FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
T. +49 201 87445 0
F. +49 201 87445 45
office@fcp-ibu.de
www.fcp-ibu.de

Auftraggeber:	**VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft** Südliche Fürther Straße 5 90429 Nürnberg
Vorhabensträgerin	**Stadt Nürnberg**
Objekt:	**Straßenbahnverlängerung Minervastraße**
Titel:	**Schwingungs- und Schalltechnische Untersuchung** Teil 2: Prognose und Beurteilung der Körperschall- und Erschütterungsimmissionen
Auftrag-Nr.:	2022 007 015/2
Erstfassung:	29.09.2022
Umfang:	28 Dokumentseiten inkl. Verzeichnisse und Deckblatt 80 Anlagen

Bearbeitet:	Geprüft und freigegeben:
Essen, den 06.12.2023	Essen, den 06.12.2023
FCP IBU GmbH Ladenspelderstraße 61 45147 Essen 0201 87445-0	FCP IBU GmbH Ladenspelderstraße 61 45147 Essen 0201 87445-0
M. Sc. Lukas Böhm	Dr.-Ing. Alexander Martha

ÄNDERUNGSINDEX

Index	Datum	Bearbeitet	Freigegeben	Bemerkungen

ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Nürnberg als Vorhabensträgerin und die VAG planen den Bau einer neuen Straßenbahntrasse im südlichen Nürnberger Stadtgebiet. Die 1,7 km lange Neubaustrecke im Bereich entlang der Dianastraße und Minervastraße bildet den Lückenschluss zwischen der Wendeschleife Gibitzenhof und der Haltestelle Finkenbrunn.

Es ist festzustellen, dass es in der gesamten Umgebung der Verlängerten Gleistrasse zu fühlbaren Erschütterungsimmissionen kommen kann. Darüber hinaus werden bei einigen der untersuchten Objekte, besonders in der Nähe von Weichenanlagen, die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [1] überschritten.

Es ist festzustellen, dass es in der gesamten Umgebung der Verlängerten Gleistrasse zu hörbaren Körperschallimmissionen kommen kann. Darüber hinaus werden bei einigen der untersuchten Objekte die Orientierungswerte der VDI 2719 [2] überschritten.

Es ist festzustellen, dass im Bereich der Weichen hohe Schwingungsimmissionen zu erwarten sind. Aber auch am Normalgleis sind Überschreitungen der Anhalts- oder Orientierungswerte sowohl tagsüber als auch nachts zu erwarten. Besonders sticht der Bereich am Knotenpunkt Finkenbrunn heraus, in dem der neue Lückenschluss mit der Linie 5 zusammenläuft und damit eine erhöhte Fahrtenzahl beinhaltet.

Insgesamt ist festzustellen, dass Maßnahmen erforderlich sind, die eine Minderung der Schwingungsemissionen bewirken.

VERWEISE

[1] DIN 4150-2, *Erschütterungen im Bauwesen; Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden,* 1999.

[2] VDI 2719, *Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen,* 1987.

[3] 16. BImSchV, *16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetztes - Verkehrslärmschutzverordnung,* 1990.

[4] DIN 45633, *Präzisionsschallpegelmesser - Allgemeine Anforderungen,* 1970.

[5] DIN 4150-3, *Erschütterungen im Bauwesen; Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen,* 2016.

[6] BauNVO, *Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO),* 2021.

[7] DIN 18005-1, *Schallschutz im Städtebau,* 2002.

[8] *Beurteilung von Körperschallimmissionen,* 2010.

[9] 24. BImSchV, *24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung),* 1997.

[10] TA Lärm, Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm., 2017.

[11] Entwurf DIN 45672-3, Schwingungsmessung an Schienenverkehrswegen - Teil 3: Prognoseverfahren auf Basis von Terzspektren, 2023-02.

[12] VDI 3837, „Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen; Spektrales Prognoseverfahren," Januar 2013.

[13] DIN 45673, „Mechanische Schwingungen - Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen," 2010.

[14] A. Said, H.-P. Grütz und R. Garburg, „Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr,“ *Zeitschrift für Lärmbekämpfung,* Bd. 53, Nr. 1, pp. 12-18, 2006.

INHALTSVERZEICHNIS

Änderungsindex ii

Zusammenfassung iii

Verweise iv

1 Aufgabenstellung 1

2 Grundlagen 2

2.1 Planungsunterlagen 2

2.2 Lage und Gebietsausweisung 3

2.3 Gleisoberbau 4

2.4 Zulässige Höchstgeschwindigkeit 5

2.5 Fahrplansituation 5

2.6 Geplante Änderung 6

2.7 Gebäudestruktur 6

3 Immissionskennwerte 7

3.1 Erschütterungen 7

3.2 Körperschall 7

4 Beurteilungskriterien 8

4.1 Vorbemerkung 8

4.2 Erschütterungen 8

4.3 Körperschall 11

5 Immissionsprognose 15

5.1 Erschütterungsimmissionen 16

5.2 Körperschallimmissionen 17

6 Prognoseergebnisse und Beurteilung 18

7 Massnahmen 21

8 Anlagen 22

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Nürnberg als Vorhabensträgerin und die VAG planen den Bau einer neuen Straßenbahntrasse im südlichen Nürnberger Stadtgebiet. Die 1,7 km lange Neubaustrecke im Bereich entlang der Dianastraße und Minervastraße bildet den Lückenschluss zwischen der Wendeschleife Gibitzenhof und der Haltestelle Finkenbrunn [U1].

In diesem Zusammenhang wurde die FCP IBU GmbH damit beauftragt, eine Schall- und Schwingungstechnische Untersuchung für den geplanten Betrieb der Strecke, die zugehörigen Bautätigkeiten und den Betrieb des Unterwerks durchzuführen.

Dem vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Schwingungstechnischen Beurteilung für den Betrieb der Gleisanlage zu entnehmen. Erforderliche Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungsimmissionen durch die neue Gleistrasse werden beschrieben.

Die Untersuchung besteht insgesamt aus den folgenden Gutachten:

- Teil 1: Berechnung und Beurteilung der Luftschallimmissionen
- **Teil 2: Prognose und Beurteilung der Körperschall- und Erschütterungsimmissionen**
- Teil 3: Berechnung und Beurteilung der Schallimmissionen während der Bauarbeiten auf Basis der AVV-Baulärm
- Teil 4: Untersuchung der Luftschallimmissionen des Unterwerks nach TA Lärm

2 GRUNDLAGEN

2.1 PLANUNGSUNTERLAGEN

Die folgenden Unterlagen wurden für die schwingungstechnische Untersuchung herangezogen:

[U1] Ausschreibung der schall- und erschütterungstechnischen Leistungen der VAG, Stand: 15.11.2021

[U2] Gebietseinstufung

a. Bebauungsplan Nr. 3674 – Gebiet zwischen der Ringbahn, der Tannhäuserstraße, dem Wacholderweg und der geplanten Bundesstraße 2 (Stand 8/1970)
b. Bebauungsplan Nr. 3681 – Gebiet zwischen Ringbahn der geplanten B2, Wacholderweg und östlich der Siedlung an der Maiacher Straße (Stand 1/1967)
c. Bebauungsplan Nr. 3829 – für das Gebiet zwischen Löffelholzstr., Platenstraße, Nimrodstraße, dem Gelände der M.A.N., der Ringbahn und der geplanten Stadtautobahn 3 (Stand 5/1971)
d. Bebauungsplan Nr. 4372 – für ein Gebiet östlich der Dianastraße und südlich der Erlenstraße (Stand 7/1999)

[U3] Lageplan Straßenbahnverlängerung Minervastraße Blatt 1 und Blatt 2
Plannummern:
TMS_2_VA_XX_01_LP_0521_- Arbeitsstand 07.11.2023
TMS_4_VA_XX_02_LP_0522_- Arbeitsstand 07.11.2023

[U4] Regelquerschnitte der Oberbauformen

a. Rasengleis VAG FF 2013 – hochliegend (Stand 06.03.2014)
b. Feste Fahrbahn – Rheda City Vag 2016 (Stand 26.01.2017)

[U5] Tabellarische Daten zu den Straßenbahnen
TMS_Übergabe Unterlagen VAG für Schallgutachten.xlsx
Stand: 06.04.2022
enthält: Fahrplan, Höchstgeschwindigkeit
Fahrplan Tram Linie 5 online abgerufen am 20.04.2023

2.2 LAGE UND GEBIETSAUSWEISUNG

Die geplante Straßenbahnstrecke verläuft entlang der Dianastraße und der Minervastraße und verbindet die bisherige Straßenbahnendhaltestelle Gibitzenhof und die Haltestelle Finkenbrunn. Sie wird hindurchgeführt unter dem vorhandenen Bauwerk der Eisenbahnüberführung entlang der Dianastraße [U1].

Für die Bearbeitung wurden Bebauungspläne der Stadt Nürnberg [U2] herangezogen. Die Bebauungspläne decken nicht den gesamten Planbereich ab, sodass für die verbleibenden Bereiche eine gutachterliche Einstufung der Flächennutzung auf Grundlage der durchgeführten Ortsbegehung vom 02.05.2022 erfolgt.

Die vorgenommene Gebietseinstufung wurde durch das Stadtplanungsamt der Stadt Nürnberg bestätigt.

Eine Übersicht über den Planbereich ist in Anlage-Nr. 1.1 dargestellt.

Eine Übersicht über die vorgenommene Gebietseinstufung ist in Anlage-Nr. 1.2 dargestellt.

2.3 GLEISOBERBAU

Der geplante Gleisoberbau besteht grundsätzlich aus hochliegendem Rasengleis nach Abbildung 1 [U4]a oder ähnlich und ist in Querungsbereichen straßenbündig mit einer Festen Fahrbahn nach Abbildung 2 [U4]b oder ähnlich ausgeführt [U3].

Eine Übersicht über die Verortung der verschiedenen Oberbauformen ist in den Plänen der Anlage Nr. 1.4 dargestellt.

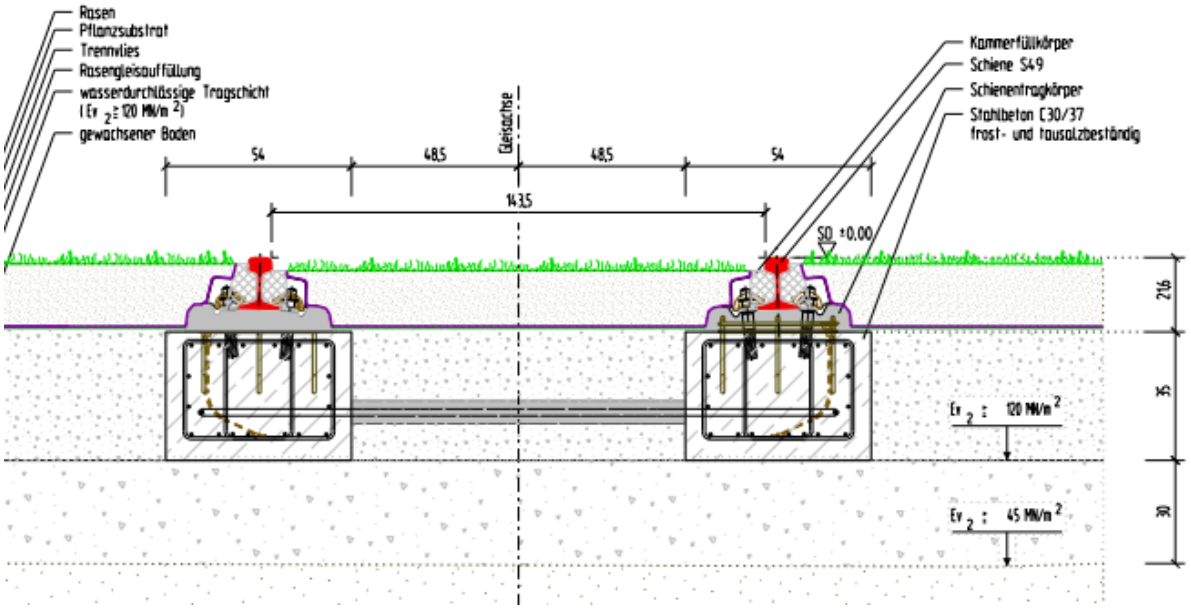


Abbildung 1: Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 – hochliegend [U4]a

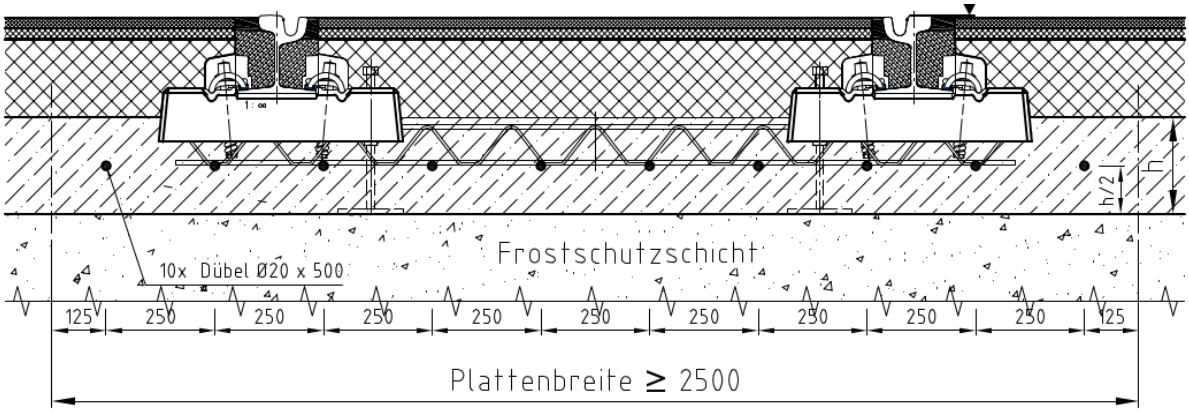


Abbildung 2: Regelquerschnitt Feste Fahrbahn – Rheda City VAG 2016 [U4]b

2.4 ZULÄSSIGE HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT

Die zulässige Fahrzeuggeschwindigkeit der Straßenbahnen im Haltestellenbereich beträgt 30 km/h und außerhalb der Haltestelle 60 km/h. Bei der Überfahr von Weichen sind die Geschwindigkeiten mit 15 km/h angegeben [U4]b.

2.5 FAHRPLANSITUATION

Die Anzahl der Fahrten für die beiden Fahrtrichtungen im Prognose-Nullfall sowie im Prognose-Planfall ergeben sich nach [U5] entsprechend Tabelle 1.

Im Prognose-Nullfall fahren die Linie 11 und die Linie 4 bis zur Haltestelle Gibitzenhof und wenden dort in der bestehenden Wendeschleife. Die Linie 5 fährt entlang der Julius-Loßmann-Straße, Haltestelle Finkenbrunn.

Im Prognose-Planfall fährt die Linie 11 bis zur neu geplanten Wendeschleife und wendet dort. Die Linie 5 bleibt weiter auf der bestehenden Trasse, entlang der Julius-Loßmann-Straße, Haltestelle Finkenbrunn. Die Zahlen im Prognose-Planfall „Tram geplant“ stellen die Fahrtenzahlen auf dem neu gebauten Lückenschluss zwischen der Wendeschleife Gibitzenhof und der Haltestelle Finkenbrunn dar.

Die Fahrten in den genannten Zeiträumen Tag und Nacht werden entsprechend der Beurteilungszeiträume der 16 BImSchV [3] aufgelistet

	Fahrzeuge	Pro Richtung	
		Tag	Nacht
Prognose-Nullfall (SCH0)	Linie 11 und Linie 4 bis Gibitzenhof Wendeschleife (ALT)	186	36
	Linie 11 und Linie 4 Wendeschleife (ALT)	186	36
	Tram Linie 5 Finkenbrunn	93	16
Prognose-Planfall (SCH1)	Linie 11 und Tram geplant bis Gibitzenhof Wendeschleife (NEU)	186	36
	Linie 11 Wendeschleife (NEU)	93	18
	Tram geplant zwischen Gibitzenhof und Finkenbrunn	93	18
	Tram Linie 5 Finkenbrunn	93	16

Tabelle 1: Fahrplandaten nach [U5]

2.6 GEPLANTE ÄNDERUNG

Die neugeplante Trasse mit Straßenbahndoppelgleis und Fahrleitungsanlage wird auf dem Großteil der Strecke im Mittelstreifen der beiden Fahrbahnen der Diana- und Minervastraße als Rasengleis geführt.

Im Bereich unter der DB-Überführung wird die Straßenbahntrasse auf die stadteinwärtige Fahrbahn verschwenkt. Das stadtauswertige Gleis wird auf einem eigenen Bahnkörper, das stadteinwärtige Gleis auf der Fahrbahn der stadteinwärtigen Fahrbahn geführt.

Die Trasse beinhaltet drei neue Haltestellen:

- Im Bereich der Julius-Loßmann-Straße wird die bestehende Haltestelle Finkenbrunn der Straßenbahnlinie 5 im Zuge des Lückenschlusses erweitert.
- Die neue Straßenbahnhaltestelle Minervaplatz ersetzt die bisherige Bushaltestelle.
- Im Bereich der bisherigen Wendeschleife wird die bisherige Haltestelle Gibitzenhof durch einen Neubau einer Haltestelle in Mittellage ersetzt.

Die vorhandene Wendeschleife Gibitzenhof wird aufgelassen. Eine neue Wendeschleife wird südlich davon gebaut. Der Knoten Julius-Loßmann-Straße – Finkenbrunn – Minervastraße wird so vorgesehen, dass im Zuge einer zukünftigen Maßnahme eine zusätzliche Weiche für einen Straßenbahnabzweig von der Minervastraße in die Katzwanger Straße eingebaut werden kann [U1].

Eine Übersicht der Gleisachsen im Prognose-Nullfall und im Prognose-Planfall ist zusammen mit den Immissionsorten in Anlage-Nr. 1.3 dargestellt.

2.7 GEBÄUDESTRUKTUR

In der Ortbegehung inklusive Fotodokumentation vom 02.05.2022 wird festgestellt, dass die direkt angrenzende Bebauung vielfältig ist und übliche Strukturen für innerstädtische Bebauungen aufweist, welche nach gängigen Regelwerken (wie 16. BImSchV, AVV Baulärm oder DIN 4150 eingeteilt und beurteilt werden können (siehe Abschnitt 4, Gebäudeeinteilung nach Tabelle 2). Insofern kann für die Immissionsprognose auf vorhandene Erkenntnisse über die Schwingungsausbreitung in Gebäuden zurückgegriffen werden.

3 IMMISSIONSKENNWERTE

3.1 ERSCHÜTTERUNGEN

Als Erschütterungen werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 80 Hz in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten. Die zu messenden Erschütterungssignale sind die Schwinggeschwindigkeit $\hat{v}(t)$ des angeregten Mediums in mm/s und die Erregerfrequenz f_e in Hz. Auf der Grundlage dieser Basiswerte werden die, für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden maßgebenden Immissionsgrößen ermittelt. Hierbei handelt es sich um die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} bzw. die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} in der Definition nach der DIN 4150, Teil 2, von Juni 1999 -Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden [1].

3.2 KÖRPERSCHALL

Als Körperschall werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen im Hörbereich in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten.

Die messbaren Körperschallsignale sind die Schwinggeschwindigkeit v des angeregten Mediums in mm/s und der vom Medium abgestrahlte Schallwechseldruck p in N/m² (Sekundärluftschall oder auch Körperschall-Schalldruckpegel).

Der aus der Körperschallübertragung entstehende Innenraumpegel (Sekundärluftschall) wird als hörbarer Luftschall dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen mit der sogenannten A-Bewertung nach DIN 45633 [4] der Signale angepasst. Dieser Schallpegel wird zur Beurteilung der Körperschallimmissionen herangezogen.

4 BEURTEILUNGSKRITERIEN

4.1 VORBEMERKUNG

Die Beurteilung der Luftschallimmissionen eines Schienenverkehrsweges ist mit Vorlage der 16. Bundes-Immissionsschutzverordnung [3] eindeutig geregelt.

Für die Beurteilung der von Schienenverkehrswegen ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existieren dagegen keine rechtlich bindenden Immissionsrichtwerte. In der Genehmigungspraxis beim Neubau von Schienenverkehrswegen haben sich die im folgenden beschriebenen Beurteilungskriterien bewährt. Beim Umbau einer Gleisanlage kommt es zunächst darauf an, dass möglichst keine Verschlechterung entsteht. Entsprechend haben sich in der Genehmigungspraxis ergänzend zu den folgend aufgelisteten Regelwerken die im Weiteren beschriebenen Änderungskriterien bewährt.

4.2 ERSCHÜTTERUNGEN

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen erfolgt entsprechend DIN 4150.

- Teil 2 – Erschütterungen im Bauwesen,
  Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden [1]
- Teil 3 – Erschütterungen im Bauwesen,
  Einwirkungen auf bauliche Anlagen [5].

Demnach werden Erschütterungsimmissionen des Schienenverkehrs im Hinblick auf die Einwirkung auf Menschen in Gebäuden wie folgt behandelt:

Grundsätzlich erfolgt die Beurteilung anhand der Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 1 der Norm (hier Tabelle 2). Im Rahmen von Prognosen erübrigt sich eine Beurteilung nach dem Anhaltswert A_o.

- Für unterirdischen Schienenverkehr gelten die Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 2.
- Für oberirdischen Schienenverkehr des ÖPNV (Straßen-, Stadt-, S- und U-Bahnen) gelten die um den Faktor $1{,}5$ angehobenen Anhaltswerte der Tabelle 2.
- Im Rahmen von städtebaulichen Planungen sollte auf den Faktor $1{,}5$ bei der Bewertung des ÖPNV verzichtet werden.
- Für sonstigen oberirdischen Schienenverkehr gelten bei neu zu bauenden Strecken die Anhaltswerte der Tabelle 2.
- Für Änderungen am Bestand gelten die Hinweise am Ende dieses Abschnittes

Die Tabelle 1 der DIN 4150-2 (Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen, hier Tabelle 2 [1]) wird wie folgt wiedergegeben:

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05
In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung - BauNVO [6] angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.							

Tabelle 2: Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2 [1] in Anlehnung an die Gebietseinstufungen nach BauNVO [6].

Das Beurteilungsverfahren der Norm wird - angepasst an die speziellen Belange des Schienenverkehrs der Eisenbahn und des ÖPNV- wie folgt erläutert.

Für die Beurteilung ist zunächst die maximale bewertete Schwingstärke (KB_{Fmax}) heranzuziehen und mit dem Anhaltswert A_u zu vergleichen:

$$KB_{Fmax} \leq A_u \rightarrow \quad \text{Richtwert eingehalten (Eisenbahn)} \tag{1}$$

$$KB_{Fmax} \leq 1{,}5 \cdot A_u \rightarrow \text{Richtwert eingehalten (ÖPNV)} \tag{2}$$

Liegt für die Eisenbahn KB_{Fmax} über A_u (bzw. $1{,}5 \cdot A_u$ für den ÖPNV), so ist unter Verwendung der Fahrplandaten die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} zu ermitteln. Für Schienenwege kann KB_{FTr} unter Verwendung des auf die einzelnen Gleise bezogenen Taktmaximal-Effektivwertes (KB_{FTm}) nach Gleichung (3) berechnet werden:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^{g} N_{ei} KB_{FTm,i}^2} \tag{3}$$

N_r Anzahl der 30-s-Takte im Beurteilungszeitraum
tags: $N_r = 1920$
nachts: $N_r = 960$

N_{ei} Anzahl der Fahrten auf Gleis i im jeweiligen Beurteilungszeitraum

g Anzahl der Gleise

(Hinweis: Für Züge und Straßenbahnen gilt, dass die Erschütterungseinwirkungszeit einer Vorbeifahrt kleiner als 30 s ist. Bei Güterzügen kann die Einwirkzeit auch zwischen 30 s und 60 s liegen.).

Für die Beurteilung der Erschütterungen in Wohngebäuden gilt jetzt:

$$KB_{FTr} \leq A_r \rightarrow \quad \text{Richtwert eingehalten (Eisenbahn)} \tag{4}$$

$$KB_{FTr} \leq 1{,}5 \cdot A_r \rightarrow \quad \text{Richtwert eingehalten (ÖPNV)} \tag{5}$$

Bei Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 [1] ist nicht auszuschließen, dass die Nutzer des Gebäudes Erschütterungen spüren und diese als belästigend ansehen. Die Norm geht lediglich davon aus, dass erhebliche Belästigungen in der Regel ausgeschlossen werden können.

Im Falle des Umbaus einer vorhandenen Gleisanlage treten im Bestand schon nachweisbare Erschütterungsimmissionen in der vorhandenen Bebauung auf. Insofern liegt eine Vorbelastung vor, die bei der weiteren Beurteilung berücksichtigt wird. Eine Zunahme der Erschütterungsimmissionen von Schienenverkehrswegen um weniger als 25 % durch Umbauplanungen wird allgemein als zulässig angesehen. Insofern ergibt sich folgende Vorgehensweise bei der Beurteilung:

$$KB_{FTr,Bestand} \cdot 125\% < KB_{FTr,Planung} \rightarrow \text{keine Schutzmaßnahme erforderlich} \quad (6)$$

Obige Regelung gilt, solange keine Gesundheitsgefährdung vorliegt, auch im Falle der Überschreitung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 [1]. Eine Festlegung dazu, bei welcher Größenordnung Erschütterungsimmissionen eine Gesundheitsgefährdung darstellen liegt nicht vor. Es ist davon auszugehen, dass dies erst bei Werten deutlich über den Anhaltswerten der DIN 4150-2 [1] eintritt.

4.3 KÖRPERSCHALL

Ein Orientierungswert zur Beurteilung der Zulässigkeit der durch Körperschallübertragungen des Schienenverkehrs entstehenden Innenraumpegel (Sekundärluftschall) ist weder gesetzlich festgelegt noch in einer DIN-Norm oder VDI-Richtlinie angegeben. Die im Rahmen für Planungen von Verkehrswegen heranzuziehende 16.BImSchV [3] befasst sich mit den Luftschallimmissionen und beinhaltet keine Festlegungen für Körperschallimmissionen. Die bei städtebaulichen Planungen durchzuführende Beurteilung der Luftschallimmissionen erfolgt in der Regel nach DIN 18005 – Schallschutz im Städtebau - [7]. Im zugehörigen Beiblatt 1 werden Orientierungswerte für die Beurteilung der Luftschallpegel im Rahmen von städtebaulichen Planungen angegeben. Die Beurteilung bezieht sich auf Mittelungspegel im Außenbereich. Hinweise für die Beurteilung von Körperschallpegel in Wohnräumen sind der Norm ebenfalls nicht zu entnehmen.

Der 7. Senat des Bundesverwaltungsgerichts hat zu einer Eisenbahnplanung [8] u. a. folgende Festlegungen zur Beurteilung der Körperschallimmissionen (sekundärer Luftschall) getroffen:

> *Ein spezielles Regelwerk zur Bestimmung der Zumutbarkeitsschwelle beim sekundären Luftschall gibt es bislang nicht. Zur Schließung dieser Lücke ist auf Regelungen zurück-zugreifen, 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 (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung) nahe (vgl. auch VGH Mannheim, Urteil vom 8. Februar 2007 – 5 S 2224/05 – ESVGH 57, 148 <168ff.>=juris Rn. 121 ff.; Geiger, in Ziekow, Praxis des Fachplanungsrechts, 2004, 2. Kap. Rn 336).*
>
> *Zu Recht setzt die Beklagte den in der Tabelle 1 der Anlage zur 24. BImSchV (Berechnung der erforderlichen bewerteten Schalldämm-Maße) aufgeführten „Korrektursummand D in dB zur Berücksichtigung der Raumnutzung“ nicht mit dem grundsätzlich einzuhaltenden Innengeräuschpegel gleich. Denn dieser ergibt sich erst durch die Hinzurechnung eines weiteren Korrekturwerts von 3 dB (A), der die unterschiedliche Dämmwirkung von Außenbauteilen bei gerichtetem Schall gegenüber diffusen Schallfeldern berücksichtigt (siehe BRDrucks 463/96 S. 16; BRDrucks 463/96 S. 4 f.; 7).*

Bei Neubauplanungen von Eisenbahntrassen erfolgt, basierend auf diesem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts [8], in der Regel eine Beurteilung der Körperschallpegel anhand der um 3 dB(A) erhöhten zulässigen Innenraumpegel nach 24. BImSchV [9]. Demnach wäre ein Dauergeräuschpegel von 30 dB(A) für Schlafräume, 40 dB(A) für Wohnräume und 45 dB(A) für Büros zulässig.

Bei diesem für Eisenbahnen entstandenem Urteil bleibt unberücksichtigt, dass bei Straßenbahnen deutlich geringere Einwirkzeiten für Körperschallimmissionen auftreten. Der Unterschied zwischen Maximalpegel und Beurteilungspegel steht damit bei Straßenbahnen in einem ungünstigeren Verhältnis als bei Eisenbahnen. Insofern ist es bei Straßenbahnen empfehlenswert, eine Beurteilung der Maximalpegel vorzunehmen. Dies kann beispielsweise nach VDI 2719 [2] erfolgen.

In der VDI-Richtlinie 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen - [2] werden in der Tabelle 6 (hier Tabelle 3) Anhaltswerte für von außen in Aufenthaltsräume eindringendem Schall genannt, die nicht überschritten werden sollten. Auch diese Werte gelten in strenger Anwendung der VDI 2719 [2] nur für Luftschallübertragungen. Im Rahmen von Planfeststellungsverfahren für Schienenverkehrswege erfolgt häufig eine Orientierung an diesen Werten, wobei in der Regel, wie zuvor beschrieben, das Maximalwertkriterium maßgebend ist.

Raumart	**mittlere Maximalpegel $\bar{L}_{max}$ in dB(A)**
Schlafräume nachts in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	35 bis 40
in allen übrigen Gebieten	40 bis 45
Wohnräume tagsüber in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	40 bis 45
in allen übrigen Gebieten	45 bis 50
Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber	
Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konferenz- und Vortragsräume, Arztpraxen, Operationsräume, Kirchen Aulen	40 bis 50
Büros für mehrere Personen	45 bis 55
Großraumbüros, Gaststätten, Schalterräume, Läden	50 bis 60

Tabelle 3: Anhaltswerte für zulässige Innenpegel nach VDI 2719 [2]

In der TA-Lärm [10] werden für den Sekundärluftschall unter Abschnitt 6.2 unabhängig von der Gebietsausweisung folgende Werte festgelegt:

$$L_{AFmax} < 45 \text{ dB(A) am Tag} \qquad (7)$$

$$L_{AFmax} < 35 \text{ dB(A) in der Nacht}$$

$$L_{Aeq} < 35 \text{ dB(A) am Tag} \qquad (8)$$

$$L_{Aeq} < 25 \text{ dB(A) in der Nacht}$$

Im Falle des Umbaus einer vorhandenen Gleisanlage treten im Bestand schon nachweisbare Körperschallimmissionen in der vorhandenen Bebauung auf. Insofern liegt eine Vorbelastung vor, die bei der weiteren Beurteilung berücksichtigt wird. Für den Körperschall kann dann in Anlehnung an die Bestimmungen der 16. BImSchV [3] festgelegt werden, dass eine Erhöhung des Körperschallimmissionsstatus um mind. 3 dB (A) als wesentliche Änderung anzusehen ist. Die Beurteilung kann also wie folgt erfolgen:

$$\Delta L_p < 3\ dB(A) \rightarrow \quad \text{keine Schutzmaßnahme erforderlich} \tag{9}$$

$$\text{mit } \Delta L_p = \Delta L_{p,Planung} - \Delta L_{p,Bestand} \tag{10}$$

5 IMMISSIONSPROGNOSE

Für die Vorausbestimmung der von oberirdischen Straßenbahnstrecken ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existiert bis heute kein rein analytisches Verfahren. Die Immissionsprognose erfolgt daher auf der Basis des Entwurfes für die DIN 45672-3:2023-02 – Schwingungsmessung an Schienenverkehrswegen – Teil 3: Prognoseverfahren auf Basis von Terzspektren [11].

Hinweise zur Durchführung der Immissionsprognose enthält die Richtlinie VDI 3837 – Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen, Spektrales Prognoseverfahren, von Januar 2013 [12] -, in der ein spektrales Prognoseverfahren global beschrieben wird. Ein konkretes Rechenverfahren mit festgelegten Rechenparametern wird dort allerdings nicht angegeben.

Die Prognose der frequenzabhängigen Schwinggeschwindigkeit $L_v(f_{Tn})$ an einem Immissionspunkt erfolgt entsprechend Gleichung (11) (Gleichung (1) der DIN [11]).

$$L_v(f_{Tn}) = L_{v,E}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,BB}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,FB}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,DF}(f_{Tn}) + D_e(f_{Tn}) \qquad (11)$$

f_{Tn}	Frequenz der n-ten Terz im Terzspektrum
$L_{v,E}(f_{Tn})$	Emissionsspektrum (Emissionssystem)
$L_{v,BB}(f_{Tn})$	Einfluss der Schwingungsausbreitung im Boden zwischen Emissionspunkt und Gebäude (Transmissionssystem)
$L_{v,FB}(f_{Tn})$	Übertragung vom Boden auf das Gebäude (primäres Immissionssystem)
$L_{v,DF}(f_{Tn})$	Übertragung innerhalb des Gebäudes (sekundäres Immissionssystem)
$D_e(f_{Tn})$	Minderungswirkung von Maßnahmen (Einfügungsdämm-Maß, siehe DIN 45673-1 [13]

Für die Berechnung der Erschütterungsimmissionen ist entsprechend [11] der Frequenzbereich von $f_T = 4 - 250$ Hz relevant. Aus den prognostizierten Schwinggeschwindigkeitspegeln wird die bewertete Schwingstärke in Form des Taktmaximal-Effektivwertes bestimmt. Aus diesem Wert lässt sich dann die Beurteilungs-Schwingstärke unter Berücksichtigung der Fahrtenanzahl ermitteln [1].

Für die Berechnung der Körperschallimmissionen ist der Frequenzbereich $f_T = 4 - 250$ Hz zu betrachten. Aus dem unbewerteten Schalldruckpegel am Immissionsort werden dann der für die Beurteilung anhand des Orientierungswertes nach VDI 2719 [2] maßgebende A-bewertete Schalldruckpegel in Form des mittleren Maximalpegels sowie der für die Beurteilung nach Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts [8] benötigte Beurteilungspegel ermittelt.

5.1 ERSCHÜTTERUNGSIMMISSIONEN

Für die hier durchzuführenden Betrachtungen werden die Werte der Immissionsprognose mit den entsprechenden Anhalts- und Orientierungswerten nach Abschnitt 4 verglichen und beurteilt.

$$KB_{FTm} = K_b \, v_0 \, 10^{L'_v/20} \tag{12}$$

empirisch ermittelter Korrekturwert für folgende, den Schienenverkehr betreffende Rechenmodi

K_b
- Anpassung L_v an v
- Bestimmung von KB_F aus v

hier: $K_b = 1$

v_0 $= 5 \cdot 10^{-5}$ mm/s Bezugsgeschwindigkeit

L'_v Schwinggeschwindigkeitspegel für den Frequenzbereich $f_T \in \{4, 250\}$ Hz

Damit ergibt sich der Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke (KB_{FTm}) als Prognosewert. Aus KB_{FTm} wird unter Berücksichtigung der Fahrplansituation die Beurteilungs-Schwingstärke errechnet. Die maximale bewertete Schwingstärke ergibt sich in etwa zu:

$$KB_{Fmax} = 1{,}5 \, KB_{FTm} \tag{13}$$

5.2 KÖRPERSCHALLIMMISSIONEN

Aus der Immissionsprognose ergibt sich der Schwinggeschwindigkeitspegel des betrachteten Deckenfeldes. Aus dem Schwinggeschwindigkeitspegel lässt sich der im Raum aus der Körperschallübertragung entstehende Innenraumpegel (Sekundärluftschall) abschätzen. Hierzu lässt sich ein beispielsweise aus einer Messung ermitteltes Umwandlungsmaß anwenden. Alternativ kann der Sekundärluftschall nach einer Rechenfunktion (siehe A. Said, H.-P. Grütz, R. Garburg: Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr. Zeitschrift für Lärmbekämpfung Januar 2006/ 53. Jahrgang Seite 12 ff [14]) wie folgt abgeschätzt werden:

$$L_p = X \text{ [dB]} + y\, L_{v,p} \text{ [dB]} \tag{14}$$

X Festwert in Abhängigkeit von der Frequenz und Deckenbauart

y Faktor in Abhängigkeit von der Frequenz und Deckenbauart
jeweils im Frequenzbereich $f_T \in \{5, 80\}$ Hz

Bei der Verwendung dieser Rechenfunktion wird das Umwandlungsmaß nicht ausgewiesen, da der Schalldruckpegel direkt ermittelt wird. Aus den vorbewerteten Prognosewerten des Schalldrucks wird anschließend der bewertete Summenschallpegel ermittelt:

$$L_{pAm} = 10 \log \left(\sum_{i=f_{T_u}}^{f_{T_o}} 10^{0{,}1\,(L_{pm,T} + K_A)} \right) \text{ dB(A)} \tag{15}$$

f_{T_u}, f_{T_o} untere bzw. obere Terzmittenfrequenz des maßgebenden Frequenzbereiches
$f_{T_u} = 5$ Hz bis $f_{T_o} = 80$ Hz

$L_{pm,T}$ Schalldruckpegel bei der entsprechenden Terzmittenfrequenz

K_A A-Bewertung entsprechend DIN 45634

Da die Prognose auf energetischen Mittelwerten (L_{pAm}) basiert, entsprechen die Ergebnisse der Berechnung des Sekundärluftschalls dem zu erwartenden mittleren Maximalpegel. Der absolute Maximalpegel ergibt sich in etwa zu:

$$L_{pAmax} = L_{pAm} + 3 \text{ dB(A)} \tag{16}$$

6 PROGNOSEERGEBNISSE UND BEURTEILUNG

Das angesetzte Emissionsspektrum basiert auf vorliegenden Messungen in Nürnberg und entspricht einem für den Betrieb von Gleisanlagen in Nürnberg typischen Spektrum. Das Spektrum wird um einen Korrekturfaktor angepasst, um Mess- und Prognoseungenauigkeiten auszugleichen. Das resultierende Emissionsspektrum wird in Tabelle 4 dargestellt.

f_{Tn} [Hz]	4	5	6	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	62,5	80	100	125	160	200	250
$L_{v,E}$ [dB] Rasengleis / Rheda City	29	29	32	33	39	43	45	49	45	50	54	53	56	60	64	57	44	37	34
$L_{v,E}$ [dB] Schwellen-gleis im Schotterbett	26	26	33	36	45	46	46	49	42	42	46	45	48	55	62	55	42	35	32
Weichen-zuschlag [dB]	0	0	0	0	0	1	1	9	11	13	11	5	8	8	6	3	2	1	1

Tabelle 4: verwendetes Emissionsspektrum und Weichenzuschlag

In der Planung befinden sich Gebäude in unmittelbarer Nähe zu der Strecke. Der Einfluss der Lage der Gleisachse wird nach einer Ausbreitungsmessung im Gelände in Nürnberg festgelegt.

Weiterhin ist der Einfluss des Gebäudes auf die Schwingungsausbreitung vom Fundament zur maßgebenden Gebäudedecke zu berücksichtigen. Für die Immissionsprognose wurden vier Differenzspektren (Deckeneigenfrequenzen: 10 Hz, 16 Hz, 25 Hz, 40 Hz) dargestellt, die die Bandbreite der zu erwartenden Übertragung darstellen.

Im Rahmen der Immissionsprognose wurden mehrere Immissionsorte (IO) ausgewählt und beurteilt. Für die restlichen Gebäude im Einwirkungsbereich gelten analoge Schlussfolgerungen. Die beurteilten Immissionsorte sind in Tabelle 5 zusammen mit der bei der Ortsbegehung eingeschätzten Kategorie und den sich daraus ergebenden Anhalts- und Orientierungswerten nach Abschnitt 4 aufgelistet.

Die zugrundeliegende Gebietseinstufung ist in Anlage-Nr. 1.2 dargestellt. Die zugrundeliegenden Abstände zur Gleisachse werden den Lageplänen (Anlage-Nr. 1.3) entnommen.

Im Bereich der Bestandswendeschleife in der Dianastraße wurden trotz einer Bestandstrasse wie für einen Neubau gerechnet, da durch den Neubau des geraden Gleises in der Prognose die Gleistrasse deutlich näher an die Bebauung heranrückt. Dadurch ist von einer deutlichen Erhöhung der Schwingungseinwirkungen auszugehen.

Die Immissionsprognose erfolgt für nur für den Prognose-Planfall. In der Anlage-Nr. 1 ist die örtliche Situation und die Lage der Immissionsorte in einem Lageplan dargestellt. Der Anlage-Nr. 2 sind Fotos der exemplarisch ausgewählten Gebäude zu entnehmen. Der Anlage-Nr. 3 sind die Ergebnisblätter der Prognoseberechnung zu entnehmen.

IO	Adresse	A_u		A_r		L_{eq} [dB(A)] TA-Lärm		$\bar{L}_{max}$ [dB(A)] VDI 2719	
		T	N	T	N	T	N	T	N
1	Dianastr. 66	0,3	0,225	0,15	0,105	35	25	50	45
2	Dianastr. 37	0,3	0,225	0,15	0,105	35	25	50	45
3	Dianastr. 51	0,6	0,45	0,3	0,225	35	–	55	–
4	Dianastr. 55	0,6	0,45	0,3	0,225	35	–	60	–
5	Dianastr. 75	0,6	0,45	0,3	0,225	35	–	55	–
6	Tannhäuserstr. 1	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40
7	Minervastr. 28	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40
8	Minervastr. 30	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40
9	Minervastr. 31	0,45	0,3	0,225	0,15	35	–	55	–
10	Minervastr. 90	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40
11	Minervastr. 105	0,45	0,3	0,225	0,15	35	–	60	–
12	Minervastr. 149	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40
13	Minervastr. 156	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40
14	Minervastr. 170	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40
15	Julius-Loßmann-Str. 50	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40
16	Julius-Loßmann-Str. 54	0,225	0,15	0,105	0,075	35	25	45	40

Tabelle 5: Liste der beurteilten Immissionsorte inkl. der 1,5-fachen Anhaltswerte A_u und A_r nach DIN 4150-2 [1] und Orientierungswerte nach TA-Lärm [10] bzw. VDI 2719 [2]

In Tabelle 6 werden die Gebäude zusammenfassend dargestellt, bei denen Überschreitungen der 1,5 -fachen Anhaltswerte der DIN 4150-2 [1] durch Erschütterungseinwirkungen prognostiziert werden.

In Tabelle 6 werden die Gebäude zusammenfassend dargestellt, bei denen Überschreitungen der Orientierungswerte der TA-Lärm [10], VDI 2719 [2] oder 24. BImSchV [9] prognostiziert werden.

Gebäude	DIN 4150-2 [1]		TA-Lärm [10]		VDI 2719 [2]		24. BImSchV [9]	
	T	N	T	N	T	N	T	N
Dianastr. 66			X	X				
Dianastr. 37			X	X				
Dianastr. 51			X					
Dianastr. 55		X	X					
Dianastr. 75			X					
Tannhäuserstr. 1			X	X		X		
Minervastr. 28			X	X		X		
Minervastr. 30			X	X		X		
Minervastr. 31			X					
Minervastr. 90			X	X		X		
Minervastr. 105			X					
Minervastr. 149			X	X		X		
Minervastr. 156			X	X		X		
Minervastr. 170	X	X	X	X	X	X		X
Julius-Loßmann-Str. 50	X	X	X	X	X	X		X
Julius-Loßmann-Str. 54			X	X		X		

Tabelle 6: Zusammenfassung der prognostizierten Überschreitungen durch Erschütterungseinwirkungen nach den Kriterien der DIN 4150-2 [1] und durch Körperschalleinwirkungen nach den unterschiedlichen Kriterien aus Abschnitt 4.3

Es ist festzustellen, dass es in der gesamten Umgebung der Verlängerten Gleistrasse zu fühlbaren Erschütterungsimmissionen kommen kann. Darüber hinaus werden bei einigen der untersuchten Objekte, besonders in der Nähe von Weichenanlagen, die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [1] überschritten.

Es ist festzustellen, dass es in der gesamten Umgebung der Verlängerten Gleistrasse zu hörbaren Körperschallimmissionen kommen kann. Darüber hinaus werden bei einigen der untersuchten Objekte die Orientierungswerte der VDI 2719 [2] überschritten.

Es ist festzustellen, dass im Bereich der Weichen hohe Schwingungsimmissionen zu erwarten sind. Aber auch am Normalgleis sind Überschreitungen der Anhalts- oder Orientierungswerte sowohl tagsüber als auch nachts zu erwarten. Besonders sticht der Bereich am Knotenpunkt Finkenbrunn heraus, in dem der neue Lückenschluss mit der Linie 5 zusammenläuft und damit eine erhöhte Fahrtenzahl beinhaltet.

7 MASSNAHMEN

Insgesamt ist festzustellen, dass Maßnahmen erforderlich sind, die eine Minderung der Schwingungsimmissionen bewirken.

Die Schwingungsemissionen einer Gleisanlage lassen sich durch den Einsatz elastischer Oberbausysteme entsprechend DIN 45673 – Mechanische Schwingungen – Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen [13] – beeinflussen.

Bei der Wahl des elastischen Oberbaus ist zu beachten, dass in den Übergangsbereichen eine vom Straßenverkehr befahrbare Rillengleisanlage erforderlich ist. Das elastische System muss gewährleisten, dass die Schwingungsimmissionen folgende Kriterien erfüllen:

Im Bereich des Umbaus von Bestandsgleisen müssen die 1,5-fachen Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden [1] eingehalten werden oder die Anhebung der Erschütterungsimmissionen im Vergleich zur Vorbelastung muss weniger als 25 % betragen. Darüber hinaus müssen die Anhaltswerte der DIN 4150-3 für Einwirkungen auf Gebäude [5] eingehalten werden. Die Körperschallimmissionen müssen unterhalb der Orientierungswerte der VDI 2719 [2] liegen oder die Anhebung der Körperschallimmissionen im Vergleich zur Vorbelastung muss weniger als 3 dB(A) betragen.

Im Bereich des Neubaus müssen die 1,5 -fachen Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden [1] eingehalten werden. Darüber hinaus müssen die Anhaltswerte der DIN 4150-3 für Einwirkungen auf Gebäude [5] eingehalten werden. Die Körperschallimmissionen müssen unterhalb der Orientierungswerte der VDI 2719 [2] liegen.

Bei allen im Plangebiet einzubauenden Weichen wird auf Grund der besonderen Immissionssituation ein erhöhter Schwingungsschutz empfohlen.

Die genaue Auslegung des elastischen Systems ist in der Ausführungsplanung rechnerisch zu bestimmen und festzulegen.

8 ANLAGEN

Anlage Nr.	Benennung
1.1	Planungsumgriff
1.2	Gebietseinstufung nach BauNVO
1.3	Immissionsorte und Gleisachsen
1.4	Oberbauformen Schiene
2	Fotos der ausgewählten Immissionsorte
3	Detaillierte Prognoseergebnisse

Quellvermerke:
„Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0" oder „dl-de/by-2-0 - www.govdata.de/dl-de/by-2-0
https://sgx.geodatenzentrum.de/wms_topplus_open

1:8.000
0 200 400 m

Legende:

Ausschnitte

Projekt:

Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:

Planungsumgriff

Plan- bzw. Anlagenummer:

A 1.1

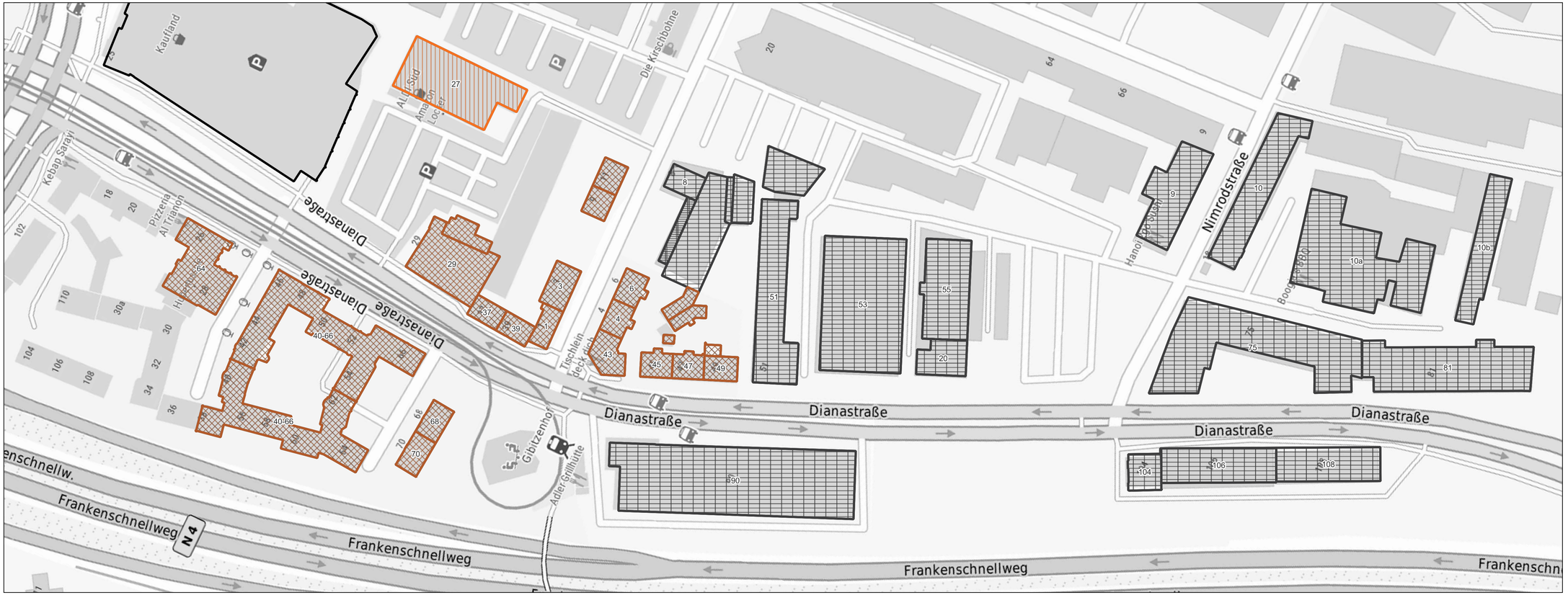
Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)



1:1.000
0 25 50 m

Legende:

Gebietseinstufungs nach BauNVO
- Gewerbegebiet / Industriegebiet
- Kerngebiet
- Mischgebiet
- Urbanes Gebiet
- allgemeines Wohngebiet
- reines Wohngebiet
- Sondergebiet

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Gebietseinstufung Ausschnitt 1

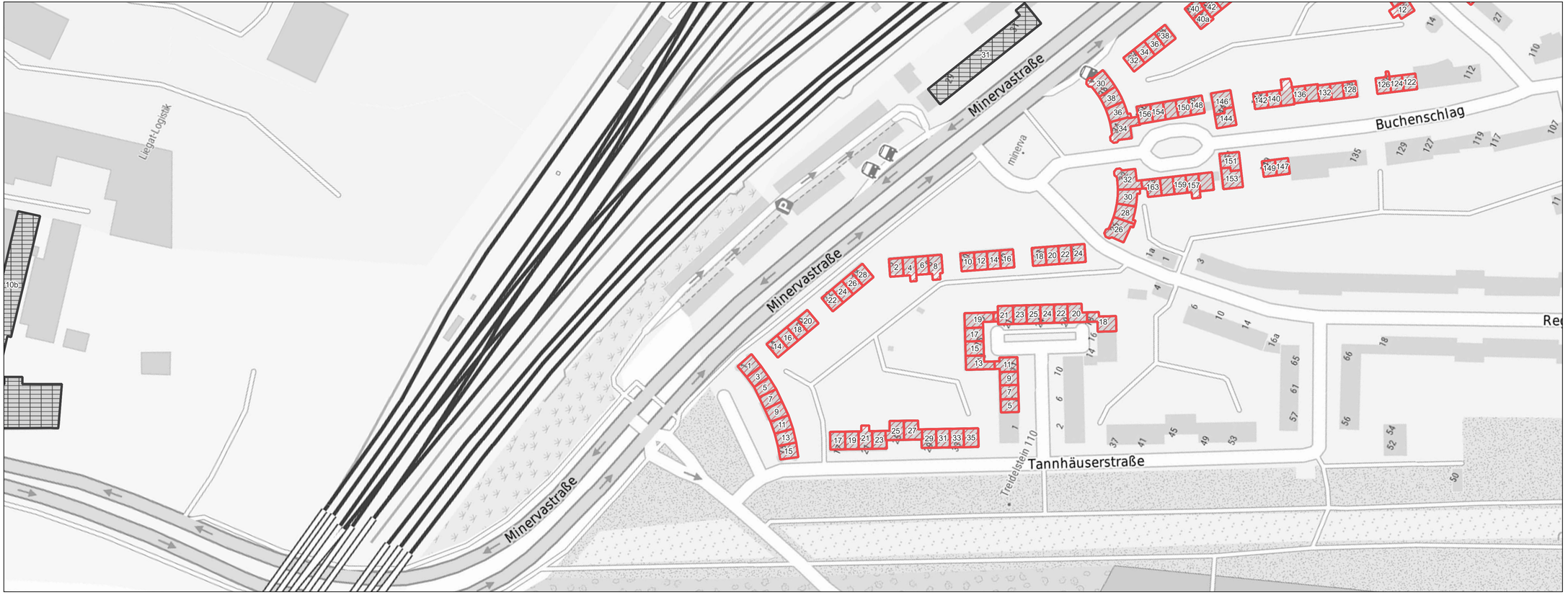
Plan- bzw. Anlagenummer:
A 1.2.1

Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)



1:1.000
0 25 50 m

Legende:

Gebietseinstufungs nach BauNVO
- Gewerbegebiet / Industriegebiet
- Kerngebiet
- Mischgebiet
- Urbanes Gebiet
- allgemeines Wohngebiet
- reines Wohngebiet
- Sondergebiet

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Gebietseinstufung Ausschnitt 2

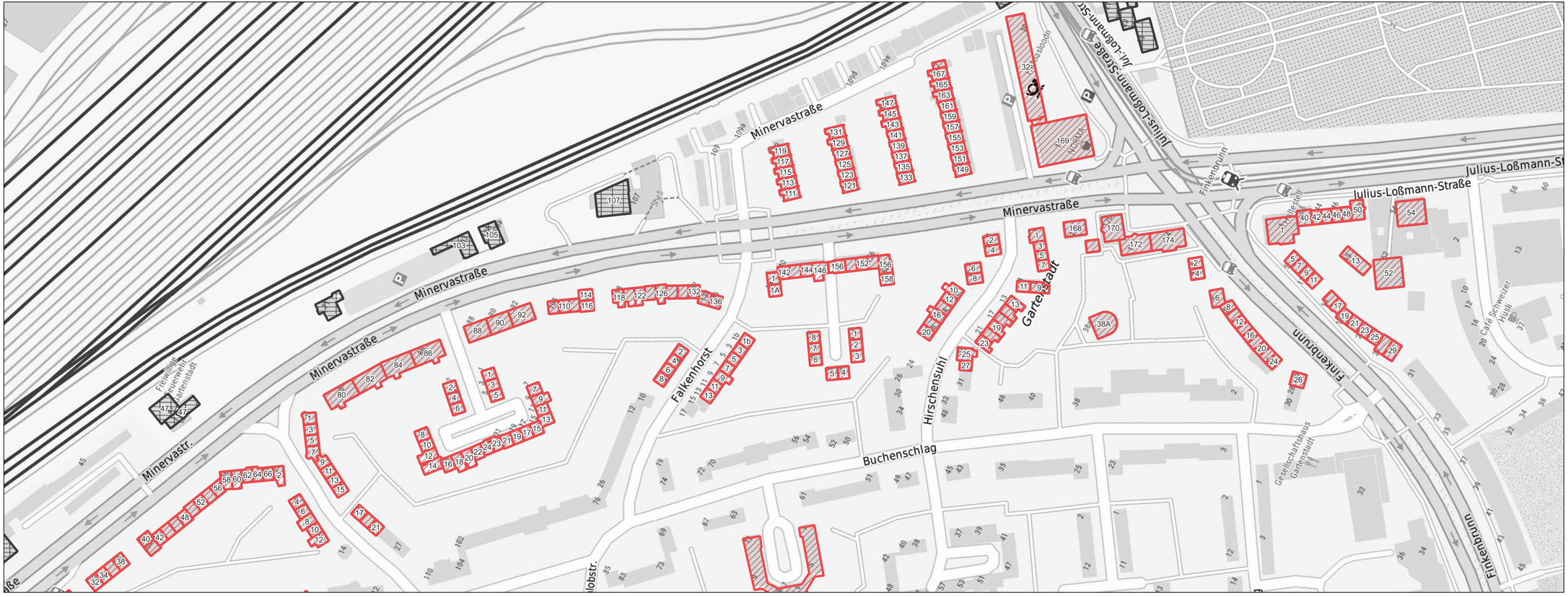
Plan- bzw. Anlagenummer:
A 1.2.2

Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)



1:1.200
0 25 50 m

Legende:

Gebietseinstufungs nach BauNVO
- Gewerbegebiet / Industriegebiet
- Kerngebiet
- Mischgebiet
- Urbanes Gebiet
- allgemeines Wohngebiet
- reines Wohngebiet
- Sondergebiet

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Gebietseinstufung Ausschnitt 3

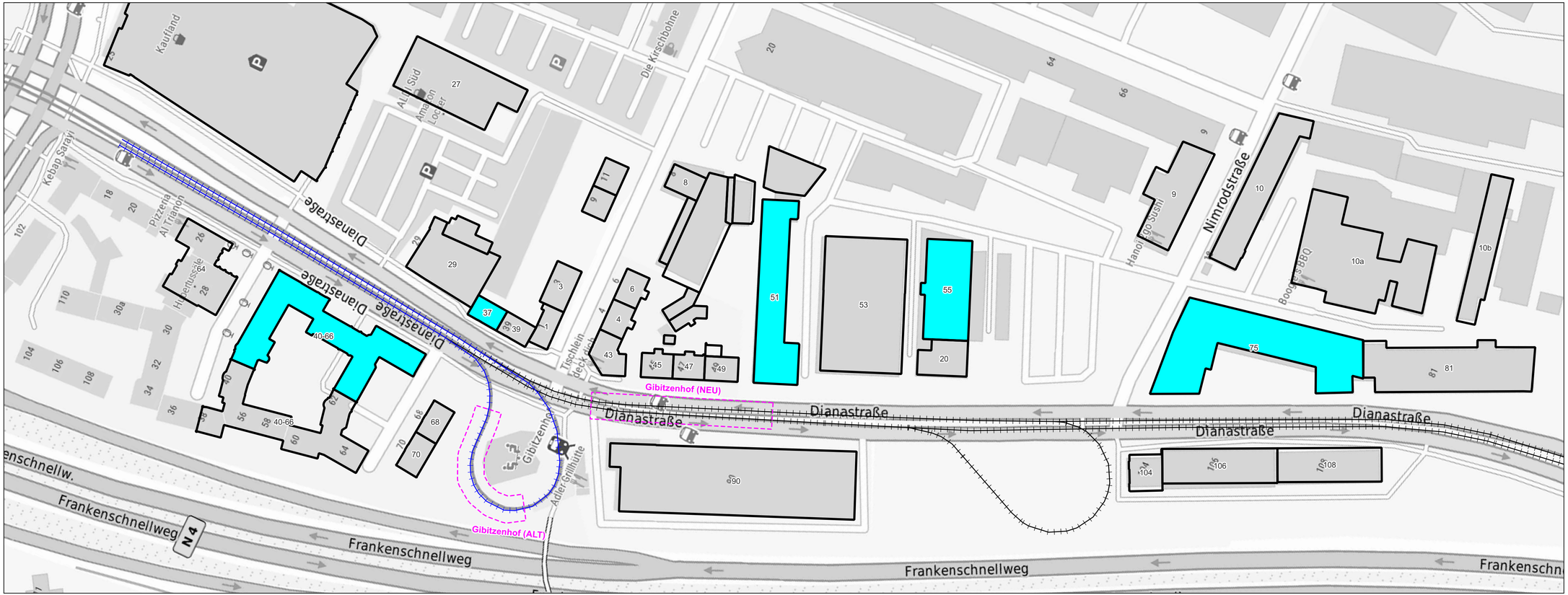
Plan- bzw. Anlagenummer:
A 1.2.3

Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)



1:1.000
0 25 50 m

Legende:

Gleise
- SCH0
- SCH1
- Haltestelle

Immissionsorte
- Immissionsorte
- Gebäude

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Gleisachsen und Immissionsorte Ausschnitt 1

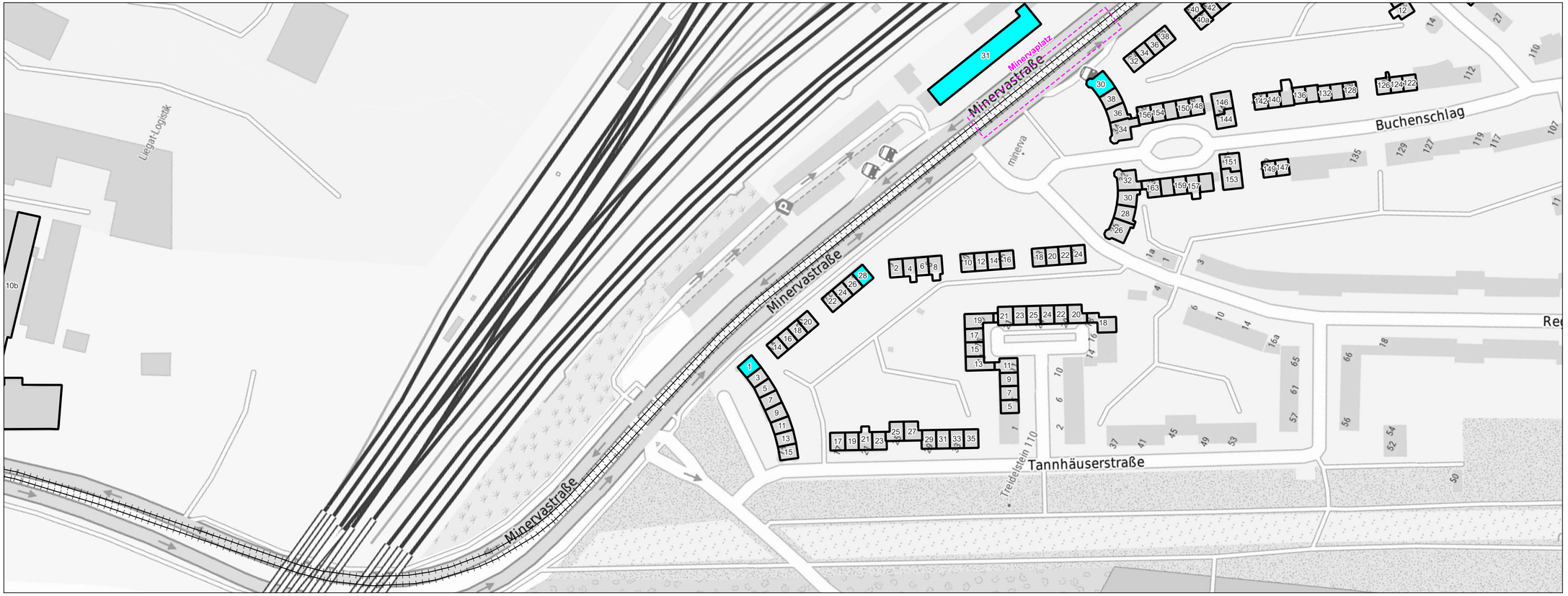
Plan- bzw. Anlagenummer:
A 1.3.1

Bearbeiter:
T. Tietze

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)



1:1.000
0 25 50 m

Legende:

Gleise
SCH0
SCH1
Haltestelle

Immissionsorte
Immissionsorte
Gebäude

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Gleisachsen und Immissionsorte Ausschnitt 2

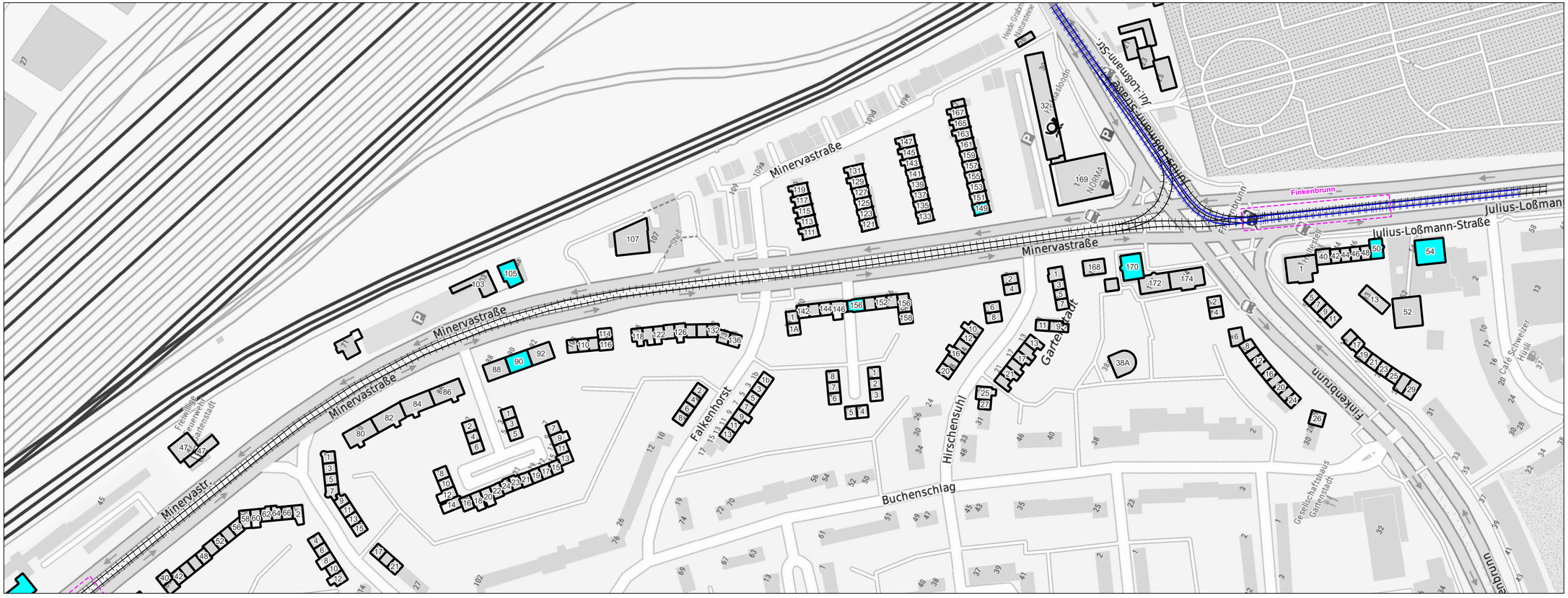
Plan- bzw. Anlagenummer:
A 1.3.2

Bearbeiter:
T. Tietze

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)



1:1.200
0 25 50 m

Legende:

- SCH0
- SCH1
- Haltestelle

Immissionsorte
- Immissionsorte
- Gebäude

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Gleisachsen und Immissionsorte Ausschnitt 3

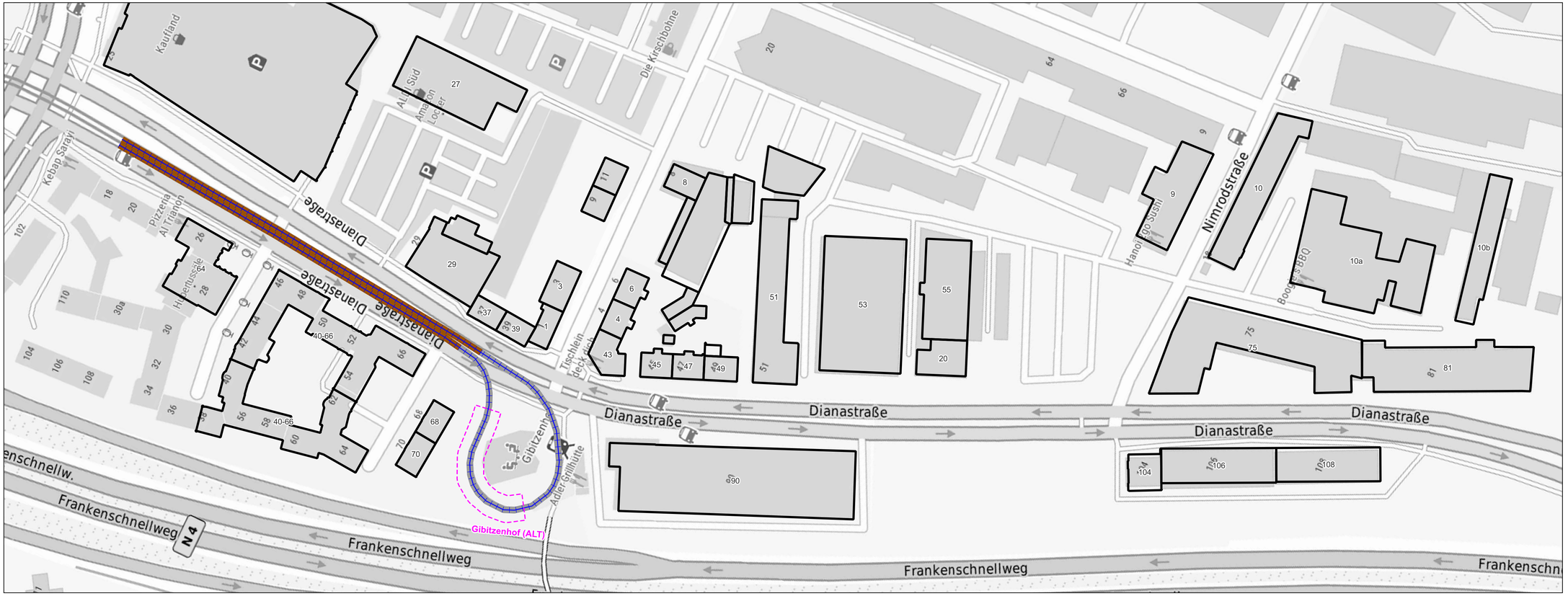
Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.3.3

Bearbeiter:
T. Tietze

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)



1:1.000
0 25 50 m

Legende:

Gleise
- Schwellengleis im Schotterbett
- Straßenbündiger Bahnkörper
- Begrünter Bahnkörper (hochliegend)
- Haltestelle

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Oberbauformen Prognose Nullfall Ausschnitt 1

Plan- bzw. Anlagenummer:
A 1.4.1.1

Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)

1:1.200
0 25 50 m

Legende:

Gleise
- Schwellengleis im Schotterbett
- Straßenbündiger Bahnkörper
- Begrünter Bahnkörper (hochliegend)
- Haltestelle

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Oberbauformen Prognose Nullfall Ausschnitt 3

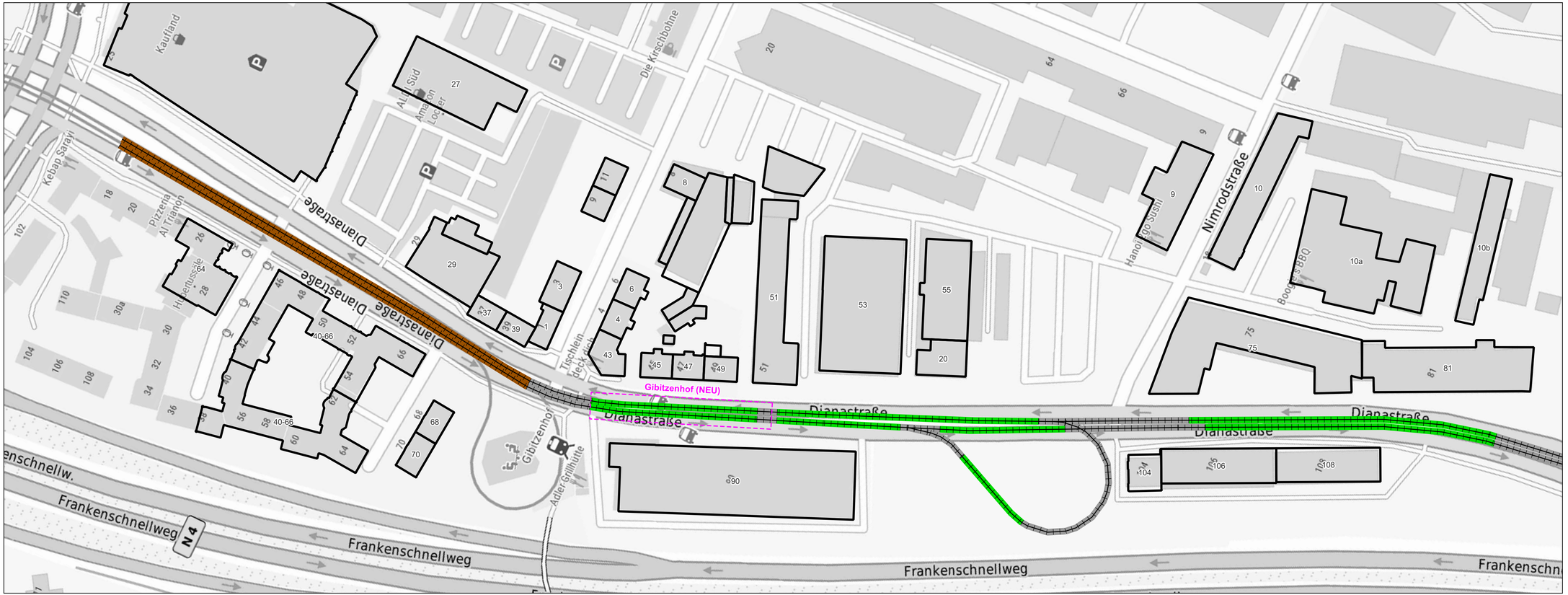
Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.4.1.2

Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)



1:1.000
0 25 50 m

Legende:

Gleise
- Schwellengleis im Schotterbett
- Straßenbündiger Bahnkörper
- Begrünter Bahnkörper (hochliegend)
- Haltestelle

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Oberbauformen Prognose Planfall Ausschnitt 1

Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.4.2.1

Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)

1:1.000
0 25 50 m

Legende:

Gleise
- Schwellengleis im Schotterbett
- Straßenbündiger Bahnkörper
- Begrünter Bahnkörper (hochliegend)
- Haltestelle

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Oberbauformen Prognose Planfall Ausschnitt 2

Plan- bzw. Anlagenummer:
A 1.4.2.2

Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Quellvermerke:
Kartendarstellung und Gebäude: ALKIS NRW, Lärmkartierung: Land NRW (2022)

1:1.200
0 25 50 m

Legende:

Gleise
- Schwellengleis im Schotterbett
- Straßenbündiger Bahnkörper
- Begrünter Bahnkörper (hochliegend)
- Haltestelle

Projekt:
Straßenbahnverlängerung Minervastraße

Titel:
Oberbauformen Prognose Planfall Ausschnitt 3

Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.4.2.3

Bearbeiter:
H. Unruh

Projektnummer:
22/7015

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

IO1: Dianastraße 66

IO2: Dianastraße 37

IO3: Dianastraße 51

IO4: Dianastraße 55

IO5: Dianastraße 75

IO6: Tannhäuserstraße 1

IO7: Minervastraße 28

IO8: Minervastraße 30

IO9: Minervastraße 31

IO10: Minervastraße 90

IO11: Minervastraße 105

IO12: Minervastraße 149

IO13: Minervastraße 156

IO14: Minervastraße 170

IO15: Julius-Loßmann-Straße 50

IO16: Julius-Loßmann-Straße 54

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 1
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 66	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Schwellengleis im Schotterbett
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	29.1	28.0	27.2	27.6
5	30.7	28.7	27.6	26.8
6	39.7	36.3	35.1	34.3
8	47.3	40.8	38.8	37.7
10	62.0	51.7	48.2	47.0
12.5	55.2	56.8	50.2	48.3
16	50.3	62.2	51.8	48.4
20	49.1	57.2	58.7	52.2
25	41.3	45.1	57.1	46.7
31.5	38.8	41.5	49.6	51.1
40	41.7	45.5	49.4	61.3
50	40.4	43.4	46.1	54.2
63	42.2	45.3	49.1	53.0
80	48.5	51.2	54.3	57.0
100	54.0	56.7	59.8	63.6
125	45.5	48.6	51.3	54.4
160	31.0	34.1	36.8	39.8
200	22.4	25.5	28.6	31.3
250	17.9	21.0	24.1	26.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 2
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 66	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

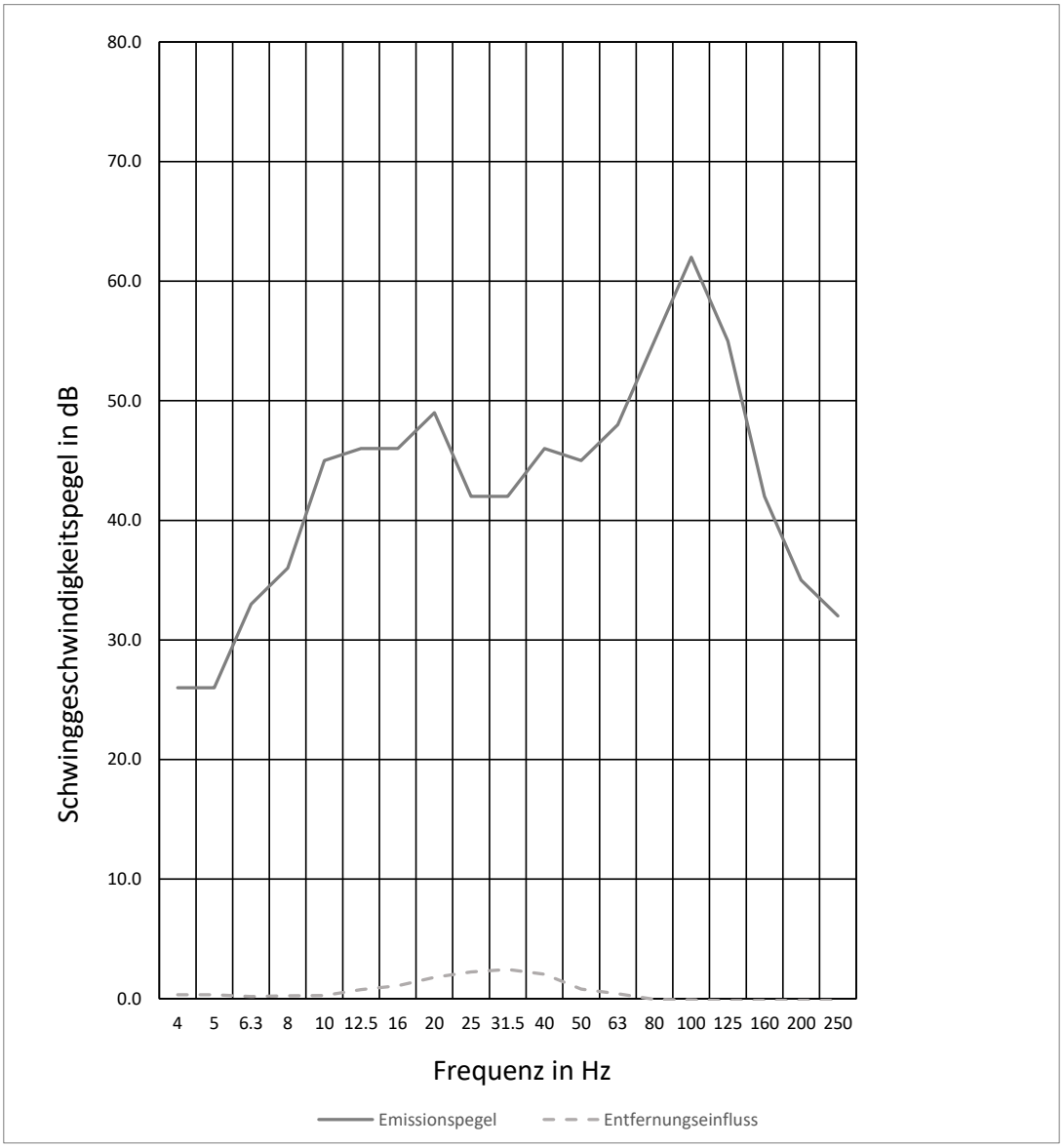
Fahrtenzahlen

Tag	186	Fahrten
Nacht	36	Fahrten

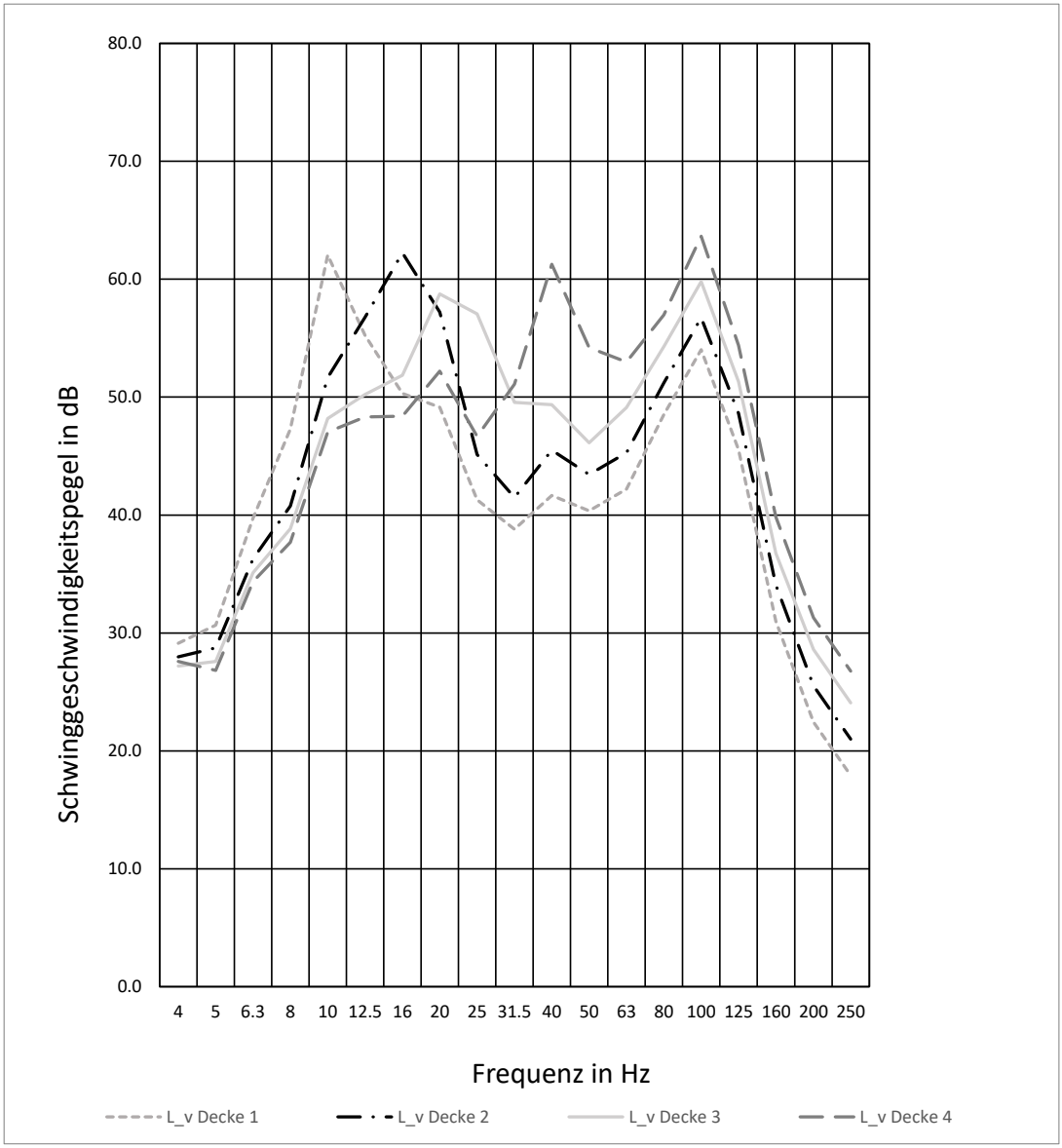
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.081	0.096	0.090	0.117
KB_Fmax =	0.121	0.143	0.135	0.175
KB_TFr Tag =	0.025	0.030	0.028	0.036
KB_FTr Nacht =	0.016	0.019	0.017	0.023
vmax [mm/s] =	0.190	0.194	0.147	0.228
L_pAm [dB(A)] =	31.1	32.7	34.6	36.7
L_pAmax [dB(A)] =	34.1	35.7	37.6	39.7
L_rTag [dB(A)] =	20.9	22.6	24.5	26.5
L_rNacht [dB(A)] =	16.8	18.5	20.4	22.4

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 3
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 66	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 4
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 66	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 5
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 37	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Schwellengleis im Schotterbett
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	29.1	28.0	27.2	27.6
5	30.7	28.8	27.6	26.8
6	39.7	36.3	35.1	34.4
8	47.3	40.8	38.9	37.7
10	62.1	51.7	48.2	47.1
12.5	55.3	56.8	50.3	48.3
16	50.4	62.3	51.9	48.4
20	49.2	57.3	58.8	52.3
25	41.4	45.2	57.1	46.8
31.5	38.9	41.6	49.6	51.2
40	41.7	45.6	49.4	61.4
50	40.4	43.5	46.2	54.2
63	42.2	45.3	49.1	53.0
80	48.5	51.2	54.3	57.0
100	54.0	56.7	59.8	63.6
125	45.5	48.6	51.3	54.4
160	31.0	34.1	36.8	39.8
200	22.4	25.5	28.6	31.3
250	17.9	21.0	24.1	26.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 6
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 37	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

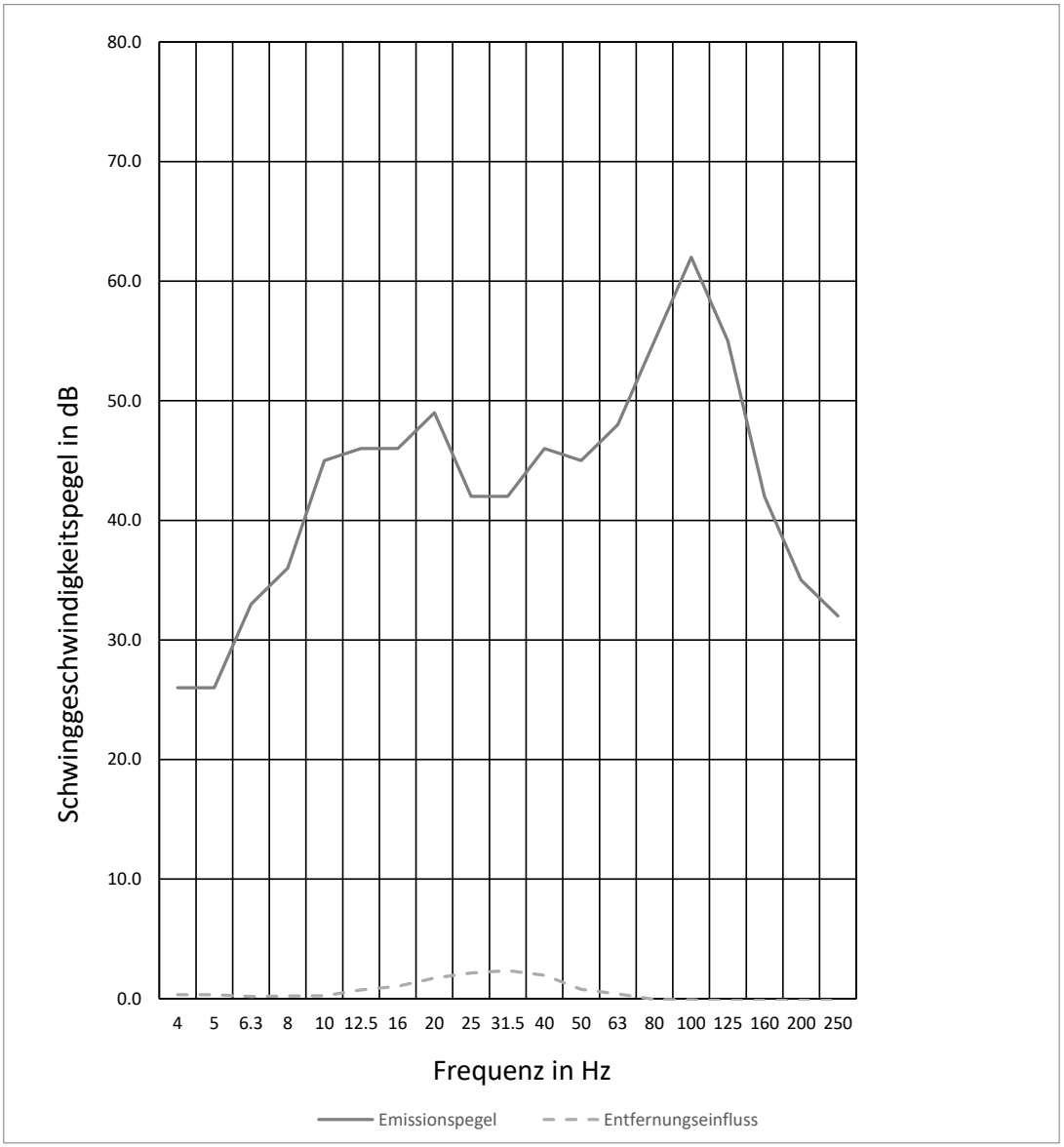
Fahrtenzahlen

Tag	186	Fahrten
Nacht	36	Fahrten

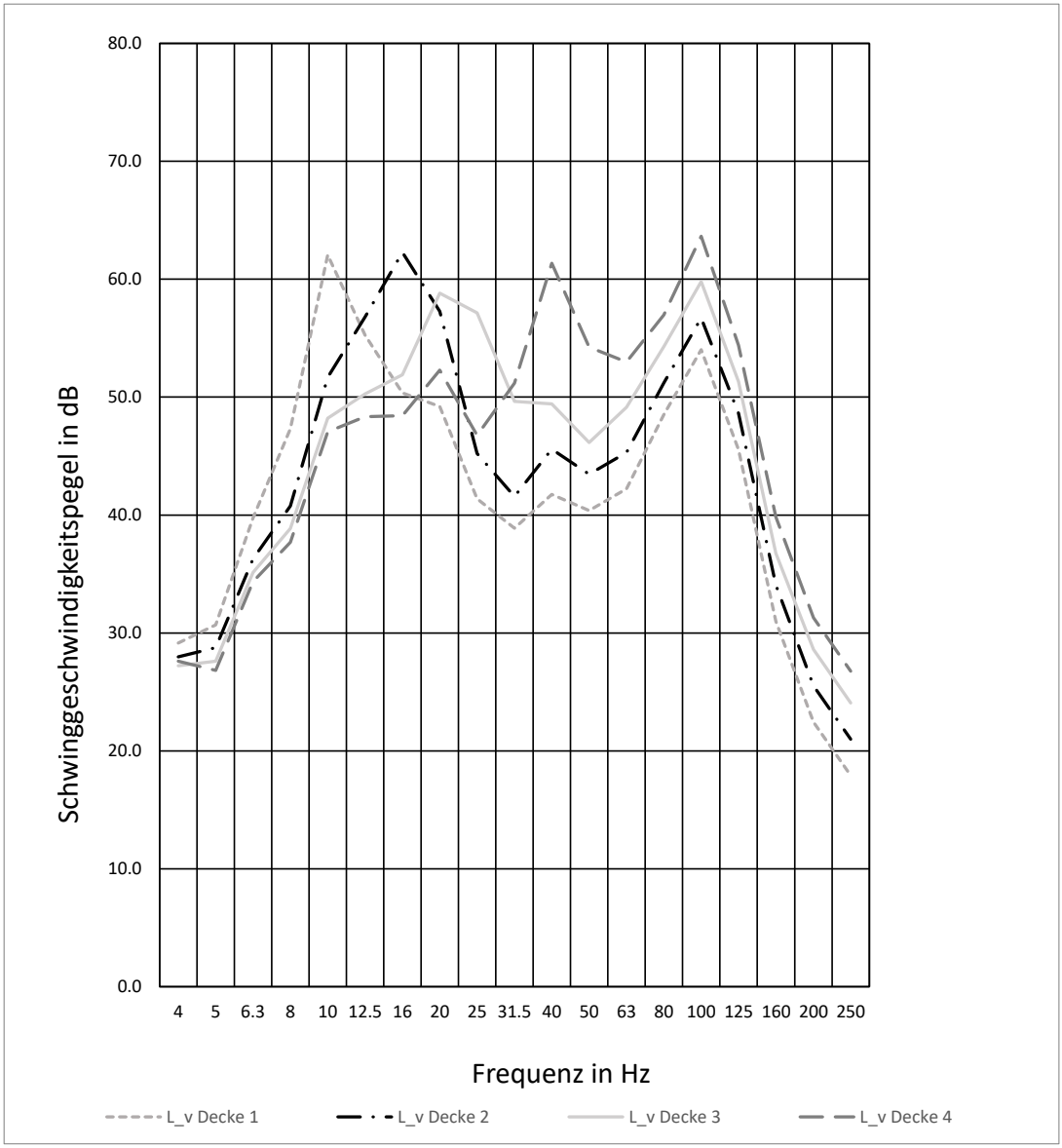
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.081	0.096	0.091	0.117
KB_Fmax =	0.121	0.144	0.136	0.175
KB_TFr Tag =	0.025	0.030	0.028	0.036
KB_FTr Nacht =	0.016	0.019	0.018	0.023
vmax [mm/s] =	0.190	0.195	0.147	0.228
L_pAm [dB(A)] =	31.1	32.7	34.6	36.7
L_pAmax [dB(A)] =	34.1	35.7	37.6	39.7
L_rTag [dB(A)] =	20.9	22.6	24.5	26.5
L_rNacht [dB(A)] =	16.8	18.5	20.4	22.4

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 7
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 37	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 8
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 37	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 9
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 51	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City 60 km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.1	30.9	30.2	30.5
5	33.6	31.7	30.5	29.8
6	38.7	35.3	34.1	33.3
8	44.3	37.7	35.8	34.7
10	56.0	45.6	42.2	41.0
12.5	52.1	53.7	47.1	45.2
16	49.2	61.1	50.7	47.3
20	48.9	57.0	58.5	52.0
25	44.0	47.9	59.8	49.4
31.5	46.5	49.2	57.3	58.8
40	49.4	53.3	57.1	69.0
50	48.3	51.3	54.0	62.1
63	50.2	53.2	57.1	60.9
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.0	58.7	61.8	65.7
125	47.6	50.6	53.3	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.5	30.6	33.3
250	19.9	23.0	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 10
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 51	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

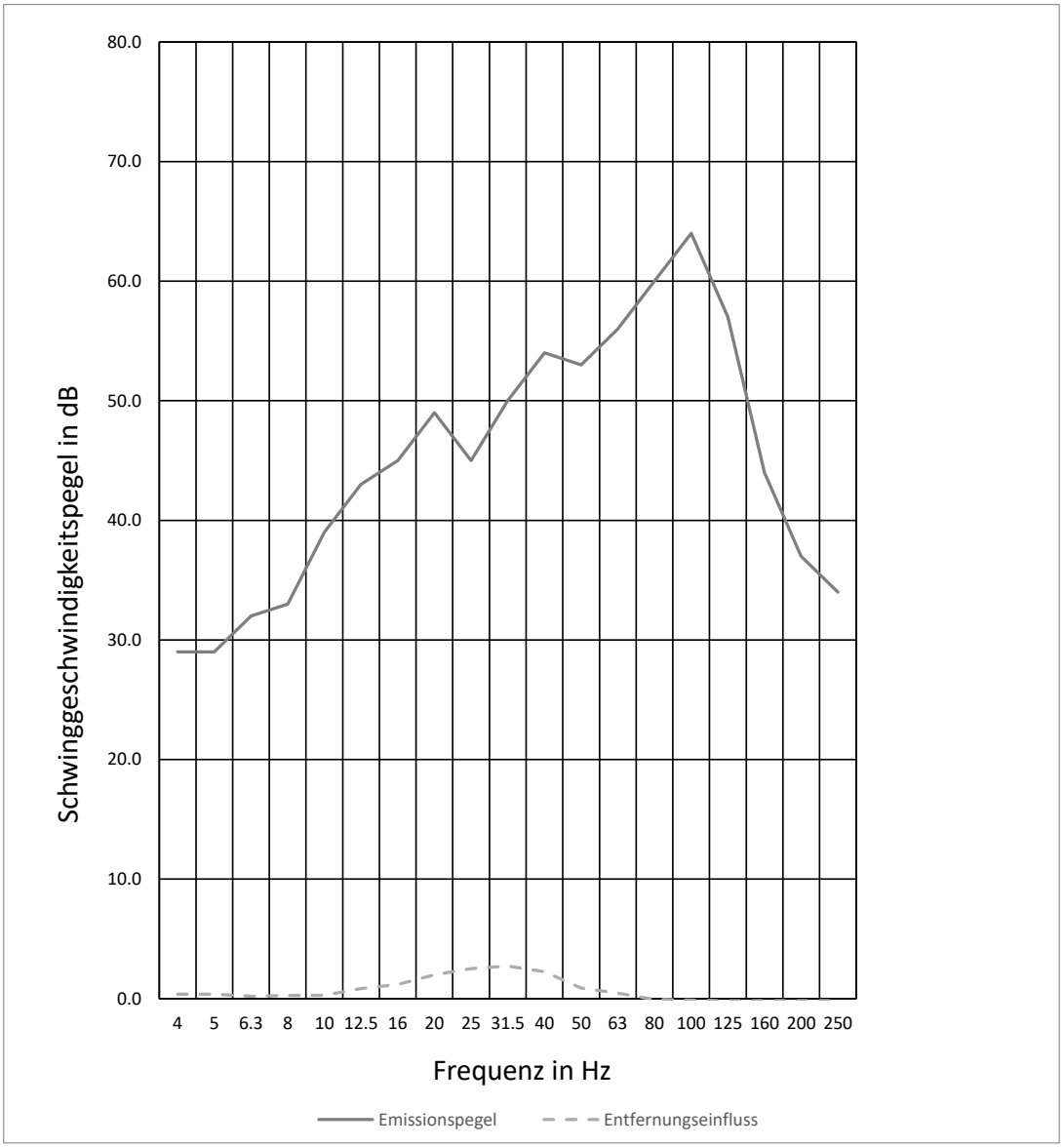
Fahrtenzahlen

Tag	186	Fahrten
Nacht	36	Fahrten

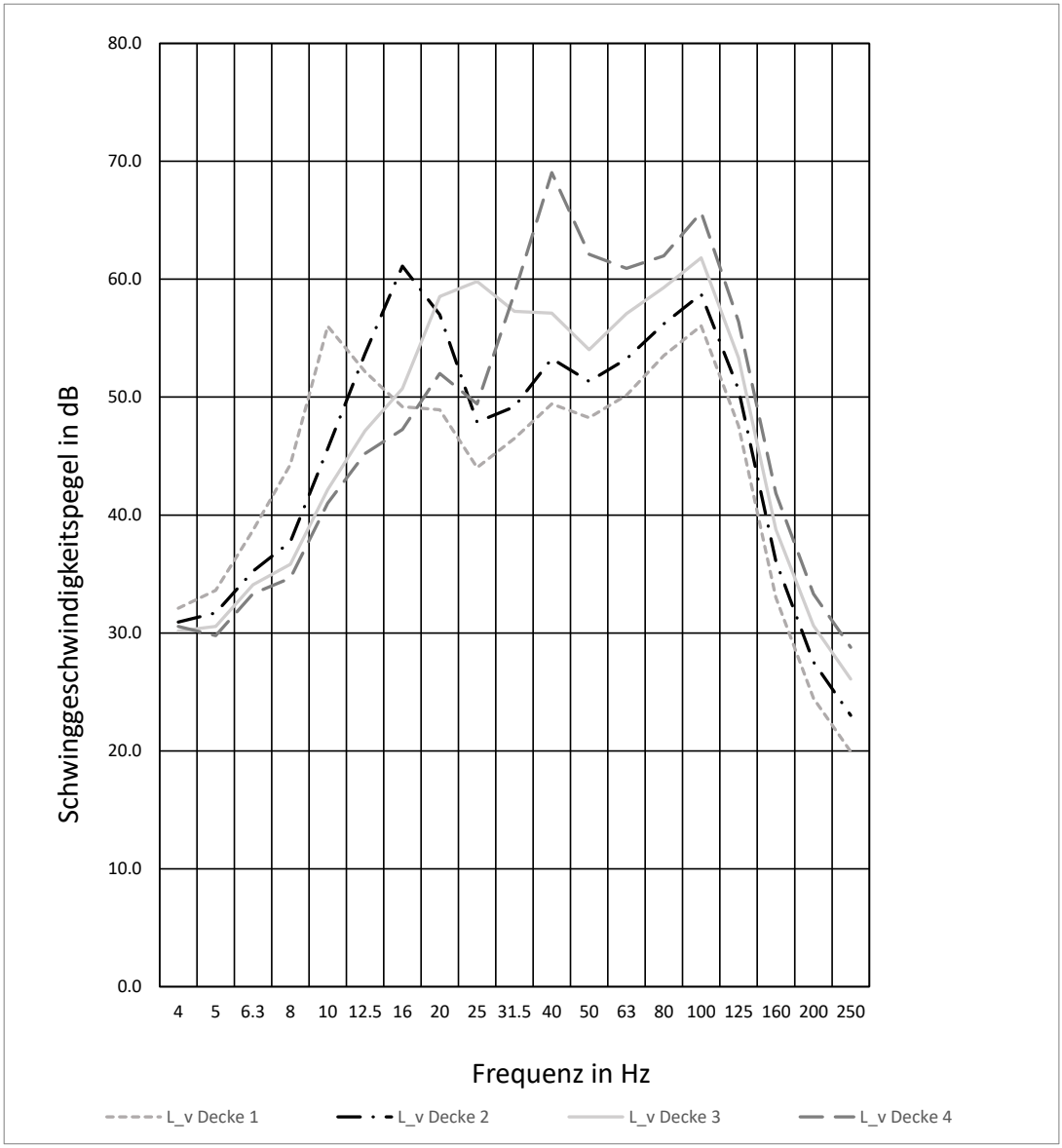
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.067	0.101	0.125	0.210
KB_Fmax =	0.100	0.151	0.188	0.316
KB_TFr Tag =	0.021	0.031	0.039	0.065
KB_FTr Nacht =	0.013	0.020	0.024	0.041
vmax [mm/s] =	0.095	0.170	0.185	0.425
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	38.0	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	41.0	43.1
L_rTag [dB(A)] =	24.2	25.9	27.8	30.0
L_rNacht [dB(A)] =	20.1	21.8	23.7	25.9

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 11
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 51	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 12
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 51	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 13
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 55	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City mit Weiche
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	31.9	30.7	30.0	30.4
5	33.4	31.5	30.4	29.6
6	38.6	35.1	34.0	33.2
8	44.1	37.6	35.7	34.5
10	55.9	45.5	42.0	40.9
12.5	52.7	54.2	47.7	45.8
16	49.6	61.5	51.1	47.6
20	56.9	65.0	66.5	60.0
25	53.7	57.6	69.5	59.1
31.5	58.1	60.8	68.9	70.4
40	59.3	63.1	66.9	78.9
50	52.8	55.9	58.6	66.6
63	57.9	61.0	64.8	68.7
80	61.5	64.2	67.3	70.0
100	62.1	64.8	67.9	71.7
125	50.7	53.7	56.4	59.5
160	35.1	38.2	40.9	43.9
200	25.5	28.6	31.7	34.4
250	21.0	24.1	27.2	29.9

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 14
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 55	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

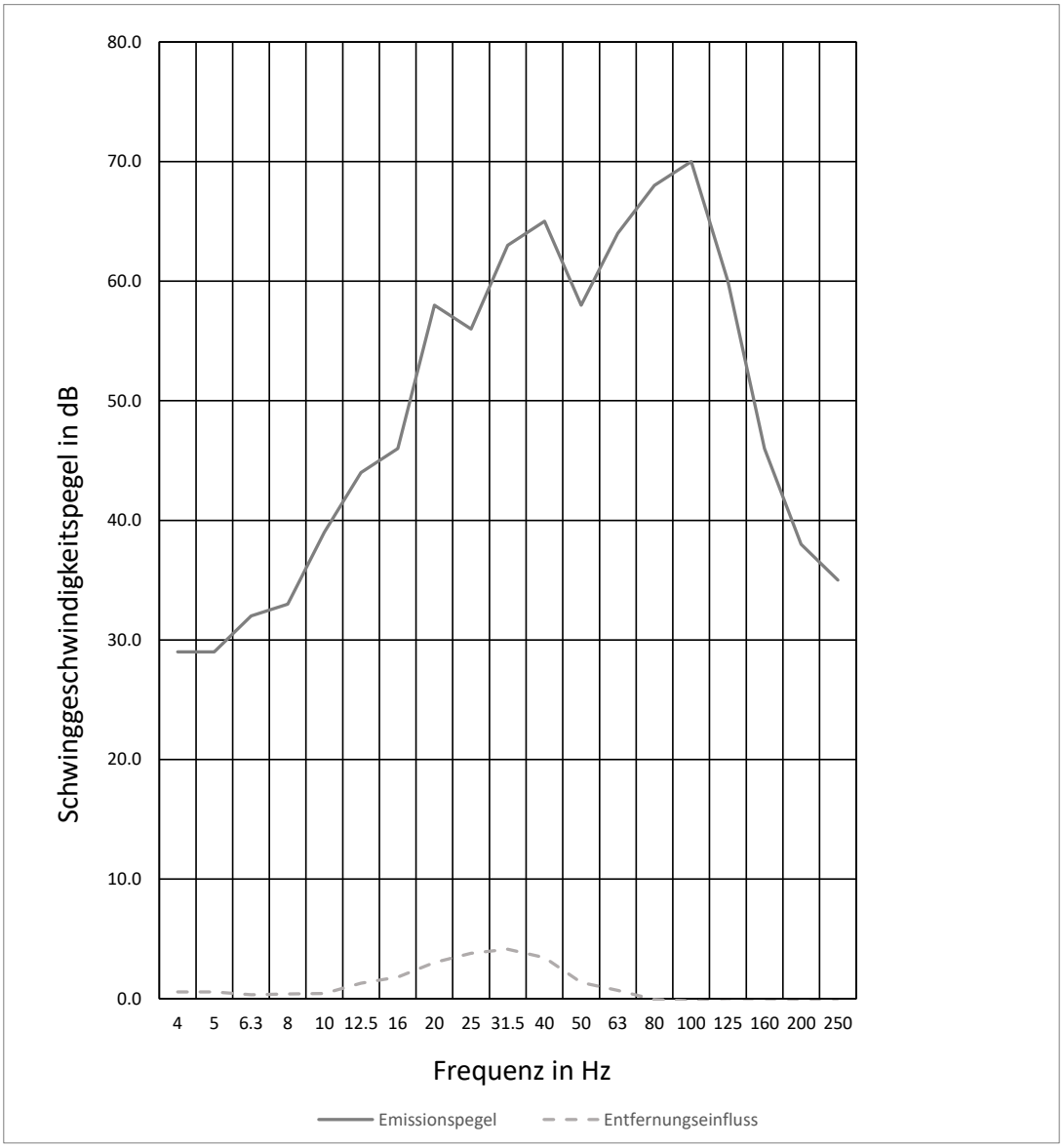
Fahrtenzahlen

Tag	186	Fahrten
Nacht	36	Fahrten

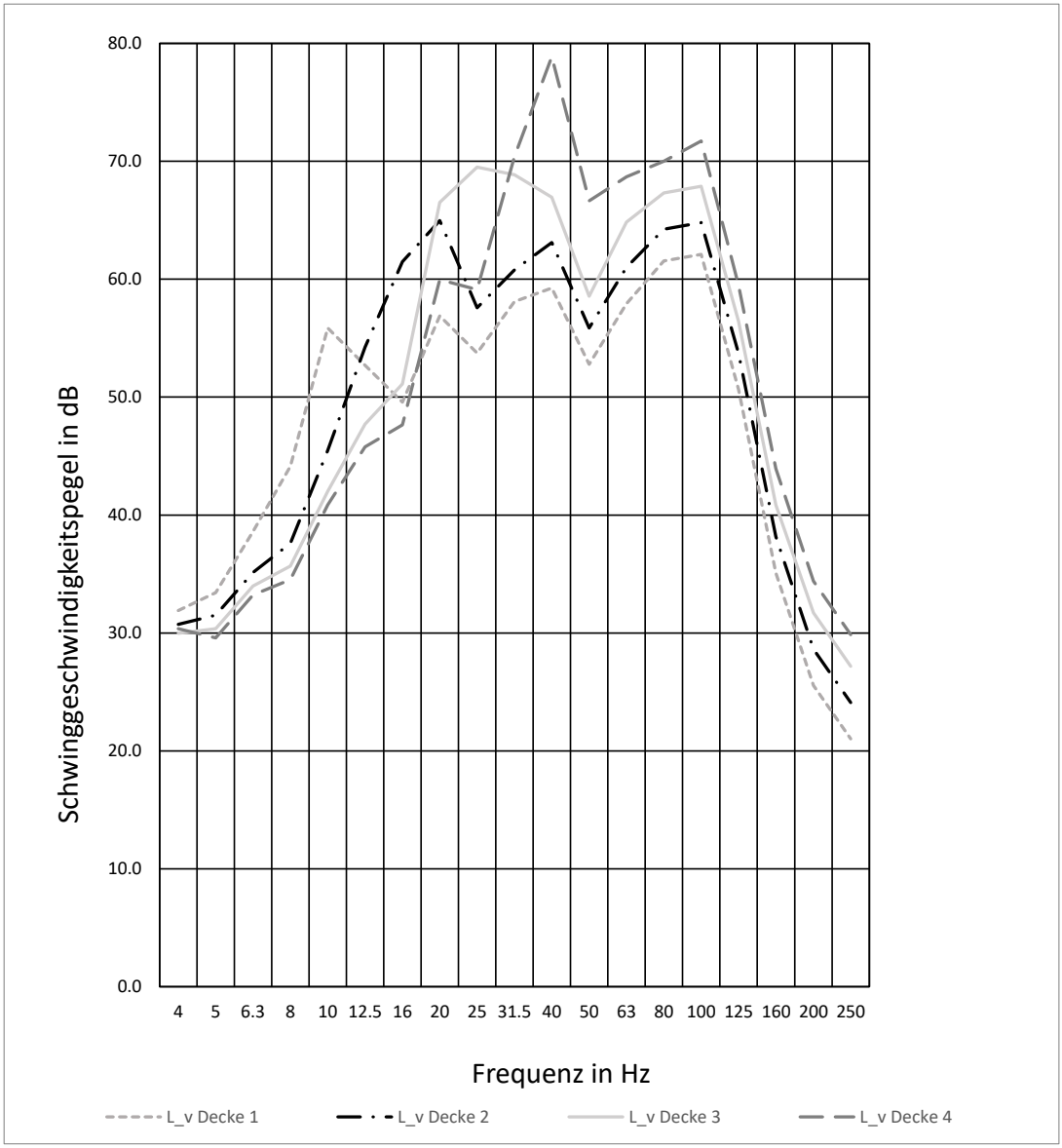
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.131	0.201	0.324	0.565
KB_Fmax =	0.197	0.302	0.486	0.848
KB_TFr Tag =	0.041	0.063	0.101	0.176
KB_FTr Nacht =	0.025	0.039	0.063	0.109
vmax [mm/s] =	0.191	0.266	0.448	1.317
L_pAm [dB(A)] =	39.1	40.7	42.6	44.7
L_pAmax [dB(A)] =	42.1	43.7	45.6	47.7
L_rTag [dB(A)] =	28.9	30.6	32.5	34.6
L_rNacht [dB(A)] =	24.8	26.5	28.4	30.5

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 15
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 55	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 16
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 55	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 17
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 75	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City 60 km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.1	31.0	30.2	30.6
5	33.6	31.7	30.6	29.8
6	38.7	35.3	34.1	33.3
8	44.3	37.8	35.8	34.7
10	56.0	45.6	42.2	41.0
12.5	52.2	53.7	47.2	45.3
16	49.3	61.2	50.8	47.3
20	49.1	57.1	58.7	52.1
25	44.2	48.1	60.0	49.6
31.5	46.7	49.4	57.5	59.0
40	49.6	53.4	57.3	69.2
50	48.3	51.4	54.1	62.2
63	50.2	53.3	57.1	61.0
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.0	58.7	61.8	65.7
125	47.5	50.6	53.3	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.8
200	24.5	27.5	30.6	33.3
250	19.9	23.0	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 18
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 75	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

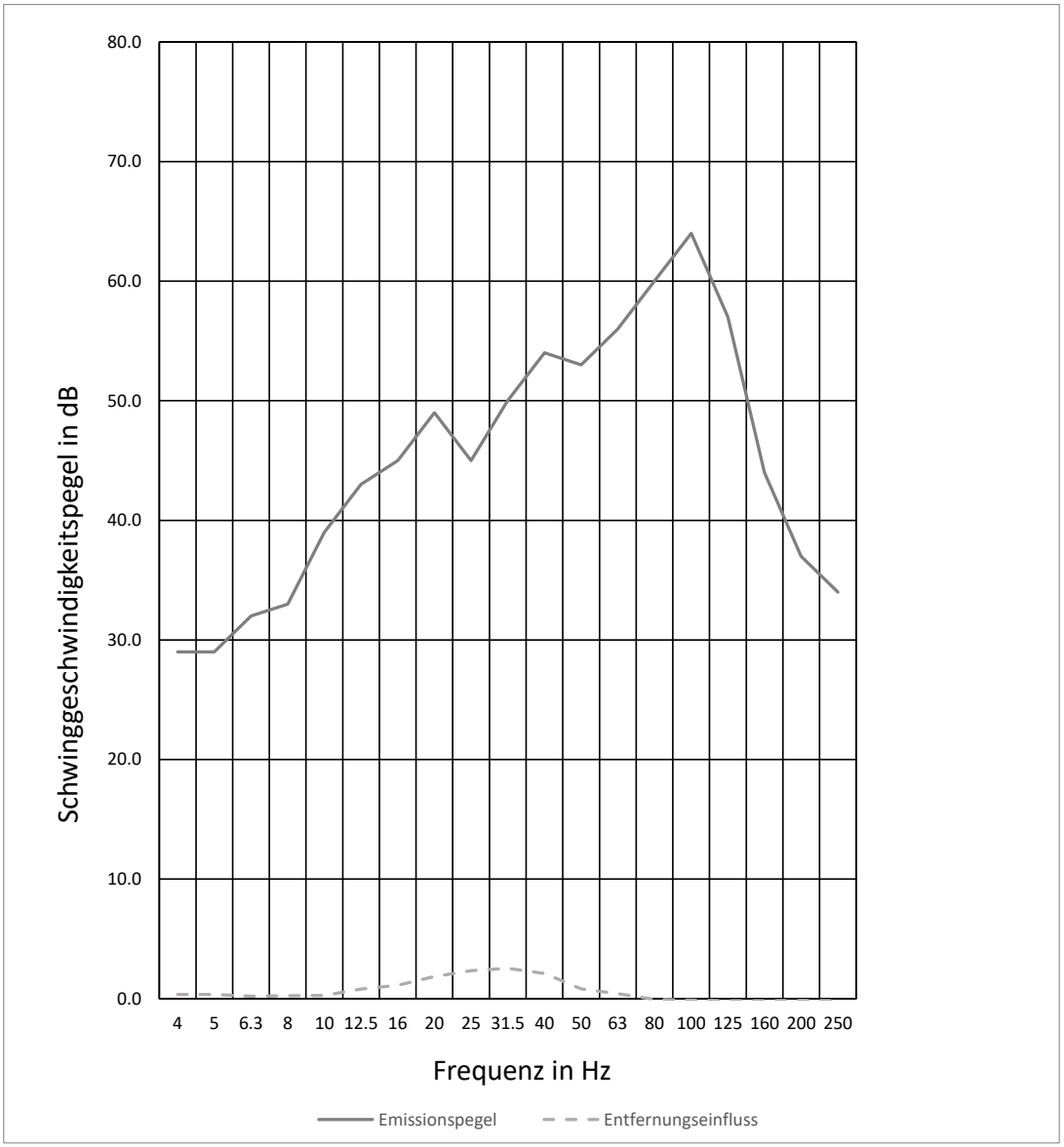
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

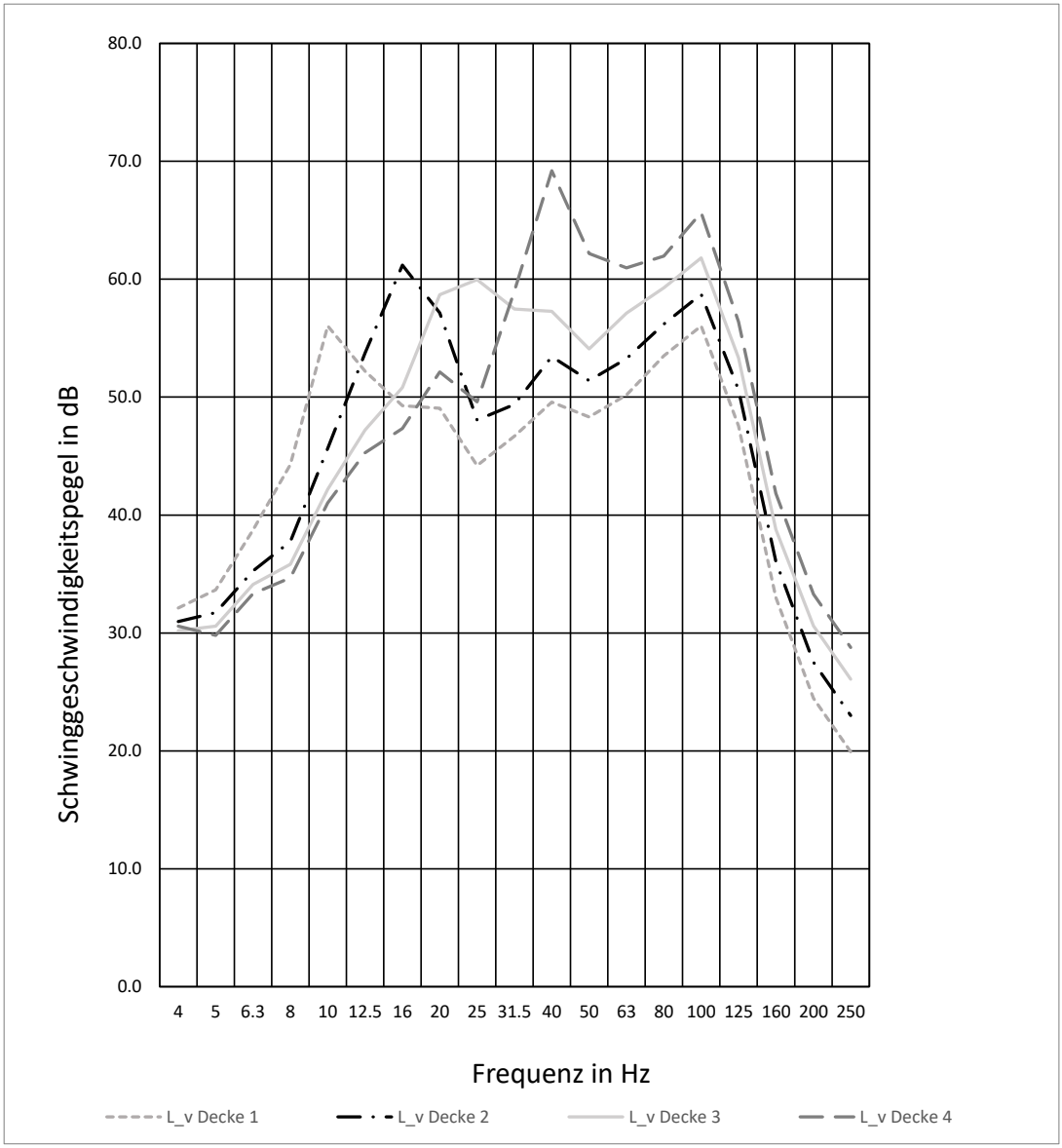
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.067	0.102	0.126	0.213
KB_Fmax =	0.100	0.152	0.189	0.319
KB_TFr Tag =	0.015	0.022	0.028	0.047
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.014	0.017	0.029
vmax [mm/s] =	0.095	0.172	0.185	0.432
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.1	38.0	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.1	41.0	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	27.0
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.8	20.7	22.9

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 19
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 75	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 20
Südliche Fürther Str. 5	Dianastraße 75	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 21
Südliche Fürther Str. 5	Tannhäuserstraße 1	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 60km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.1	30.9	30.1	30.5
5	33.6	31.7	30.5	29.8
6	38.7	35.2	34.1	33.3
8	44.3	37.7	35.8	34.7
10	56.0	45.6	42.2	41.0
12.5	52.1	53.7	47.1	45.2
16	49.1	61.1	50.7	47.2
20	48.9	56.9	58.5	51.9
25	43.9	47.8	59.7	49.3
31.5	46.4	49.1	57.2	58.7
40	49.3	53.2	57.0	69.0
50	48.2	51.3	54.0	62.1
63	50.1	53.2	57.1	60.9
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.0	58.7	61.8	65.7
125	47.6	50.6	53.3	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.5	30.6	33.3
250	19.9	23.0	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 22
Südliche Fürther Str. 5	Tannhäuserstraße 1	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

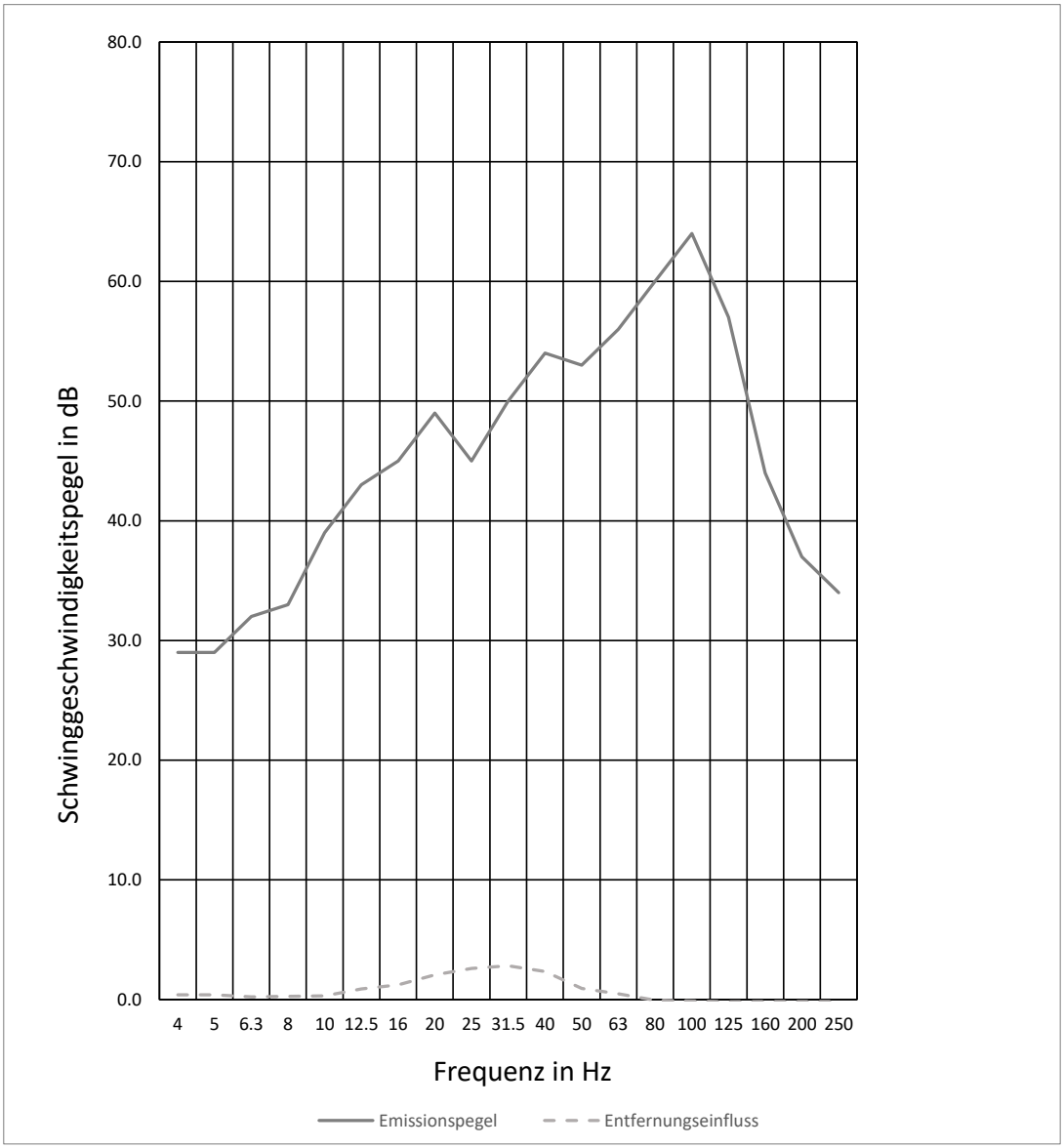
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

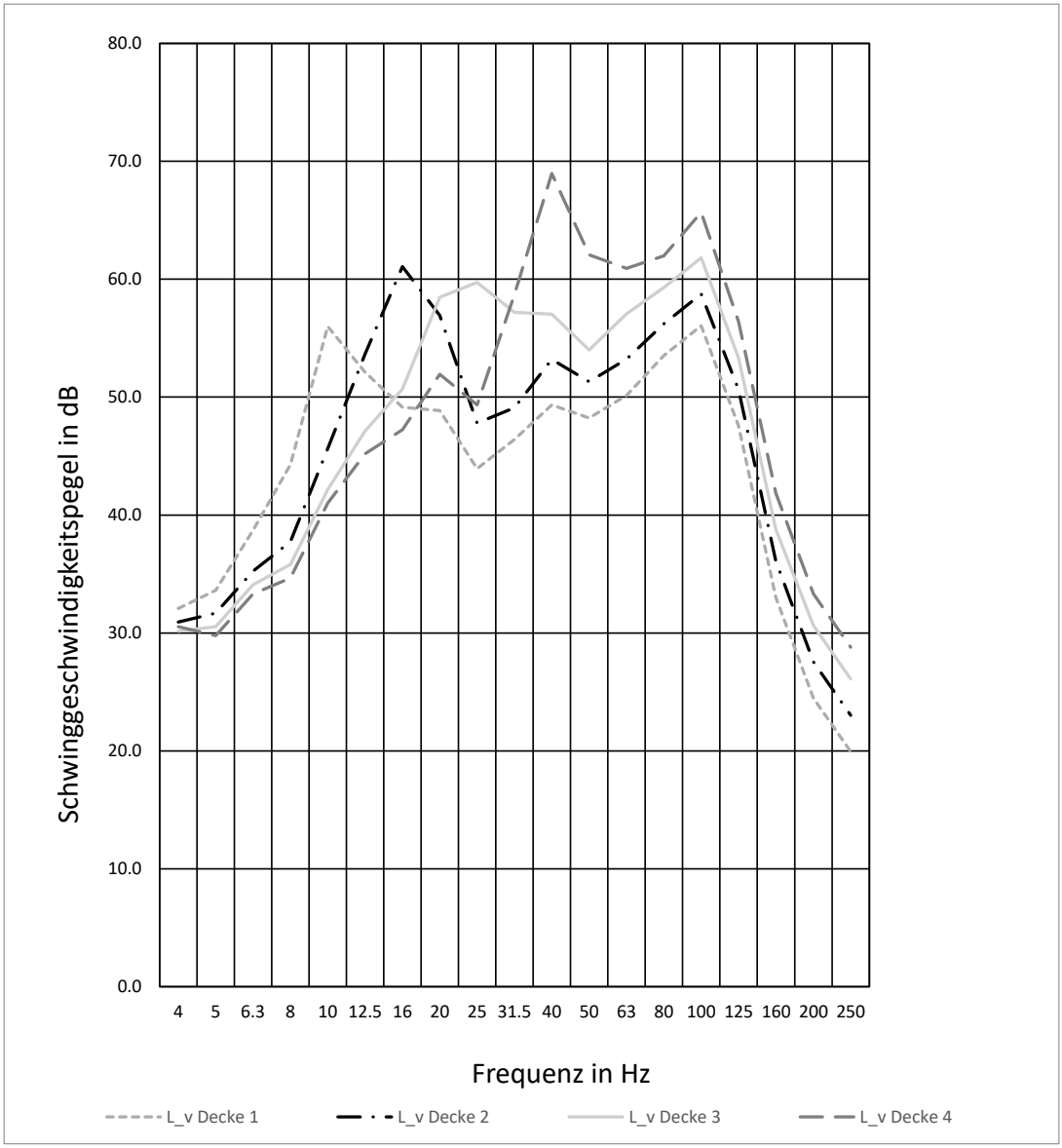
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.067	0.100	0.125	0.209
KB_Fmax =	0.100	0.151	0.187	0.314
KB_TFr Tag =	0.015	0.022	0.027	0.046
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.014	0.017	0.029
vmax [mm/s] =	0.095	0.170	0.185	0.421
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	38.0	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	41.0	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	27.0
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.8	20.7	22.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 23
Südliche Fürther Str. 5	Tannhäuserstraße 1	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 24
Südliche Fürther Str. 5	Tannhäuserstraße 1	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 25
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 28	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 60km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.0	30.9	30.1	30.5
5	33.6	31.6	30.5	29.7
6	38.7	35.2	34.1	33.3
8	44.2	37.7	35.8	34.6
10	56.0	45.6	42.1	41.0
12.5	52.0	53.6	47.0	45.1
16	49.0	60.9	50.6	47.1
20	48.7	56.7	58.3	51.7
25	43.7	47.5	59.5	49.1
31.5	46.1	48.8	56.9	58.4
40	49.1	53.0	56.8	68.7
50	48.1	51.2	53.9	62.0
63	50.1	53.2	57.0	60.9
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.1	58.8	61.8	65.7
125	47.6	50.7	53.4	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.6	30.6	33.3
250	20.0	23.0	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 26
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 28	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

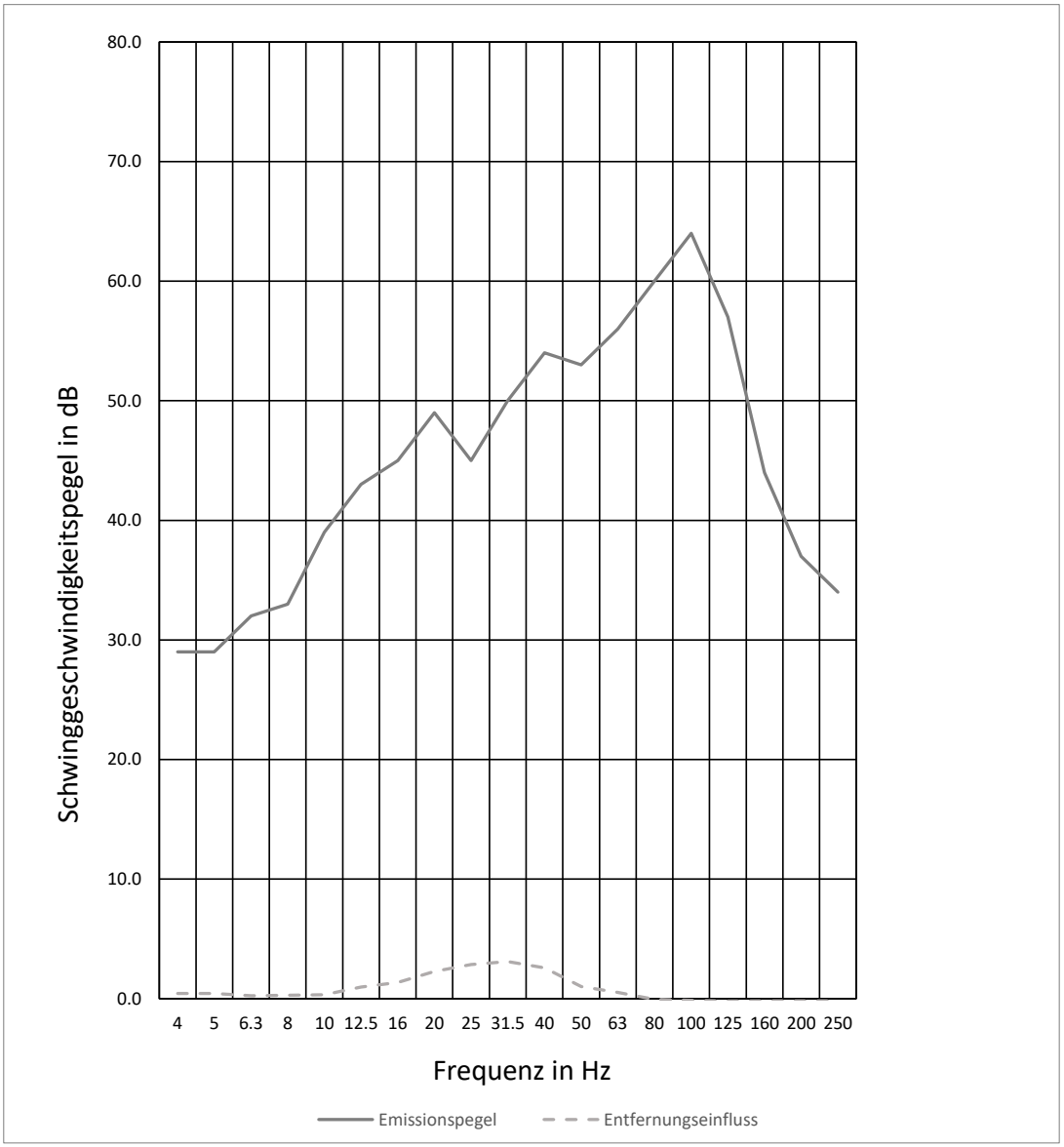
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

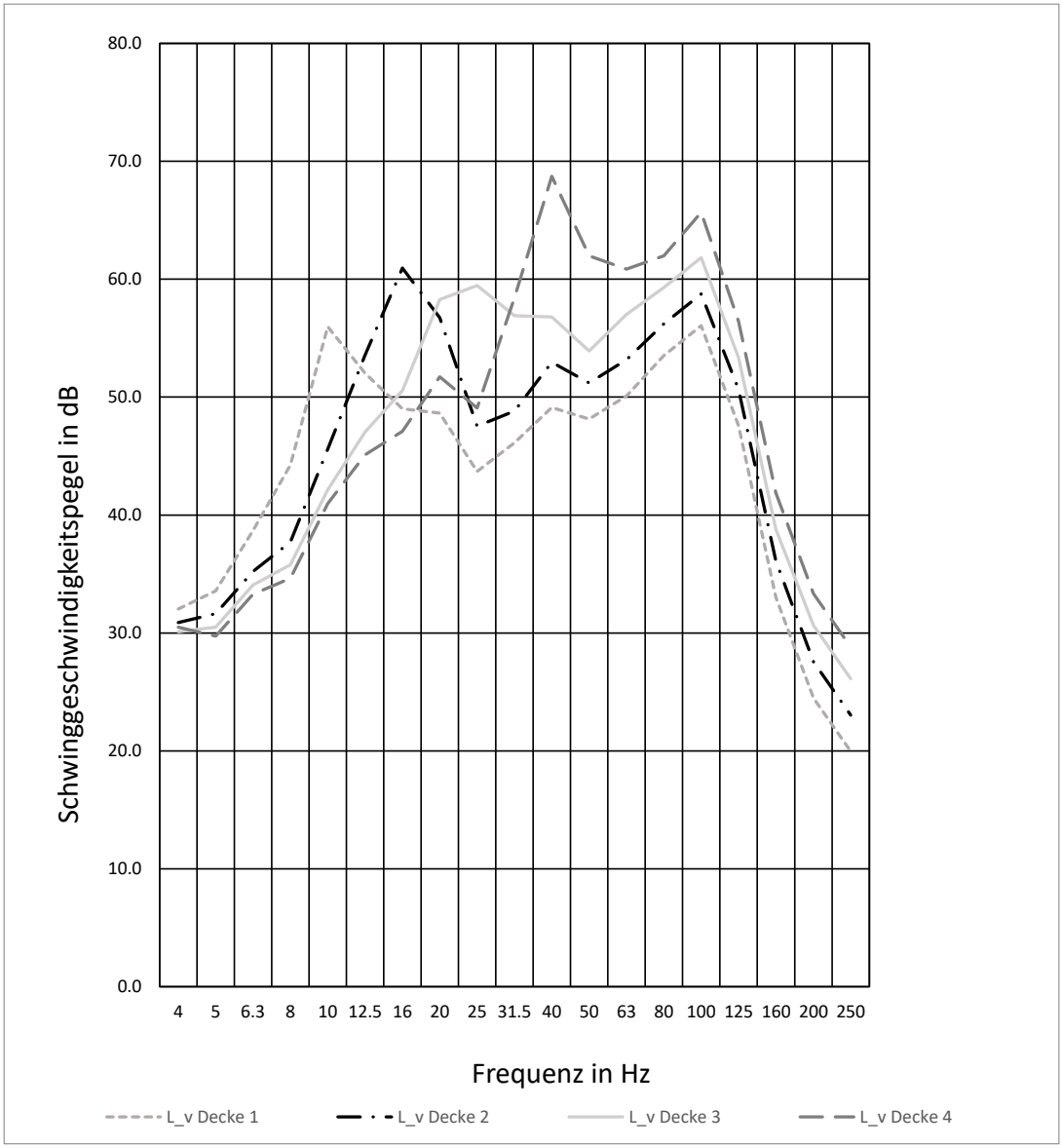
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.066	0.099	0.123	0.206
KB_Fmax =	0.099	0.149	0.185	0.309
KB_TFr Tag =	0.015	0.022	0.027	0.045
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.014	0.017	0.028
vmax [mm/s] =	0.095	0.167	0.185	0.410
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	37.9	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	40.9	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	26.9
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.8	20.7	22.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 27
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 28	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 28
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 28	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 29
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 30	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 60km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.1	30.9	30.1	30.5
5	33.6	31.7	30.5	29.8
6	38.7	35.2	34.1	33.3
8	44.3	37.7	35.8	34.7
10	56.0	45.6	42.2	41.0
12.5	52.1	53.7	47.1	45.2
16	49.1	61.1	50.7	47.2
20	48.9	56.9	58.5	51.9
25	43.9	47.8	59.7	49.3
31.5	46.4	49.1	57.2	58.7
40	49.3	53.2	57.0	69.0
50	48.2	51.3	54.0	62.1
63	50.1	53.2	57.1	60.9
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.0	58.7	61.8	65.7
125	47.6	50.6	53.3	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.5	30.6	33.3
250	19.9	23.0	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 30
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 30	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

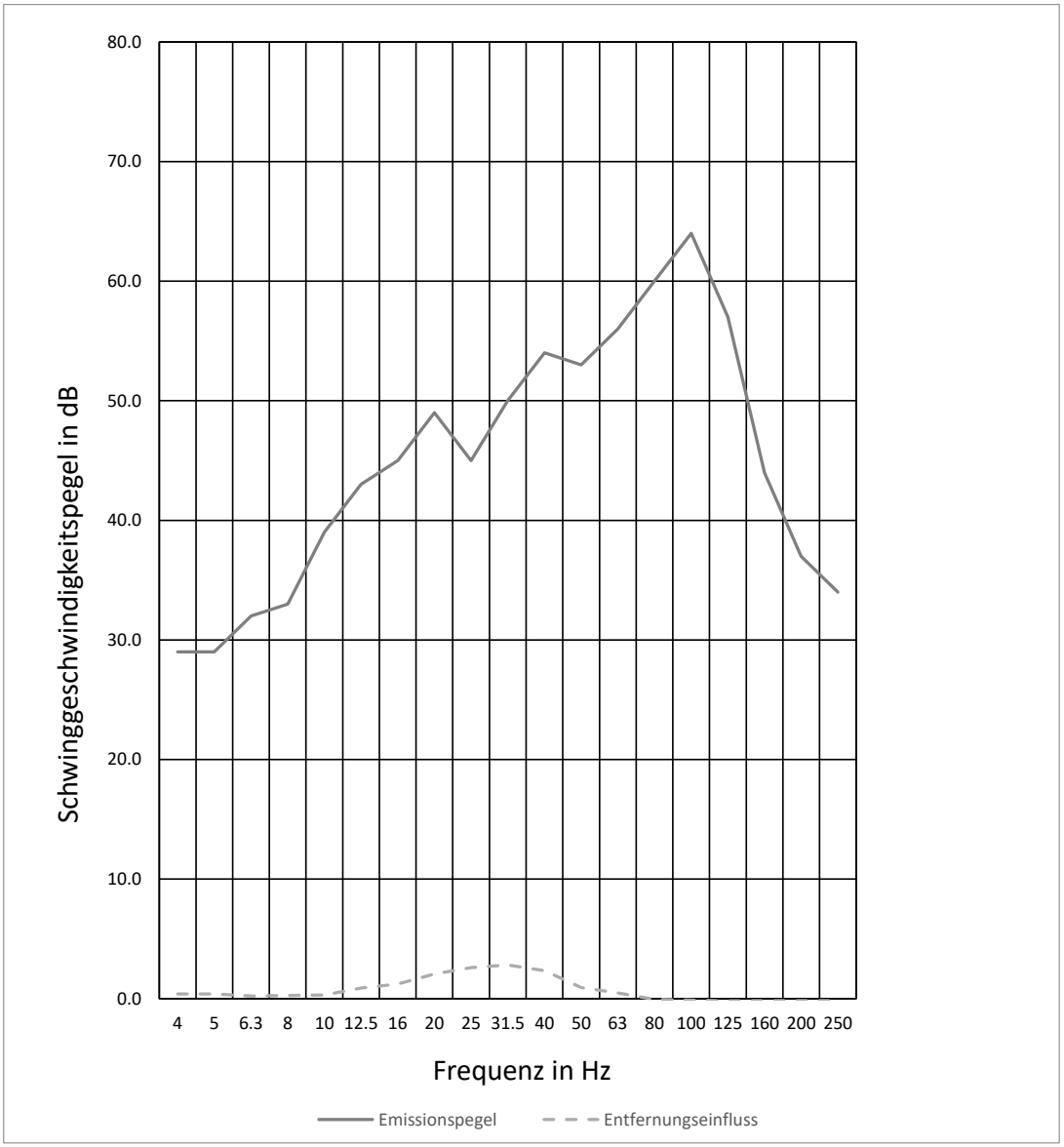
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

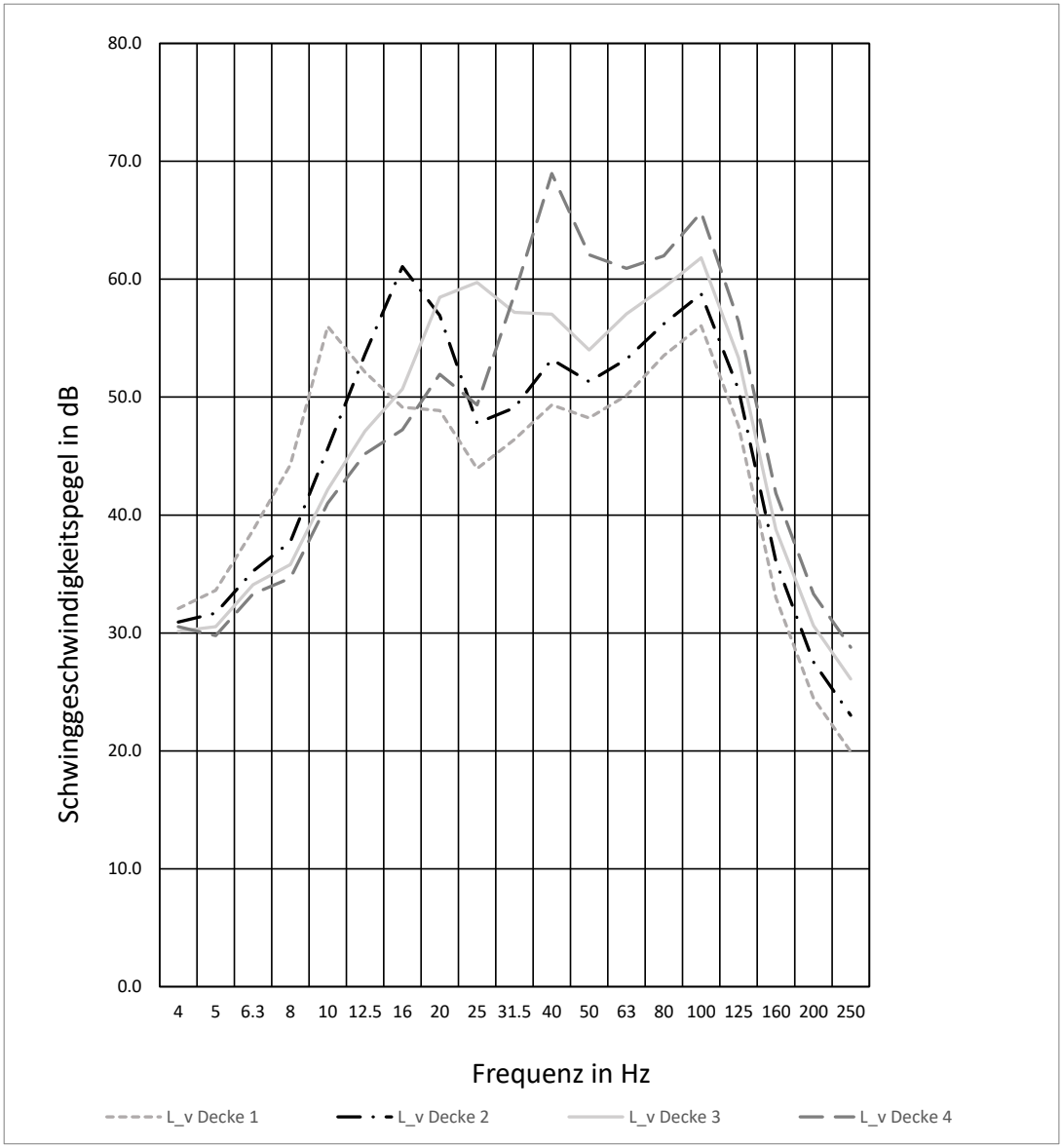
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.067	0.100	0.125	0.209
KB_Fmax =	0.100	0.151	0.187	0.314
KB_TFr Tag =	0.015	0.022	0.027	0.046
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.014	0.017	0.029
vmax [mm/s] =	0.095	0.170	0.185	0.421
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	38.0	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	41.0	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	27.0
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.8	20.7	22.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 31
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 30	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 32
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 30	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 33
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 31	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City 60 km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.0	30.8	30.1	30.5
5	33.5	31.6	30.5	29.7
6	38.7	35.2	34.0	33.3
8	44.2	37.7	35.8	34.6
10	55.9	45.6	42.1	40.9
12.5	51.9	53.5	46.9	45.0
16	48.9	60.8	50.4	47.0
20	48.4	56.5	58.1	51.5
25	43.4	47.3	59.2	48.8
31.5	45.8	48.5	56.6	58.2
40	48.9	52.7	56.6	68.5
50	48.0	51.1	53.8	61.9
63	50.0	53.1	57.0	60.8
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.1	58.8	61.8	65.7
125	47.6	50.7	53.4	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.6	30.7	33.3
250	20.0	23.1	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 34
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 31	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

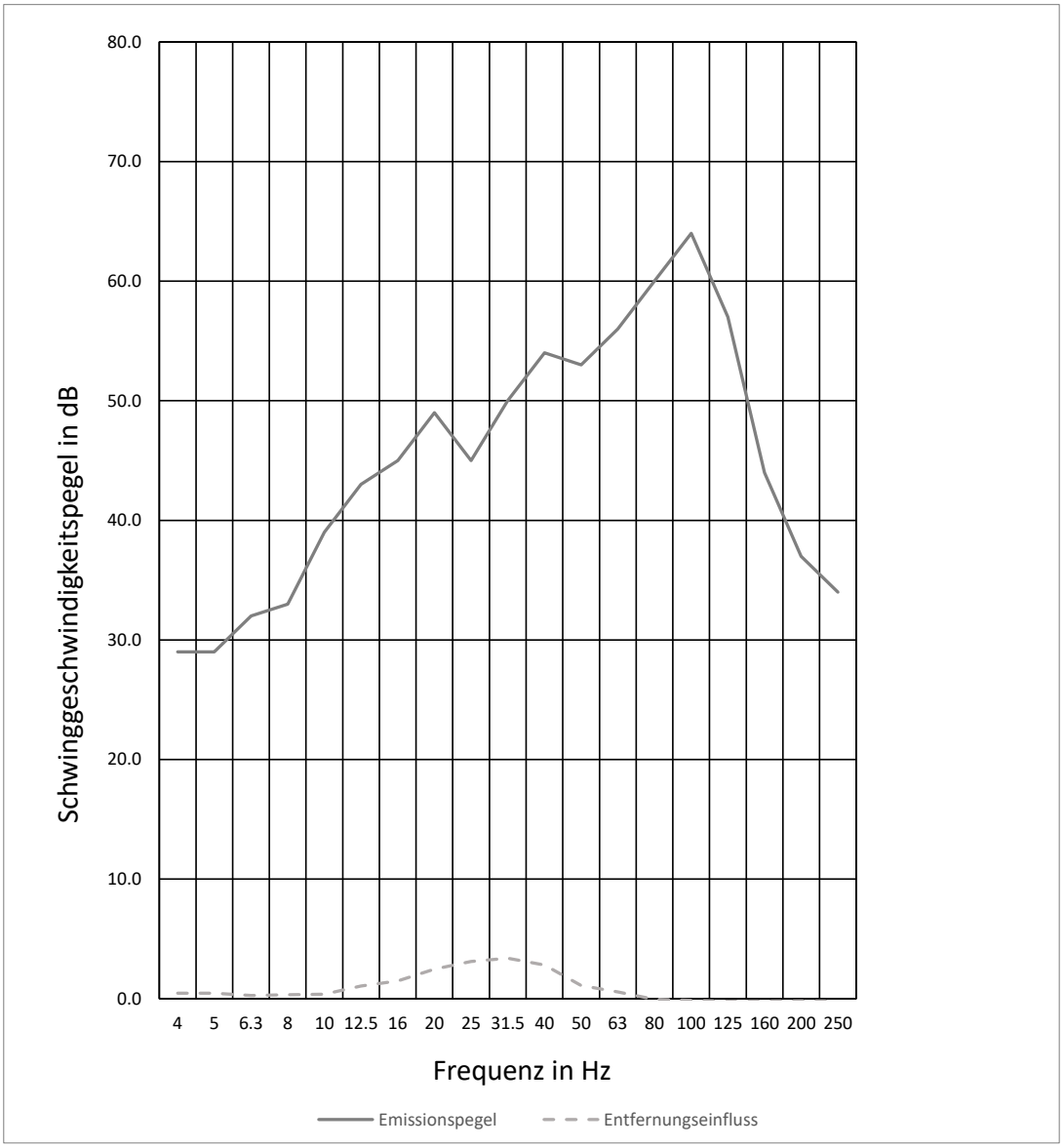
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

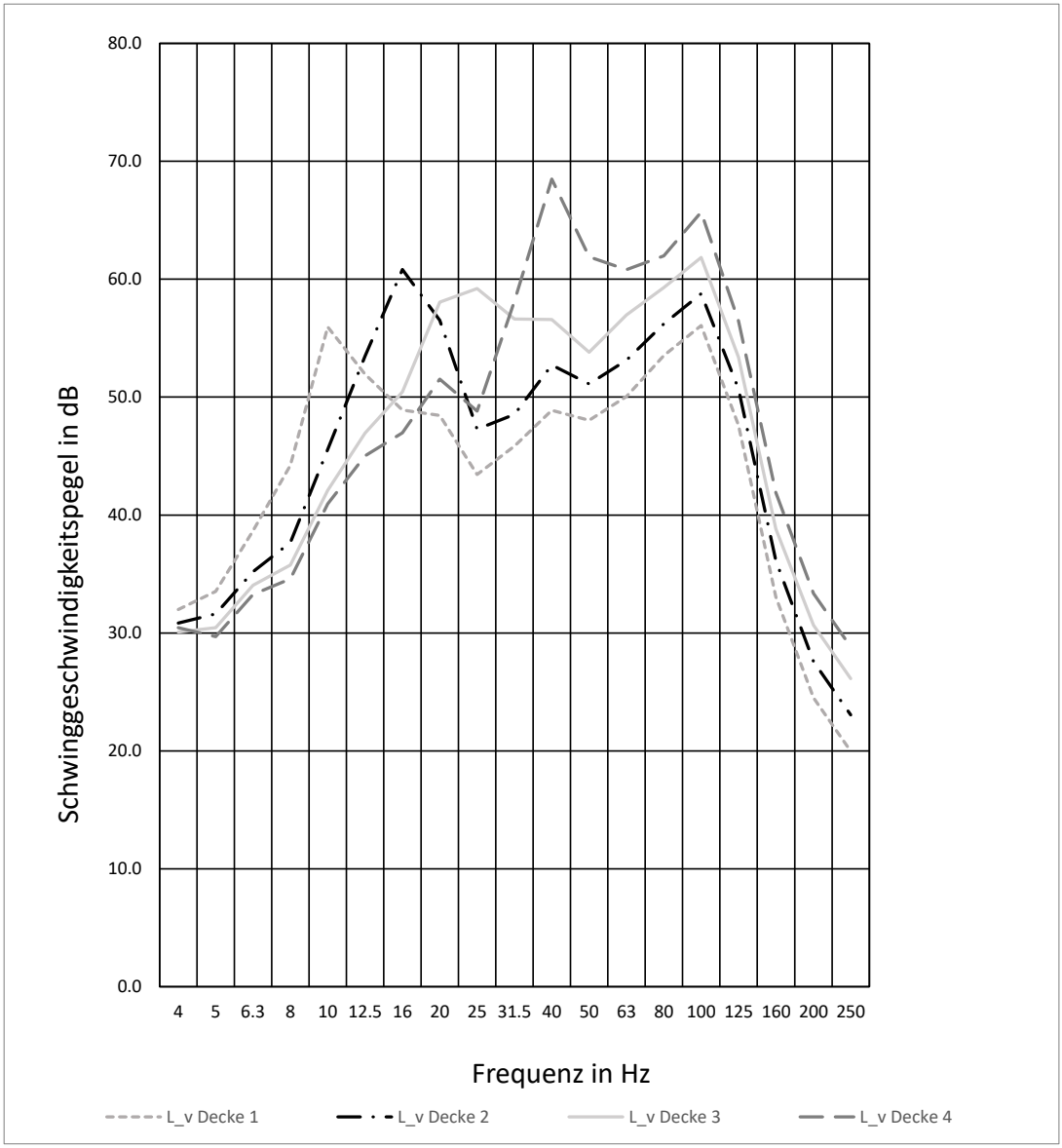
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.066	0.098	0.122	0.203
KB_Fmax =	0.099	0.147	0.182	0.305
KB_TFr Tag =	0.014	0.022	0.027	0.045
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.013	0.017	0.028
vmax [mm/s] =	0.095	0.165	0.185	0.399
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	37.9	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	40.9	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	26.9
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.8	20.7	22.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 35
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 31	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 36
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 31	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 37
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 90	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 60km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.0	30.8	30.0	30.4
5	33.5	31.6	30.4	29.7
6	38.6	35.2	34.0	33.3
8	44.2	37.7	35.7	34.6
10	55.9	45.5	42.1	40.9
12.5	51.9	53.4	46.9	45.0
16	48.8	60.7	50.4	46.9
20	48.3	56.4	57.9	51.4
25	43.3	47.1	59.0	48.6
31.5	45.7	48.3	56.4	58.0
40	48.7	52.6	56.4	68.3
50	48.0	51.1	53.8	61.8
63	50.0	53.1	56.9	60.8
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.1	58.8	61.8	65.7
125	47.6	50.7	53.4	56.5
160	33.1	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.6	30.7	33.4
250	20.0	23.1	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 38
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 90	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

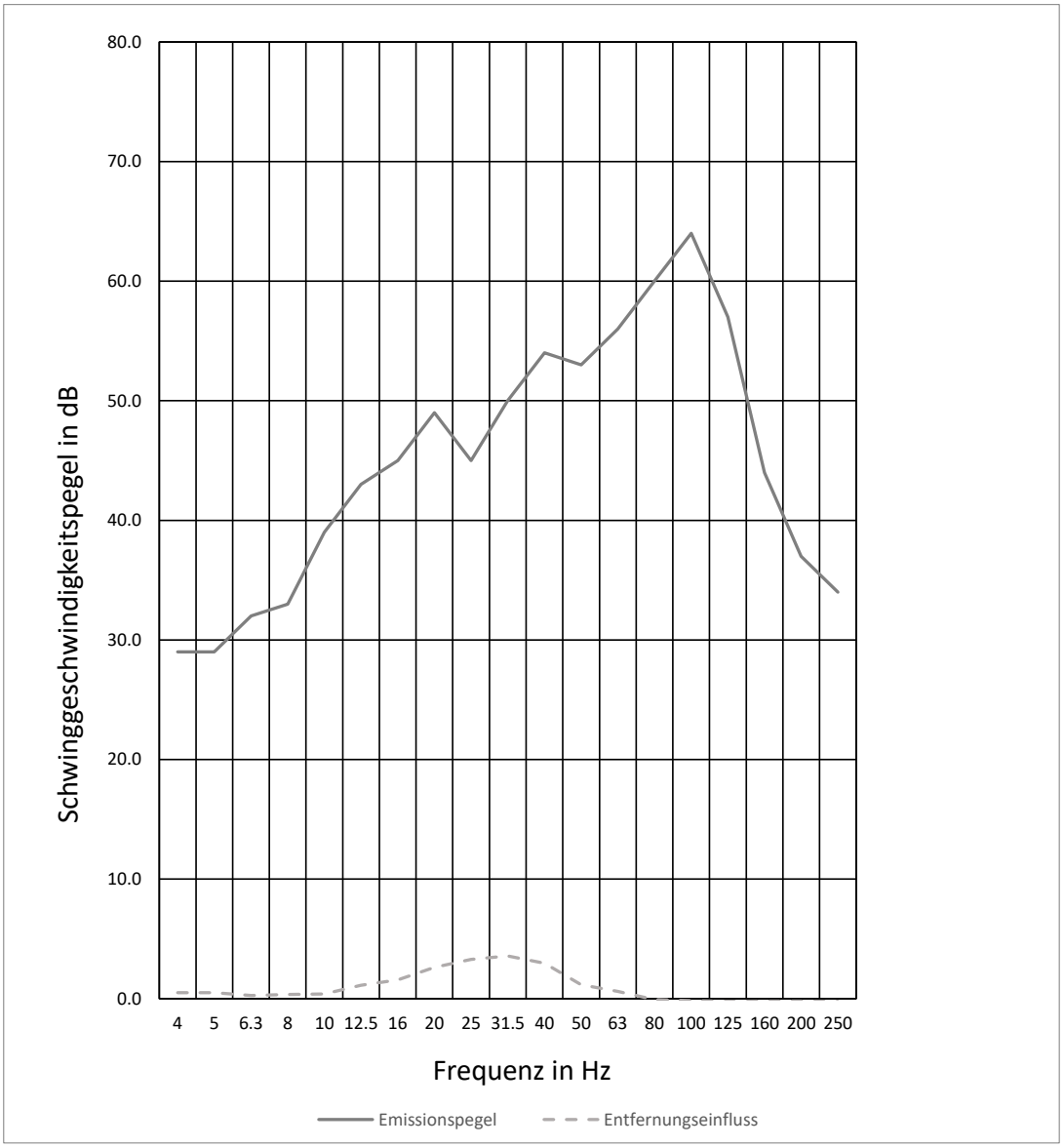
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

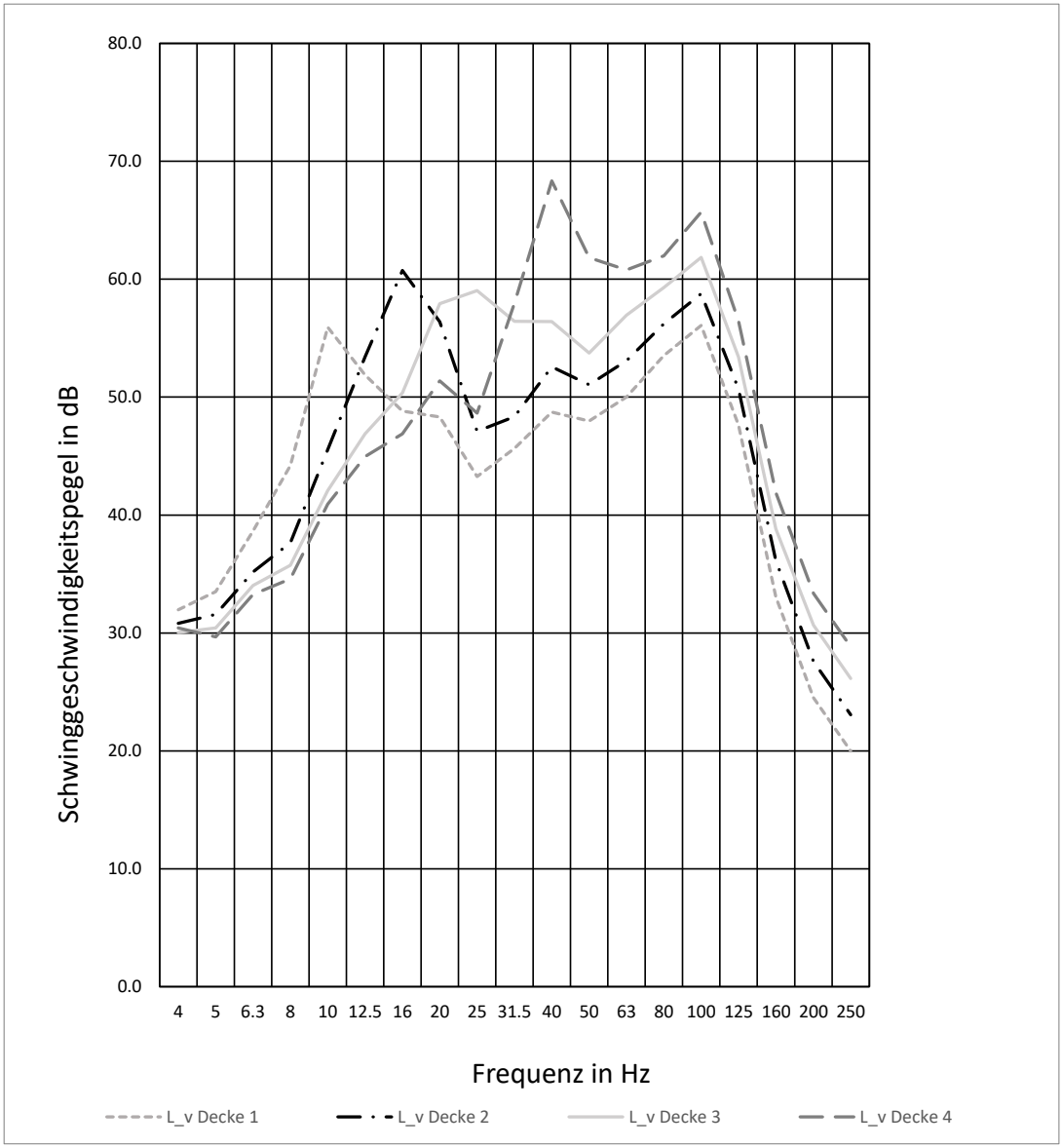
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.065	0.098	0.121	0.201
KB_Fmax =	0.098	0.146	0.181	0.302
KB_TFr Tag =	0.014	0.021	0.027	0.044
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.013	0.017	0.028
vmax [mm/s] =	0.096	0.163	0.186	0.392
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	37.9	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	40.9	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	26.9
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.7	20.7	22.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 39
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 90	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 40
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 90	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 41
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 105	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 60km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.0	30.9	30.1	30.5
5	33.6	31.7	30.5	29.7
6	38.7	35.2	34.1	33.3
8	44.2	37.7	35.8	34.6
10	56.0	45.6	42.1	41.0
12.5	52.1	53.6	47.1	45.1
16	49.1	61.0	50.6	47.1
20	48.7	56.8	58.3	51.8
25	43.8	47.6	59.5	49.2
31.5	46.2	48.9	57.0	58.5
40	49.2	53.0	56.9	68.8
50	48.2	51.2	53.9	62.0
63	50.1	53.2	57.0	60.9
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.1	58.7	61.8	65.7
125	47.6	50.7	53.3	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.6	30.6	33.3
250	20.0	23.0	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 42
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 105	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

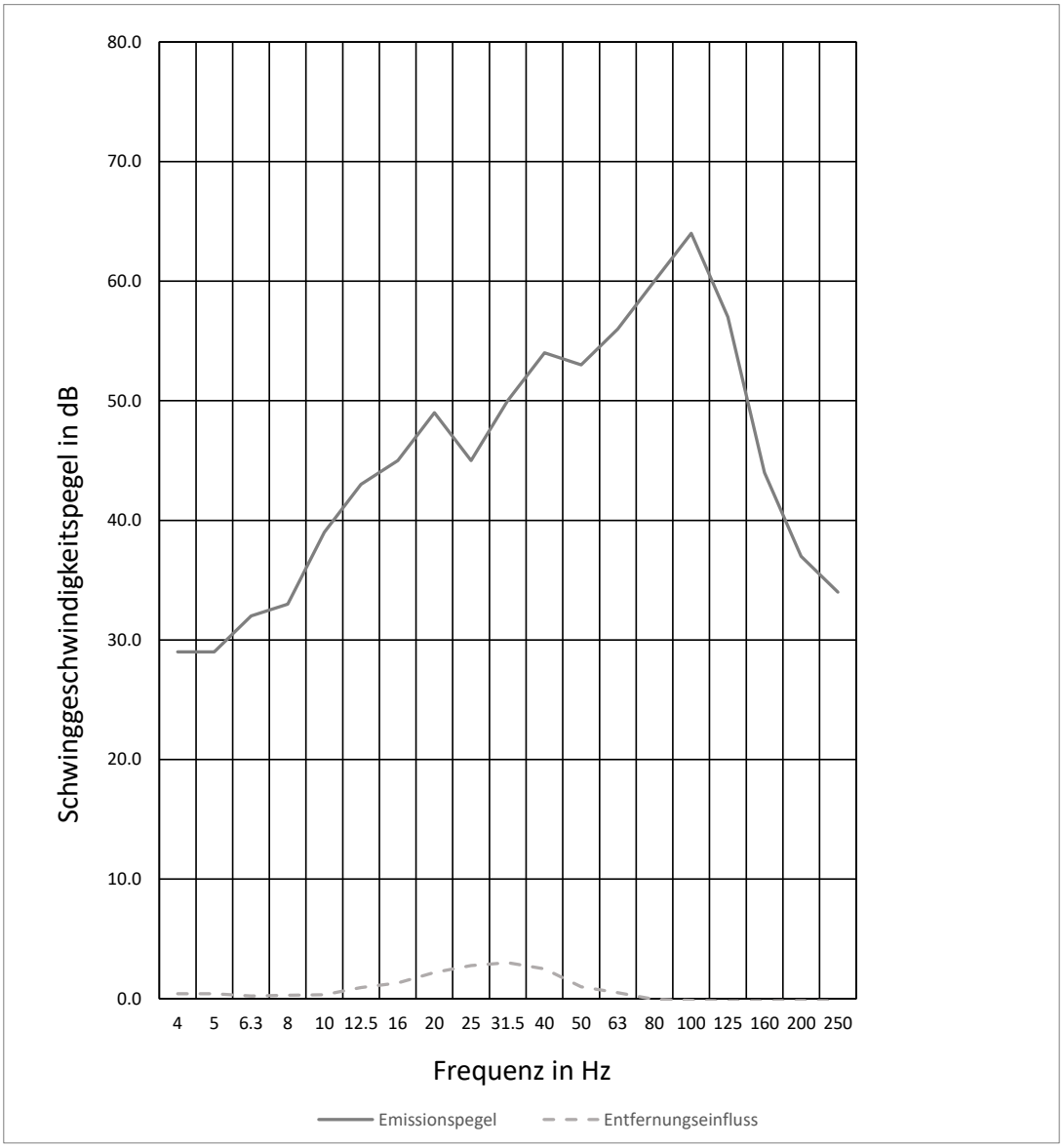
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

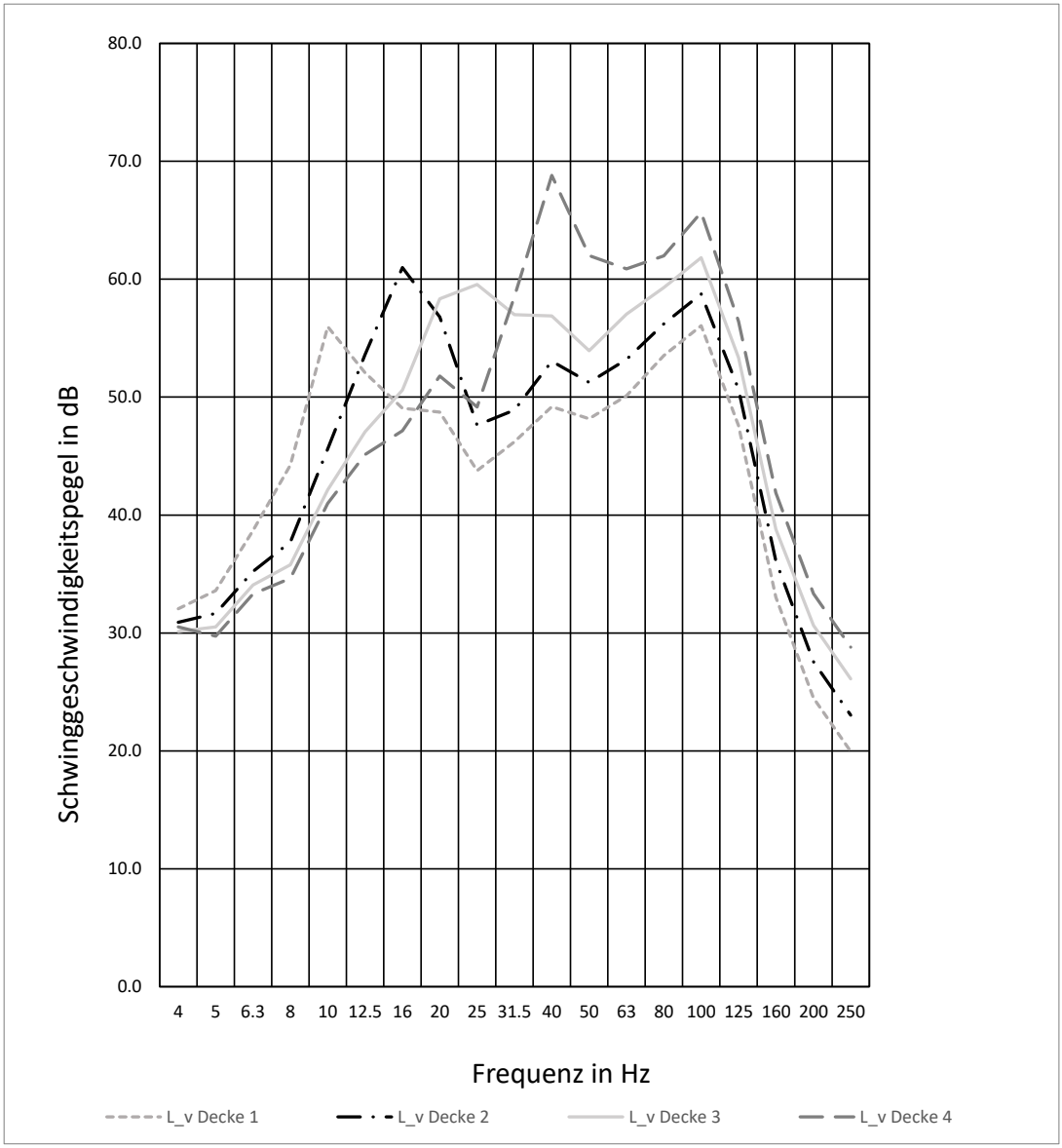
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.066	0.100	0.124	0.207
KB_Fmax =	0.099	0.150	0.185	0.311
KB_TFr Tag =	0.015	0.022	0.027	0.046
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.014	0.017	0.028
vmax [mm/s] =	0.095	0.168	0.185	0.413
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	38.0	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	41.0	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	26.9
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.8	20.7	22.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 43
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 105	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 44
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 105	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 45
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 149	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 60km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.0	30.9	30.1	30.5
5	33.6	31.6	30.5	29.7
6	38.7	35.2	34.1	33.3
8	44.2	37.7	35.8	34.6
10	56.0	45.6	42.1	41.0
12.5	52.0	53.5	47.0	45.1
16	49.0	60.9	50.5	47.1
20	48.6	56.7	58.2	51.7
25	43.6	47.4	59.4	49.0
31.5	46.0	48.7	56.8	58.3
40	49.0	52.9	56.7	68.7
50	48.1	51.2	53.9	62.0
63	50.1	53.2	57.0	60.8
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.1	58.8	61.8	65.7
125	47.6	50.7	53.4	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.6	30.6	33.3
250	20.0	23.0	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 46
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 149	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

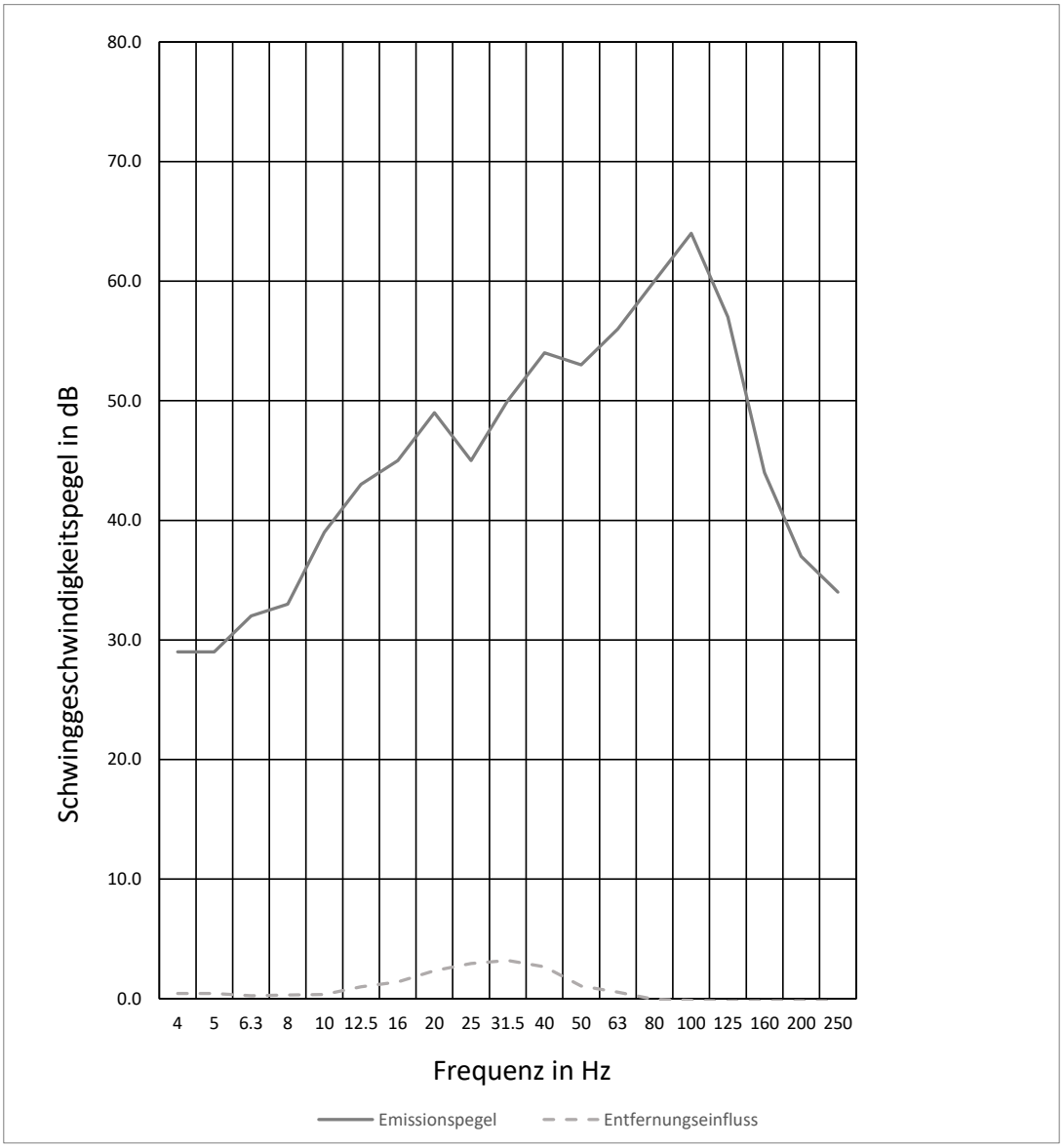
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

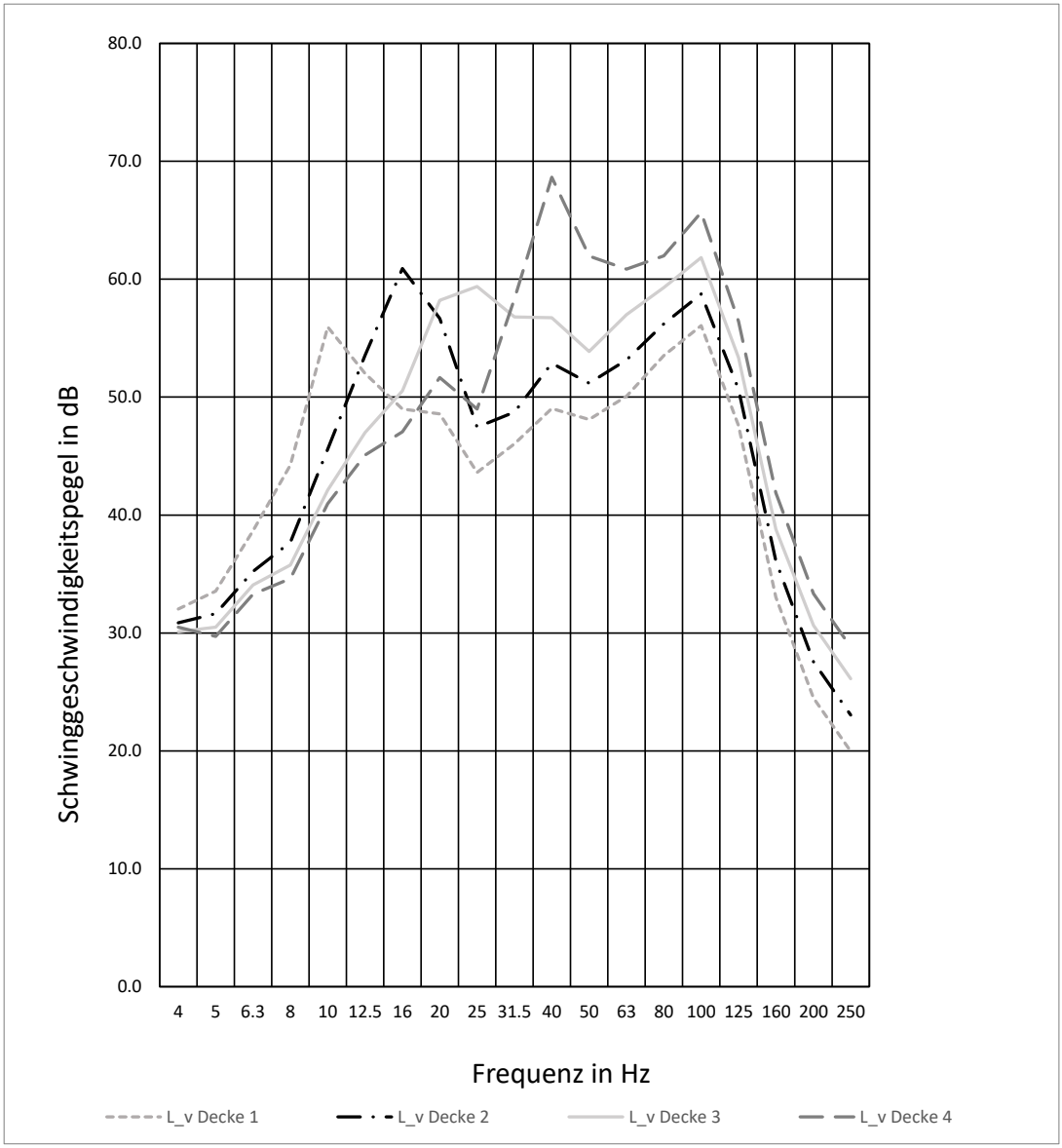
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.066	0.099	0.123	0.205
KB_Fmax =	0.099	0.149	0.184	0.308
KB_TFr Tag =	0.015	0.022	0.027	0.045
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.014	0.017	0.028
vmax [mm/s] =	0.095	0.166	0.185	0.406
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	37.9	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	40.9	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	26.9
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.8	20.7	22.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 47
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 149	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 48
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 149	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 49
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 156	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 60km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.0	30.8	30.0	30.4
5	33.5	31.6	30.4	29.6
6	38.6	35.2	34.0	33.3
8	44.2	37.6	35.7	34.6
10	55.9	45.5	42.1	40.9
12.5	51.9	53.4	46.9	44.9
16	48.8	60.7	50.3	46.9
20	48.2	56.3	57.9	51.3
25	43.2	47.0	58.9	48.6
31.5	45.6	48.3	56.3	57.9
40	48.6	52.5	56.3	68.3
50	48.0	51.0	53.7	61.8
63	50.0	53.1	56.9	60.8
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.1	58.8	61.9	65.7
125	47.6	50.7	53.4	56.5
160	33.1	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.6	30.7	33.4
250	20.0	23.1	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 50
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 156	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

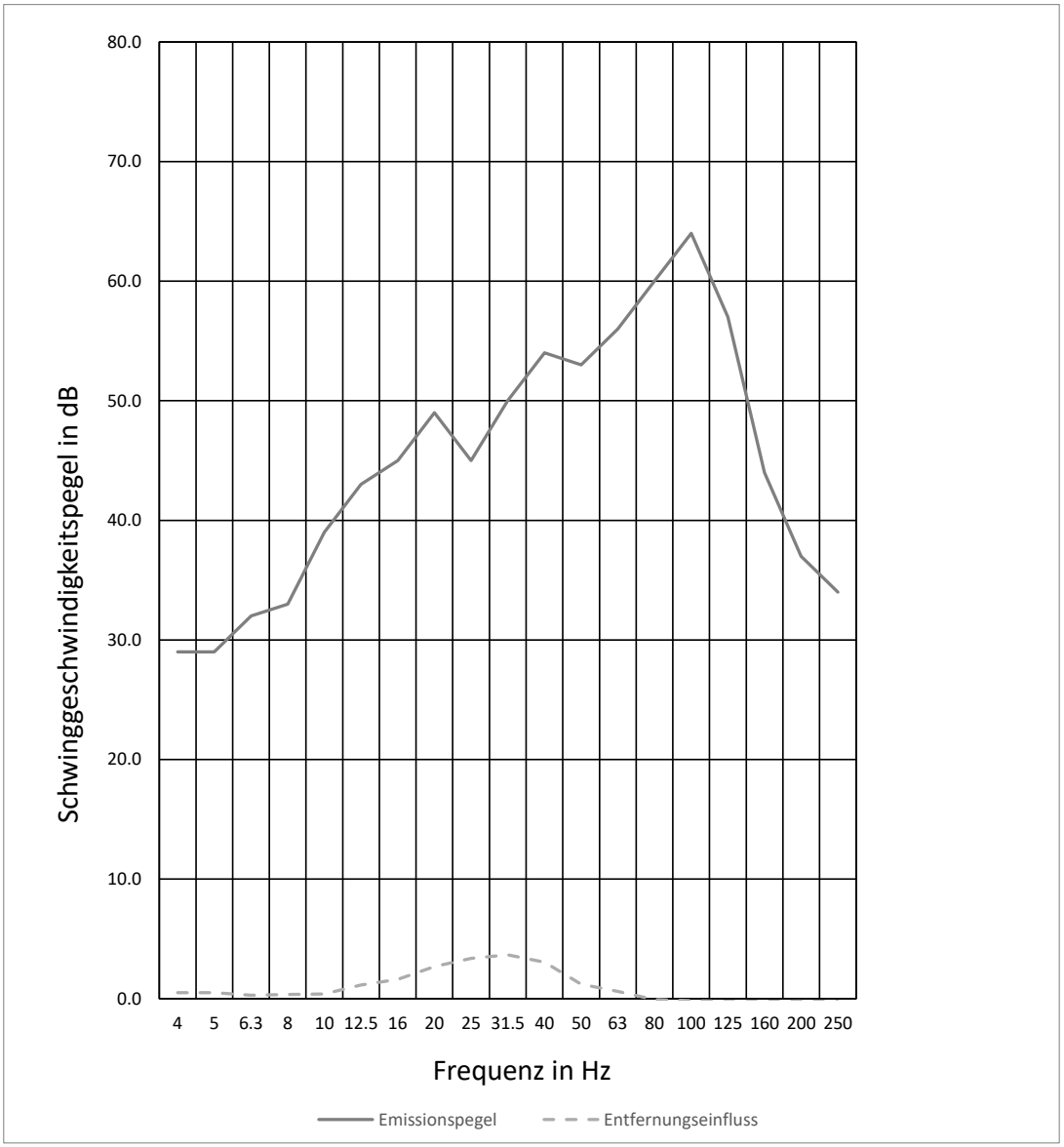
Fahrtenzahlen

Tag	93 Fahrten
Nacht	18 Fahrten

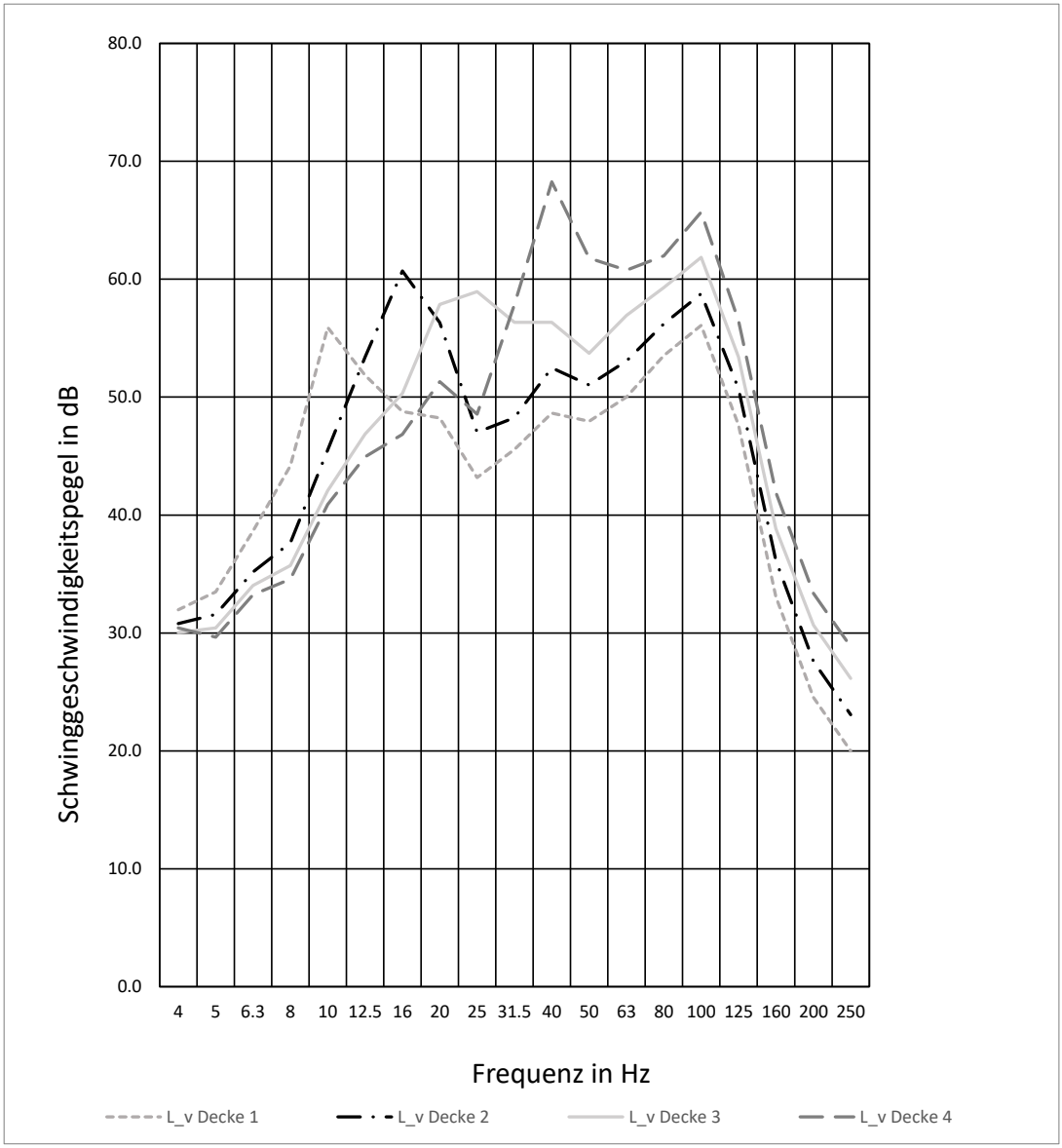
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.065	0.097	0.120	0.201
KB_Fmax =	0.098	0.146	0.180	0.301
KB_TFr Tag =	0.014	0.021	0.026	0.044
KB_FTr Nacht =	< 0.01	0.013	0.016	0.027
vmax [mm/s] =	0.096	0.163	0.186	0.388
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	37.9	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	40.9	43.1
L_rTag [dB(A)] =	21.2	22.9	24.8	26.9
L_rNacht [dB(A)] =	17.1	18.7	20.7	22.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 51
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 156	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 52
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 156	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 53
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 170	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City mit Weiche
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.1	30.9	30.1	30.5
5	33.6	31.7	30.5	29.8
6	38.7	35.2	34.1	33.3
8	44.3	37.7	35.8	34.7
10	56.0	45.6	42.2	41.0
12.5	53.1	54.7	48.1	46.2
16	50.1	62.1	51.7	48.2
20	57.9	65.9	67.5	60.9
25	54.9	58.8	70.7	60.3
31.5	59.4	62.1	70.2	71.7
40	60.3	64.2	68.0	80.0
50	53.2	56.3	59.0	67.1
63	58.1	61.2	65.1	68.9
80	61.5	64.2	67.3	70.0
100	62.0	64.7	67.8	71.7
125	50.6	53.6	56.3	59.4
160	35.0	38.1	40.8	43.9
200	25.5	28.5	31.6	34.3
250	20.9	24.0	27.1	29.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 54
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 170	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

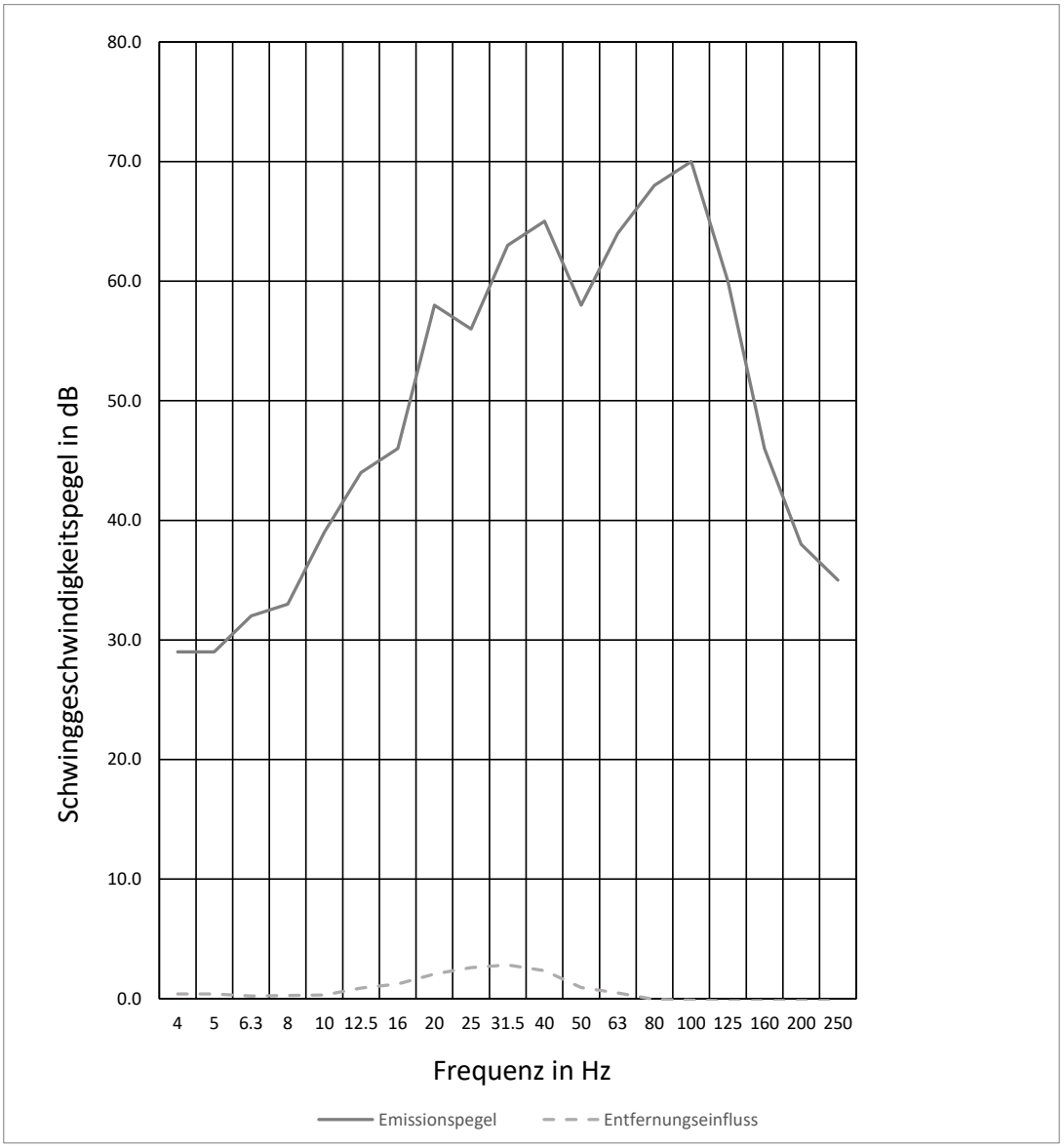
Fahrtenzahlen

Tag	186 Fahrten
Nacht	34 Fahrten

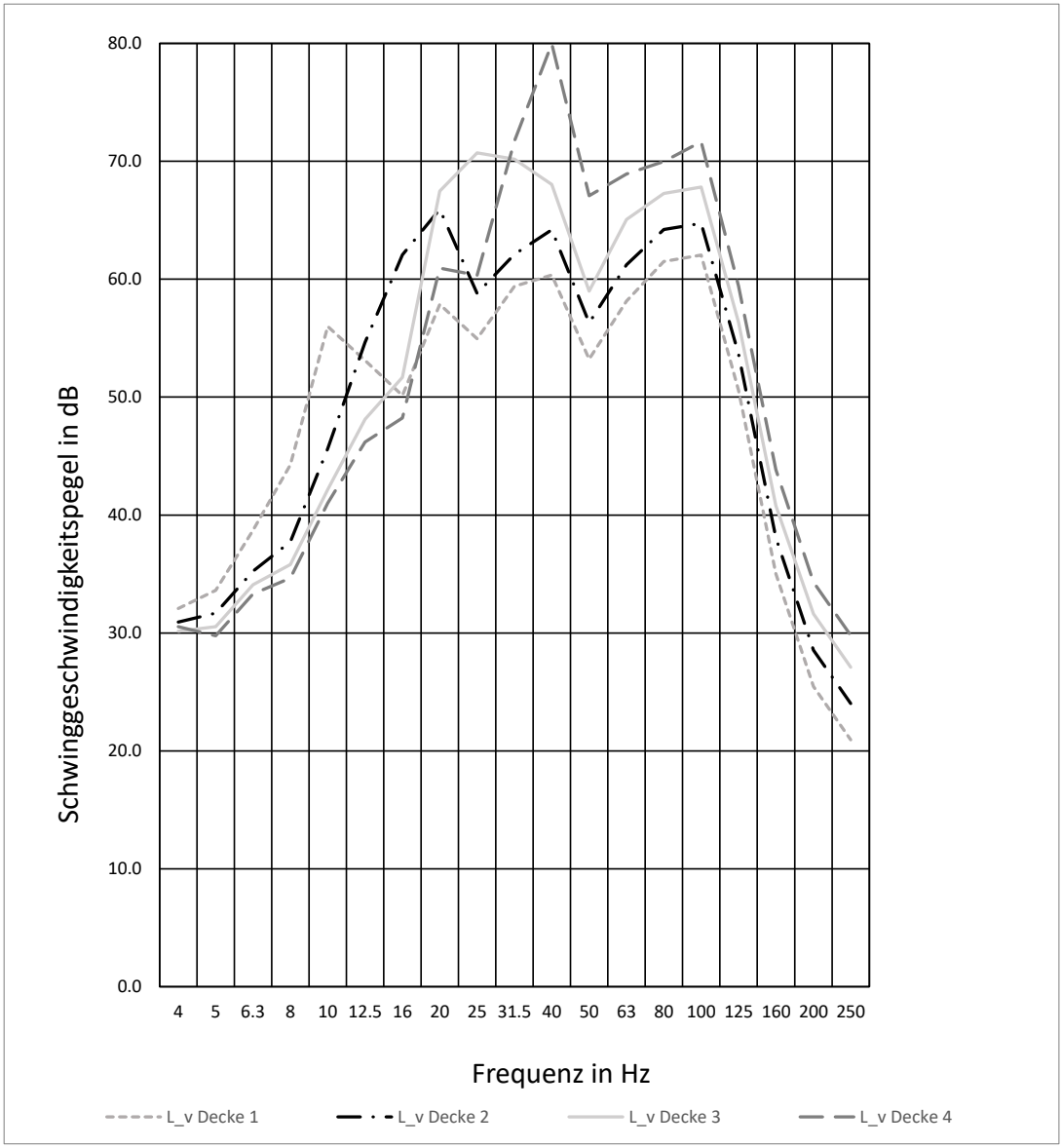
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.138	0.215	0.354	0.622
KB_Fmax =	0.207	0.322	0.532	0.933
KB_TFr Tag =	0.043	0.067	0.110	0.194
KB_FTr Nacht =	0.026	0.040	0.067	0.117
vmax [mm/s] =	0.190	0.297	0.515	1.494
L_pAm [dB(A)] =	39.1	40.8	42.7	44.8
L_pAmax [dB(A)] =	42.1	43.8	45.7	47.8
L_rTag [dB(A)] =	29.0	30.6	32.6	34.7
L_rNacht [dB(A)] =	24.6	26.3	28.2	30.3

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 55
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 170	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 56
Südliche Fürther Str. 5	Minervastraße 170	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 57
Südliche Fürther Str. 5	Julius-Loßmann-Straße 50	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City mit Weiche

Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.0	30.9	30.1	30.5
5	33.6	31.6	30.5	29.7
6	38.7	35.2	34.1	33.3
8	44.2	37.7	35.8	34.6
10	56.0	45.6	42.1	41.0
12.5	53.0	54.5	48.0	46.1
16	50.0	61.9	51.5	48.1
20	57.6	65.7	67.2	60.7
25	54.6	58.4	70.4	60.0
31.5	59.0	61.7	69.8	71.3
40	60.0	63.9	67.7	79.7
50	53.1	56.2	58.9	67.0
63	58.1	61.2	65.0	68.8
80	61.5	64.2	67.3	70.0
100	62.1	64.8	67.8	71.7
125	50.6	53.7	56.4	59.4
160	35.0	38.1	40.8	43.9
200	25.5	28.6	31.6	34.3
250	21.0	24.0	27.1	29.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 58
Südliche Fürther Str. 5	Julius-Loßmann-Straße 50	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

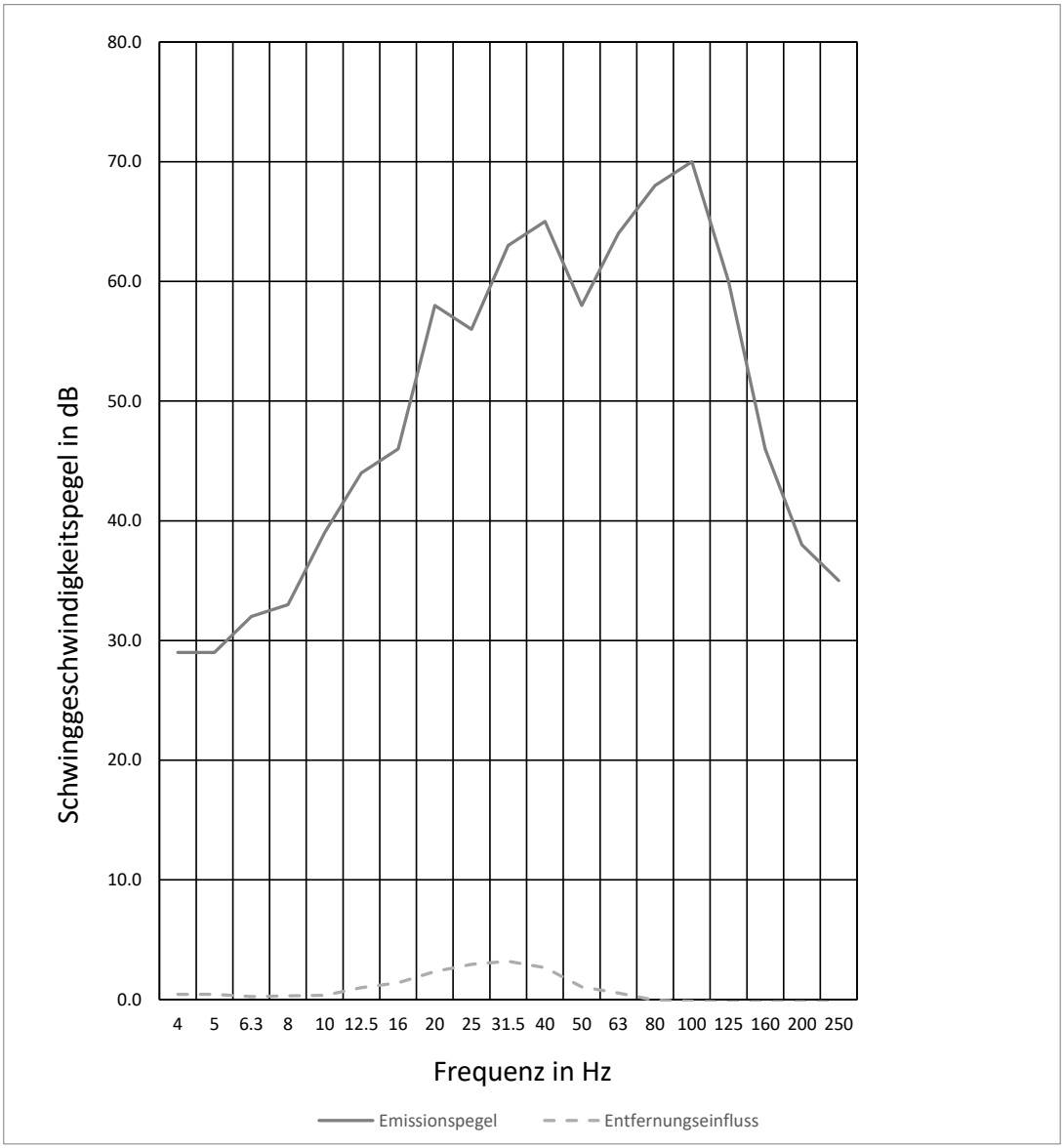
Fahrtenzahlen

Tag	186	Fahrten
Nacht	34	Fahrten

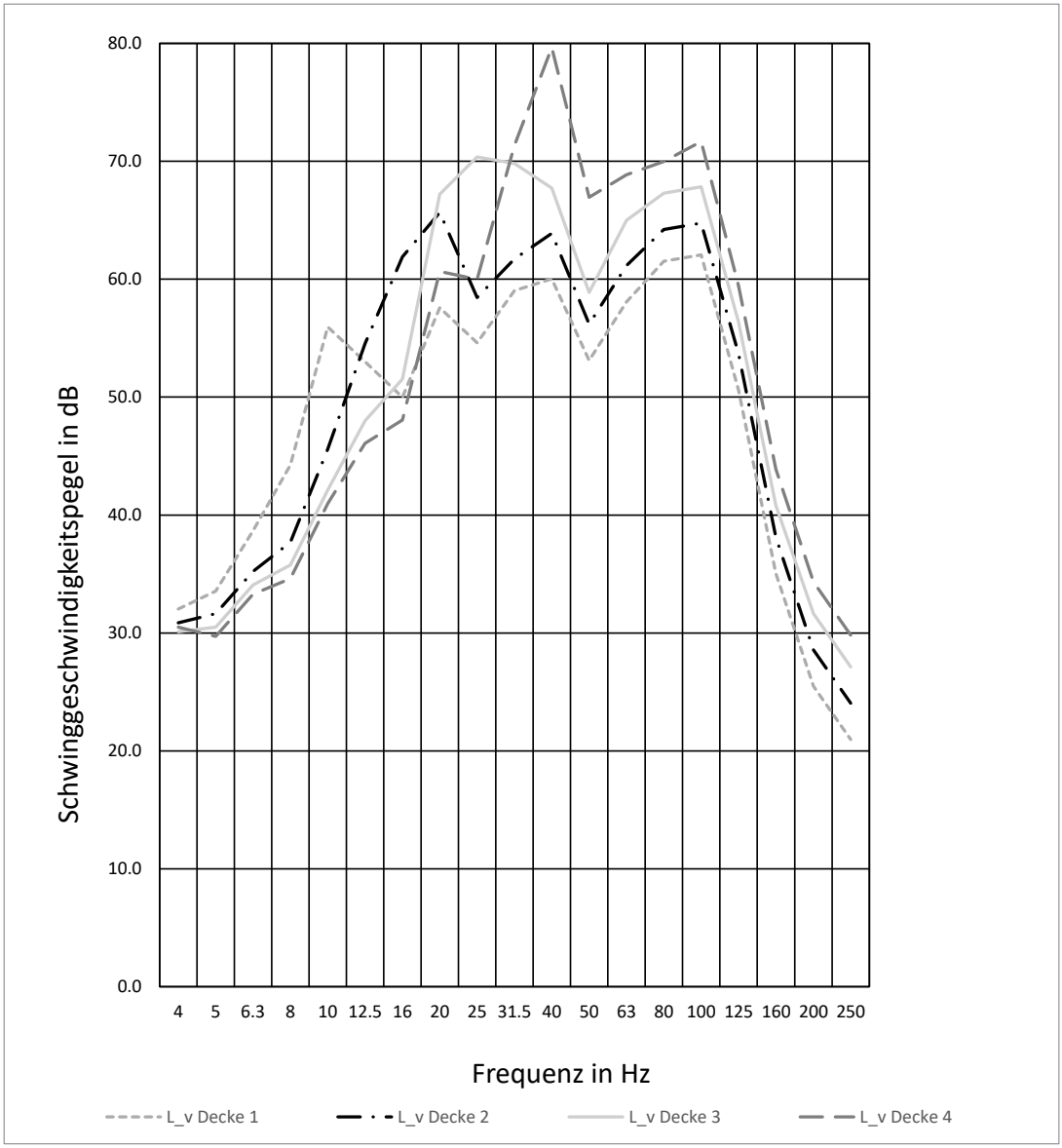
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.136	0.211	0.345	0.605
KB_Fmax =	0.204	0.316	0.518	0.907
KB_TFr Tag =	0.042	0.066	0.107	0.188
KB_FTr Nacht =	0.026	0.040	0.065	0.114
vmax [mm/s] =	0.190	0.288	0.495	1.441
L_pAm [dB(A)] =	39.1	40.7	42.7	44.8
L_pAmax [dB(A)] =	42.1	43.7	45.7	47.8
L_rTag [dB(A)] =	29.0	30.6	32.5	34.7
L_rNacht [dB(A)] =	24.6	26.2	28.2	30.3

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 59
Südliche Fürther Str. 5	Julius-Loßmann-Straße 50	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 60
Südliche Fürther Str. 5	Julius-Loßmann-Straße 50	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 61
Südliche Fürther Str. 5	Julius-Loßmann-Straße 54	Projektnummer:
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	22-7015

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45673-2

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 60km/h
Terzen korrigiert: ja

Transmission im Boden: Spektrum gewählt: Brunecker Areal gemessenes Spektrum

Übertragung auf Gebäudedecke: direkte Übertragung vom Boden auf die Decke berücksichtigt

Decke 1	Betondecke mit 10 Hz Eigenfrequenz
Decke 2	Betondecke mit 16 Hz Eigenfrequenz
Decke 3	Betondecke mit 25 Hz Eigenfrequenz
Decke 4	Betondecke mit 40 Hz Eigenfrequenz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	32.0	30.9	30.1	30.5
5	33.6	31.6	30.5	29.7
6	38.7	35.2	34.1	33.3
8	44.2	37.7	35.8	34.6
10	56.0	45.6	42.1	41.0
12.5	52.0	53.6	47.0	45.1
16	49.0	60.9	50.6	47.1
20	48.7	56.7	58.3	51.7
25	43.7	47.5	59.5	49.1
31.5	46.1	48.8	56.9	58.4
40	49.1	53.0	56.8	68.7
50	48.1	51.2	53.9	62.0
63	50.1	53.2	57.0	60.9
80	53.5	56.2	59.3	62.0
100	56.1	58.8	61.8	65.7
125	47.6	50.7	53.4	56.4
160	33.0	36.1	38.8	41.9
200	24.5	27.6	30.6	33.3
250	20.0	23.0	26.1	28.8

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 62
Südliche Fürther Str. 5	Julius-Loßmann-Straße 54	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Beurteilungsgrößen	22-7015

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstätke
KB_TFr Tag:	Beurteilungs-Schwingstärke am Tag (06-22 Uhr)
KB_FTr Nacht:	Beurteilungs-Schwingstärke in der Nacht (22-06 Uhr)
vmax:	maximale Schwingschnelle in mm/s
L_pAm:	A-bewerteter mittlerer Schalldruckpegel in dB
L_pAmax:	A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel in dB (Spitzenpegel)
L_r Tag:	Beurteilungspegel am Tag (06-22 Uhr) in dB
L_r Nacht:	Beurteilungspegel in der Nacht (22-06 Uhr) in dB

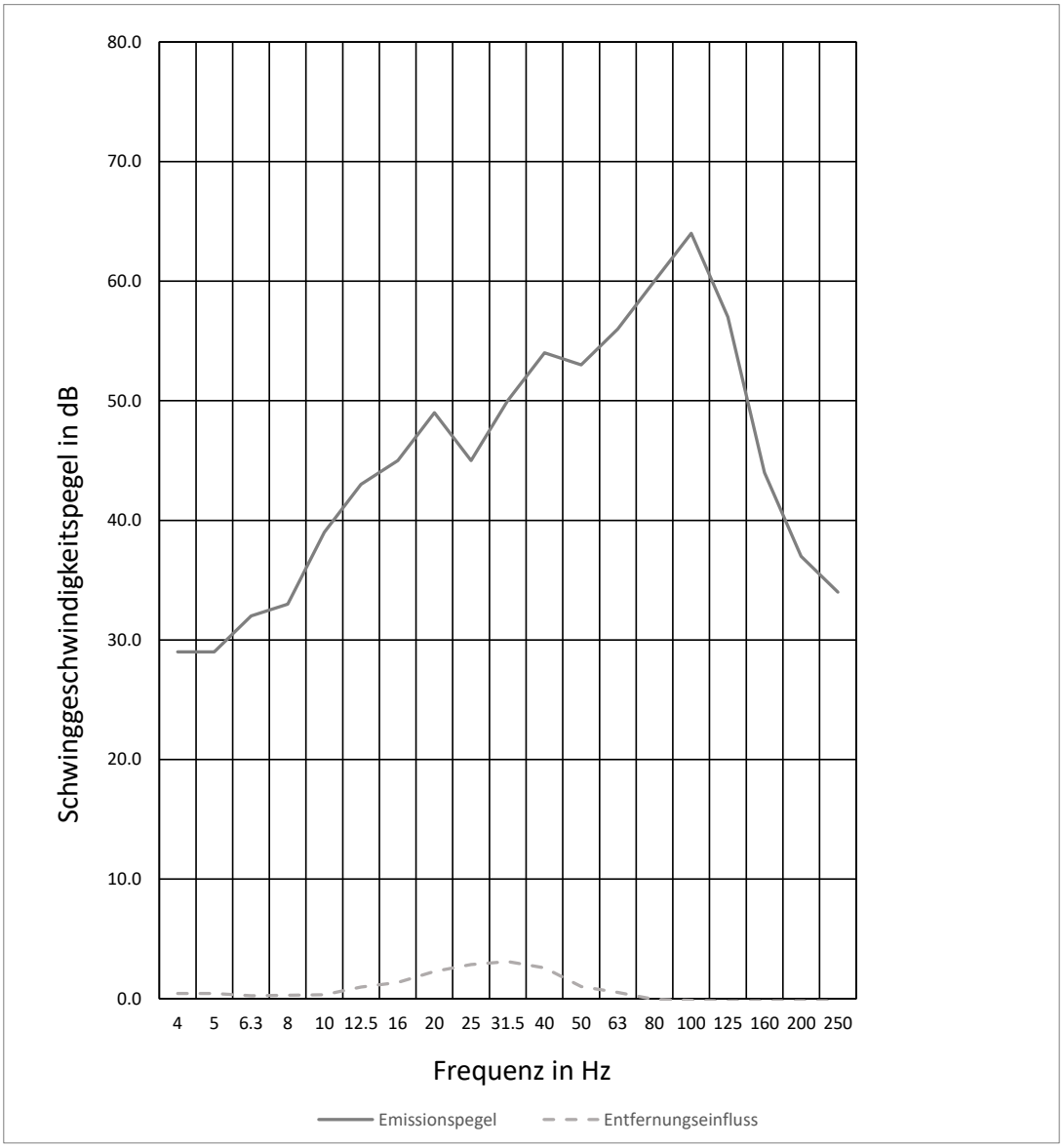
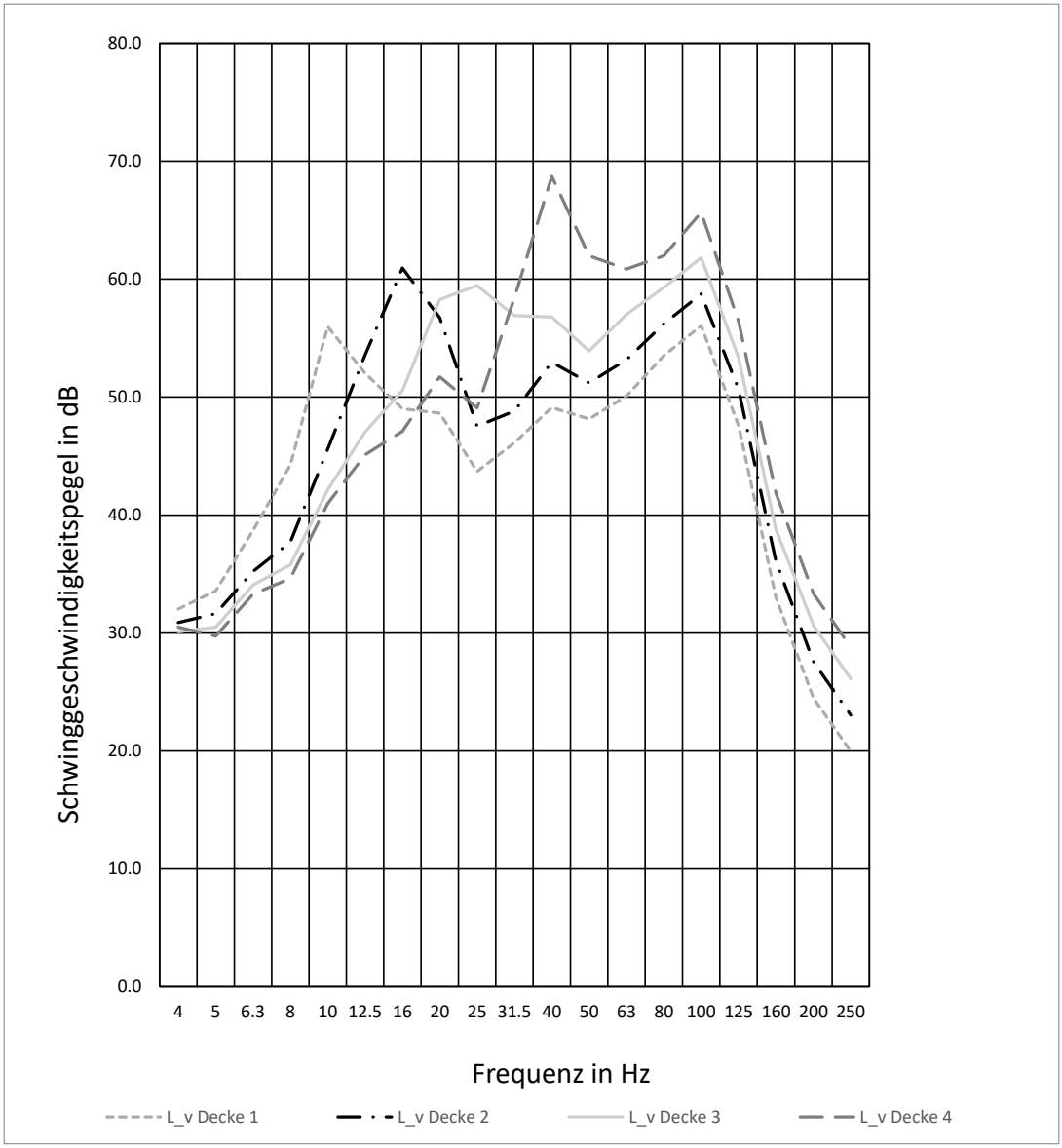
Fahrtenzahlen

Tag	186 Fahrten
Nacht	34 Fahrten

Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.066	0.099	0.123	0.206
KB_Fmax =	0.099	0.149	0.185	0.309
KB_TFr Tag =	0.021	0.031	0.038	0.064
KB_FTr Nacht =	0.012	0.019	0.023	0.039
vmax [mm/s] =	0.095	0.167	0.185	0.410
L_pAm [dB(A)] =	34.4	36.0	37.9	40.1
L_pAmax [dB(A)] =	37.4	39.0	40.9	43.1
L_rTag [dB(A)] =	24.2	25.9	27.8	30.0
L_rNacht [dB(A)] =	19.9	21.5	23.4	25.6

Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 63
Südliche Fürther Str. 5	Julius-Loßmann-Straße 54	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Emissionspegel	22-7015



Auftraggeber:	Objekt:	Anlage Nr.:
VAG	Straßenbahnverlängerung Minervastraße	3. 64
Südliche Fürther Str. 5	Julius-Loßmann-Straße 54	**Projektnummer:**
90429 Nürnberg	Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	22-7015