	14,7	14,8	14,8	15,4	15,9	0,06	17,1
12,5 Hz Betondecke	26,6	26,7	31,2	35,5	43,3	53,3	60,5	48,0	36,0	31,8	29,5	23,0	21,0	17,9	15,1	16,1	14,7	14,8	14,8	15,4	15,9	0,05	17,4
16 Hz Betondecke	26,5	26,8	31,1	34,6	41,4	47,8	52,4	57,1	41,7	33,2	29,2	24,6	21,9	17,9	16,4	16,3	14,7	14,8	14,8	15,4	15,9	0,04	17,7
20 Hz Betondecke	26,6	26,8	31,3	34,7	40,7	46,0	46,7	48,2	49,0	38,2	30,6	24,4	23,7	19,1	16,9	17,6	14,9	14,8	14,8	15,4	15,9	0,02	18,5
25 Hz Betondecke	26,5	26,9	31,3	34,9	40,8	45,4	45,1	43,2	41,0	44,3	34,9	25,7	23,5	20,6	18,0	18,8	16,6	16,4	15,1	15,4	15,9	0,02	19,9
31,5 Hz Betondecke	26,8	27,0	31,4	35,0	41,0	45,5	44,6	41,8	36,7	37,4	40,0	29,3	24,6	20,6	19,3	20,4	17,8	16,8	16,9	16,2	0,02	20,5	
40 Hz Betondecke	26,3	27,0	31,3	34,9	40,9	45,5	44,5	41,3	35,5	33,9	34,8	35,0	28,2	21,5	19,1	20,4	17,8	16,8	16,9	16,2	0,01	20,7	
50 Hz Betondecke	26,0	26,6	31,3	34,7	40,8	45,4	44,6	41,2	35,0	32,7	31,4	29,9	34,0	25,1	20,0	20,3	19,0	17,9	17,6	17,3	17,5	0,01	21,4
62,5 Hz Betondecke	25,5	26,2	30,9	34,8	40,6	45,3	44,5	41,3	34,9	32,2	30,1	26,4	28,9	30,9	23,6	21,2	18,9	19,1	17,9	18,1	17,9	0,01	22,0
80 Hz Betondecke	24,9	25,7	30,5	34,3	40,7	45,1	44,4	41,1	35,0	32,1	29,6	25,2	25,4	25,7	29,4	24,8	19,8	19,0	19,1	18,4	18,7	0,01	23,0
RE auf hinterem Gleis																							
8 Hz Betondecke	30,7	29,0	33,5	39,6	55,2	51,2	47,6	42,9	37,6	33,7	28,1	24,1	25,4	21,9	14,4	14,1	16,3	14,5	14,6	15,4	16,0	0,03	17,9
10 Hz Betondecke	30,6	28,1	31,6	34,1	47,1	60,4	53,3	44,4	37,3	35,3	29,0	24,1	26,8	22,2	14,4	14,1	16,3	14,5	14,6	15,4	16,0	0,05	18,2
12,5 Hz Betondecke	30,7	28,0	30,8	32,2	41,6	52,2	62,5	50,1	38,7	35,0	30,6	25,0	26,7	23,5	14,6	14,1	16,3	14,5	14,6	15,4	16,0	0,07	18,5
16 Hz Betondecke	30,6	28,1	30,6	31,3	39,7	46,8	54,3	59,2	44,4	36,4	30,3	26,6	27,6	23,4	15,9	14,4	16,3	14,5	14,6	15,4	16,0	0,05	18,8
20 Hz Betondecke	30,6	28,1	30,9	31,4	39,0	44,9	48,7	50,2	51,7	41,4	31,7	26,5	29,4	24,7	16,3	15,7	16,5	14,5	14,6	15,4	16,0	0,03	19,8
25 Hz Betondecke	30,6	28,2	30,9	31,6	39,1	44,4	47,1	45,3	43,7	47,5	36,0	27,7	29,3	26,2	17,4	16,9	18,2	16,1	14,9	15,4	16,0	0,02	21,3
31,5 Hz Betondecke	30,8	28,2	31,0	31,7	39,3	44,4	46,6	43,9	39,5	40,6	41,1	31,3	30,3	26,1	18,8	18,4	19,3	17,3	16,6	16,9	16,3	0,02	21,4
40 Hz Betondecke	30,4	28,2	30,9	31,6	39,2	44,5	46,5	43,3	38,3	37,2	36,0	37,1	33,9	27,1	18,6	18,4	19,3	17,3	16,6	16,9	16,3	0,02	22,1
50 Hz Betondecke	30,0	27,8	30,9	31,4	39,1	44,3	46,6	43,2	37,7	35,9	32,5	31,9	39,7	30,7	19,5	18,3	20,5	17,6	17,4	17,3	17,6	0,02	23,8
62,5 Hz Betondecke	29,5	27,5	30,5	31,5	39,0	44,3	46,4	43,3	37,6	35,4	31,3	28,5	34,6	36,4	23,1	19,2	20,5	18,8	17,7	18,1	18,0	0,02	24,2
80 Hz Betondecke	28,9	27,0	30,1	31,1	39,0	44,1	46,4	43,2	37,7	35,3	30,7	27,2	31,1	31,3	28,9	22,9	21,4	18,7	18,9	18,5	18,8	0,02	23,3

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln

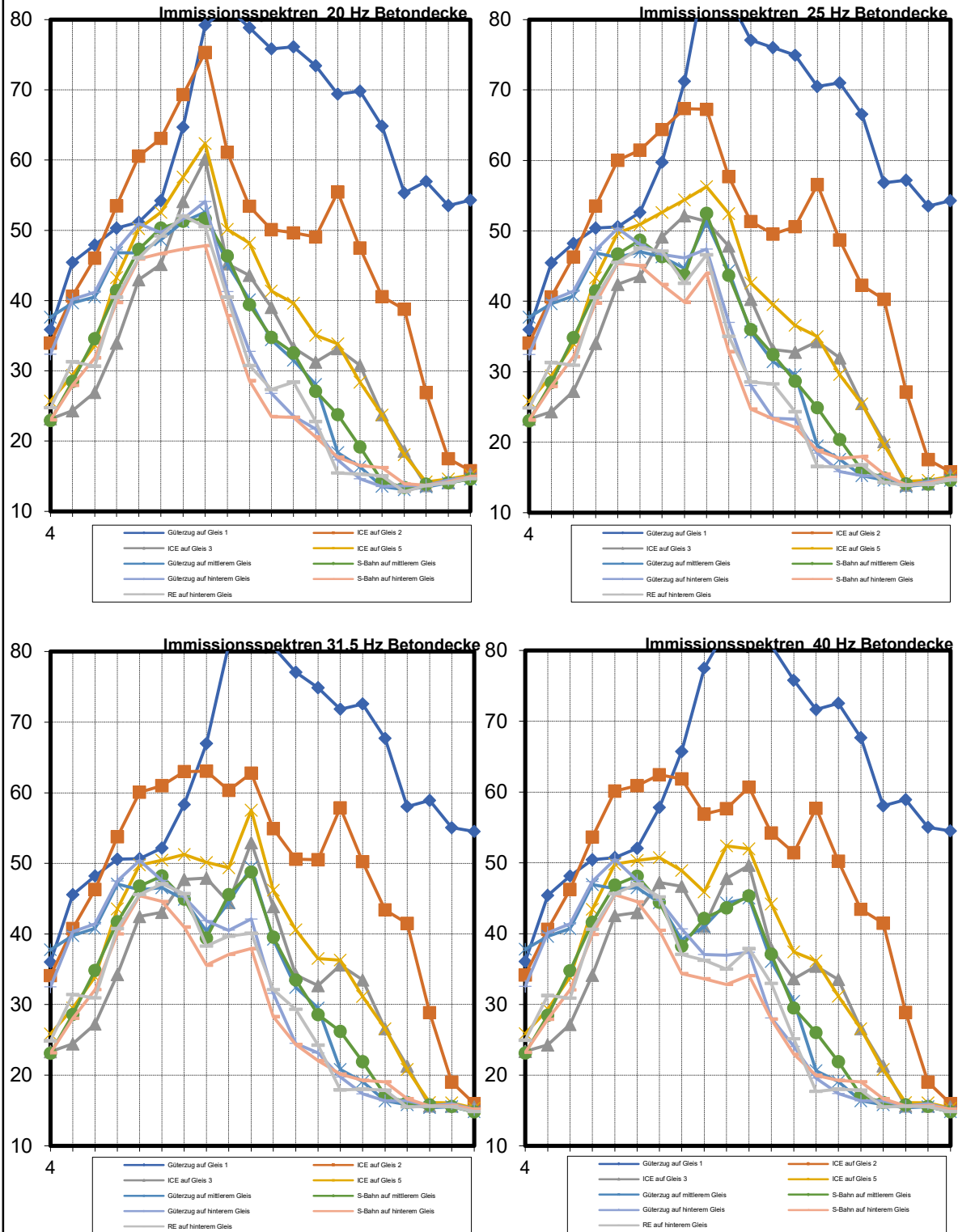


alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln

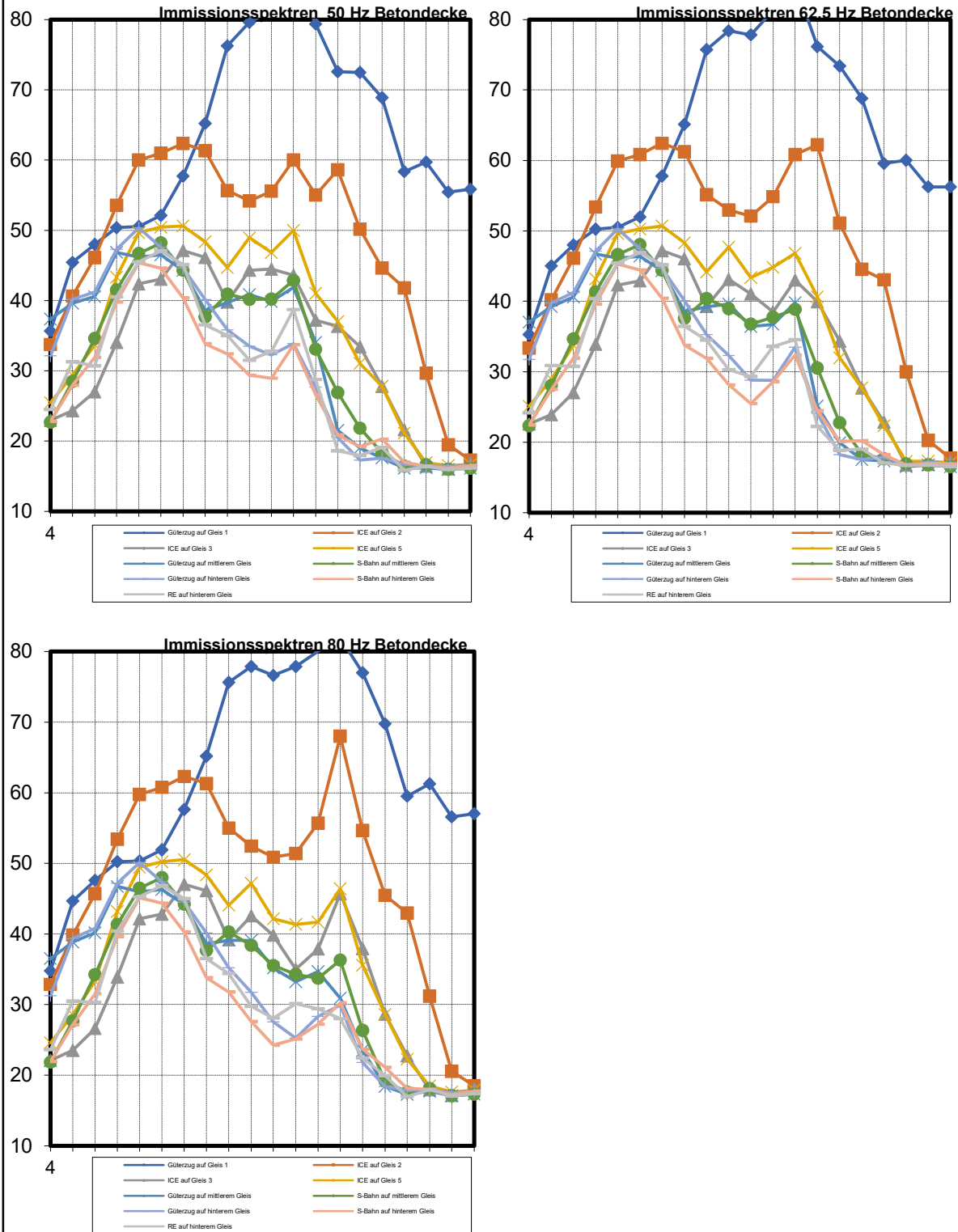


Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

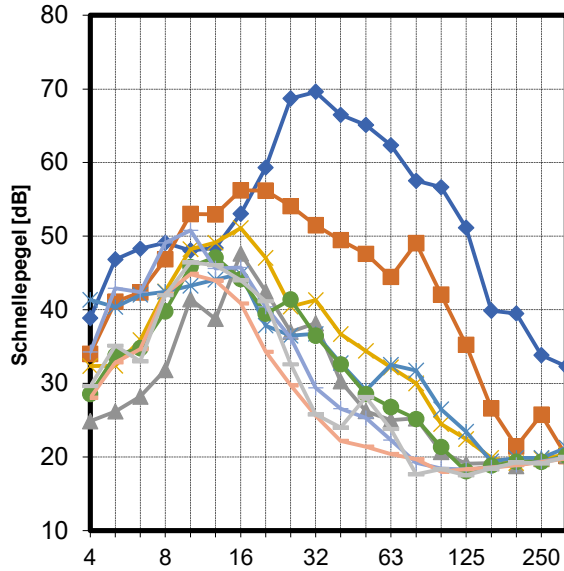
Berechnung der Immissionen Longericher Straße 164, 50739 Köln

Frequenz [Hz]	4		8		16		32		63		125		250		Anzahl Ereignisse Tag Nacht	
Emissionsspektren																
Güterzug auf Gleis 1	34,4	38,9	46,8	48,3	49,1	48,0	48,4	53,0	59,3	68,7	69,6	66,5	65,1	62,3	57,5	56,6
ICE auf Gleis 2	32,4	40,1	45,4	50,0	56,3	62,1	62,5	63,8	62,5	56,2	53,4	51,2	50,5	51,3	58,5	51,0
ICE auf Gleis 3	28,1	29,3	29,0	31,0	36,8	44,5	44,6	48,6	47,3	40,3	43,5	40,1	34,1	33,5	36,2	34,2
ICE auf Gleis 5	30,0	31,8	34,1	37,7	46,1	51,8	52,0	52,1	49,5	45,2	48,1	42,5	40,5	37,3	36,9	31,9
Güterzug auf mittlerem Gleis	37,2	43,7	44,4	44,5	49,7	48,3	48,1	45,7	39,8	40,3	40,1	35,5	32,3	30,3	21,4	19,8
S-Bahn auf mittlerem Gleis	28,1	29,0	33,2	38,6	44,3	48,8	49,8	45,8	38,8	41,4	39,4	35,8	33,4	29,4	26,8	22,6
Güterzug auf hinterem Gleis	34,1	38,5	44,9	45,1	50,1	52,5	49,2	46,1	41,3	36,4	32,7	27,9	24,4	24,0	20,4	18,1
S-Bahn auf hinterem Gleis	27,8	29,1	32,6	35,9	42,6	47,5	46,2	41,8	35,0	32,9	28,6	24,6	24,2	22,8	20,8	20,0
RE auf hinterem Gleis	31,0	30,8	36,0	34,7	43,3	47,6	48,6	46,5	37,7	35,5	30,7	28,4	29,2	25,0	18,5	18,7
Übertragungsfunktionen																
Boden -> 8 Hz Betondecke	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0
Boden -> 10 Hz Betondecke	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0
Boden -> 12,5 Hz Betondecke	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0
Boden -> 16 Hz Betondecke	-1,5	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8
Boden -> 20 Hz Betondecke	-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5
Boden -> 25 Hz Betondecke	-1,5	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3
Boden -> 31,5 Hz Betondecke	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9
Boden -> 40 Hz Betondecke	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9
Boden -> 50 Hz Betondecke	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7
Boden -> 62,5 Hz Betondecke	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8
Boden -> 80 Hz Betondecke	-3,1	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1
Angesetzte Bodendämpfungen																
von 16 m auf 8 m	3,0	3,1	3,3	3,6	4,1	4,7	5,3	6,1	7,0	8,1	9,2	10,5	11,8	13,3	14,9	16,7
Immissionsspektren																
															KB _{FTM}	L _{max} (dB(A))
Güterzug auf Gleis 1																
8 Hz Betondecke	36,1	41,5	51,6	58,8	68,2	58,6	53,9	57,9	65,4	74,2	75,3	73,5	72,2	70,7	67,4	68,3
10 Hz Betondecke	35,9	40,6	49,7	53,4	60,1	67,7	59,6	59,3	65,1	75,8	76,2	73,4	73,5	70,9	67,4	68,3
12,5 Hz Betondecke	36,0	40,5	48,8	51,4	54,6	59,6	68,7	65,0	66,5	75,5	77,8	74,4	73,5	72,2	67,7	68,3
16 Hz Betondecke	35,9	40,6	48,7	50,6	52,7	54,1	60,6	74,2	72,2	77,0	77,5	76,0	74,4	72,2	69,0	68,5
20 Hz Betondecke	36,0	40,6	49,0	50,6	52,0	52,2	54,9	65,2	79,5	81,9	79,0	75,8	76,1	73,4	69,4	69,8
25 Hz Betondecke	35,9	40,7	49,0	50,9	52,1	51,7	53,3	60,2	71,5	88,0	83,2	77,1	76,0	74,9	70,5	71,0
31,5 Hz Betondecke	36,2	40,7	49,1	50,9	52,3	51,7	52,9	58,8	67,3	81,1	88,3	80,7	77,1	74,9	71,8	72,6
40 Hz Betondecke	35,8	40,8	48,9	50,9	52,2	51,8	52,8	58,3	66,0	77,7	83,2	86,4	80,7	75,8	71,6	72,6
50 Hz Betondecke	35,4	40,4	48,9	50,7	52,1	51,7	52,8	58,2	65,5	76,5	79,7	81,3	86,5	79,4	72,6	72,5
62,5 Hz Betondecke	34,9	40,0	48,5	50,7	51,9	51,6	52,7	58,3	65,4	75,9	78,5	77,8	81,3	85,2	76,2	73,4
80 Hz Betondecke	34,3	39,5	48,2	50,3	52,0	51,4	52,6	58,1	65,5	75,8	78,0	76,6	77,9	80,0	81,9	77,0
ICE auf Gleis 2																
8 Hz Betondecke	31,1	39,6	46,8	56,9	71,3	68,0	62,7	62,5	61,5	53,6	49,9	47,7	45,7	46,3	53,5	46,0
10 Hz Betondecke	31,0	38,7	44,8	51,5	63,2	77,1	68,4	64,0	61,2	55,2	50,8	47,7	47,0	46,5	53,5	46,0
12,5 Hz Betondecke	31,1	38,6	44,0	49,5	57,8	69,0	77,5	69,7	62,6	54,9	52,4	48,6	47,0	47,8	53,7	46,0
16 Hz Betondecke	31,0	38,7	43,9	48,7	55,8	63,5	69,4	78,8	68,3	56,3	52,1	50,2	47,9	47,8	55,0	46,2
20 Hz Betondecke	31,0	38,7	44,1	48,7	55,2	61,7	63,8	69,8	75,6	61,3	53,5	50,1	49,6	49,0	55,4	47,5
25 Hz Betondecke	31,0	38,8	44,1	49,0	55,2	61,1	62,2	64,9	67,6	67,4	57,8	51,3	49,5	50,6	56,6	48,7
31,5 Hz Betondecke	31,2	38,8	44,3	49,0	55,5	61,2	61,7	63,5	63,4	60,5	62,9	54,9	50,6	50,5	57,9	50,2
40 Hz Betondecke	30,8	38,9	44,1	48,9	55,3	61,2	61,6	63,0	62,2	57,1	57,7	60,7	54,2	51,4	57,7	50,2
50 Hz Betondecke	30,4	38,4	44,1	48,8	55,3	61,1	61,7	62,9	61,6	55,9	54,3	55,6	60,0	55,0	58,6	50,2
62,5 Hz Betondecke	29,9	38,1	43,7	48,8	55,1	61,0	61,5	62,9	61,5	55,3	53,1	52,1	54,8	60,8	62,2	51,1
80 Hz Betondecke	29,3	37,6	43,4	48,4	55,1	60,9	61,5	62,8	61,6	55,2	52,5	50,9	51,4	55,7	68,0	54,7
ICE auf Gleis 3																
8 Hz Betondecke	26,7	28,8	30,5	37,8	51,8	50,4	44,8	47,3	46,3	37,7	40,0	36,7	29,3	28,5	31,2	29,2
10 Hz Betondecke	26,6	27,9	28,5	32,4	43,7	59,5	50,5	48,7	46,0	39,4	41,0	36,6	30,7	28,7	31,2	29,2
12,5 Hz Betondecke	26,7	27,8	27,7	30,5	38,3	51,4	59,6	54,4	47,5	39,1	42,6	37,6	30,6	30,0	31,4	29,2
16 Hz Betondecke	26,6	27,9	27,6	29,6	36,3	45,9	51,5	63,6	53,2	40,5	42,3	39,2	31,5	30,0	32,7	29,4
20 Hz Betondecke	26,7	27,9	27,8	29,7	35,7	44,1	45,9	54,6	60,4	45,4	43,7	39,0	33,3	31,2	33,2	30,8
25 Hz Betondecke	26,6	28,0	27,6	29,9	35,7	43,5	44,2	49,6	52,5	51,6	47,9	40,3	33,2	32,8	34,3	32,0
31,5 Hz Betondecke	26,8	28,0	27,9	29,9	36,0	43,6	43,8	48,2	48,2	44,7	53,0	43,9	34,2	32,7	35,6	33,5
40 Hz Betondecke	26,4	28,1	27,8	29,9	35,8	43,6	43,7	47,7	47,0	41,2	47,9	49,6	37,8	33,6	35,4	33,5
50 Hz Betondecke	26,1	27,7	27,8	29,7	35,7	43,5	43,8	47,6	46,4	40,0	44,4	44,5	43,6	37,2	36,3	33,4
62,5 Hz Betondecke	25,6	27,3	27,4	29,7	35,6	43,4	43,6	47,7	46,4	39,5	43,2	41,0	38,5	43,0	39,9	34,3
80 Hz Betondecke	25,0	26,8	27,0	29,3	35,6	43,3	43,5	47,5	46,4	39,4	42,7	39,8	35,0	37,9	45,7	37,9
ICE auf Gleis 5																
8 Hz Betondecke	28,7	31,3	35,5	44,5	61,1	57,7	52,2	50,8	48,6	42,6	44,6	39,0	35,7	32,3	31,9	26,9
10 Hz Betondecke	28,5	30,5	33,6	39,1	53,0	66,8	57,9	52,2	48,3	44,2	45,5	39,0	37,0	32,5	31,9	26,9
12,5 Hz Betondecke	28,6	30,3	32,8	37,2	47,6	58,7	67,0	57,9	49,7	43,9	47,2	39,9	37,0	33,8	32,1	26,9
16 Hz Betondecke	28,5	30,4	32,6	36,3	45,6	53,2	58,9	67,1	55,4	45,4	46,9	41,5	37,9	33,8	33,4	27,1
20 Hz Betondecke	28,6	30,4	32,9	36,4	45,0	51,3	53,2	58,1	62,6	50,3	48,3	41,4	39,6	35,1	33,9	28,4
25 Hz Betondecke	28,5	30,5	32,9	36,6	45,0	50,8	51,6	53,1	54,7	56,5	52,5	42,6	39,5	36,6	35,0	29,6
31,5 Hz Betondecke	28,8	30,5	33,0	36,6	45,3	50,8	51,1	51,7	50,4	49,6	57,6	46,2	40,6	36,5	36,3	31,1
40 Hz Betondecke	28,4	30,6	32,8	36,6	45,1	50,9	51,1	51,2	49,2	46,1	52,5	52,0	44,2	37,4	36,1	31,1
50 Hz Betondecke	28,0	30,2	32,9	36,4	45,1	50,8	51,1	51,1	48,7	44,9	49,0	46,8	50,0	41,0	37,0	31,1
62,5 Hz Betondecke	27,5	29,8	32,5	36,4	44,9	50,7	51,0	51,2	48,6	44,4	47,8	43,4	44,8	46,8	40,6	32,0
80 Hz Betondecke	26,9	29,3	32,1	36,0	44,9	50,5	50,9	51,0	48,7	44,3	47,3	42,2	41,4	41,7	46,4	35,6
Güterzug auf mittlerem Gleis																
8 Hz Betondecke	35,9	43,2	45,8	51,4	64,7	54,2	48,3	44,4	38,8	37,7	36,6	32,0	27,6	25,3	16,4	14,8
10 Hz Betondecke	35,7	42,4	43,8	44,9	56,5	63,3	54,0	45,9	38,5	39,3	37,5	32,0	28,9	25,5	16,4	14,8
12,5 Hz Betondecke	35,8	42,2	43,0	44,0	51,1	55,2	63,1	51,6	39,9	39,0	39,1	32,9	28,8	26,8	16,6	14,8
16 Hz Betondecke	35,7	42,3	42,9	43,2	49,1	49,7	55,0	60,7	45,6	40,4	38,8	34,6	29,8	26,8	18,0	15,0
20 Hz Betondecke	35,8	42,3	43,1	43,2	48,5	47,9	49,4	51,7	52,9	45,4	40,2	34,4	31,5	28,1	18,4	16,4
25 Hz Betondecke	35,7	42,4	43,1	43,5	48,5	47,3	47,7	46,8	44,9	51,5	44,5	35,6	31,4	29,6	19,5	17,6
31,5 Hz Betondecke	36,0	42,5	43,3	43,5	48,8	47,4	47,3	45,4	40,7	44,6	49,6	39,2	32,5	29,5	20,8	19,1
40 Hz Betondecke	35,6	42,5	43,1	43,4	48,6	47,4	47,2	44,9	39,5	41						

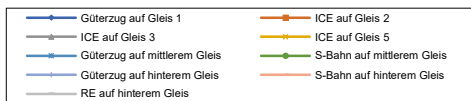
S-Bahn auf mittlerem Gleis																							
8 Hz Betondecke	26,8	28,5	34,6	45,5	59,3	54,7	49,9	44,5	37,9	38,9	35,9	32,4	28,6	24,4	21,8	17,6	14,1	13,4	13,9	14,0	14,6	0,05	20,7
10 Hz Betondecke	26,6	27,7	32,7	40,0	51,2	63,8	55,6	45,9	37,6	40,5	36,8	32,3	28,9	24,6	21,8	17,6	14,1	13,4	13,9	14,0	14,6	0,08	21,0
12,5 Hz Betondecke	26,7	27,6	31,9	38,1	45,7	55,2	64,8	51,6	39,0	40,2	38,4	33,3	28,9	25,9	22,4	17,6	14,1	13,4	13,9	14,0	14,6	0,09	21,3
16 Hz Betondecke	26,6	27,7	31,7	37,2	43,8	50,2	56,6	60,8	44,7	41,6	38,1	34,9	30,8	25,9	23,4	17,9	14,1	13,4	13,9	14,0	14,6	0,06	21,2
20 Hz Betondecke	26,7	27,6	32,0	37,3	43,1	48,4	51,8	51,9	46,6	39,5	34,7	32,5	27,1	23,8	19,2	14,3	13,4	13,9	14,0	14,6	0,04	22,6	
25 Hz Betondecke	26,6	27,7	32,0	37,5	43,2	47,8	49,4	46,8	44,0	52,7	43,8	36,0	32,4	28,6	24,9	20,4	16,0	14,9	14,1	14,0	14,6	0,03	24,3
31,5 Hz Betondecke	26,9	27,8	32,1	37,6	43,4	47,9	48,9	45,5	39,7	45,8	48,9	39,6	33,5	28,6	26,2	21,9	17,1	16,1	15,8	15,6	14,8	0,03	24,9
40 Hz Betondecke	26,5	27,8	31,9	37,5	43,3	48,0	48,9	44,9	38,5	42,3	43,7	45,3	37,1	29,5	26,0	21,9	17,1	16,1	15,8	15,6	14,8	0,02	25,5
50 Hz Betondecke	26,1	27,4	32,0	37,3	43,2	47,8	48,9	44,8	38,0	41,1	40,3	40,2	42,9	33,1	26,9	21,8	18,4	16,4	16,6	16,0	16,1	0,02	26,1
62,5 Hz Betondecke	25,6	27,0	31,6	37,4	43,0	47,7	48,7	44,9	37,9	40,6	39,0	36,7	37,7	38,9	30,5	22,7	18,3	17,7	16,9	16,8	16,5	0,02	26,3
80 Hz Betondecke	25,0	26,5	31,2	36,9	43,1	47,6	48,7	44,8	38,0	40,5	38,5	35,5	34,3	33,7	36,3	26,4	19,2	17,6	18,1	17,1	17,3	0,02	26,6
Güterzug auf hinterem Gleis																							
8 Hz Betondecke	32,7	38,0	46,3	52,0	65,1	58,3	49,3	44,8	40,3	33,8	29,2	24,4	19,6	19,0	15,4	13,1	13,3	13,6	13,7	14,5	14,9	0,09	16,9
10 Hz Betondecke	32,6	37,1	44,4	46,6	57,0	67,5	55,0	46,2	40,0	35,4	30,1	24,4	20,9	19,2	15,4	13,1	13,3	13,6	13,7	14,5	14,9	0,11	17,2
12,5 Hz Betondecke	32,7	37,0	43,6	44,6	51,5	59,3	64,2	51,9	41,5	35,1	31,8	25,3	20,9	20,5	15,6	13,1	13,3	13,6	13,7	14,5	14,9	0,09	17,5
16 Hz Betondecke	32,6	37,1	43,4	43,8	49,6	53,9	56,0	61,1	47,2	36,5	31,5	26,9	21,8	20,5	16,9	13,3	13,3	13,6	13,7	14,5	14,9	0,07	17,9
20 Hz Betondecke	32,7	37,1	43,7	43,8	48,9	52,0	50,4	52,1	54,4	41,5	32,9	26,8	23,5	21,7	17,3	14,6	13,5	13,6	13,7	14,5	14,9	0,04	18,9
25 Hz Betondecke	32,6	37,2	43,7	44,1	49,0	51,5	48,8	47,1	46,5	47,6	37,1	28,0	23,4	23,3	18,4	15,8	15,3	15,2	13,9	14,5	14,9	0,03	20,8
31,5 Hz Betondecke	32,9	37,2	43,8	44,1	49,2	51,5	48,3	45,7	42,2	40,7	42,2	31,6	24,5	23,2	19,8	17,4	16,4	16,4	15,6	16,0	15,1	0,03	21,0
40 Hz Betondecke	32,4	37,2	43,6	44,1	49,1	51,6	48,2	45,2	41,0	37,3	37,1	37,4	28,1	24,1	19,6	17,4	16,4	16,4	15,6	16,0	15,1	0,03	21,2
50 Hz Betondecke	32,1	36,8	43,7	43,9	48,9	51,4	48,3	45,1	40,5	36,0	33,6	32,3	33,9	27,7	20,5	17,3	17,6	16,7	16,4	16,4	16,4	0,03	21,6
62,5 Hz Betondecke	31,6	36,5	43,3	43,9	48,8	51,4	48,1	45,2	40,4	35,5	32,4	28,8	28,7	33,5	24,1	18,2	17,5	17,9	16,8	17,2	16,9	0,03	22,6
80 Hz Betondecke	31,0	36,0	42,9	43,5	48,9	51,2	48,1	45,0	40,4	35,4	31,9	27,6	25,3	28,3	29,9	21,8	18,4	17,8	18,0	17,5	17,7	0,03	22,9
S-Bahn auf hinterem Gleis																							
8 Hz Betondecke	26,5	28,6	34,1	42,7	57,6	53,3	46,3	40,6	34,0	30,4	25,1	21,1	19,4	17,8	15,8	15,0	16,0	13,9	13,7	14,2	15,0	0,04	16,8
10 Hz Betondecke	26,3	27,8	32,1	37,3	49,5	62,5	52,0	42,0	33,7	32,0	26,0	21,1	20,7	18,1	15,8	15,0	16,0	13,9	13,7	14,2	15,0	0,06	17,0
12,5 Hz Betondecke	26,4	27,7	31,3	35,4	44,0	54,4	61,2	47,7	35,2	31,7	27,6	22,0	20,7	19,4	16,0	15,0	16,0	13,9	13,7	14,2	15,0	0,06	17,2
16 Hz Betondecke	26,3	27,8	31,2	34,5	42,1	48,9	53,0	56,8	40,9	33,1	27,3	23,6	21,6	19,3	17,3	15,2	16,0	13,9	13,7	14,2	15,0	0,04	17,6
20 Hz Betondecke	26,4	27,7	31,4	34,6	41,4	47,0	47,4	47,8	48,1	38,1	28,7	23,5	23,4	20,6	17,7	16,5	16,2	13,9	13,7	14,2	15,0	0,02	18,4
25 Hz Betondecke	26,3	27,8	31,4	34,8	41,5	46,5	45,8	42,9	40,2	44,2	33,0	24,7	23,3	22,1	18,8	17,7	18,0	15,5	13,9	14,2	15,0	0,02	19,8
31,5 Hz Betondecke	26,6	27,9	31,6	34,8	41,7	46,5	45,3	41,5	35,9	37,3	38,1	28,3	24,3	22,0	20,1	19,3	19,1	16,7	15,6	15,7	15,2	0,02	20,1
40 Hz Betondecke	26,2	27,9	31,4	34,8	41,6	46,6	45,2	41,0	34,7	33,8	32,9	34,1	27,9	23,0	20,0	19,3	19,1	16,7	15,6	15,7	15,2	0,02	20,5
50 Hz Betondecke	25,8	27,5	31,4	34,6	41,5	46,5	45,3	40,9	34,1	32,6	29,5	29,0	33,7	26,6	20,9	19,2	20,3	17,0	16,4	16,1	16,5	0,02	21,4
62,5 Hz Betondecke	25,3	27,1	31,0	34,6	41,3	46,4	45,1	40,8	34,0	32,1	28,2	25,5	28,6	32,3	24,5	20,1	20,2	18,2	16,8	16,9	16,9	0,02	22,3
80 Hz Betondecke	24,7	26,6	30,6	34,2	41,4	46,2	45,1	40,9	34,1	32,0	27,7	24,3	25,1	27,2	30,3	23,7	21,1	18,1	18,0	17,3	17,7	0,01	23,1
RE auf hinterem Gleis																							
8 Hz Betondecke	29,7	30,3	37,4	41,1	58,3	53,5	48,8	45,3	36,7	33,0	27,2	24,9	24,5	20,0	13,5	13,7	14,8	12,8	13,7	14,0	14,6	0,04	17,3
10 Hz Betondecke	29,6	29,5	35,5	36,5	50,2	62,6	54,5	46,7	36,4	34,6	28,1	24,9	25,8	20,3	13,5	13,7	14,8	12,8	13,7	14,0	14,6	0,07	17,6
12,5 Hz Betondecke	29,7	29,4	34,7	34,1	44,8	54,5	63,5	52,4	37,9	34,3	29,8	25,8	25,7	21,6	13,7	13,7	14,8	12,8	13,7	14,0	14,6	0,08	17,9
16 Hz Betondecke	29,6	29,5	34,5	33,3	42,8	49,0	55,5	61,5	43,6	35,7	29,5	27,5	26,7	21,5	15,0	14,0	14,8	12,8	13,7	14,0	14,6	0,06	18,3
20 Hz Betondecke	29,6	29,4	34,8	33,4	42,2	47,2	49,9	52,6	50,8	40,7	30,9	27,3	28,4	22,8	15,5	15,3	15,0	12,8	13,7	14,0	14,6	0,03	19,3
25 Hz Betondecke	29,6	29,5	34,8	33,6	42,2	46,6	48,3	47,6	42,9	46,8	35,1	28,5	28,3	24,3	16,6	16,5	16,8	14,3	13,9	14,0	14,6	0,02	20,8
31,5 Hz Betondecke	29,8	29,6	34,9	33,6	42,5	46,7	47,8	46,2	38,6	39,9	40,2	32,1	29,3	24,2	17,9	18,0	17,9	15,5	15,6	15,5	14,9	0,02	21,0
40 Hz Betondecke	29,4	29,6	34,8	33,6	42,3	46,7	47,7	45,7	37,4	36,4	35,1	37,9	33,0	25,2	17,7	18,0	17,9	15,5	15,6	15,5	14,9	0,02	21,8
50 Hz Betondecke	29,0	29,2	34,8	33,4	42,3	46,6	47,8	45,6	36,8	35,2	31,6	32,8	38,7	28,8	18,6	17,9	19,1	15,8	16,4	16,0	16,2	0,02	23,2
62,5 Hz Betondecke	28,5	28,8	34,4	33,6	42,1	46,5	47,6	45,7	36,7	34,7	30,4	29,3	33,6	34,5	22,2	18,9	19,0	17,1	16,7	16,8	16,6	0,02	23,3
80 Hz Betondecke	27,9	28,3	34,0	33,0	42,1	46,4	47,6	45,5	36,8	34,6	29,9	28,1	30,1	29,4	28,0	22,5	19,9	17,0	17,9	17,1	17,4	0,02	22,7

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln

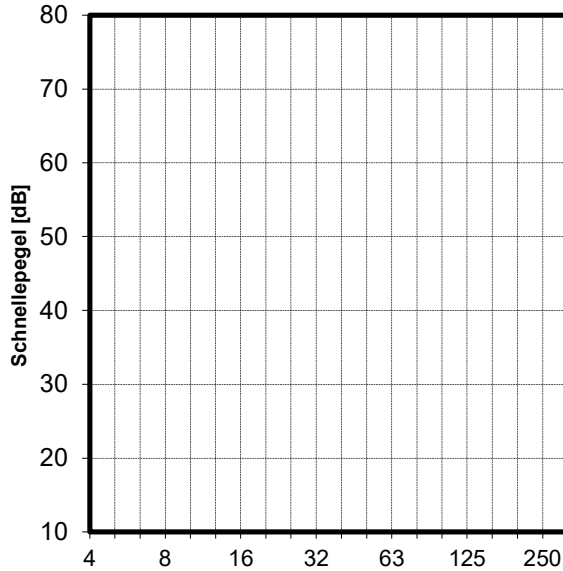
Emissionsspektren 1 bis 10



Terzmittenfrequenz [Hz]



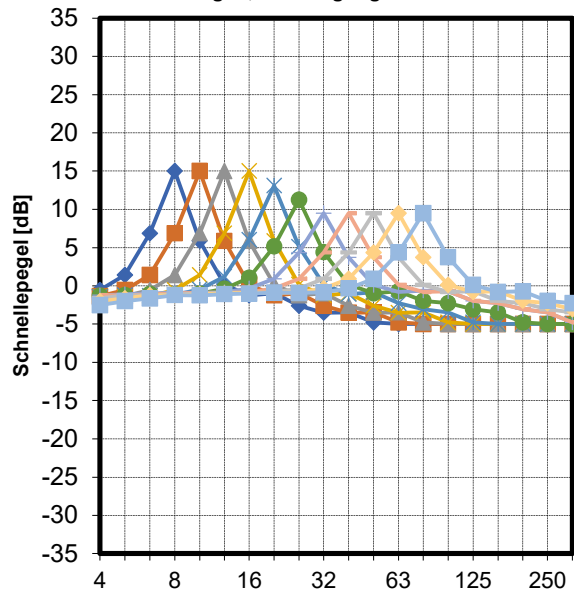
Emissionsspektren 11 bis 20



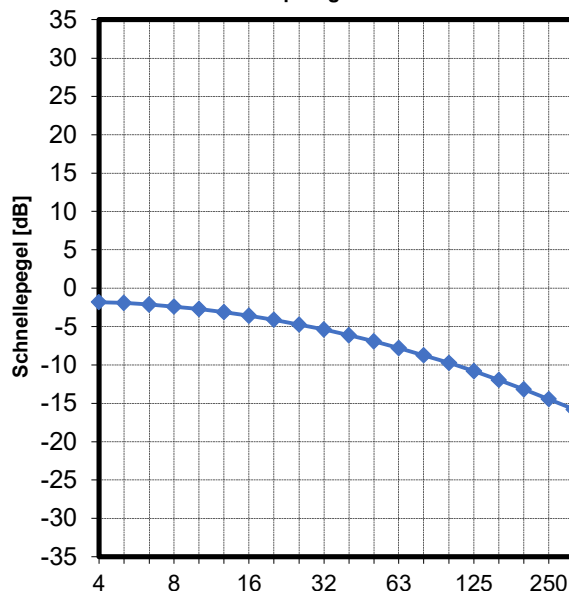
Terzmittenfrequenz [Hz]



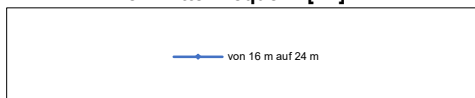
Minderungen; Übertragungsfunktionen



Bodendämpfungsfunktionen

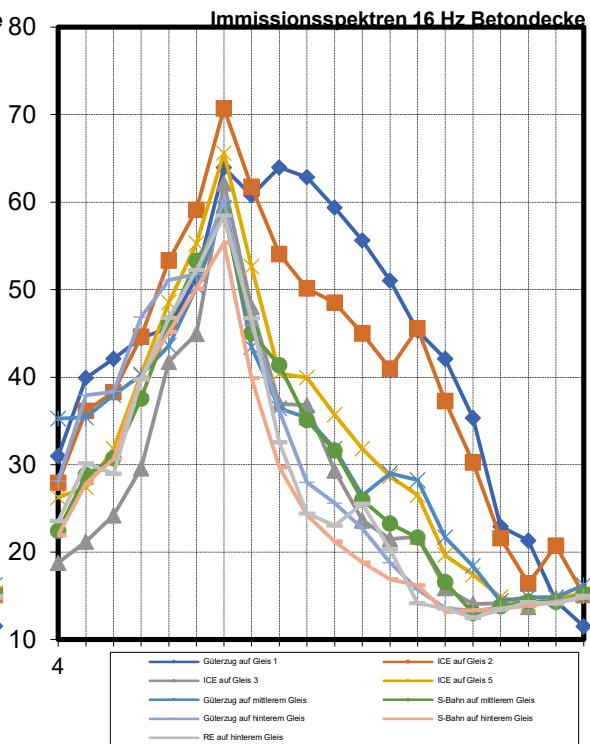
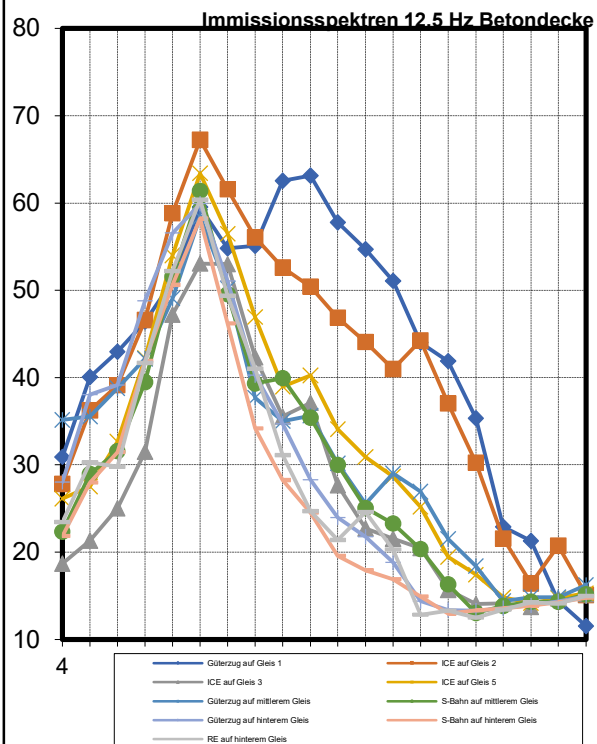
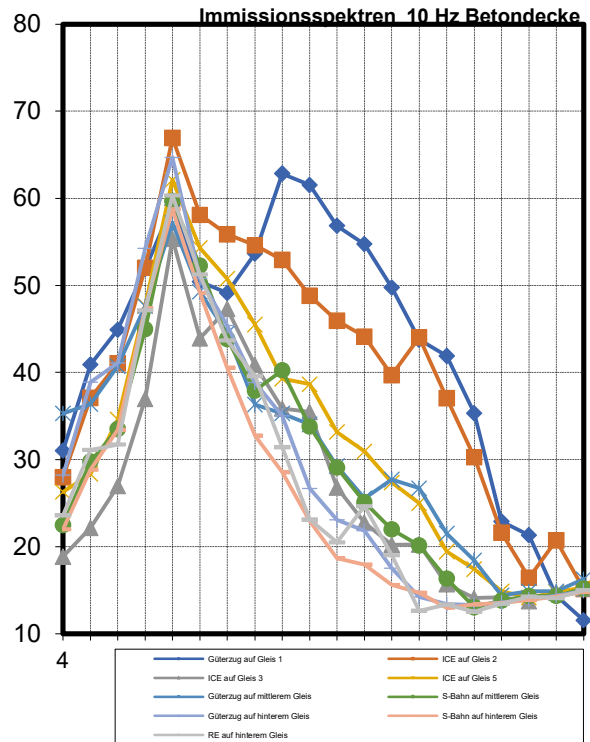
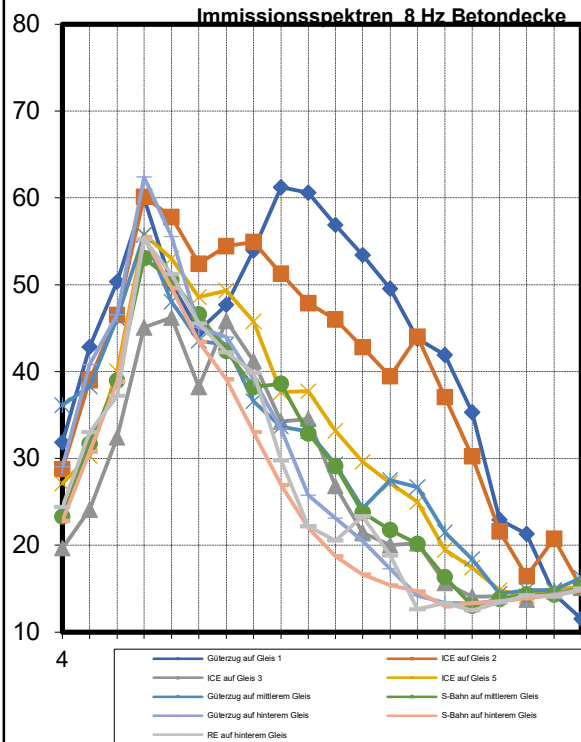


Terzmittenfrequenz [Hz]



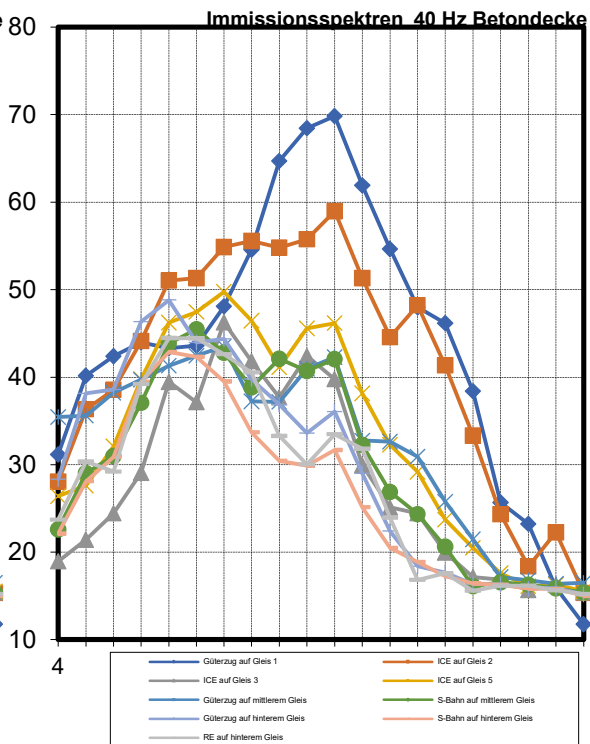
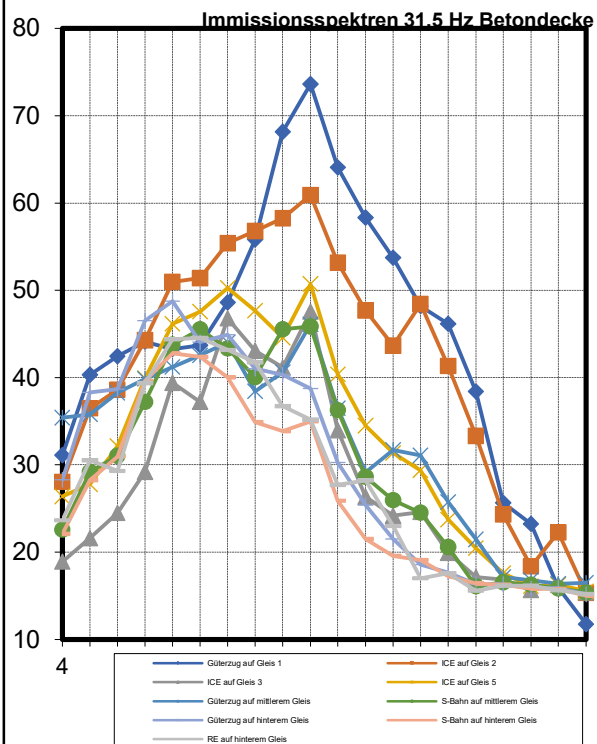
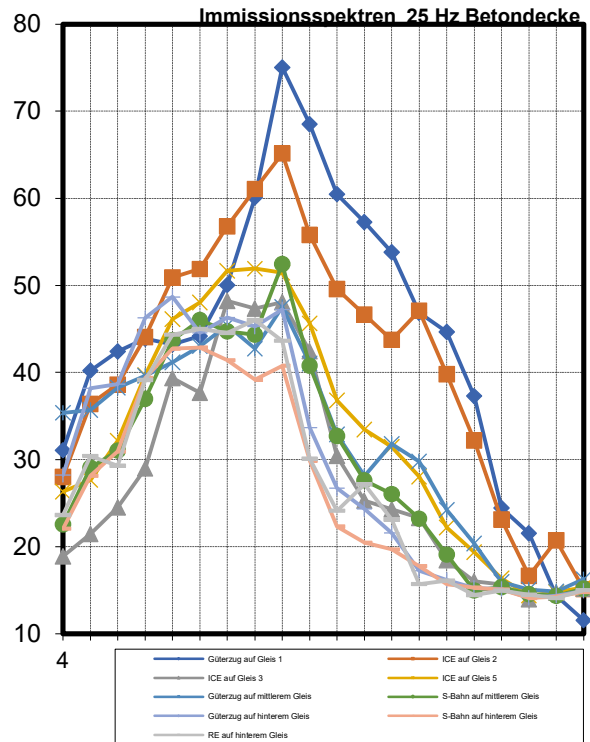
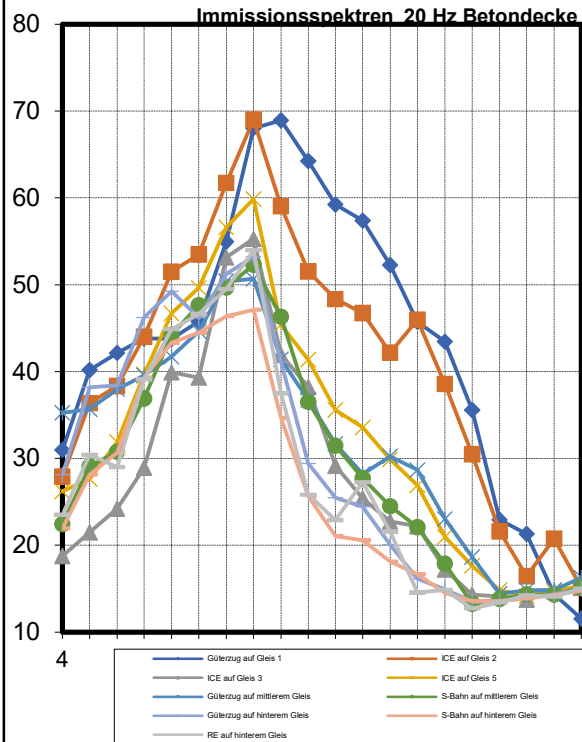
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



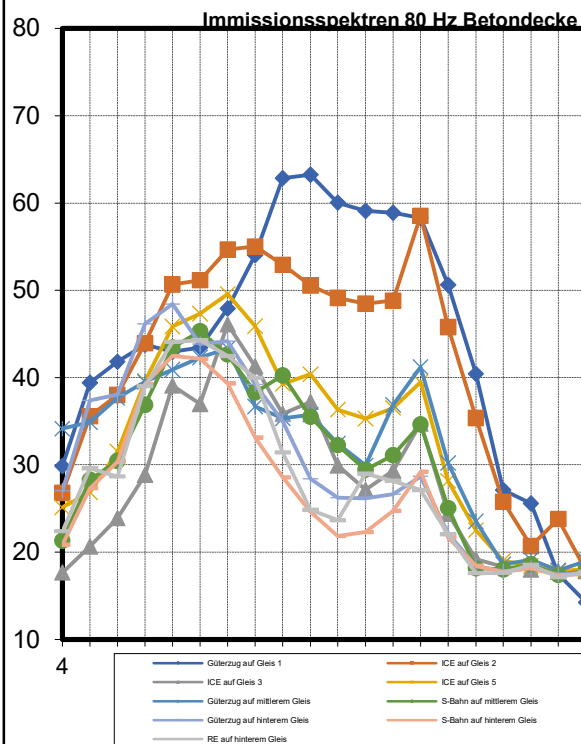
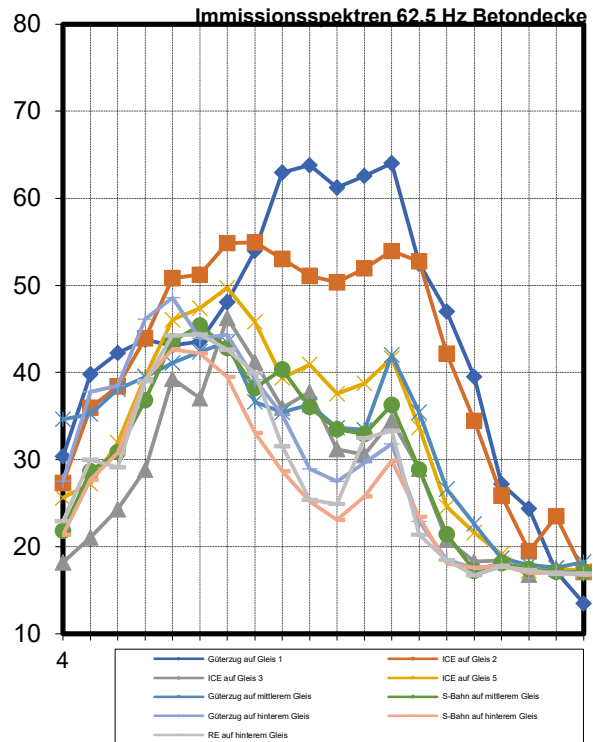
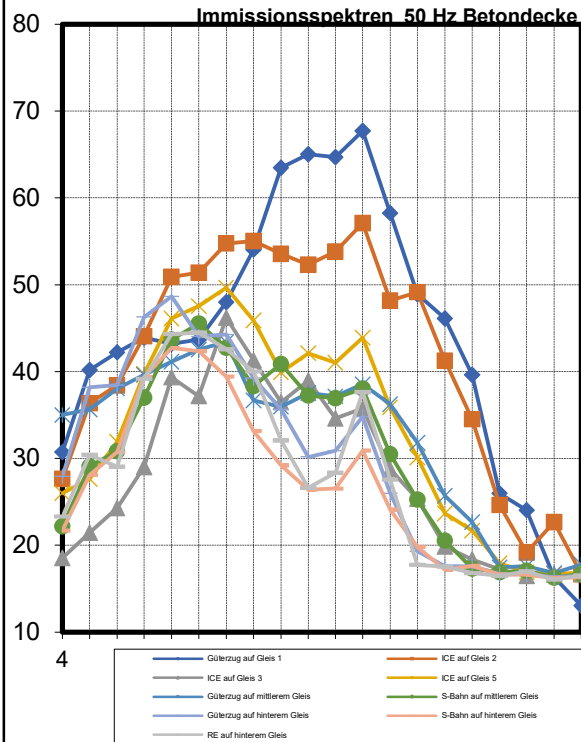
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



alle Spektren [dB], re 5*10⁻⁵ mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



alle Spektren [dB], re 5*10⁻⁵ mm/s

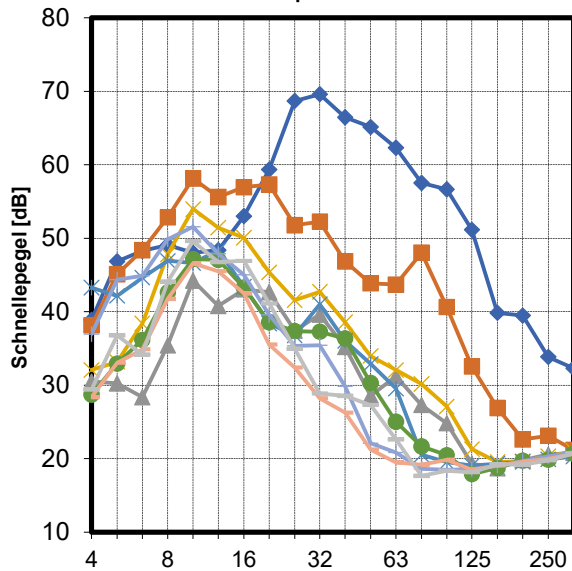
Berechnung der Immissionen Longericher Straße 164, 50739 Köln

Frequenz [Hz]	4		8		16		32		63		125		250		Anzahl Ereignisse Tag Nacht								
Emissionsspektren																							
Güterzug auf Gleis 1	34,4	38,9	46,8	48,3	49,1	48,0	48,4	53,0	59,3	68,7	69,6	66,5	65,1	62,3	57,5	56,6	51,1	39,9	39,5	33,8	32,3	1	0
ICE auf Gleis 2	30,5	34,0	41,1	42,3	46,9	53,0	52,9	56,2	56,2	54,1	51,5	49,5	47,6	44,5	49,0	42,1	35,2	26,6	21,4	25,7	20,1	3	0
ICE auf Gleis 3	28,0	24,9	26,2	28,2	31,8	41,4	38,8	47,6	42,5	37,0	38,2	30,3	26,2	25,0	25,2	20,7	19,1	19,1	18,7	19,7	20,2	3	0
ICE auf Gleis 5	29,6	32,3	32,4	35,9	42,5	48,2	49,1	51,1	47,1	40,4	41,3	36,7	34,4	32,2	30,0	24,4	22,4	19,8	19,2	19,7	20,3	6	0
Güterzug auf mittlerem Gleis	40,1	41,3	40,4	42,0	42,4	43,3	44,1	44,9	37,8	36,5	36,7	32,8	29,0	32,5	31,7	26,5	23,4	19,4	19,8	19,9	21,3	2	0
S-Bahn auf mittlerem Gleis	27,5	28,5	33,8	34,8	39,8	45,8	47,1	44,2	39,5	41,4	36,5	32,6	28,6	26,8	25,1	21,3	18,0	18,8	19,3	19,3	20,2	16	2
Güterzug auf hinterem Gleis	33,3	34,2	42,9	42,4	49,1	50,8	45,6	45,7	40,4	36,2	29,4	26,6	25,3	22,3	19,2	18,4	18,3	18,6	18,9	19,4	19,9	46	23
S-Bahn auf hinterem Gleis	28,2	28,0	32,8	34,7	42,2	44,8	43,9	40,8	34,3	29,7	25,6	22,2	21,4	20,4	19,7	18,0	18,3	18,6	18,9	19,3	19,8	176	30
RE auf hinterem Gleis	32,2	29,6	35,1	33,0	42,0	46,4	46,1	44,0	41,1	32,6	25,8	24,0	28,1	23,8	17,6	18,3	17,5	18,4	19,3	19,1	20,0	74	12
Übertragungsfunktionen																							
Boden -> 8 Hz Betondecke	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Boden -> 10 Hz Betondecke	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Boden -> 12,5 Hz Betondecke	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Boden -> 16 Hz Betondecke	-1,5	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Boden -> 20 Hz Betondecke	-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Boden -> 25 Hz Betondecke	-1,5	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0		
Boden -> 31,5 Hz Betondecke	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Boden -> 40 Hz Betondecke	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Boden -> 50 Hz Betondecke	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5		
Boden -> 62,5 Hz Betondecke	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1		
Boden -> 80 Hz Betondecke	-3,1	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3		
Angesetzte Bodendämpfungen																							
von 16 m auf 24 m	-1,8	-1,8	-1,9	-2,1	-2,4	-2,7	-3,1	-3,6	-4,1	-4,7	-5,4	-6,1	-6,9	-7,8	-8,7	-9,7	-10,8	-12,0	-13,2	-14,4	-15,8		
Immissionsspektren																							
																						KB _{FTM}	L _{max} (dB(A))
Güterzug auf Gleis 1																							
8 Hz Betondecke	31,3	36,6	46,3	53,0	61,7	51,2	45,4	48,2	54,2	61,4	60,7	56,9	53,4	49,5	43,8	41,9	35,3	22,9	21,3	14,4	11,5	0,11	35,2
10 Hz Betondecke	31,2	35,7	44,4	47,6	53,6	60,3	51,1	49,6	53,9	63,0	61,6	56,9	54,7	49,8	43,8	41,9	35,3	22,9	21,3	14,4	11,5	0,12	35,5
12,5 Hz Betondecke	31,3	35,6	43,6	45,7	48,1	52,2	60,2	55,3	55,4	62,7	63,2	57,8	54,7	51,1	44,0	41,9	35,3	22,9	21,3	14,4	11,5	0,13	35,9
16 Hz Betondecke	31,2	35,7	43,4	44,8	46,2	46,7	52,1	64,4	61,1	64,2	62,9	59,4	55,6	51,0	45,3	42,1	35,3	22,9	21,3	14,4	11,5	0,16	36,3
20 Hz Betondecke	31,2	35,7	43,7	44,9	45,5	44,9	46,5	55,5	68,3	69,1	64,4	59,3	57,4	52,3	45,7	43,4	35,5	22,9	21,3	14,4	11,5	0,22	37,1
25 Hz Betondecke	31,2	35,8	43,7	45,1	45,6	44,3	44,9	50,5	60,4	75,3	68,6	60,5	57,3	53,8	46,8	44,6	37,3	24,4	21,5	14,4	11,5	0,33	38,6
31,5 Hz Betondecke	31,4	35,8	43,8	45,1	45,8	44,4	44,4	49,1	56,1	68,4	73,7	64,1	58,3	53,7	48,2	46,2	38,4	25,7	23,2	15,9	11,7	0,29	39,6
40 Hz Betondecke	31,0	35,9	43,7	45,1	45,7	44,4	44,3	48,6	54,9	64,9	68,6	69,9	61,9	54,6	48,0	46,2	38,4	25,7	23,2	15,9	11,7	0,23	40,1
50 Hz Betondecke	30,6	35,4	43,7	44,9	45,6	44,3	44,4	48,5	54,4	63,7	65,1	64,7	67,7	58,3	48,9	46,1	39,6	26,0	24,0	16,3	13,1	0,20	40,8
62,5 Hz Betondecke	30,1	35,1	43,3	44,9	45,4	44,2	44,2	48,6	54,3	63,1	63,9	61,3	62,6	64,0	52,5	47,0	39,5	27,2	24,4	17,1	13,5	0,16	41,0
80 Hz Betondecke	29,5	34,6	42,9	44,5	45,5	44,1	44,2	48,4	54,3	63,1	63,4	60,0	59,1	58,9	58,3	50,6	40,4	27,1	25,6	17,4	14,3	0,14	40,5
ICE auf Gleis 2																							
8 Hz Betondecke	29,1	33,5	42,5	49,2	61,9	58,9	53,1	54,9	55,2	51,5	48,0	46,0	42,8	39,5	44,0	37,1	30,2	21,6	16,4	20,7	15,1	0,08	31,5
10 Hz Betondecke	29,0	32,7	40,6	43,8	53,7	68,0	58,8	56,4	54,9	53,1	48,9	46,0	44,1	39,7	44,0	37,1	30,2	21,6	16,4	20,7	15,1	0,13	31,6
12,5 Hz Betondecke	29,1	32,5	39,7	41,8	48,3	59,9	67,9	62,1	56,4	52,8	50,5	46,9	44,1	41,0	44,3	37,1	30,2	21,6	16,4	20,7	15,1	0,14	31,8
16 Hz Betondecke	29,0	32,6	39,6	41,0	46,3	54,4	59,8	71,2	62,1	54,3	50,2	48,5	45,0	41,0	45,6	37,3	30,2	21,6	16,4	20,7	15,1	0,19	32,4
20 Hz Betondecke	29,1	32,6	39,9	41,0	45,7	52,6	54,2	62,2	69,3	59,2	51,6	48,4	46,7	42,2	46,0	38,6	30,5	21,6	16,4	20,7	15,1	0,17	32,9
25 Hz Betondecke	29,0	32,7	39,9	41,3	45,7	52,0	52,6	57,3	61,4	65,3	55,9	49,6	46,6	43,7	47,1	39,8	32,2	23,1	16,6	20,7	15,1	0,12	34,0
31,5 Hz Betondecke	29,2	32,7	40,0	41,3	46,0	52,1	52,1	55,9	57,1	58,4	61,0	53,2	47,7	43,7	48,4	41,3	33,3	24,3	18,4	22,3	15,3	0,09	34,7
40 Hz Betondecke	28,8	32,8	39,8	41,2	45,8	52,1	52,0	55,4	55,9	55,0	55,9	59,0	51,3	44,6	48,2	41,3	33,3	24,3	18,4	22,3	15,3	0,08	35,1
50 Hz Betondecke	28,5	32,4	39,9	41,1	45,8	52,0	52,1	55,3	55,3	53,8	52,4	53,8	57,1	48,2	49,1	41,3	34,5	24,6	19,2	22,7	16,6	0,07	35,8
62,5 Hz Betondecke	28,0	32,0	39,5	41,1	45,6	51,9	51,9	55,3	55,2	53,2	51,2	50,4	51,9	54,0	52,8	42,2	34,4	25,9	19,5	23,5	17,1	0,07	36,8
80 Hz Betondecke	27,4	31,5	39,1	40,7	45,6	51,8	51,9	55,2	55,3	53,1	50,6	49,1	48,5	48,8	58,5	45,8	35,4	25,8	20,7	23,8	17,9	0,07	39,0
ICE auf Gleis 3																							
8 Hz Betondecke	26,7	24,4	27,6	35,1	46,8	47,3	38,9	46,4	41,5	34,4	34,7	26,8	21,5	20,0	20,2	15,7	14,1	14,1	13,7	14,7	15,2	0,02	18,8
10 Hz Betondecke	26,5	23,5	25,7	29,6	38,7	56,4	44,6	47,8	41,2	36,0	35,6	26,8	22,8	20,2	20,2	15,7	14,1	14,1	13,7	14,7	15,2	0,03	19,0
12,5 Hz Betondecke	26,6	23,4	24,8	27,7	33,2	48,3	53,8	53,5	42,6	35,7	37,2	27,7	22,7	21,5	20,5	15,7	14,1	14,1	13,7	14,7	15,2	0,03	19,4
16 Hz Betondecke	26,5	23,5	24,7	26,9	31,3	42,9	45,6	62,6	48,3	37,2	36,9	29,3	23,7	21,5	21,8	15,9	14,1	14,1	13,7	14,7	15,2	0,07	19,7
20 Hz Betondecke	26,6	23,5	25,0	26,9	30,6	41,0	40,0	53,7	55,6	42,1	38,3	29,2	25,4	22,7	22,2	17,2	14,3	14,1	13,7	14,7	15,2	0,04	20,5
25 Hz Betondecke	26,5	23,6	25,0	27,2	30,7	40,4	38,4	48,7	47,6	48,3	42,6	30,4	25,3	24,3	23,3	18,4	16,0	15,7	14,0	14,7	15,2	0,02	22,3
31,5 Hz Betondecke	26,8	23,6	25,1	27,2	30,9	40,5	37,9	47,3	43,4	41,4	47,7	34,0	26,3	24,2	24,6	20,0	17,1	16,9	15,7	16,2	15,4	0,02	23,4
40 Hz Betondecke	26,4	23,7	24,9	27,1	30,8	40,6	37,8	46,8	42,1	37,9	42,5	39,8	30,0	25,1	24,4	20,0	17,1	16,9	15,7	16,2	15,4	0,02	22,9
50 Hz Betondecke	26,0	23,2	25,0	27,0	30,7	40,4	37,9	46,7	41,6	36,7	39,1	34,6	35,7	28,7	25,3	19,9	18,4	17,2	16,5	16,6	16,7	0,02	23,1
62,5 Hz Betondecke	25,5	22,9	24,6	27,0																			

S-Bahn auf mittlerem Gleis																								
8 Hz Betondecke	26,1	28,0	35,2	41,7	54,8	51,7	47,3	42,9	38,5	38,8	33,0	29,1	23,8	21,8	20,1	16,3	13,0	13,8	14,3	14,3	15,2	0,03	19,3	
10 Hz Betondecke	26,0	27,2	33,3	36,2	46,7	60,8	53,0	44,3	38,2	40,4	33,9	29,1	25,1	22,0	20,1	16,3	13,0	13,8	14,3	14,3	15,2	0,05	19,6	
12,5 Hz Betondecke	26,1	27,0	32,5	34,3	41,2	52,7	62,1	50,0	39,6	40,1	35,5	30,0	25,1	23,3	20,4	16,3	13,0	13,8	14,3	14,3	15,2	0,06	19,9	
16 Hz Betondecke	26,0	27,1	32,3	33,4	39,3	47,2	54,0	59,2	45,3	41,6	35,2	31,6	26,0	23,3	21,7	16,6	13,0	13,8	14,3	14,3	15,2	0,05	20,3	
20 Hz Betondecke	26,1	27,1	32,6	33,5	38,6	45,4	48,3	50,2	52,6	46,5	36,6	31,5	27,7	24,5	22,1	17,9	13,3	13,8	14,3	14,3	15,2	0,03	21,4	
25 Hz Betondecke	26,0	27,2	32,6	33,7	38,7	44,8	46,7	45,2	44,6	52,7	40,9	32,7	27,6	26,0	23,2	19,1	15,0	15,4	14,6	14,3	15,2	0,03	23,4	
31,5 Hz Betondecke	26,3	27,3	32,7	33,8	38,9	44,9	46,3	43,8	40,4	45,8	46,0	36,3	28,7	26,0	24,5	20,6	16,1	16,6	16,3	15,9	15,4	0,02	23,4	
40 Hz Betondecke	25,8	27,3	32,5	33,7	38,8	44,9	46,2	43,3	39,1	42,3	40,8	42,1	32,3	26,9	24,3	20,6	16,1	16,6	16,3	15,9	15,4	0,02	23,7	
50 Hz Betondecke	25,5	26,9	32,6	33,5	38,7	44,8	46,2	43,2	38,6	41,1	37,4	36,9	38,1	30,5	25,3	20,5	17,3	16,9	17,1	16,3	16,7	0,02	24,0	
62,5 Hz Betondecke	25,0	26,5	32,2	33,6	38,5	44,7	46,1	43,3	38,5	40,5	36,1	33,5	32,9	36,3	28,9	21,4	17,2	18,1	17,4	17,1	17,1	0,02	24,7	
80 Hz Betondecke	24,4	26,0	31,8	33,1	38,6	44,6	46,0	43,1	38,6	40,5	35,6	32,3	29,5	31,1	34,6	25,1	18,2	18,0	18,6	17,4	17,9	0,02	25,4	
Güterzug auf hinterem Gleis																								
8 Hz Betondecke	32,0	33,7	44,3	49,3	64,1	56,7	45,8	44,5	39,4	33,6	25,9	23,1	20,5	17,3	14,2	13,4	13,3	13,6	13,9	14,4	14,9	0,07	16,5	
10 Hz Betondecke	31,8	32,9	42,4	43,8	56,0	65,8	51,5	45,9	39,1	35,2	26,8	23,1	21,8	17,5	14,2	13,4	13,3	13,6	13,9	14,4	14,9	0,09	16,8	
12,5 Hz Betondecke	31,9	32,8	41,6	41,9	50,5	57,7	60,6	51,6	40,6	34,9	28,4	24,0	21,8	18,8	14,4	13,4	13,3	13,6	13,9	14,4	14,9	0,06	17,0	
16 Hz Betondecke	31,8	32,9	41,4	41,0	48,6	52,2	52,5	60,7	46,3	36,3	28,1	25,6	22,7	18,8	15,7	13,6	13,3	13,6	13,9	14,4	14,9	0,06	17,4	
20 Hz Betondecke	31,9	32,8	41,7	41,1	47,9	50,3	46,9	51,7	53,5	41,3	29,5	25,5	24,4	20,0	16,1	14,9	13,5	13,6	13,9	14,4	14,9	0,04	18,5	
25 Hz Betondecke	31,8	32,9	41,7	41,3	48,0	49,8	45,2	46,8	45,6	47,4	33,8	26,7	24,3	21,6	17,2	16,1	15,2	15,1	14,1	14,4	14,9	0,03	20,4	
31,5 Hz Betondecke	32,1	33,0	41,8	41,4	48,2	49,8	44,8	45,4	41,3	40,5	38,9	30,3	25,4	21,5	18,6	17,7	16,4	16,3	15,8	15,9	15,2	0,02	20,1	
40 Hz Betondecke	31,7	33,0	41,7	41,3	48,1	49,9	44,7	44,9	40,1	37,1	33,7	36,1	29,0	22,4	18,4	17,7	16,4	16,3	15,8	15,9	15,2	0,02	20,6	
50 Hz Betondecke	31,3	32,6	41,7	41,1	48,0	49,8	44,8	44,8	39,5	35,8	30,3	30,9	34,8	26,0	19,3	17,6	17,6	16,7	16,6	16,3	16,5	0,02	21,5	
62,5 Hz Betondecke	30,8	32,2	41,3	41,2	47,8	49,7	44,6	44,8	39,5	35,3	29,0	27,5	29,6	31,8	22,9	18,5	17,5	17,9	17,0	17,1	16,9	0,02	22,0	
80 Hz Betondecke	30,2	31,7	40,9	40,8	47,9	49,5	44,5	44,7	39,5	35,2	28,5	26,2	26,2	26,7	28,7	22,1	18,4	17,8	18,2	17,4	17,7	0,02	22,4	
S-Bahn auf hinterem Gleis																								
8 Hz Betondecke	26,9	27,5	34,3	41,6	57,2	50,7	44,1	39,6	33,3	27,1	22,1	18,7	16,6	15,4	14,7	13,0	13,3	13,6	13,9	14,3	14,8	0,03	15,6	
10 Hz Betondecke	26,7	26,7	32,3	36,1	49,1	59,8	49,8	41,0	33,0	28,8	23,0	18,7	17,9	15,6	14,7	13,0	13,3	13,6	13,9	14,3	14,8	0,05	15,7	
12,5 Hz Betondecke	26,8	26,6	31,5	34,2	43,6	51,7	58,9	46,7	34,5	28,5	24,6	19,6	17,9	16,9	14,9	13,0	13,3	13,6	13,9	14,3	14,8	0,05	15,9	
16 Hz Betondecke	26,7	26,7	31,4	33,3	41,7	46,3	50,8	55,8	40,2	29,9	24,3	21,2	18,8	16,9	16,2	13,2	13,3	13,6	13,9	14,3	14,8	0,04	16,3	
20 Hz Betondecke	26,8	26,6	31,6	33,4	41,0	44,4	45,2	46,9	47,4	34,8	25,7	21,1	20,6	18,1	16,6	14,5	13,6	13,6	13,9	14,3	14,8	0,02	17,1	
25 Hz Betondecke	26,7	26,7	31,6	33,6	41,1	43,8	43,6	41,9	39,5	41,0	30,0	22,3	20,5	19,7	17,8	15,7	15,3	15,1	14,1	14,3	14,8	0,01	18,4	
31,5 Hz Betondecke	27,0	26,8	31,8	33,7	41,3	43,9	43,1	40,5	35,2	34,1	35,1	25,9	21,5	19,6	19,1	17,3	16,4	16,3	15,8	15,8	15,0	0,01	18,8	
40 Hz Betondecke	26,6	26,8	31,6	33,6	41,2	44,0	43,0	40,0	34,0	30,6	30,0	31,7	25,1	20,5	18,9	17,3	16,4	16,3	15,8	15,8	15,0	0,01	19,1	
50 Hz Betondecke	26,2	26,4	31,6	33,4	41,1	43,8	43,1	39,9	33,5	29,4	26,5	26,5	30,9	24,1	19,8	17,2	17,6	16,6	16,6	16,2	16,3	0,01	20,0	
62,5 Hz Betondecke	25,7	26,0	31,2	33,5	40,9	43,8	42,9	40,0	33,4	28,9	25,3	23,1	25,8	29,9	23,4	18,1	17,5	17,8	16,9	17,0	16,7	0,01	21,1	
80 Hz Betondecke	25,1	25,5	30,8	33,0	41,0	43,6	42,8	39,8	33,4	28,8	24,7	21,9	22,3	24,8	29,2	21,7	18,5	17,8	18,2	17,3	17,5	0,01	22,2	
RE auf hinterem Gleis																								
8 Hz Betondecke	30,9	29,1	36,5	39,9	57,0	52,3	46,2	42,7	40,2	30,0	22,3	20,5	23,3	18,8	12,6	13,3	12,5	13,4	14,3	14,1	15,0	0,04	16,5	
10 Hz Betondecke	30,7	28,3	34,6	34,4	48,8	61,4	51,9	44,2	39,9	31,6	23,2	20,5	24,6	19,0	12,6	13,3	12,5	13,4	14,3	14,1	15,0	0,06	16,8	
12,5 Hz Betondecke	30,8	28,1	33,8	32,5	43,4	53,3	61,1	49,9	41,3	31,3	24,8	21,4	24,6	20,3	12,8	13,3	12,5	13,4	14,3	14,1	15,0	0,06	17,0	
16 Hz Betondecke	30,7	28,2	33,6	31,7	41,4	47,8	53,0	59,0	47,0	32,7	24,5	23,0	25,5	20,3	14,2	13,6	12,5	13,4	14,3	14,1	15,0	0,05	17,4	
20 Hz Betondecke	30,8	28,2	33,9	31,7	40,8	46,0	47,3	50,0	54,3	37,7	25,9	22,9	27,3	21,5	14,6	14,9	12,7	13,4	14,3	14,1	15,0	0,03	18,3	
25 Hz Betondecke	30,7	28,3	33,9	32,0	40,8	45,4	45,7	45,1	46,3	43,8	30,2	24,1	27,2	23,1	15,7	16,1	14,4	15,0	14,5	14,1	15,0	0,02	19,5	
31,5 Hz Betondecke	31,0	28,4	34,0	32,0	41,1	45,5	45,2	43,7	42,0	36,9	35,3	27,7	28,2	23,0	17,0	17,6	15,6	16,2	16,2	15,6	15,2	0,02	19,7	
40 Hz Betondecke	30,6	28,4	33,9	31,9	40,9	45,6	45,1	43,1	40,8	33,5	30,1	33,5	31,8	23,9	16,8	17,6	15,6	16,2	16,2	15,6	15,2	0,02	20,5	
50 Hz Betondecke	30,2	28,0	33,9	31,8	40,9	45,4	45,2	43,1	40,3	32,3	26,7	28,4	37,6	27,5	17,7	17,5	16,8	16,5	17,0	16,0	16,5	0,02	22,4	
62,5 Hz Betondecke	29,7	27,6	33,5	31,8	40,7	45,3	45,1	43,1	40,2	31,7	25,5	24,9	32,5	33,3	21,3	18,4	16,7	17,7	17,3	16,8	16,9	0,02	22,6	
80 Hz Betondecke	29,1	27,1	33,1	31,4	40,7	45,2	45,0	43,0	40,3	31,6	24,9	23,7	29,0	28,2	27,1	22,1	17,6	17,6	18,5	17,2	17,7	0,02	22,1	

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln

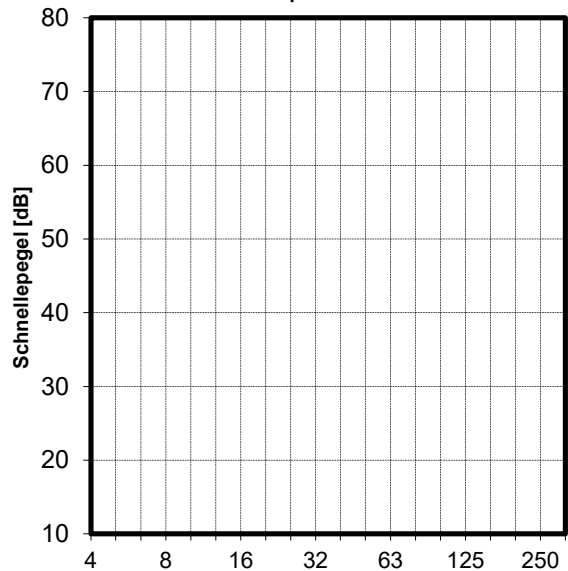
Emissionsspektren 1 bis 10



Terzmittenfrequenz [Hz]



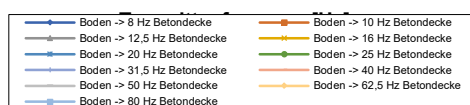
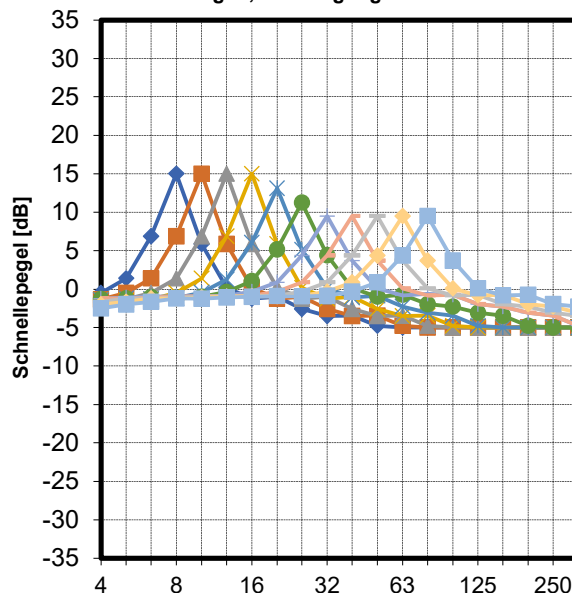
Emissionsspektren 11 bis 20



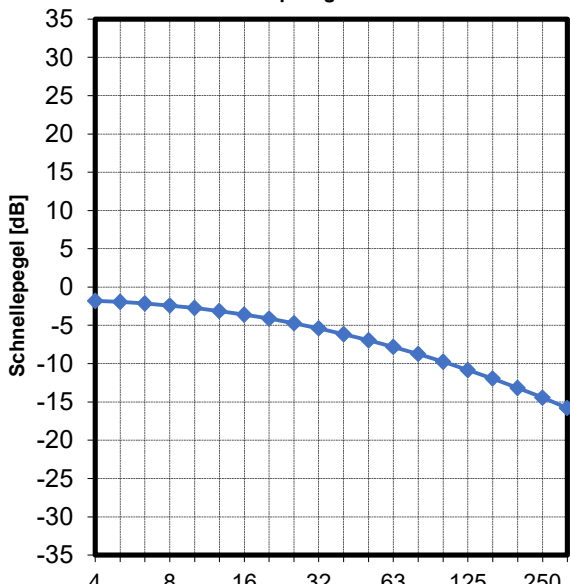
Terzmittenfrequenz [Hz]



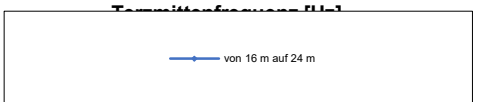
Minderungen; Übertragungsfunktionen



Bodendämpfungsfunktionen

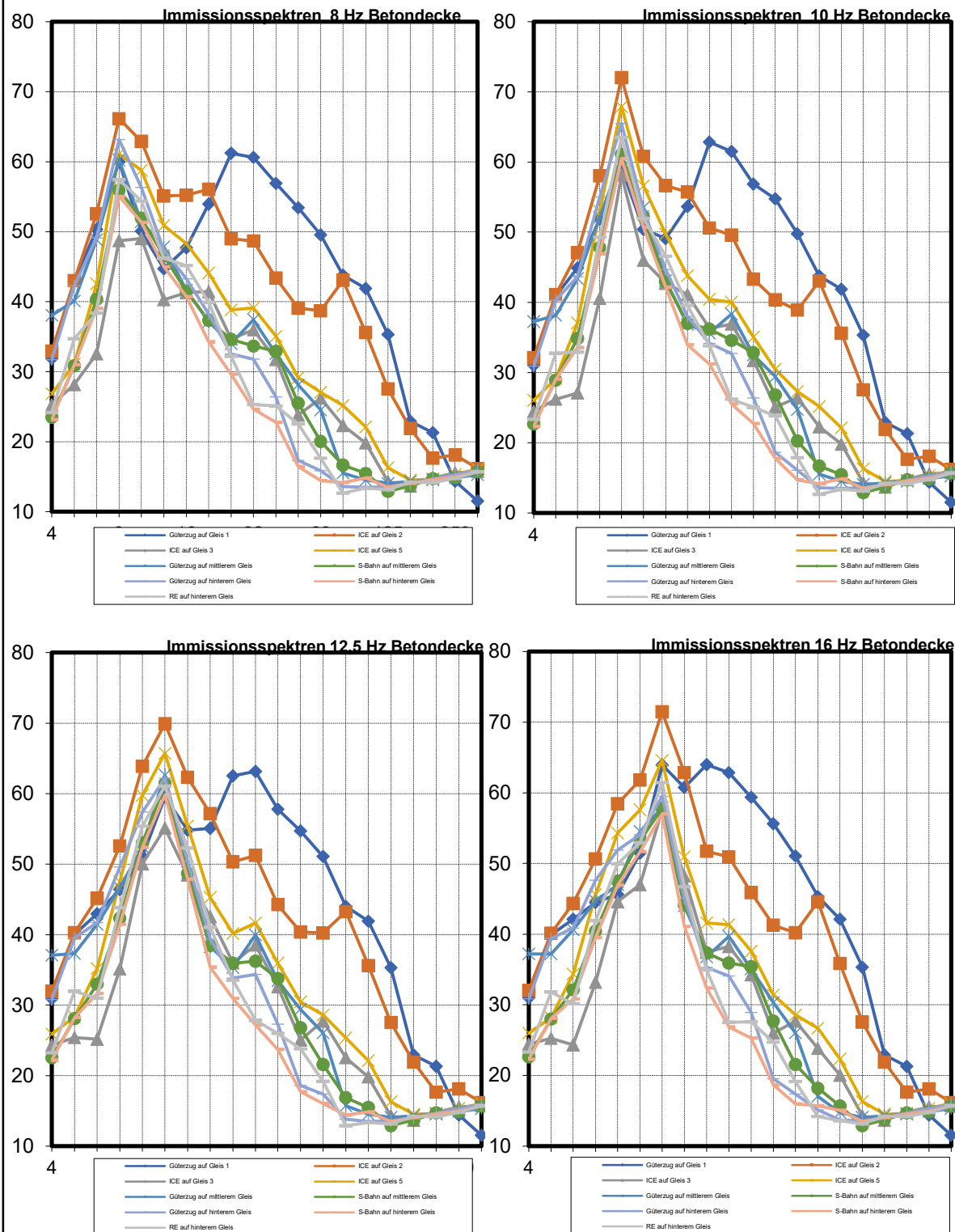


Terzmittenfrequenz [Hz]



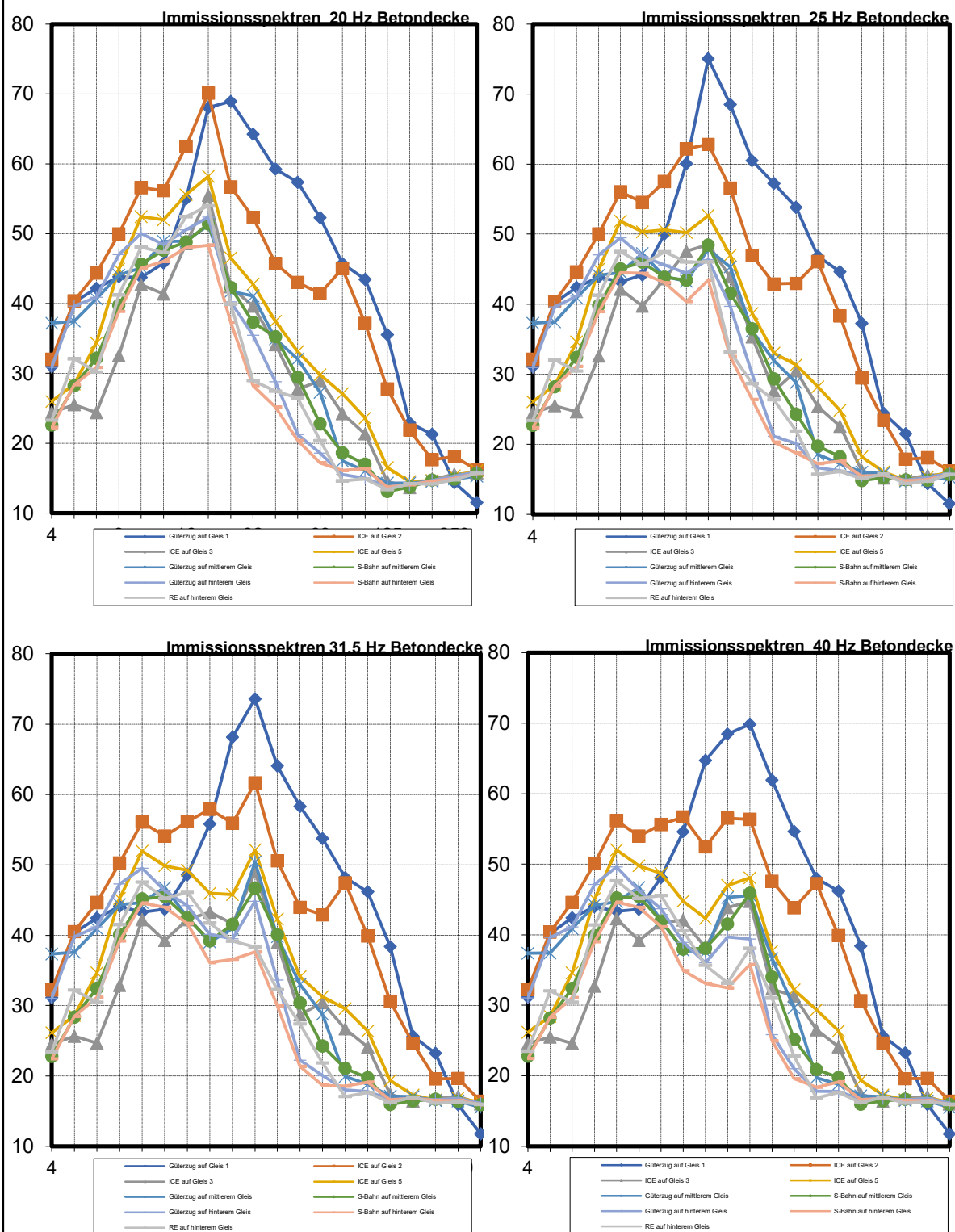
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



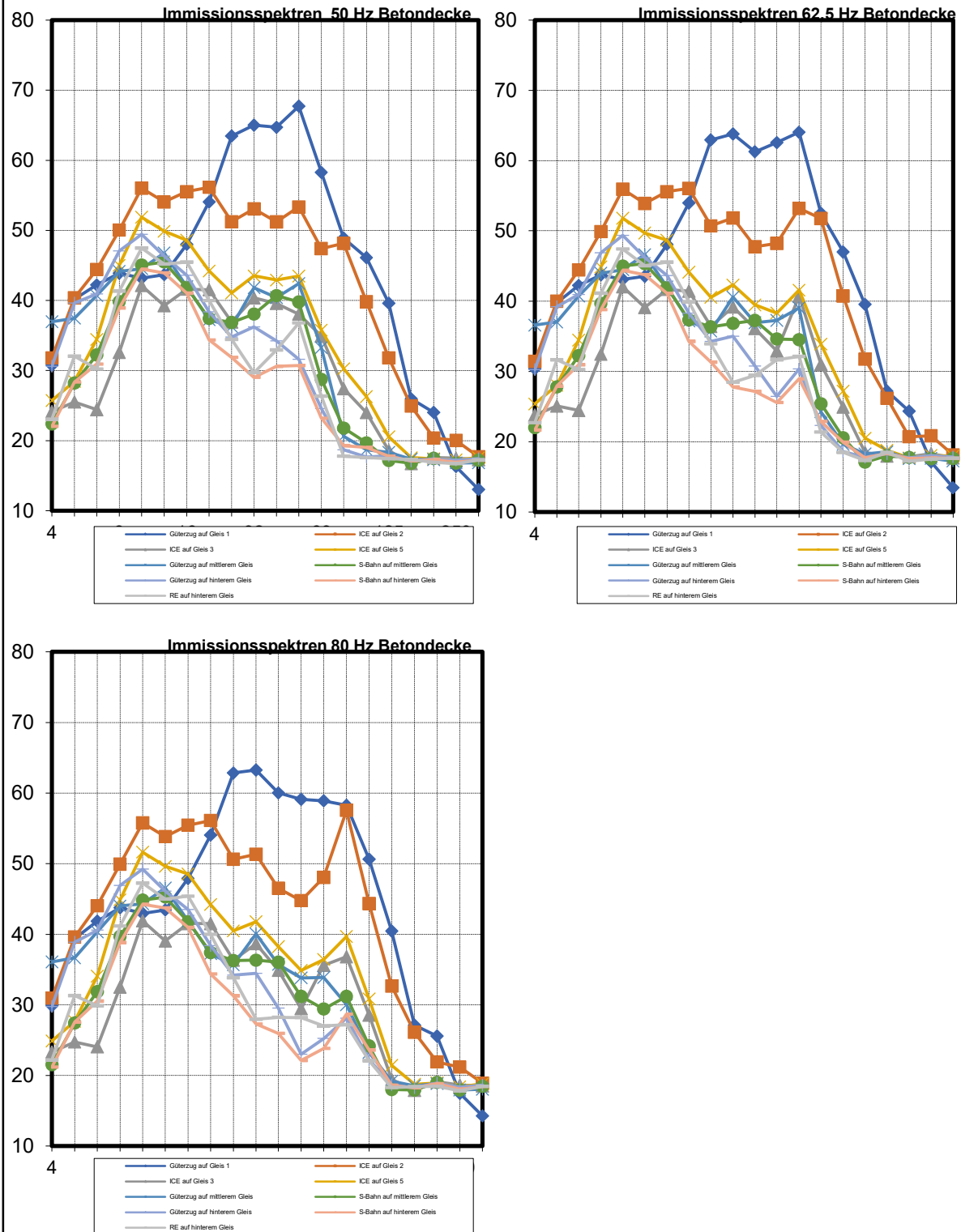
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose Longericher Straße 164, 50739 Köln



alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Berechnung der Immissionen Longericher Straße 164, 50739 Köln

Frequenz [Hz]	4				8				16				32				63				125				250				Anzahl Ereignisse	
																									Tag	Nacht				
Emissionsspektren																														
Güterzug auf Gleis 1	34,4	38,9	46,8	48,3	49,1	48,0	48,4	53,0	59,3	68,7	69,6	66,5	65,1	62,3	57,5	56,6	51,1	39,9	39,5	33,8	32,3			1	0					
ICE auf Gleis 2	30,2	38,1	45,1	48,4	52,9	58,1	55,6	57,0	57,3	51,8	52,3	46,8	43,9	43,7	48,0	40,6	32,5	26,9	22,6	23,1	21,2			3	0					
ICE auf Gleis 3	26,4	30,5	30,2	28,4	35,4	44,2	40,8	43,1	42,7	37,5	39,6	35,2	28,6	31,2	27,3	24,8	19,3	18,7	19,8	20,6	20,8			3	0					
ICE auf Gleis 5	29,9	32,1	33,2	38,4	47,8	54,0	51,4	50,1	45,4	41,6	42,7	38,6	34,0	32,1	30,2	27,1	21,3	19,5	19,6	20,3	21,1			6	0					
Güterzug auf mittlerem Gleis	36,0	43,3	42,2	44,7	46,9	46,7	48,3	43,4	38,4	36,8	41,0	36,0	32,9	29,5	20,5	19,5	19,1	19,3	19,6	19,9	20,3			2	0					
S-Bahn auf mittlerem Gleis	27,4	28,7	32,9	36,2	42,6	47,2	47,1	43,3	38,6	37,4	37,3	36,4	30,3	25,0	21,7	20,5	17,9	18,7	19,7	19,9	20,7			16	2					
Güterzug auf hinterem Gleis	33,4	37,0	44,4	44,9	49,9	51,6	47,9	45,0	39,5	35,3	35,4	29,9	22,1	20,9	18,6	18,5	18,6	19,0	19,6	20,3	20,9			46	23					
S-Bahn auf hinterem Gleis	28,1	28,4	33,1	34,9	41,7	46,6	45,5	42,5	35,5	32,4	28,2	26,3	21,2	19,5	19,2	19,8	18,5	19,1	19,5	20,0	20,7			176	30					
RE auf hinterem Gleis	30,9	29,4	36,8	34,2	44,1	49,6	46,8	46,9	41,1	35,0	28,9	28,6	27,3	22,6	17,7	18,4	18,2	19,2	19,2	19,8	20,7			74	12					
Übertragungsfunktionen																														
Boden-> 8 Hz Betondecke	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden-> 10 Hz Betondecke	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden-> 12,5 Hz Betondecke	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden-> 16 Hz Betondecke	-1,5	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden-> 20 Hz Betondecke	-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0									
Boden-> 25 Hz Betondecke	-1,5	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0									
Boden-> 31,5 Hz Betondecke	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0									
Boden-> 40 Hz Betondecke	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0									
Boden-> 50 Hz Betondecke	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8									
Boden-> 62,5 Hz Betondecke	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5									
Boden-> 80 Hz Betondecke	-3,1	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1									
Angesetzte Bodendämpfungen																														
von 16 m auf 24 m	-1,8	-1,8	-1,9	-2,1	-2,4	-2,7	-3,1	-3,6	-4,1	-4,7	-5,4	-6,1	-6,9	-7,8	-8,7	-9,7	-10,8	-12,0	-13,2	-14,4	-15,8									
Immissionsspektren																														
																										KB _{FTac}	L _{max} (dB(A))			
Güterzug auf Gleis 1																														
8 Hz Betondecke	31,3	36,6	46,3	53,0	61,7	51,2	45,4	48,2	54,2	61,4	60,7	56,9	53,4	49,5	43,8	41,9	35,3	22,9	21,3	14,4	11,5		0,11	35,2						
10 Hz Betondecke	31,1	35,7	44,4	47,6	53,6	60,3	51,1	49,6	53,9	63,0	61,6	56,9	54,7	49,8	43,8	41,9	35,3	22,9	21,3	14,4	11,5		0,12	35,5						
12,5 Hz Betondecke	31,2	35,6	43,6	45,7	48,1	52,2	60,2	55,3	55,4	62,7	63,2	57,8	54,7	51,1	44,0	41,9	35,3	22,9	21,3	14,4	11,5		0,13	35,9						
16 Hz Betondecke	31,1	35,7	43,4	44,8	46,2	46,7	52,1	64,4	61,1	64,2	62,9	59,4	55,6	51,0	45,3	42,1	35,3	22,9	21,3	14,4	11,5		0,16	36,3						
20 Hz Betondecke	31,2	35,7	43,7	44,9	45,5	44,9	46,5	55,5	68,3	69,1	64,4	59,3	57,4	52,3	45,7	43,4	35,5	22,9	21,3	14,4	11,5		0,22	37,1						
25 Hz Betondecke	31,1	35,8	43,7	45,1	45,6	44,3	44,9	50,5	60,4	75,3	68,6	60,5	57,3	53,8	46,8	44,6	37,3	24,4	21,5	14,4	11,5		0,33	38,6						
31,5 Hz Betondecke	31,4	35,8	43,8	45,1	45,8	44,4	44,4	49,1	56,1	68,4	73,7	64,1	58,3	53,7	48,2	46,2	38,4	25,7	23,2	15,9	11,7		0,29	39,6						
40 Hz Betondecke	31,0	35,9	43,7	45,1	45,7	44,4	44,3	48,6	54,9	64,9	68,6	69,9	61,9	54,6	48,0	46,2	38,4	25,7	23,2	15,9	11,7		0,23	40,1						
50 Hz Betondecke	30,6	35,4	43,7	44,9	45,6	44,3	44,4	48,5	54,4	63,7	65,1	64,7	67,7	58,3	48,9	46,1	39,6	26,0	24,0	16,3	13,1		0,20	40,8						
62,5 Hz Betondecke	30,1	35,1	43,3	44,9	45,4	44,2	44,2	48,6	54,3	63,1	63,9	61,3	62,6	64,0	52,5	47,0	39,5	27,2	24,4	17,1	13,5		0,16	41,0						
80 Hz Betondecke	29,5	34,6	42,9	44,5	45,5	44,1	44,2	48,4	54,3	63,1	63,4	60,0	59,1	58,9	58,3	50,6	40,4	27,1	25,6	17,4	14,3		0,14	40,5						
ICE auf Gleis 2																														
8 Hz Betondecke	28,9	37,6	46,5	55,2	67,9	64,0	55,8	55,7	56,3	49,2	48,8	43,4	39,1	38,7	43,0	35,6	27,5	21,9	17,6	18,1	16,2		0,14	30,8						
10 Hz Betondecke	28,7	36,8	44,6	49,8	59,7	73,1	61,5	57,1	56,0	50,8	49,7	43,3	40,4	38,9	43,0	35,6	27,5	21,9	17,6	18,1	16,2		0,22	30,9						
12,5 Hz Betondecke	28,8	36,7	43,8	47,9	54,3	65,0	70,6	62,8	57,5	50,5	51,3	44,2	40,4	40,2	43,3	35,6	27,5	21,9	17,6	18,1	16,2		0,19	31,1						
16 Hz Betondecke	28,7	36,8	43,6	47,0	52,3	59,5	62,5	72,0	63,2	51,9	51,0	45,9	41,3	40,2	44,6	35,8	27,5	21,9	17,6	18,1	16,2		0,22	31,6						
20 Hz Betondecke	28,8	36,7	43,9	47,1	51,7	57,7	56,9	63,0	70,4	56,9	62,4	45,7	43,0	41,4	45,0	37,1	27,8	21,9	17,6	18,1	16,2		0,19	32,1						
25 Hz Betondecke	28,7	36,8	43,9	47,3	51,7	57,1	55,2	58,0	62,5	63,0	56,7	47,0	42,9	43,0	46,1	38,4	29,5	23,4	17,9	18,1	16,2		0,12	33,2						
31,5 Hz Betondecke	29,0	36,9	44,0	47,3	52,0	57,2	54,8	56,6	58,2	56,1	61,8	50,5	44,0	42,9	47,4	39,9	30,6	24,6	19,6	19,6	16,4		0,10	34,1						
40 Hz Betondecke	28,6	36,9	43,9	47,3	51,8	57,3	54,7	56,1	57,0	52,7	56,6	56,3	47,6	43,8	47,2	39,9	30,6	24,6	19,6	19,6	16,4		0,08	34,1						
50 Hz Betondecke	28,2	36,5	43,9	47,1	51,8	57,1	54,8	56,0	56,4	51,4	53,2	51,2	53,4	47,4	48,1	39,8	31,8	25,0	20,4	20,0	17,7		0,08	34,7						
62,5 Hz Betondecke	27,7	36,1	43,5	47,1	51,6	57,0	54,6	56,1	56,4	50,9	51,9	47,7	48,2	53,1	48,5	40,7	31,7	26,2	20,7	20,8	18,1		0,08	36,2						
80 Hz Betondecke	27,1	35,6	43,1	46,7	51,6	56,9	54,5	55,9	56,4	50,8	51,4	46,5	44,8	48,1	57,5	44,3	32,7	26,1	21,9	21,2	18,9		0,08	38,4						
ICE auf Gleis 3																														
8 Hz Betondecke	25,1	30,0	31,7	35,3	50,4	50,1	41,0	41,8	41,7	34,9	36,1	31,7	23,8	26,2	22,3	19,8	14,3	13,7	14,8	15,6	15,8		0,02	20,8						
10 Hz Betondecke	24,9	29,2	29,7	29,8	42,3	59,2	46,7	43,2	41,4	36,5	37,0	31,7	25,1	26,4	22,3	19,8	14,3	13,7	14,8	15,6	15,8		0,04	21,0						
12,5 Hz Betondecke	24,9	29,0	28,9	27,9	36,8	51,1	55,8	48,9	42,8	36,2	38,6	32,6	25,1	27,7	22,5	19,8	14,3	13,7	14,8	15,6	15,8		0,04	21,4						
16 Hz Betondecke	24,9	29,1	28,8	27,0	34,9	45,7	47,7	58,1	48,5	37,6	38,3	34,2	26,0	27,7	23,8	20,0	14,3	13,7	14,8	15,6	15,8		0,04	21,7						
20 Hz Betondecke	25,0	29,1	29,0	27,1	34,3	43,8	42,1	49,1	55,8	42,6	39,7	34,1	27,7	29,0	24,2	21,4	14,5	13,7	14,8	15,6	15,8		0,04	22,4						
25 Hz Betondecke	24,9	29,2	29,0	27,3	34,3	43,2	40,4	44,1	47,8	48,7	44,0	35,3	27,6	30,5	25,4	22,6	16,2	15,2	15,0	15,6	15,8		0,02	23,8						
31,5 Hz Betondecke	25,2	29,2	29,2	27,4	34,6	43,3	40,0	42,7	43,6	41,8	49,1	38,9	28,7	30,4	26,7	24,1	17,4	16,4	16,8	17,1	16,0		0,02	24,9						
40 Hz Betondecke	24,8	29,3	29,0	27,3	34,4	43,4	39,9	42,2	42,4	38,4	44,0	44,7	32,3	31,3	26,5	24,1	17,4	16,4	16,8	17,1	16,0		0,02	25,2						
50 Hz Betondecke	24,4	28,9	29,0	27,1	34,3	43,2	39,9	42,1	41,8	37,1	40,5	39,6	38,1	34,9	27,4	24,0	18,6	16,7	16,6	17,5	17,3		0,02	25,3						
62,5 Hz Betondecke	23,9	28,5	28,6	27,2	34,2	43,2	39,8	42,2	41,7	36,6	39,3	36,1	32,9	40,7	31,0	24,9	18,5	18,0	17,9	18,3	17,7		0,01	26,8						
80 Hz Betondecke	23,3	28,0	28,2	26,7	34,2	43,0	39,7	42,0	41,8	36,5	38,7	34,9	29,5	35,6	36,8	28,5	19,4	17,9	19,1	18,6	18,5		0,01	27,0						
ICE auf Gleis 5																														
8 Hz Betondecke	28,6	31,6	34,6	45,3	62,8																									

