

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 Str. 5
90429 Nürnberg

Vorhabensträgerin **Stadt Nürnberg**

Objekt: **Sanierung des Gleisdreiecks Landgrabenstr. und Neubau der Haltestelle „Melanchthonplatz“**

Titel: **Schall- und Schwingungstechnische Untersuchung**
Teil 2: Prognose und Beurteilung der Körperschall- und Erschütterungsimmissionen unter Betrieb

Auftrag-Nr.: 23-7065/2

Erstfassung: 09.04.2024

Umfang: 30 Dokumentseiten inkl. Verzeichnisse und Deckblatt
65 Anlagenseiten

Bearbeitet:
Essen, den 09.04.2024

Geprüft und freigegeben:
Essen, den 09.04.2024

FCP IBU GmbH
09.04.2024
Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
0201-87445-0

FCP IBU GmbH
09.04.2024
Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
0201-87445-0

M. Sc. Lukas Böhm

Dr.-Ing. Alexander Martha

ÄNDERUNGSINDEX

Index	Datum	Bearbeitet	Freigegeben	Bemerkungen

VERWEISE

- [1] DIN 4150-2, *Erschütterungen im Bauwesen; Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden*, 1999.
- [2] DIN 4150-3, *Erschütterungen im Bauwesen; Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen*, 2016.
- [3] DIN 45633, *Präzisionsschallpegelmesser - Allgemeine Anforderungen*, 1970.
- [4] 16. BImSchV, *16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verkehrslärmschutzverordnung*, 1990, Stand 04.11.2020.
- [5] DIN 4150-1, *Erschütterungen im Bauwesen; Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen*.
- [6] BauNVO, *Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO)*, 1962, Stand 2023-07.
- [7] DIN 18005-1, *Schallschutz im Städtebau*, 2002.
- [8] Bundesverwaltungsgericht, *Beurteilung von Körperschallimmissionen: 7A1409*, Beschluss vom 21. Dezember 2010.
- [9] 24. BImSchV, *24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung)*, 1997, Stand 23.09.1997.
- [10] VDI 2719, *Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen*, 1987.
- [11] TA Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm.*, 2017.
- [12] Entwurf DIN 45672-3, *Schwingungsmessung an Schienenverkehrswegen - Teil 3: Prognoseverfahren auf Basis von Terzspektren*, 2023-02.
- [13] VDI 3837, *„Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen; Spektrales Prognoseverfahren,“* Januar 2013.

- [14] DIN 45673-1, *Mechanische Schwingungen - Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen - Teil 1: Begriffe, Klassifizierung, Prüfverfahren*, 2010-08.
- [15] 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.
- [16] 24. BImSchV, 24. *Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung)*, 1997.
- [17] DIN 45673, „Mechanische Schwingungen - Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen,“ 2010.

INHALTSVERZEICHNIS

Änderungsindex.....	ii
Verweise.....	iii
1 Aufgabenstellung	1
2 Grundlagen.....	2
2.1 Planungsunterlagen.....	2
2.2 Lage und Gebietsausweisung.....	2
2.3 Gleisoberbau	3
2.4 Zulässige Höchstgeschwindigkeit	3
2.5 Fahrplansituation	3
2.6 Geplante Änderung.....	4
2.7 Gebäudestruktur	5
3 Immissionskennwerte	6
3.1 Erschütterungen	6
3.2 Körperschall.....	6
4 Beurteilungskriterien	7
4.1 Vorbemerkung	7
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 Zusammenfassung	23
8 Tabellenverzeichnis	24
9 Anlagen	25

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Nürnberg als Vorhabensträgerin und die VAG planen die Ertüchtigung des Gleisdreiecks Gibitzenhofstraße/Landgrabenstraße und die Errichtung einer neuen barrierefreien Haltestelle am Melanchthonplatz. Die Haltestelle Landgrabenstraße soll ebenfalls barrierefrei ausgebaut werden, die Haltestelle Heynestraße wird aufgelassen [U1].

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

Dem vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Schwingungstechnischen Untersuchung im Projektgebiet während des Bahnbetriebes zu entnehmen. Erforderliche Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungsemissionen der neuen Trasse 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 Erschütterungsmissionen**
- Teil 3: Berechnung und Beurteilung der Schallimmissionen während der Bauarbeiten auf Basis der AVV-Baulärm

2 GRUNDLAGEN

2.1 PLANUNGSUNTERLAGEN

Die folgenden Unterlagen wurden für die schwingungstechnische Untersuchung herangezogen:

[U1] Angebotsanfrage Schallgutachten, Stand: 19.10.2023

[U2] Lagepläne, Querschnitte Oberbau Planung, Verkehrszahlen Straße:
20231122_erstes Unterlagenpaket, Stand: 22.11.2023

[U3] Flächennutzungsplan der Stadt Nürnberg, Stand: 21.12.2022

[U4] Fahrzeugtypen, Oberbau Bestand, Geschwindigkeit und Achsenanzahl Schiene:
Stand 13.12.2023

[U5] Verkehrszahlen Schiene: Stand 29.01.2024

2.2 LAGE UND GEBIETSAUSWEISUNG

Die geplante Maßnahme wird in zwei großen Bauabschnitten realisiert. Der erste Abschnitt umfasst das gesamte Gleisdreieck und erstreckt sich auf der Gibitzenhofstraße nördlich bis auf Höhe Espanstraße / Haslerstraße und südlich bis zur Linnestraße / Singerstraße. Der Abschnitt endet in östlicher Richtung in der Landgrabenstraße auf Höhe Helingstraße. Der zweite Abschnitt erstreckt sich auf der Landgrabenstraße von Höhe Helingstraße bis zur Gugelstraße [U2].

Für das Plangebiet liegen keine Bebauungspläne vor. Für die Gebietseinstufung wurden daher die Flächennutzungspläne der Stadt Nürnberg [U3] herangezogen. Zudem erfolgte eine gutachterliche Einstufung der Flächennutzung auf Grundlage der durchgeführten Ortsbegehung vom 01.12.2023. Die vorgenommene Gebietseinstufung wurde in Abstimmung mit dem Stadtplanungsamt der Stadt Nürnberg angepasst.

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

Im Bestand ist im gesamten Umbaubereich eine Ri60 auf Betonschwelle mit KC 330 Unterguss verbaut [U4].

Im Planzustand soll weitestgehend ein straßenbündiger Bahnkörper mit einem Regelquerschnitt Feste Fahrbahn – Rheda City VAG 2016 eingebaut werden. Auf der Landgrabenstraße im Bereich des Melanchthonplatzes wird ein Grüngleis im Regelquerschnitt Rasengleis VAG FF 2013 – hochliegend oder vergleichbar angesetzt [U2].

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

2.4 ZULÄSSIGE HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT

Die zulässige Geschwindigkeit im Haltestellenbereich beträgt 30 km/h und außerhalb der Haltestelle 50 km/h [U4]. Bei der Überfahrt von Weichen verschiedener Typen sind die Geschwindigkeiten mit 15 km/h und 25 km/h angegeben [U4].

2.5 FAHRPLANSITUATION

In Abbildung 1 sind die Fahrtrichtungen im Projektgebiet anhand des Gleisdreiecks am Knotenpunkt Landgrabenstraße / Gibitzenhofstraße dargestellt [U5].

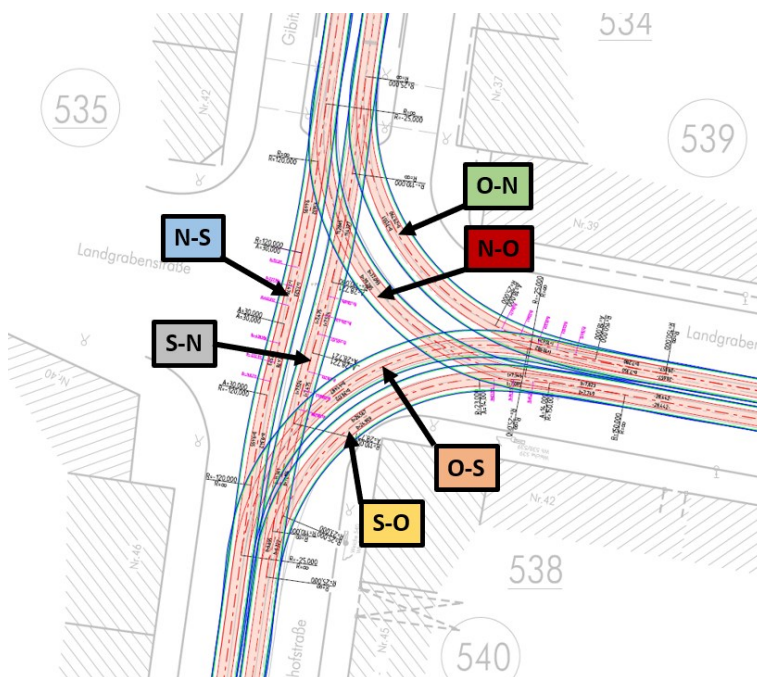


Abbildung 1: Fahrtrichtungen

Die Fahrtenzahlen sind für alle Fahrtrichtungen in Tabelle 1 zusammengefasst [U5]. Die Zahlen werden entsprechend der Beurteilungszeiträume Tag zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr und Nacht zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr dargestellt.

Zeitraum	Fahrtrichtungen					
	N-S	S-N	O-S	S-O	O-N	N-O
	Nord-Süd	Süd-Nord	Ost-Süd	Süd-Ost	Ost-Nord	Nord-Ost
Tag	91	91	91	93	181	188
Nacht	13	14	24	22	40	32

Tabelle 1: Fahrplandaten nach [U5]

Auf der Strecke fahren drei verschiedene Fahrzeugtypen. Die Anteile der Fahrzeuge im Betrieb sind in Tabelle 2 dargestellt.

Fahrzeug	Anteil [%]
GT6N	22
GT8N	39
GTA8 (klimatisiert)	39

Tabelle 2: Fahrzeugtypen und Verteilung nach [U4]

Es wird für beide Planfälle (Prognose-Nullfall sowie Prognose-Planfall) dasselbe Betriebsprogramm angesetzt.

2.6 GEPLANTE ÄNDERUNG

Die geplante Trasse mit Straßenbahndoppelgleis und Fahrleitungsanlage wird im Bereich der neuen barrierefreien Haltestelle „Melanchthonplatz“ als Rasengleis hochliegend geführt. Im restlichen Planbereich ist straßenbündiger Bahnkörper vorgesehen [U2].

Die Haltestelle „Landgrabenstraße“ wird barrierefrei ausgebaut. Durch die neue Haltestelle „Melanchthonplatz“ wird die Haltestelle „Landgrabenstraße“ entlastet und die nur bedingt barrierefreie Haltestelle Heynestraße wird aufgelassen [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

Bei der Ortsbegehung inklusive Fotodokumentation am 13.12.2023 wurde festgestellt, dass die direkt angrenzende Bebauung vielfältig ist und übliche Strukturen für innerstädtische Bebauungen aufweist, welche nach gängigen Regelwerken (wie DIN 4150) eingeteilt und beurteilt werden können (siehe Abschnitt 4, Gebäudeeinteilung nach Tabelle 3). Insofern kann für die Immissionsprognose auf vorhandene Erkenntnisse über die Schwingungsausbreitung in Gebäuden zurückgegriffen werden.

3 IMMISSIONSKENNWERTE

Im nachfolgenden Kapitel werden die wichtigsten Immissions-Grundlagen und -Kenngrößen knapp zusammengefasst.

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_{FTT} in der Definition nach der DIN 4150, Teil 2, von Juni 1999 -Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden [1].

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude nach DIN 4150, Teil 3 [2] erfolgt direkt anhand der gemessenen Schwinggeschwindigkeiten $\hat{v}(t)$.

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 [3] 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 [4] eindeutig geregelt.

Für die Beurteilung der von Schienenverkehrswegen ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existieren dagegen keine rechtlich bindenden Immissionsrichtwerte. In der Genehmigungspraxis 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 [5].

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

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 3).

- Für unterirdischen Schienenverkehr gelten die Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 3.
- Für oberirdischen Schienenverkehr des ÖPNV (Straßen-, Stadt-, S- und U-Bahnen) gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen Anhaltswerte der Tabelle 3.
- 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 3.
- Für Änderungen am Bestand gelten die Hinweise am Ende dieses Abschnittes

Für den Schienenverkehr hat der obere Anhaltswert A_o nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne Werte bei unterirdischen Strecken in Gebieten der Zeilen 3 bis 5 nach Tabelle 1 über $A_o = 0,3$, bei oberirdischen Strecken gebietsunabhängig über $A_o = 0,6$, so ist nach der Ursache zu forschen.

Die Tabelle 1 der DIN 4150-2 (Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen, hier Tabelle 3 [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 3: 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:

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

$$KB_{Fmax} \leq 1,5 \cdot A_u \rightarrow \text{Richtwert eingehalten (oberirdischer ÖPNV)} \quad (1a)$$

Liegt für den Schienenverkehr KB_{Fmax} über A_u (bzw. $1,5 \cdot A_u$ für den oberirdischen ÖPNV), so ist unter Verwendung der Fahrplandaten die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTT} zu ermitteln. Für Schienenwege kann KB_{FTT} unter Verwendung des auf die einzelnen Gleise bezogenen Taktmaximal-Effektivwertes (KB_{FTM}) nach Gleichung (2) berechnet werden:

$$KB_{FTT} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^g N_{ei} KB_{FTM,i}^2} \quad (2)$$

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 Stadtbahnen 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:

$$KB_{FTT} \leq A_r \rightarrow \text{Richtwert eingehalten} \quad (3)$$

$$KB_{FTT} \leq 1,5 \cdot A_r \rightarrow \text{Richtwert eingehalten (oberirdischer ÖPNV)} \quad (3a)$$

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:

$$KB_{FTr,Bestand} \cdot 125\% < KB_{FTr,Planung} \rightarrow \text{keine Schutzmaßnahme erforderlich} \quad (4)$$

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.

Erschütterungsimmissionen des Schienenverkehrs im Hinblick auf die Einwirkung auf bauliche Gebäude nach DIN 4150-3 werden wie folgt behandelt: Das Maximum $v_{max,i}$ der gemessenen bzw. prognostizierten Schwinggeschwindigkeit je Immissionsort $\hat{v}(t)$ ist mit den Anhaltswerten nach Tabelle 1 bzw. Tabelle 4 der Norm zu vergleichen. Werden diese Anhaltswerte eingehalten, sind in der Regel „keine Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes“ zu erwarten [2].

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 [4] 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 [10] erfolgen.

In der VDI-Richtlinie 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen - [10] werden in der Tabelle 6 (hier Tabelle 4) Anhaltswerte für von außen in Aufenthaltsräume eindringendem Schall genannt, die nicht überschritten werden sollten. Auch diese Werte gelten in strenger Anwendung der VDI 2719 [10] 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 4: Anhaltswerte für zulässige Innenpegel nach VDI 2719 [10]

In der TA-Lärm [11] werden für den Sekundärluftschall unter Abschnitt 6.2 unabhängig von der Gebietsausweisung folgende Richtwerte festgelegt:

$$\begin{aligned}
 L_{AFmax} &< 45 \text{ dB(A) am Tag} \\
 L_{AFmax} &< 35 \text{ dB(A) in der Nacht}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 L_{Aeq} &< 35 \text{ dB(A) am Tag} \\
 L_{Aeq} &< 25 \text{ dB(A) in der Nacht}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

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 [4] festgelegt werden, dass eine Erhöhung des Körperschallimmissionsstatus um mind. 3 dB (A) als wesentliche Änderung anzusehen ist. Die Beurteilung kann also wie folgt erfolgen:

$$\Delta L_p < 3 \text{ dB(A)} \rightarrow \quad \text{keine Schutzmaßnahme erforderlich} \quad (5)$$

$$\text{mit } \Delta L_p = \Delta L_{p,Planung} - \Delta L_{p,Bestand} \quad (6)$$

5 IMMISSIONSPROGNOSE

Für die Vorausbestimmung der von oberirdischen Stadtbahnstrecken 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 [12].

Hinweise zur Durchführung der Immissionsprognose enthält die Richtlinie VDI 3837 – Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen, Spektrales Prognoseverfahren, von Januar 2013 [13] -, 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 (7) (Gleichung (1) der DIN [12]).

$$L_v(f_{Tn}) = L_{v,E}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,BB}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,FB}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,DF}(f_{Tn}) + D_e(f_{Tn}) \quad (7)$$

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 [14])

Für die Berechnung der Erschütterungsimmissionen ist entsprechend [12] der Frequenzbereich von $f_T = 5 - 250$ Hz relevant. Aus dem 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 $f_T = 5 - 250$ Hz zu betrachten. Aus dem unbewerteten Schalldruckpegel am Immissionsort wird der für die Beurteilung anhand des Orientierungswertes nach VDI 2719 [10] maßgebende A-bewertete Schalldruckpegel in Form des mittleren Maximalpegels sowie der für die Beurteilung nach Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts [8] benötigte Beurteilungspegel ermittelt.

5.1 ERSCHÜTTERUNGSSIMMISSIONEN

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

$$KB_{FTm} = K_b v_0 10^{L'_v/20} \quad (8)$$

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 Beurteilungsschwingstärke errechnet. Die maximale bewertete Schwingstärke ergibt sich in etwa zu:

$$KB_{Fmax} = 1,5 KB_{FTm} \quad (9)$$

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 [15]) wie folgt abgeschätzt werden:

$$L_p = X \text{ [dB]} + y L_{v,p} \text{ [dB]} \quad (10)$$

- 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 vorbereiteten Prognosewerten des Schalldrucks wird anschließend der bewertete Summenschallpegel ermittelt:

$$L_{pAm} = 10 \log \left(\sum_{n=f_{Tu}}^{f_{To}} 10^{0,1 (L_{pm,T,n} + K_{A,n})} \right) \text{ dB(A)} \quad (11)$$

- f_{Tu}, f_{To} untere bzw. obere Terzmittenfrequenz des maßgebenden Frequenzbereiches
 $f_{Tu} = 5 \text{ Hz}$ bis $f_{To} = 80 \text{ Hz}$
 $L_{pm,T}$ 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:

$$L_{pAmax} = L_{pAm} + 3 \text{ dB(A)} \quad (12)$$

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 5 dargestellt. Die Oberbauformen im Bestand und in der Planung (sowohl Rheda City als auch Grüngleis) sind erschütterungstechnisch vergleichbar und werden mit demselben Spektrum abgedeckt.

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] Bestand / Grüngleis / Rheda City	29	29	32	33	39	43	45	49	45	50	54	53	56	60	64	57	44	37	34
Weichen- zuschlag [dB]	0	0	0	0	0	1	1	9	11	13	11	5	8	8	6	3	2	1	1

Tabelle 5: verwendetes Emissionsspektrum und Weichenzuschlag

In der Planung befinden sich Gebäude in unmittelbarer Nähe zu der Haltestelle. Der Einfluss der Lage der Gleisachse wird nach Gleichung (4) und (5) des Entwurfs der DIN 45672-3 [12] wie folgt festgelegt:

$$\Delta L_{v,BB} = 20 \log_{10} \left(\left(\frac{R}{R_0} \right)^{-n} e^{(-\alpha(R-R_0))} \right) \quad (13)$$

- n von der Wellenart, der Quellengeometrie und der Art der Schwingung abhängiger Exponent; hier: $n = 1,3$
- R Gebäudeabstand zur Gleistrasse
- R_0 bisheriger Gebäudeabstand zur Gleistrasse (bei Neubau der Gleistrasse wird der Abstand auf $R_0 = 1$ m (unterirdisch) $R_0 = 10$ m (oberirdisch) bezogen)
- α Abklingkoeffizient [1/m]; $\alpha \approx 2\pi \frac{D}{\lambda}$
- D Dämpfungsgrad; hier: $D = 0,002$ bis $D = 0,02$ (frequenzabhängig)
- λ maßgebende Wellenlänge [m]; $\lambda = \frac{c}{f}$
- c Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle [m/s]; hier: $c = 160$ m/s
- f Frequenz [Hz]

Die Berechnung nach Gleichung (13) setzt eine Übertragung ohne Körperschallbrücke im Boden voraus. Dies schließt ebenfalls Bodenverfestigungen durch HDI oder ähnliche Maßnahmen ein.

Weiterhin ist der Einfluss des Gebäudes auf die Schwingungsausbreitung vom Fundament zur maßgebenden Gebäudedecke zu berücksichtigen. Für die Immissionsprognose wurden die Gebäude in zwei unterschiedliche Kategorien (Holzbalkendecke und Betondecke) eingeteilt, für die die entsprechenden Differenzspektren in dem Entwurf der DIN 45672-3 [12] wiedergegeben sind. Für jede Kategorie sind vier Spektren dargestellt, die die Bandbreite der zu erwartenden Übertragungen 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 6 zusammen mit der bei der Ortsbegehung eingeschätzten Kategorie und den maßgebenden Abständen zur Gleistrasse aufgelistet. In Tabelle 7 sind die sich daraus ergebenden Anhaltswerte für die Erschütterungsimmissionen und in Tabelle 8 die entsprechenden Orientierungswerte für die Körperschallimmissionen nach Abschnitt 4 dargestellt.

IO	Adresse	Decke (vrsl.)	Nutzung BauNVO	Abstand zur Gleistrasse [m]	
				Nullfall	Planfall
1	Gibitzenhofstr. 39	Beton	Mischgebiet (MI)	8	7,5
2	Gibitzenhofstr. 40			10,5	9,5
3	Gibitzenhofstr. 43			3,5	3,5
4	Gibitzenhofstr. 48			8,5	7,5
5	Heynestr. 26			9,5	7
6	Seufferstr. 1			9	7
7	Landgrabenstr. 83			9	7,5

Tabelle 6: Liste der beurteilten Immissionsorte

IO	Adresse	DIN 4150-2						DIN 4150-3 [mm/s]
		Tag			Nacht			
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r	
1	Gibitzenhofstr. 39	0,3		0,15	0,225	0,6	0,105	10
2	Gibitzenhofstr. 40							
3	Gibitzenhofstr. 43							
4	Gibitzenhofstr. 48							
5	Heynestr. 26							
6	Seufferstr. 1							
7	Landgrabenstr. 83							

Tabelle 7: Anhaltswerte (inkl. Faktor 1,5 für A_u und A_r für die Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2 [1] und DIN 4150-3 [2]

IO	Adresse	VDI 2719		24. BImSchV +3 dB		TA Lärm			
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	L_{AFmax}		L_{Aeq}	
						Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Gibitzenhofstr. 39	50	45	40	30	45	35	35	25
2	Gibitzenhofstr. 40								
3	Gibitzenhofstr. 43								
4	Gibitzenhofstr. 48								
5	Heynestr. 26								
6	Seufferstr. 1								
7	Landgrabenstr. 83								

Tabelle 8: Orientierungswerte für die Körperschallimmissionen nach VDI 2719 [10], um 3 dB(A) erhöhte 24. BImSchV [16] und TA Lärm [11] jeweils in [dB(A)]

In der Anlage-Nr. 1 ist die örtliche Situation und die Lage der Immissionsorte in Lageplänen dargestellt. Die Anlage-Nr. 2 beinhaltet Fotos der exemplarisch ausgewählten Gebäude. In der Anlage-Nr. 3 sind die Ergebnisblätter der Prognoseberechnung für die Immissionsorte nahe der Gleistrasse im Prognose-Nullfall zusammengefasst. Der Anlage-Nr. 4 sind die Ergebnisblätter der Prognoseberechnung für die Immissionsorte nahe der Gleistrasse im Prognose-Planfall zu entnehmen.

Die Gebäude, bei denen Überschreitungen der Anhaltswerte aus Tabelle 7 und eine Zunahme der Erschütterungsimmissionen durch den Umbau Gleistrasse um mehr als 25% prognostiziert werden, sind in der folgenden Tabelle 9 dargestellt.

IO	Adressen	DIN 4150			Zunahme von KB_{FTr}	
		Teil 2		Teil 3	um mehr als 25%	
		Tag	Nacht		Tag	Nacht
1	Gibitzenhofstr. 39	X	X			
2	Gibitzenhofstr. 40	X	X			
3	Gibitzenhofstr. 43	X	X			
4	Gibitzenhofstr. 48					
5	Heynestr. 26				X	X
6	Seufferstr. 1				X	X
7	Landgrabenstr. 83					

Tabelle 9: Überschreitungen der entsprechenden Anhaltswerte der DIN 4150-2 bzw. 3 im Prognose-Planfall und der Zunahme Kriterien für Erschütterungsimmissionen

Es ist festzustellen, dass es in der Umgebung der Gleistrasse zu fühlbaren Erschütterungsimmissionen kommen kann ($KB_{Fmax} > 0,1$).

Im Bereich des Gleisdreiecks am Knotenpunkt Gibitzenhofstraße / Landgrabenstraße (IO1 bis IO4) ist mit erheblichen Erschütterungsimmissionen zu rechnen. Die Erschütterungsimmissionen nehmen jedoch voraussichtlich nicht um mehr als 25% zu, sodass die Veränderungskriterien nach Abschnitt 4.2 mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten werden.

Im Bereich des Knotenpunkts Landgrabenstraße / Heynestr. / Seufferstraße ist durch die Verschiebung der Gleise eine Erhöhung der Erschütterungsimmissionen von mehr als 25% nicht auszuschließen. Allerdings liegen die prognostizierten Immissionen hier unterhalb der 1,5-fachen Anhaltswerte der DIN 4150-2, sodass die Anforderungen der Norm mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten werden.

Die Gebäude, bei denen eine Überschreitung der Orientierungs- und Richtwerte der verschiedenen Regelwerke aus Tabelle 8 und eine Zunahme der Körperschallimmissionen durch den Umbau der Gleistrasse um mehr als 3 dB(A) prognostiziert werden, sind in der folgenden Tabelle 10 dargestellt.

IO	Adressen	VDI 2719		24. BlmSchV +3 dB(A)		TA Lärm		Zunahme von L_p um mehr als 3 dB(A)	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Gibitzenhofstr. 39		X		X	X	X		
2	Gibitzenhofstr. 40		X		X	X	X		
3	Gibitzenhofstr. 43	X	X	X	X	X	X		
4	Gibitzenhofstr. 48						X		
5	Heynestr. 26				X		X		
6	Seufferstr. 1				X		X		
7	Landgrabenstr. 83				X		X		

Tabelle 10: Überschreitungen der entsprechenden Orientierungswerte der VDI 2719, der um 3 dB(A) erhöhten Orientierungswerte der 24. BlmSchV und der Richtwerte der TA Lärm im Prognose-Planfall sowie der Zunahme Kriterien für Körperschallimmissionen

Es ist festzustellen, dass es in der Umgebung der Gleistrasse durch die Verlegung der Gleisachsen zu hörbaren Körperschallimmissionen kommen kann. Die Körperschallimmissionen nehmen jedoch voraussichtlich nicht um mehr als 3 dB(A) zu, sodass die Veränderungskriterien nach Abschnitt 4.3 mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten werden.

Insgesamt ist festzustellen, dass für Gleissanierung im Projekt Landgrabenstraße keine Maßnahmen erforderlich sind, die eine Minderung der Schwingungsmissionen bewirken.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Nürnberg als Vorhabensträgerin und die VAG planen die Ertüchtigung des Gleisdreiecks Gibitzenhofstraße/Landgrabenstraße und die Errichtung einer neuen barrierefreien Haltestelle am Melanchthonplatz. Die Haltestelle Landgrabenstraße soll ebenfalls barrierefrei ausgebaut werden, die Haltestelle Heynestraße wird aufgelassen.

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

Es ist festzustellen, dass es in der Umgebung der Gleistrasse zu fühlbaren Erschütterungsimmissionen kommen kann ($KB_{Fmax} > 0,1$).

Im Bereich des Gleisdreiecks am Knotenpunkt Gibitzenhofstraße / Landgrabenstraße (IO1 bis IO4) ist mit erheblichen Erschütterungsimmissionen zu rechnen. Die Erschütterungsimmissionen nehmen jedoch voraussichtlich nicht um mehr als 25% zu, sodass die Veränderungskriterien nach Abschnitt 4.2 mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten werden.

Im Bereich des Knotenpunkts Landgrabenstraße / Heynestraße / Seufferstraße ist durch die Verschiebung der Gleise eine Erhöhung der Erschütterungsimmissionen von mehr als 25% nicht auszuschließen. Allerdings liegen die prognostizierten Immissionen hier unterhalb der 1,5-fachen Anhaltswerte der DIN 4150-2, sodass die Anforderungen der Norm mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten werden.

Es ist festzustellen, dass es in der Umgebung der Gleistrasse durch die Verlegung der Gleisachsen zu hörbaren Körperschallimmissionen kommen kann. Die Körperschallimmissionen nehmen jedoch voraussichtlich nicht um mehr als 3 dB(A) zu, sodass die Veränderungskriterien nach Abschnitt 4.3 mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten werden.

Insgesamt ist festzustellen, dass für Gleissanierung im Projekt Landgrabenstraße keine Maßnahmen erforderlich sind, die eine Minderung der Schwingungsimmissionen bewirken.

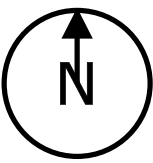
Die Prognose setzt eine Übertragung im Boden ohne Körperschallbrücke im Boden voraus. Dies schließt ebenfalls Bodenverfestigungen durch HDI oder ähnliche Maßnahmen ein

8 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Fahrplandaten nach [U5]	4
Tabelle 2: Fahrzeugtypen und Verteilung nach [U4]	4
Tabelle 3: Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2 [1] in Anlehnung an die Gebietseinstufungen nach BauNVO [6].	9
Tabelle 4: Anhaltswerte für zulässige Innenpegel nach VDI 2719 [10]	13
Tabelle 5: verwendetes Emissionsspektrum und Weichenzuschlag	18
Tabelle 6: Liste der beurteilten Immissionsorte	19
Tabelle 7: Anhaltswerte (inkl. Faktor 1,5 für A_u und A_r für die Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2 [1] und DIN 4150-3 [2])	20
Tabelle 8: Orientierungswerte für die Körperschallimmissionen nach VDI 2719 [10], um 3 dB(A) erhöhte 24. BlmSchV [16] und TA Lärm [11] jeweils in [dB(A)]	20
Tabelle 9: Überschreitungen der entsprechenden Anhaltswerte der DIN 4150-2 bzw. 3 im Prognose-Planfall und der Zunahme Kriterien für Erschütterungsimmissionen	21
Tabelle 10: Überschreitungen der entsprechenden Orientierungswerte der VDI 2719, der um 3 dB(A) erhöhten Orientierungswerte der 24. BlmSchV und der Richtwerte der TA Lärm im Prognose-Planfall sowie der Zunahme Kriterien für Körperschallimmissionen	22

9 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 im Prognose-Nullfall
4	Detaillierte Prognoseergebnisse im Prognose-Planfall




1:1.500

0

50

100 m

Legende:

 Planungsumgriff

Projekt:

Gleissanierung Landgrabenstraße Nürnberg

Titel:

Planungsumgriff Verkehrslärmuntersuchung

Plan- bzw. Anlagennummer:

A 1.1

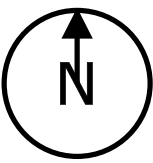
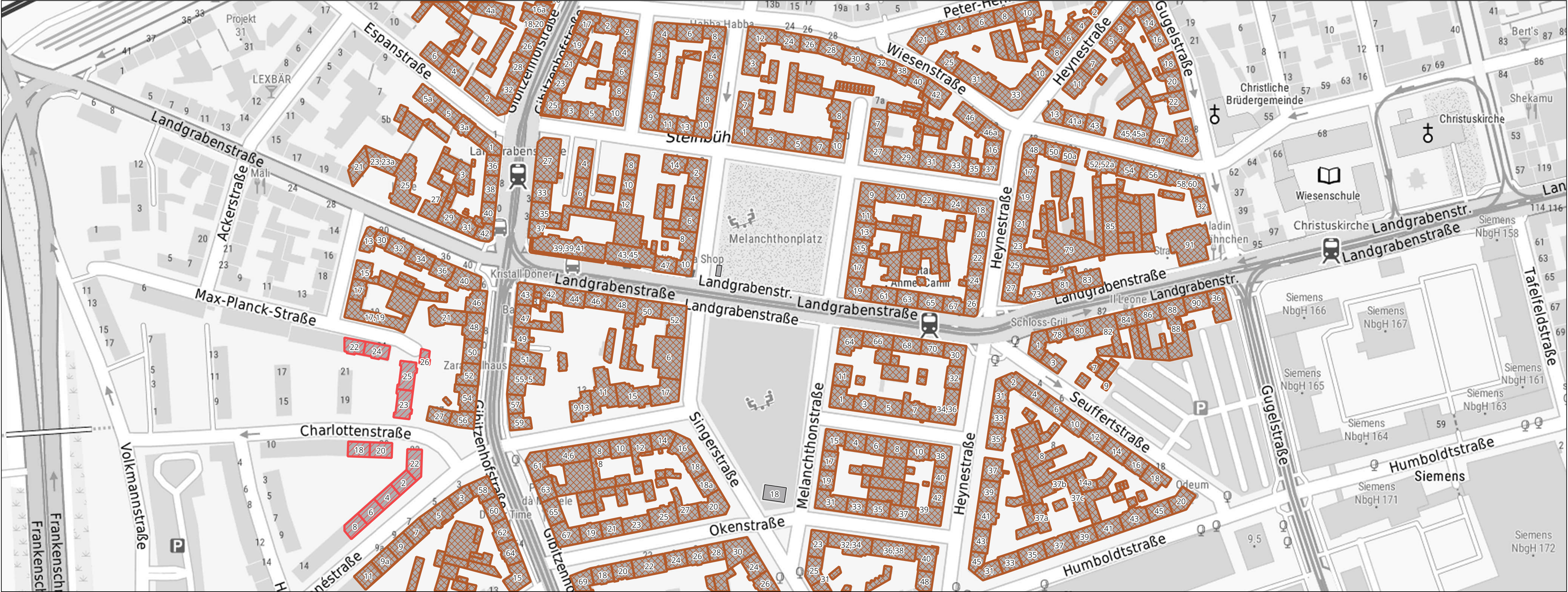
Bearbeiter:
M. Anissimova

Projektnummer:
23-7065

**FCP
IBU**

FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen



1:1.500

0

50

100 m

Legende:

- Gebäude im Rechenmodell
- Gebietseinstufung nach Bau NVO
- Mischgebiet
- allgemeines Wohngebiet

Projekt:

Gleissanierung Landgrabenstraße Nürnberg

Titel:

Gebietseinstufung nach BauNVO

Plan- bzw. Anlagennummer:

A 1.2

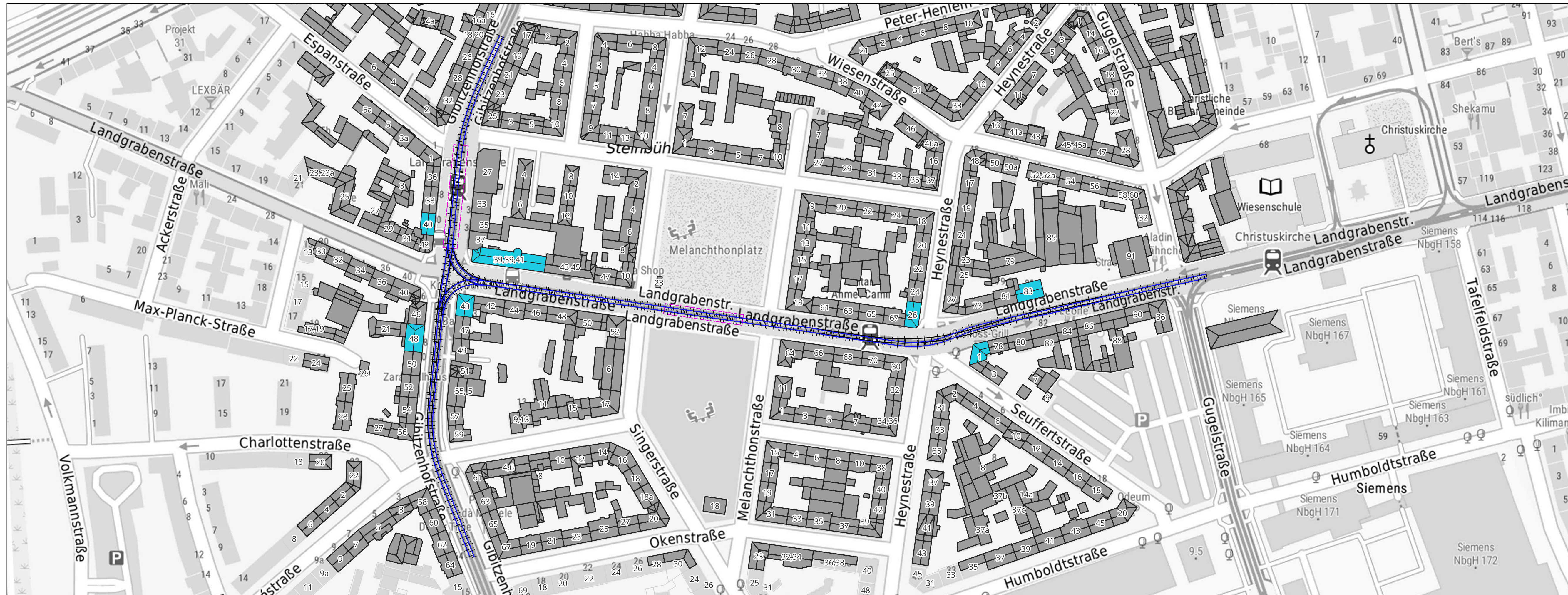
Bearbeiter:
M. Anissimova

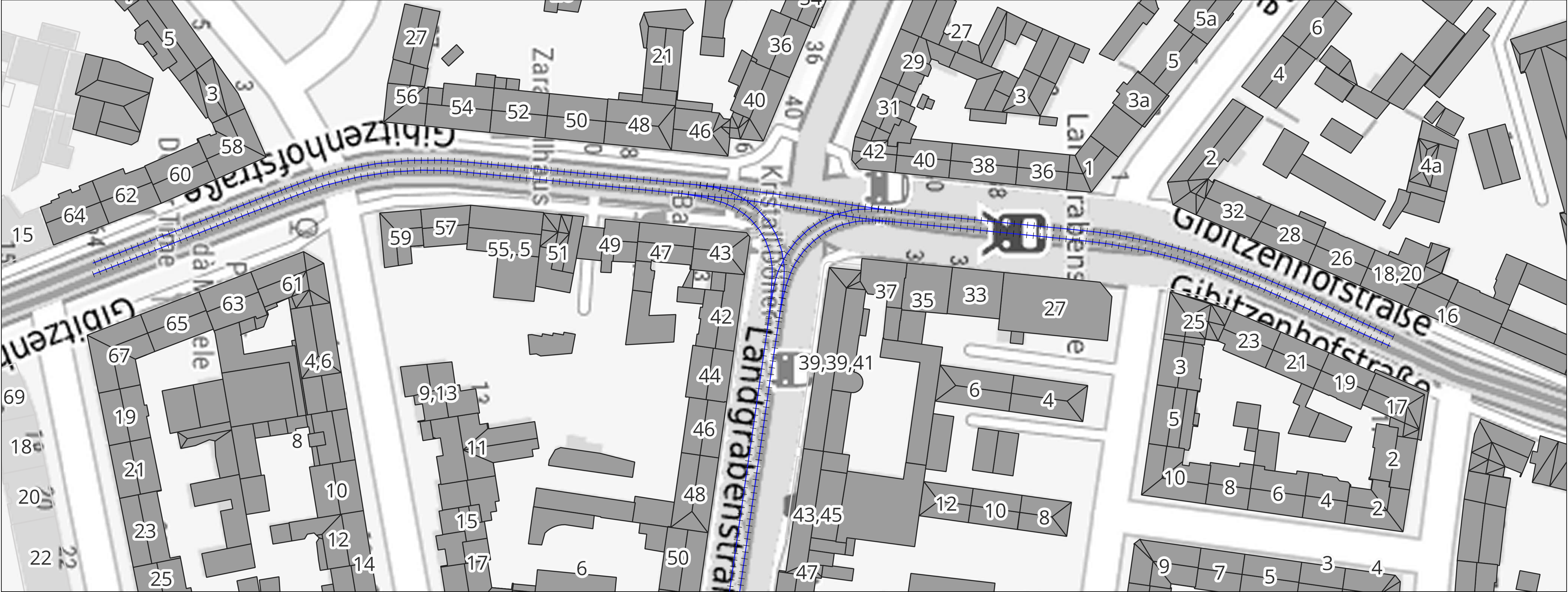
Projektnummer:
23-7065

FCP
IBU

FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen





Legende:

Gleise
SCH0 Oberbauformen
Straßenbündiger Bahnkörper

Projekt:
**Gleissanierung
Landgrabenstraße Nürnberg**

Titel:
**Oberbauformen
Prognose-Nullfall Ausschnitt 1**

Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.4.1.1

Bearbeiter:
M. Anissimova

Projektnummer:
23-7065

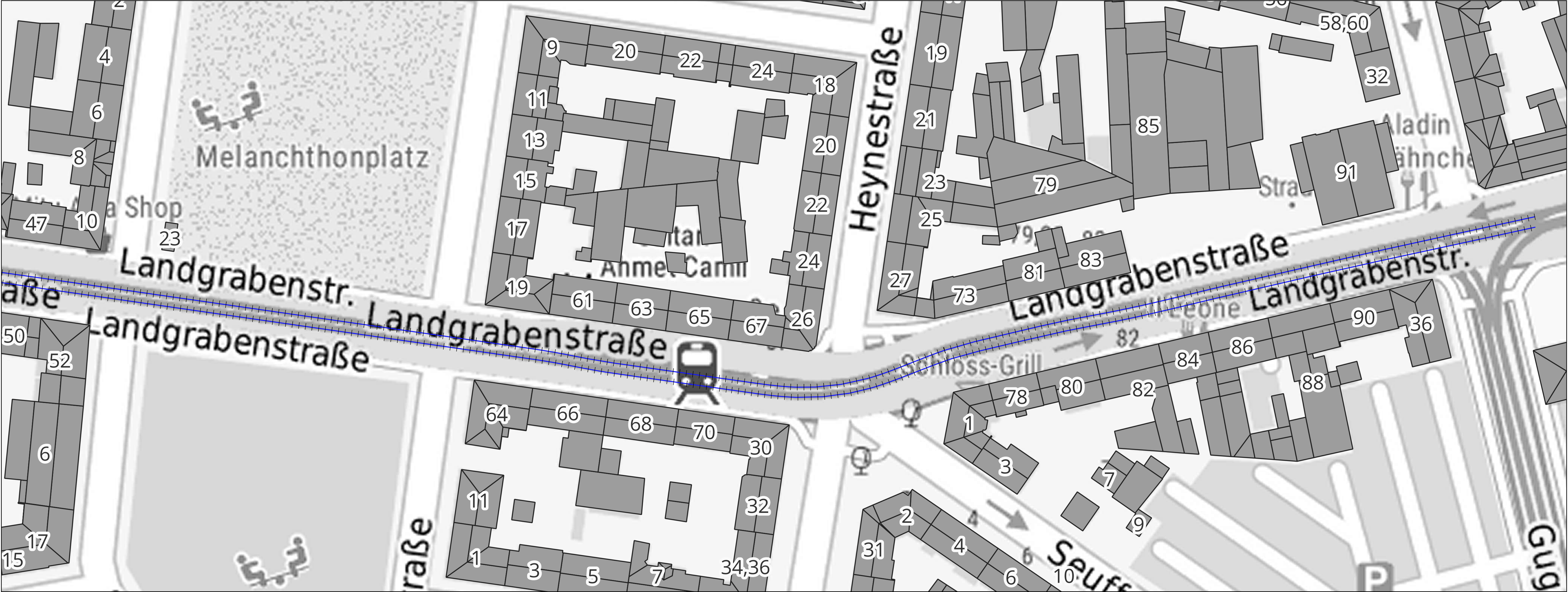
**FCP
IBU**

FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Legende:

- Gleise
- SCH0 Oberbauformen
- Straßenbündiger Bahnkörper



Projekt:
**Gleissanierung
Landgrabenstraße Nürnberg**

Titel:
**Oberbauformen
Prognose-Nullfall Ausschnitt 2**

Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.4.1.2

Bearbeiter:
M. Anissimova

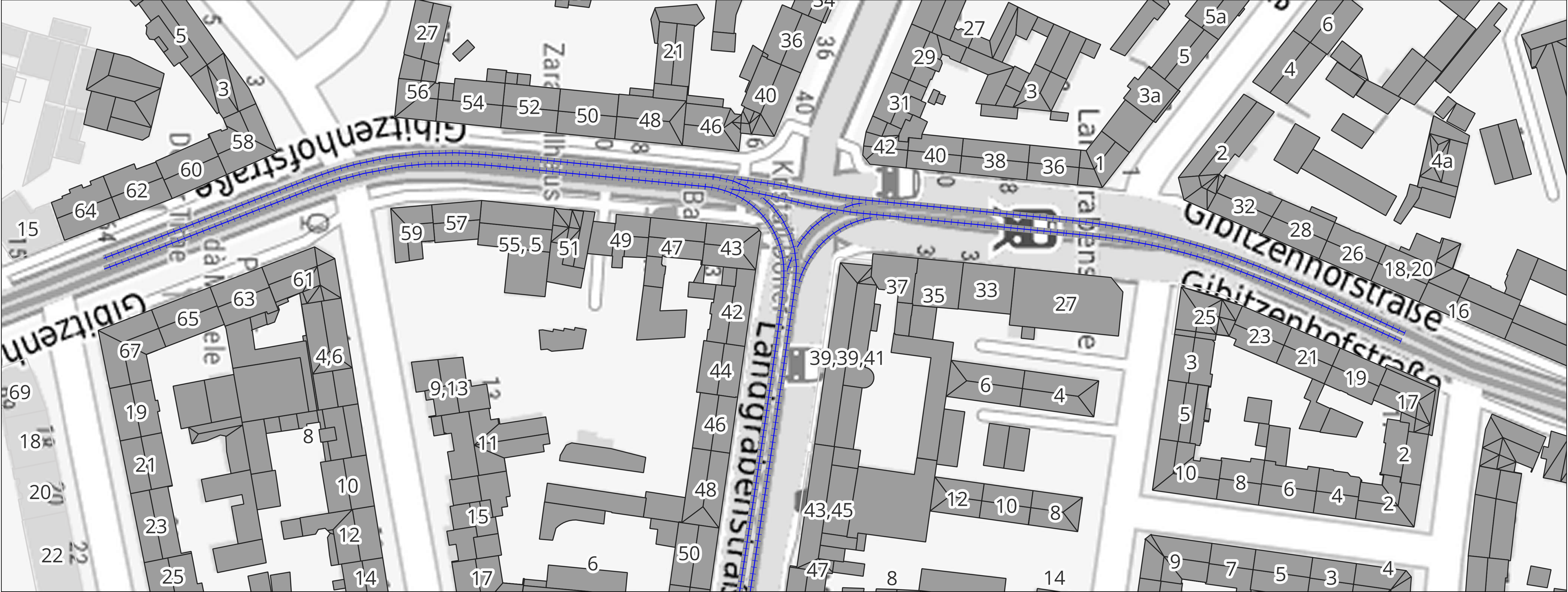
Projektnummer:
23-7065

**FCP
IBU**

FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Legende:

- SCH1 Oberbauformen
- Straßenbündiger Bahnkörper
- Begrünter Bahnkörper (hochliegend)



Projekt:
**Gleissanierung
Landgrabenstraße Nürnberg**

Titel:
**Oberbauformen
Prognose-Planfall Ausschnitt 1**

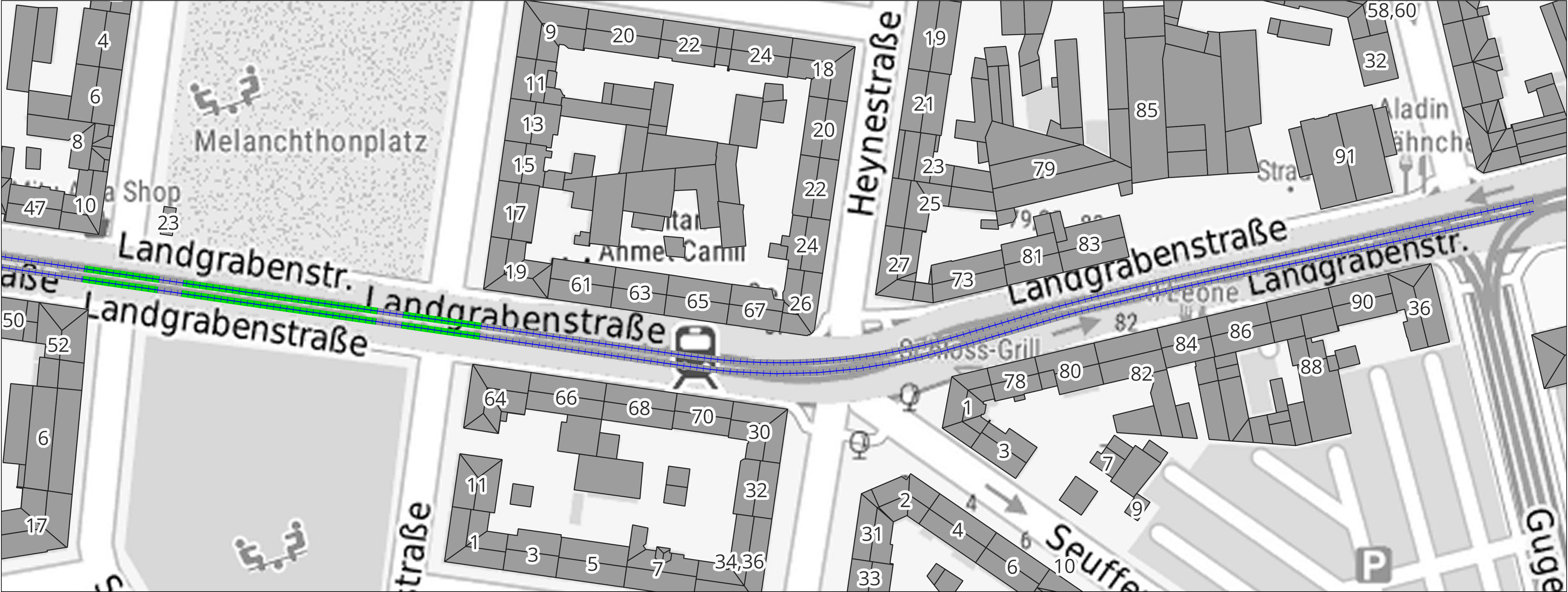
Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.4.2.1

Bearbeiter:
M. Anissimova

Projektnummer:
23-7065

Legende:

- SCH1 Oberbauformen
- Straßenbündiger Bahnkörper
- Begrünter Bahnkörper (hochliegend)



Projekt:
**Gleissanierung
Landgrabenstraße Nürnberg**

Titel:
**Oberbauformen
Prognose-Planfall Ausschnitt 2**

Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.4.2.2

Bearbeiter:
M. Anissimova

Projektnummer:
23-7065



FCP IBU GmbH
Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

AUFTRAGGEBER:
VAG Verkehrs-
Aktiengesellschaft

AUFTRAG-NR.:
23-7065/02

Schwingungs- und Schalltechnische
Untersuchung
Landgrabenstraße

ANLAGE-NR.:
2.1

FOTOS IMMISSIONSPUNKTE

IO1: Gibitzenhofstraße 39



IO2: Gibitzenhofstraße 40



IO3: Gibitzenhofstraße 43



IO4: Gibitzenhofstraße 48



AUFTRAGGEBER:
VAG Verkehrs-
Aktiengesellschaft

AUFTRAG-NR.:
23-7065/02

Schwingungs- und Schalltechnische
Untersuchung
Landgrabenstraße

ANLAGE-NR.:
2.2

FOTOS IMMISSIONSPUNKTE

IO5: Heynestraße 26



IO6: Seufferstraße 1



IO7: Landgrabenstraße 83



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO1 - Gibitzenhofstraße 39 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 3.1. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Ri60 auf Betonschwelle mit KC 330 Unterguss
Terzen korrigiert: ja, Weichenzuschlag

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	28.6	28.6	28.7	28.8
5	29.5	28.5	28.8	28.7
6	34.4	31.6	31.9	31.9
8	41.0	33.6	33.0	33.1
10	55.1	41.5	39.1	39.2
12.5	51.0	52.0	44.8	44.2
16	47.4	62.2	48.3	46.3
20	58.0	65.1	64.4	58.9
25	56.4	57.5	68.6	58.2
31.5	61.8	63.1	68.8	68.8
40	63.0	65.6	66.6	76.0
50	56.2	57.1	58.7	63.4
63	61.0	62.3	65.1	65.9
80	65.1	66.6	68.1	69.3
100	67.3	67.6	70.1	71.6
125	57.7	57.7	59.6	60.7
160	43.4	43.4	45.0	46.2
200	35.2	35.2	35.4	37.1
250	32.0	32.0	32.0	33.5

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO1 - Gibitzenhofstraße 39 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.1. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTM:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

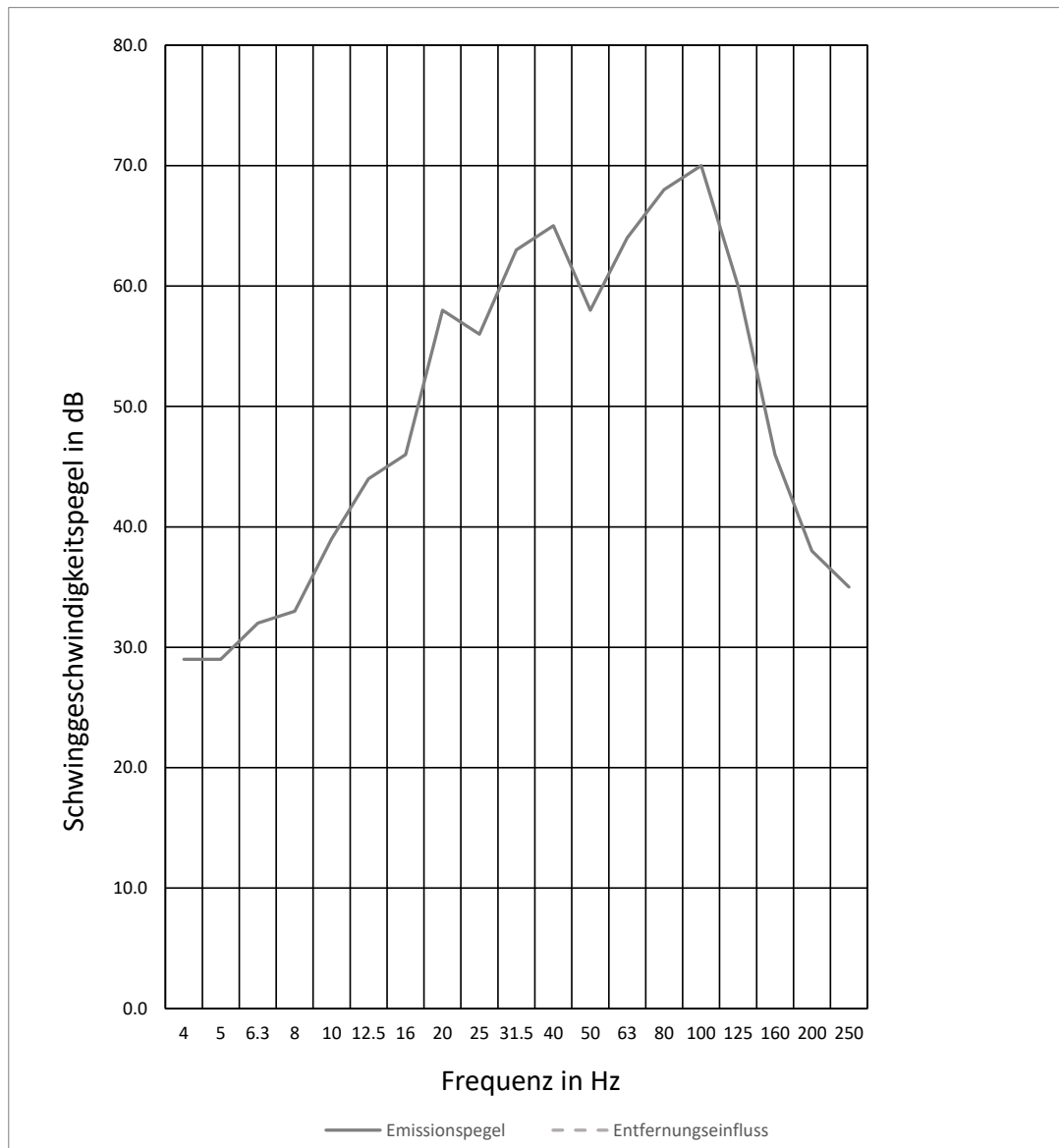
Fahrtanzahlen

Tag	553 Fahrten
Nacht	118 Fahrten

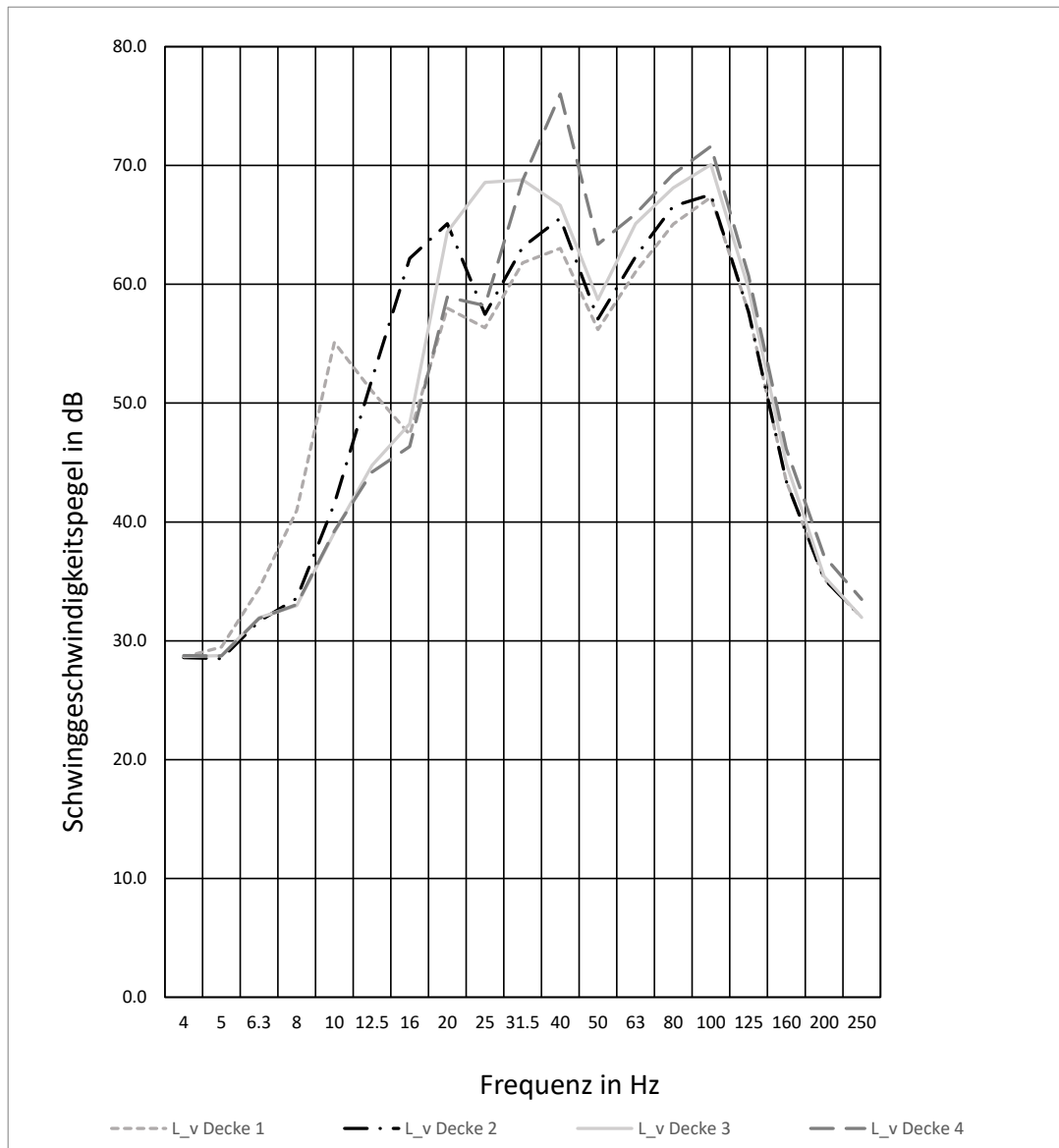
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTM =	0.200	0.247	0.331	0.445
KB_Fmax =	0.300	0.370	0.497	0.668
KB_TFr Tag =	0.107	0.132	0.178	0.239
KB_FTr Nacht =	0.070	0.087	0.116	0.156
vmax [mm/s] =	0.349	0.358	0.478	0.948
L_pAm [dB(A)] =	41.1	42.0	43.0	43.9
L_pAmax [dB(A)] =	44.1	45.0	46.0	46.9
L_r Tag [dB(A)] =	35.7	36.6	37.6	38.5
L_rNacht [dB(A)] =	32.0	32.9	33.9	34.8

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO1 - Gibitzenhofstraße 39 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 3.1. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO1 - Gibitzenhofstraße 39 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.1. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO2 - Gibitzenhofstraße 40 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 3.2. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Ri60 auf Betonschwelle mit KC 330 Unterguss
Terzen korrigiert: ja, Weichenzuschlag

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	27.4	27.4	27.5	27.6
5	28.3	27.3	27.6	27.5
6	33.2	30.4	30.7	30.7
8	39.6	32.3	31.7	31.7
10	53.8	40.2	37.8	37.9
12.5	49.6	50.6	43.4	42.8
16	45.9	60.7	46.8	44.9
20	56.5	63.6	62.9	57.4
25	54.7	55.9	67.0	56.6
31.5	60.1	61.4	67.1	67.0
40	61.2	63.7	64.8	74.2
50	54.1	55.0	56.7	61.3
63	58.8	60.1	62.9	63.7
80	62.5	64.0	65.6	66.7
100	64.4	64.7	67.2	68.7
125	54.4	54.4	56.3	57.4
160	40.4	40.4	42.0	43.2
200	32.5	32.5	32.7	34.4
250	29.5	29.5	29.5	31.1

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO2 - Gibitzenhofstraße 40 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.2. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

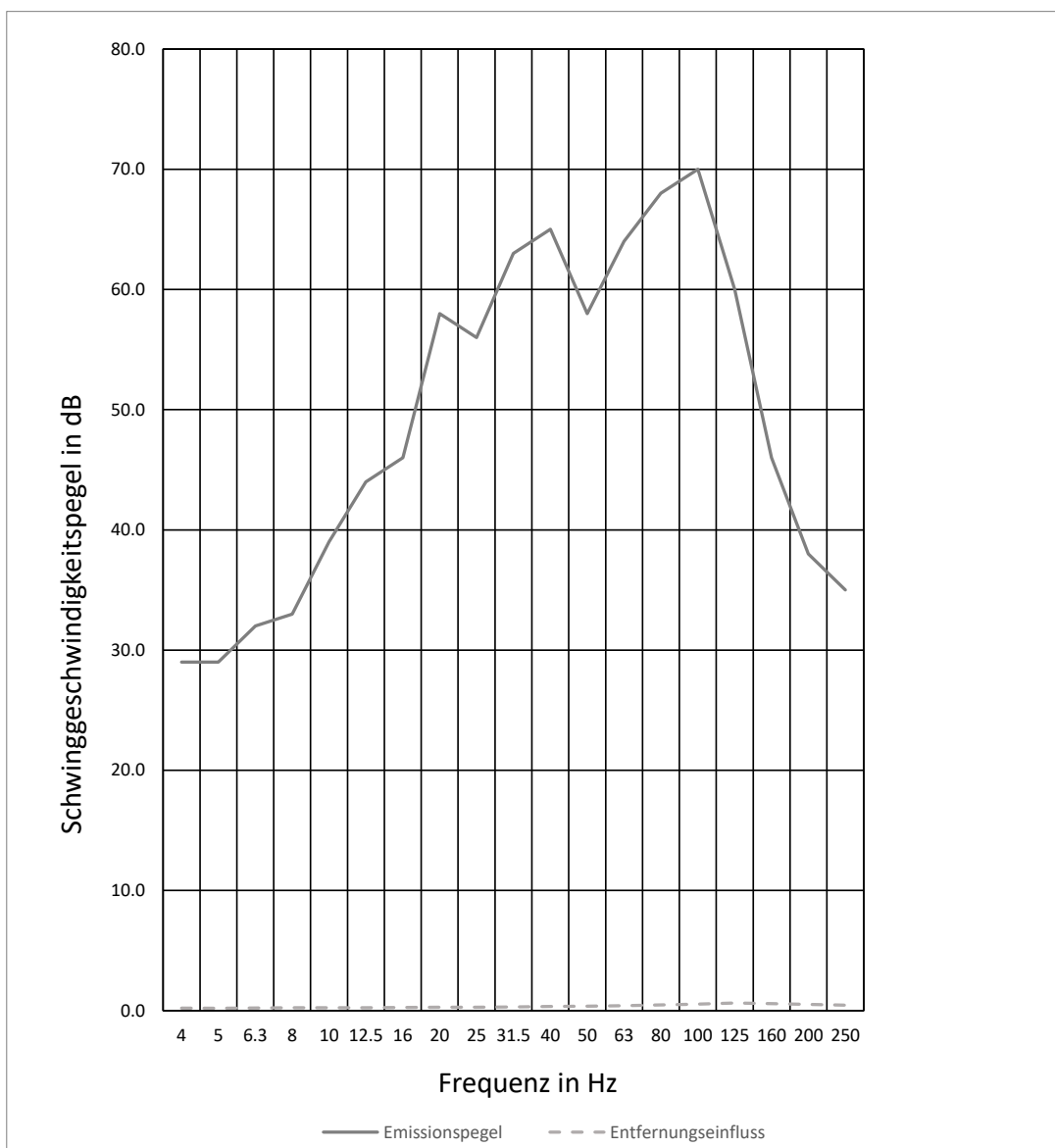
Fahrtanzahlen

Tag	551 Fahrten
Nacht	99 Fahrten

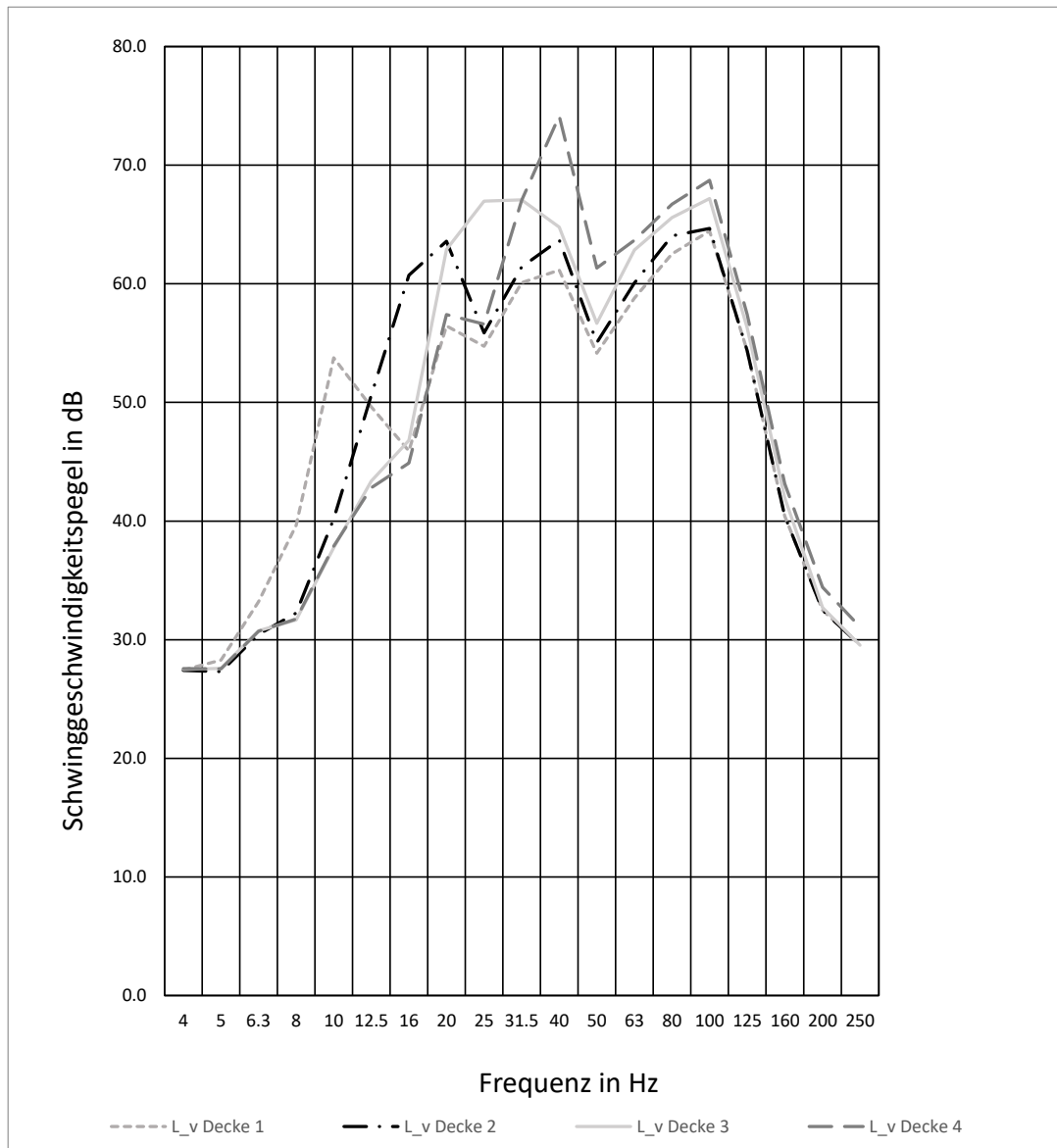
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.153	0.192	0.259	0.348
KB_Fmax =	0.229	0.289	0.388	0.523
KB_TFr Tag =	0.082	0.103	0.139	0.187
KB_FTr Nacht =	0.049	0.062	0.083	0.112
vmax [mm/s] =	0.250	0.257	0.343	0.765
L_pAm [dB(A)] =	39.7	40.5	41.6	42.5
L_pAmax [dB(A)] =	42.7	43.5	44.6	45.5
L_r Tag [dB(A)] =	34.2	35.1	36.2	37.1
L_rNacht [dB(A)] =	29.8	30.7	31.7	32.7

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO2 - Gibitzenhofstraße 40 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 3.2. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO2 - Gibitzenhofstraße 40 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.2. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO3 - Gibitzenhofstraße 43 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 3.3. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Ri60 auf Betonschwelle mit KC 330 Unterguss
Terzen korrigiert: ja, Weichenzuschlag

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	32.2	32.2	32.3	32.3
5	33.1	32.1	32.4	32.3
6	38.0	35.2	35.5	35.5
8	44.8	37.4	36.8	36.9
10	59.0	45.4	43.0	43.1
12.5	55.0	56.0	48.7	48.2
16	51.4	66.3	52.3	50.4
20	62.2	69.3	68.6	63.1
25	60.7	61.8	72.9	62.6
31.5	66.4	67.7	73.4	73.3
40	67.8	70.4	71.5	80.8
50	61.3	62.2	63.8	68.5
63	66.6	67.9	70.6	71.5
80	71.1	72.6	74.2	75.3
100	74.0	74.2	76.7	78.3
125	65.1	65.1	67.0	68.2
160	50.3	50.3	51.8	53.1
200	41.6	41.6	41.8	43.5
250	37.8	37.8	37.8	39.3

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO3 - Gibitzenhofstraße 43 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.3. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

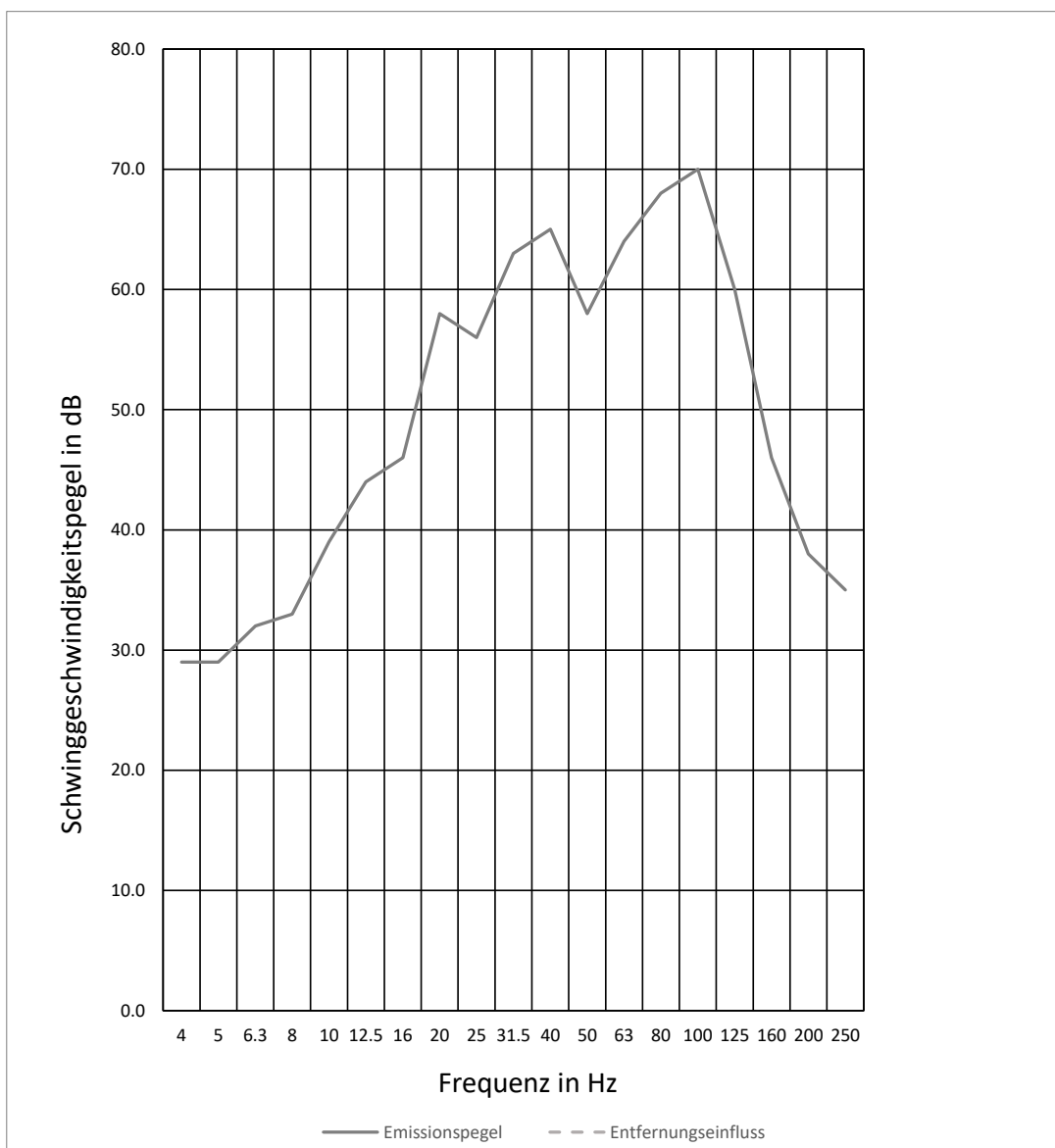
Fahrtanzahlen

Tag	735 Fahrten
Nacht	145 Fahrten

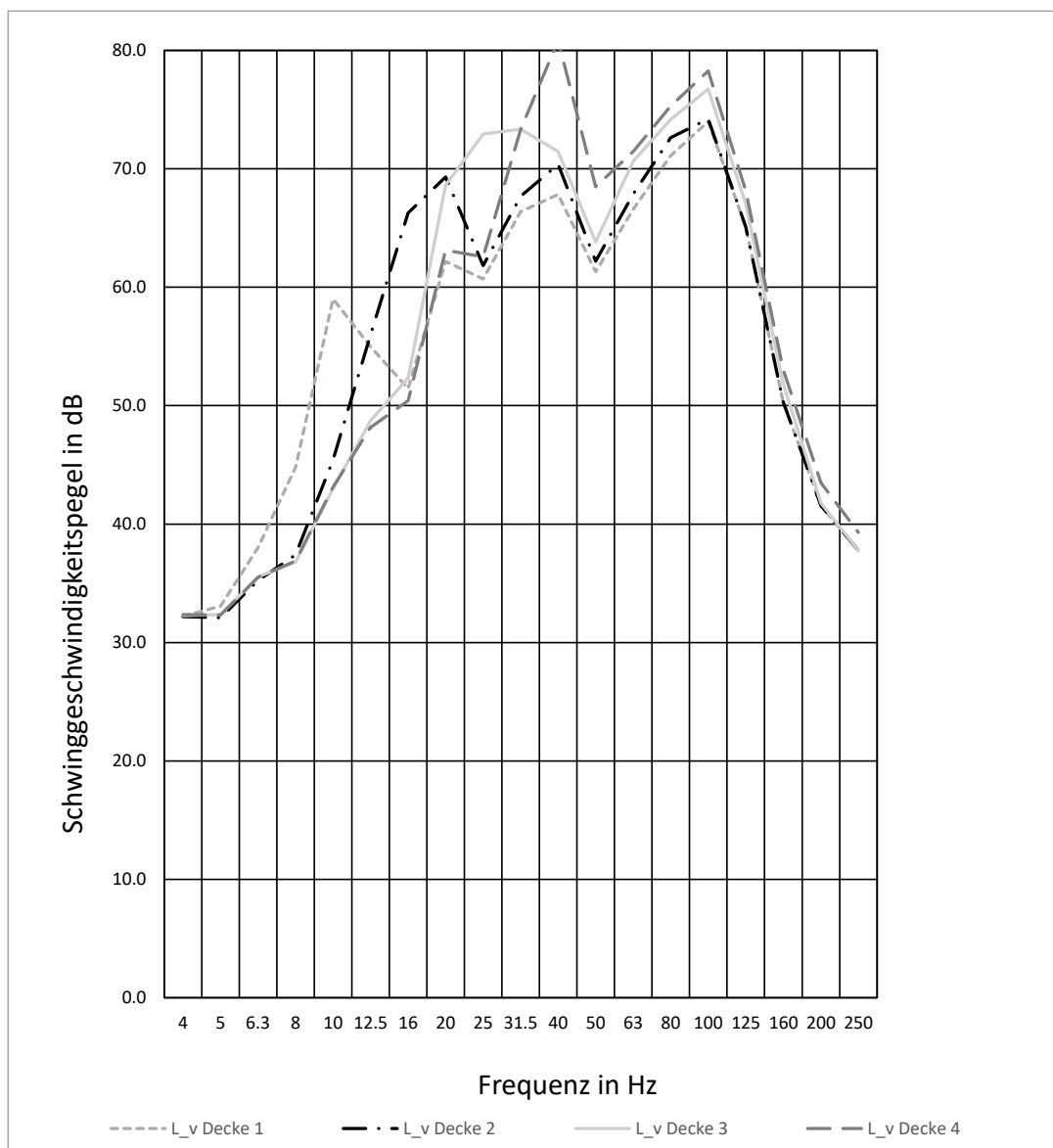
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.393	0.467	0.623	0.830
KB_Fmax =	0.589	0.701	0.935	1.245
KB_TFr Tag =	0.243	0.289	0.386	0.514
KB_FTr Nacht =	0.153	0.182	0.242	0.323
vmax [mm/s] =	0.751	0.770	1.030	1.651
L_pAm [dB(A)] =	44.6	45.5	46.5	47.4
L_pAmax [dB(A)] =	47.6	48.5	49.5	50.4
L_r Tag [dB(A)] =	40.4	41.3	42.4	43.2
L_rNacht [dB(A)] =	36.4	37.3	38.3	39.2

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO3 - Gibitzenhofstraße 43 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 3.3. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO3 - Gibitzenhofstraße 43 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.3. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO4 - Gibitzenhofstraße 48 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 3.4. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Ri60 auf Betonschwelle mit KC 330 Unterguss
Terzen korrigiert: nein

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	28.4	28.3	28.4	28.5
5	29.2	28.2	28.5	28.5
6	34.1	31.4	31.7	31.6
8	40.7	33.3	32.7	32.8
10	54.8	41.2	38.8	38.9
12.5	49.7	50.7	43.5	42.9
16	46.0	60.9	46.9	45.0
20	48.7	55.8	55.1	49.6
25	45.0	46.1	57.2	46.9
31.5	48.4	49.8	55.4	55.4
40	51.6	54.2	55.2	64.6
50	50.7	51.6	53.3	57.9
63	52.6	53.9	56.6	57.5
80	56.5	58.1	59.6	60.7
100	60.7	60.9	63.5	65.0
125	54.0	54.0	55.9	57.0
160	40.8	40.8	42.3	43.5
200	33.6	33.6	33.8	35.6
250	30.4	30.4	30.4	32.0

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO4 - Gibitzenhofstraße 48 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.4. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTM:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

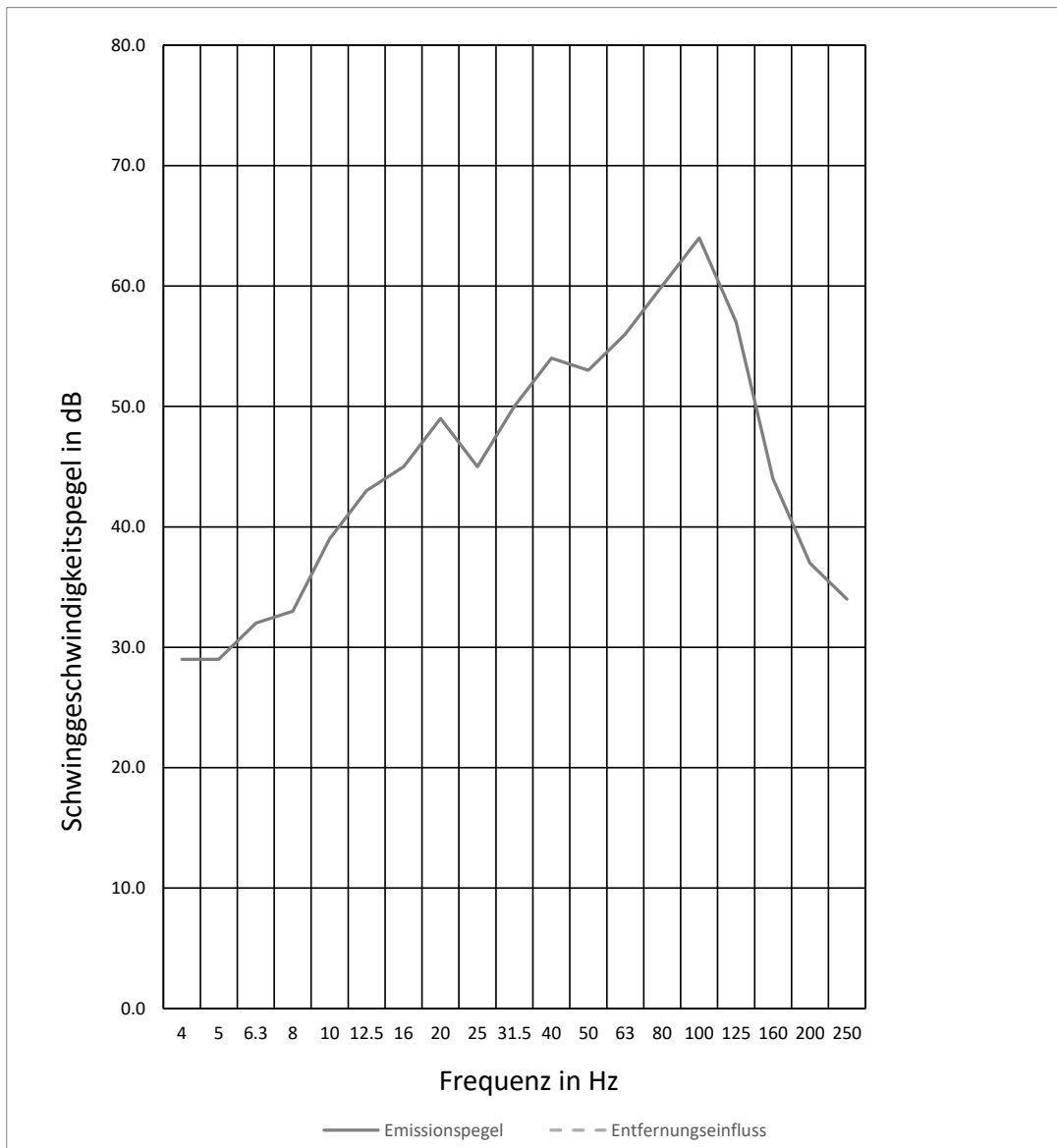
Fahrtanzahlen

Tag	366 Fahrten
Nacht	73 Fahrten

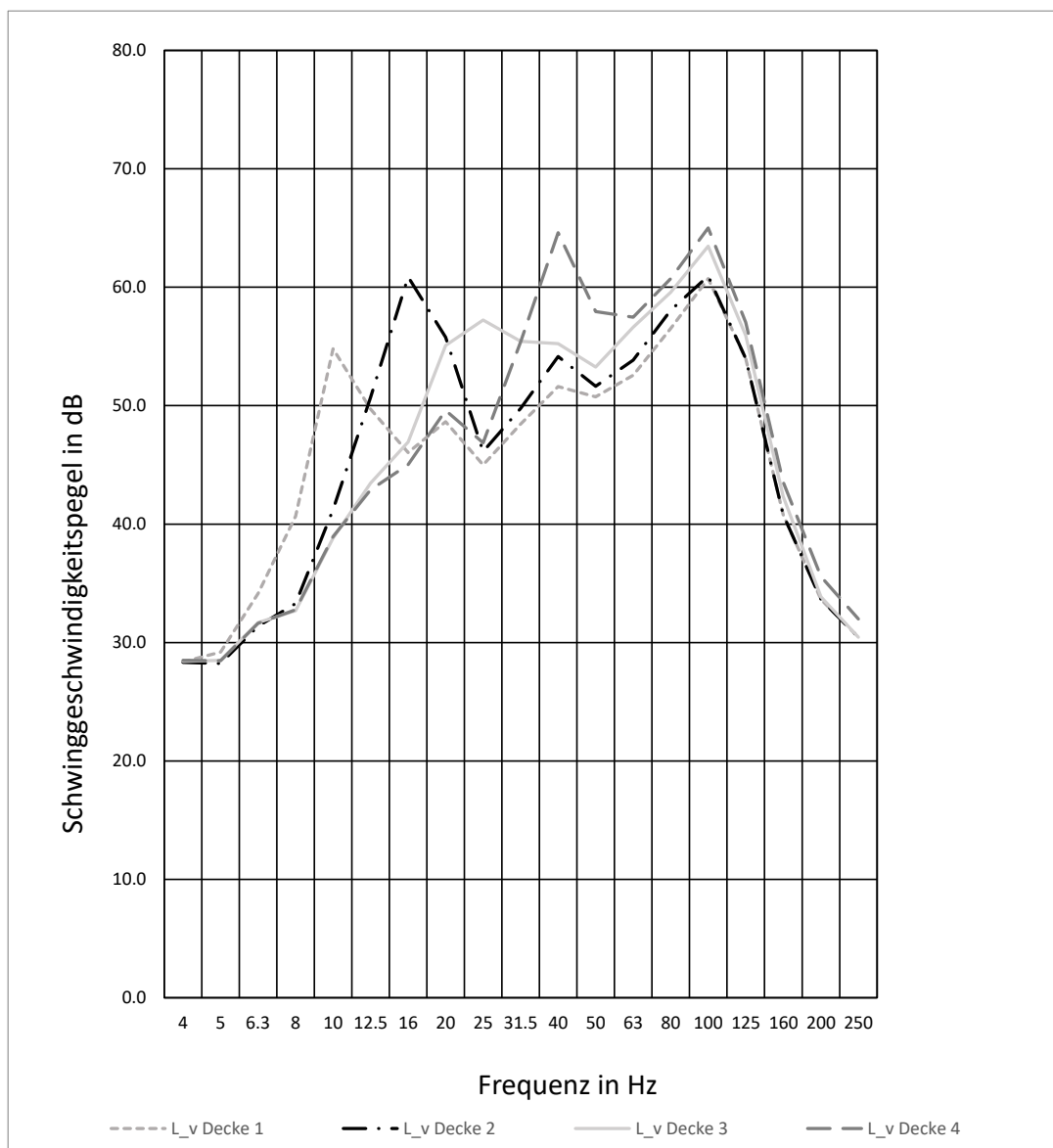
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTM =	0.086	0.108	0.121	0.154
KB_Fmax =	0.129	0.162	0.181	0.231
KB_TFr Tag =	0.038	0.047	0.053	0.067
KB_FTr Nacht =	0.024	0.030	0.033	0.043
vmax [mm/s] =	0.163	0.167	0.224	0.267
L_pAm [dB(A)] =	36.1	37.0	38.0	38.9
L_pAmax [dB(A)] =	39.1	40.0	41.0	41.9
L_rTag [dB(A)] =	28.9	29.8	30.8	31.7
L_rNacht [dB(A)] =	24.9	25.8	26.8	27.7

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO4 - Gibitzenhofstraße 48 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 3.4. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO4 - Gibitzenhofstraße 48 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.4. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO5 - Heynstraße 26 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 3.5. 1 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Ri60 auf Betonschwelle mit KC 330 Unterguss
Terzen korrigiert: nein

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	27.9	27.8	27.9	28.0
5	28.7	27.7	28.0	28.0
6	33.6	30.9	31.2	31.1
8	40.1	32.7	32.1	32.2
10	54.3	40.7	38.3	38.4
12.5	49.1	50.1	42.9	42.3
16	45.4	60.3	46.3	44.4
20	48.0	55.2	54.5	49.0
25	44.3	45.5	56.6	46.2
31.5	47.8	49.1	54.7	54.7
40	50.9	53.4	54.5	63.9
50	49.9	50.8	52.4	57.1
63	51.7	52.9	55.7	56.5
80	55.5	57.0	58.6	59.7
100	59.6	59.8	62.3	63.8
125	52.6	52.6	54.6	55.7
160	39.6	39.6	41.1	42.3
200	32.5	32.5	32.7	34.5
250	29.5	29.5	29.5	31.0

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO5 - Heynestraße 26 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.5. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

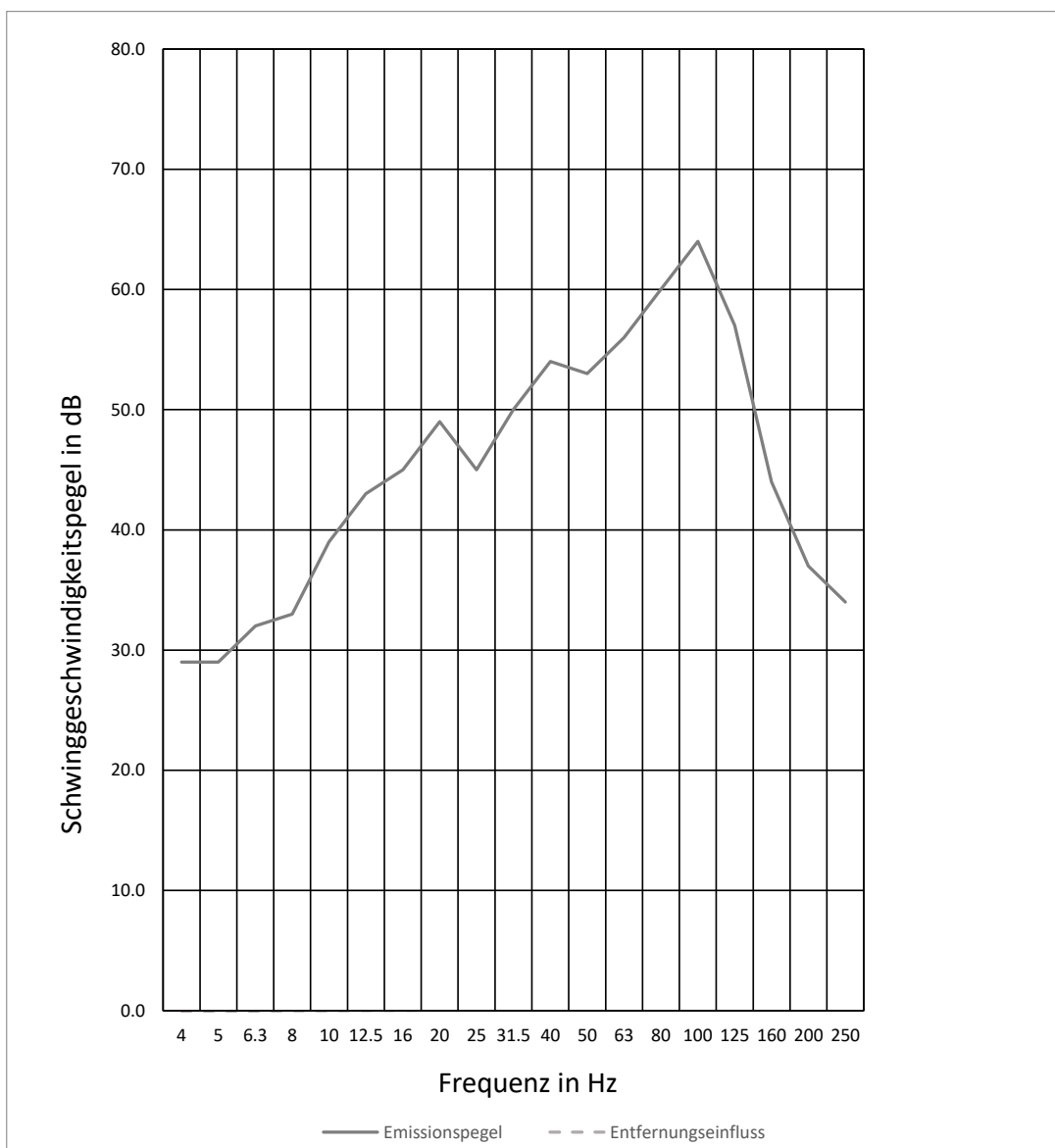
Fahrtanzahlen

Tag	553 Fahrten
Nacht	118 Fahrten

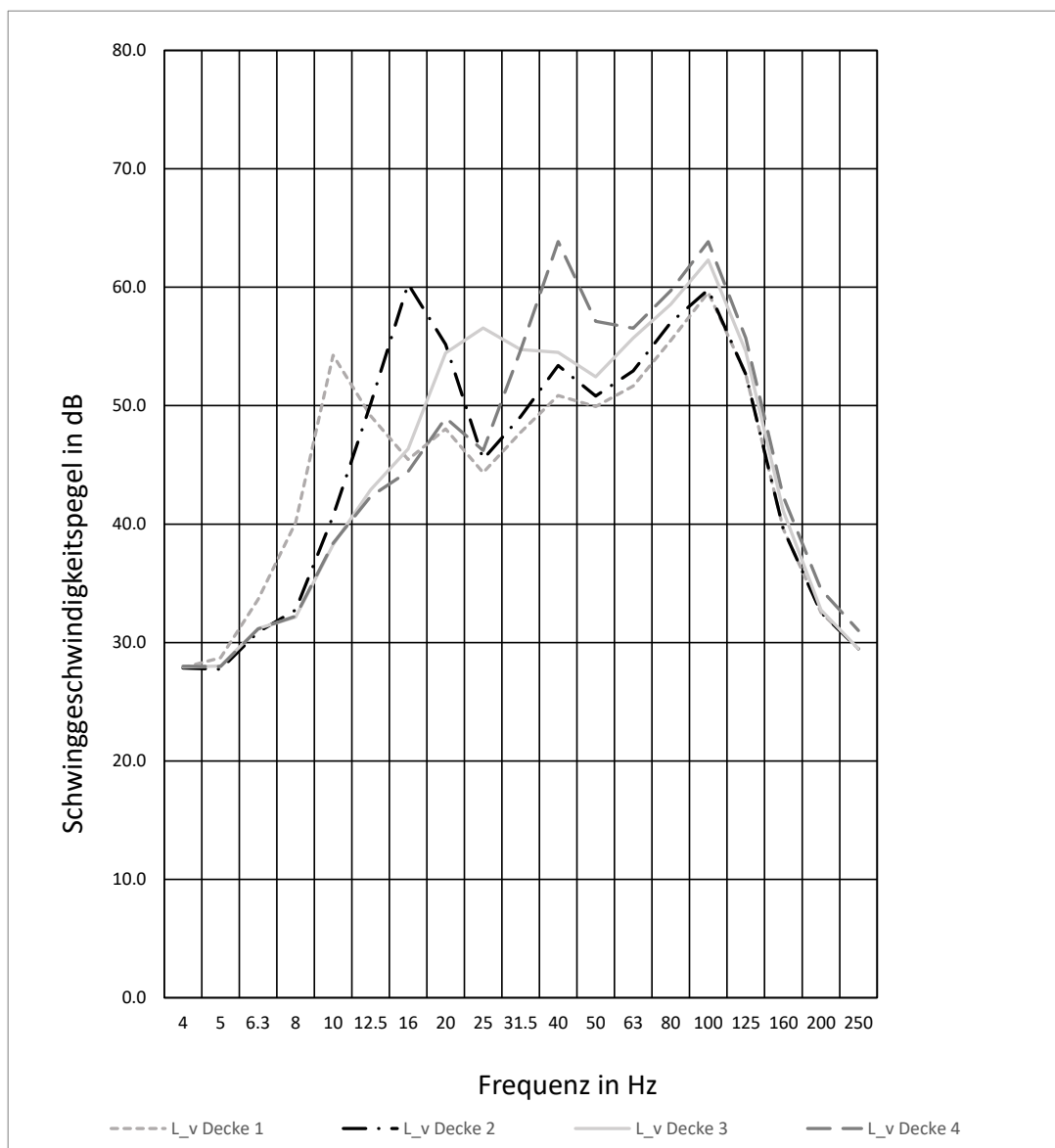
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.077	0.098	0.108	0.138
KB_Fmax =	0.115	0.147	0.162	0.207
KB_TFr Tag =	0.041	0.052	0.058	0.074
KB_FTr Nacht =	0.027	0.034	0.038	0.048
vmax [mm/s] =	0.143	0.155	0.196	0.234
L_pAm [dB(A)] =	35.5	36.4	37.4	38.3
L_pAmax [dB(A)] =	38.5	39.4	40.4	41.3
L_r Tag [dB(A)] =	30.1	31.0	32.0	32.9
L_rNacht [dB(A)] =	26.4	27.3	28.3	29.2

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO5 - Heynestraße 26 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 3.5. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO5 - Heynestraße 26 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.5. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO6 - Seufferstraße 1 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 3.6. 1 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Ri60 auf Betonschwelle mit KC 330 Unterguss
Terzen korrigiert: nein

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	28.1	28.1	28.2	28.2
5	28.9	28.0	28.2	28.2
6	33.9	31.1	31.4	31.4
8	40.4	33.0	32.4	32.5
10	54.5	40.9	38.5	38.7
12.5	49.4	50.4	43.2	42.6
16	45.7	60.6	46.6	44.7
20	48.3	55.5	54.8	49.3
25	44.7	45.8	56.9	46.5
31.5	48.1	49.4	55.1	55.0
40	51.2	53.8	54.9	64.2
50	50.3	51.2	52.8	57.5
63	52.1	53.4	56.2	57.0
80	56.0	57.5	59.1	60.2
100	60.1	60.4	62.9	64.4
125	53.3	53.3	55.3	56.4
160	40.2	40.2	41.7	42.9
200	33.1	33.1	33.3	35.0
250	30.0	30.0	30.0	31.5

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO6 - Seufferstraße 1 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.6. 2 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

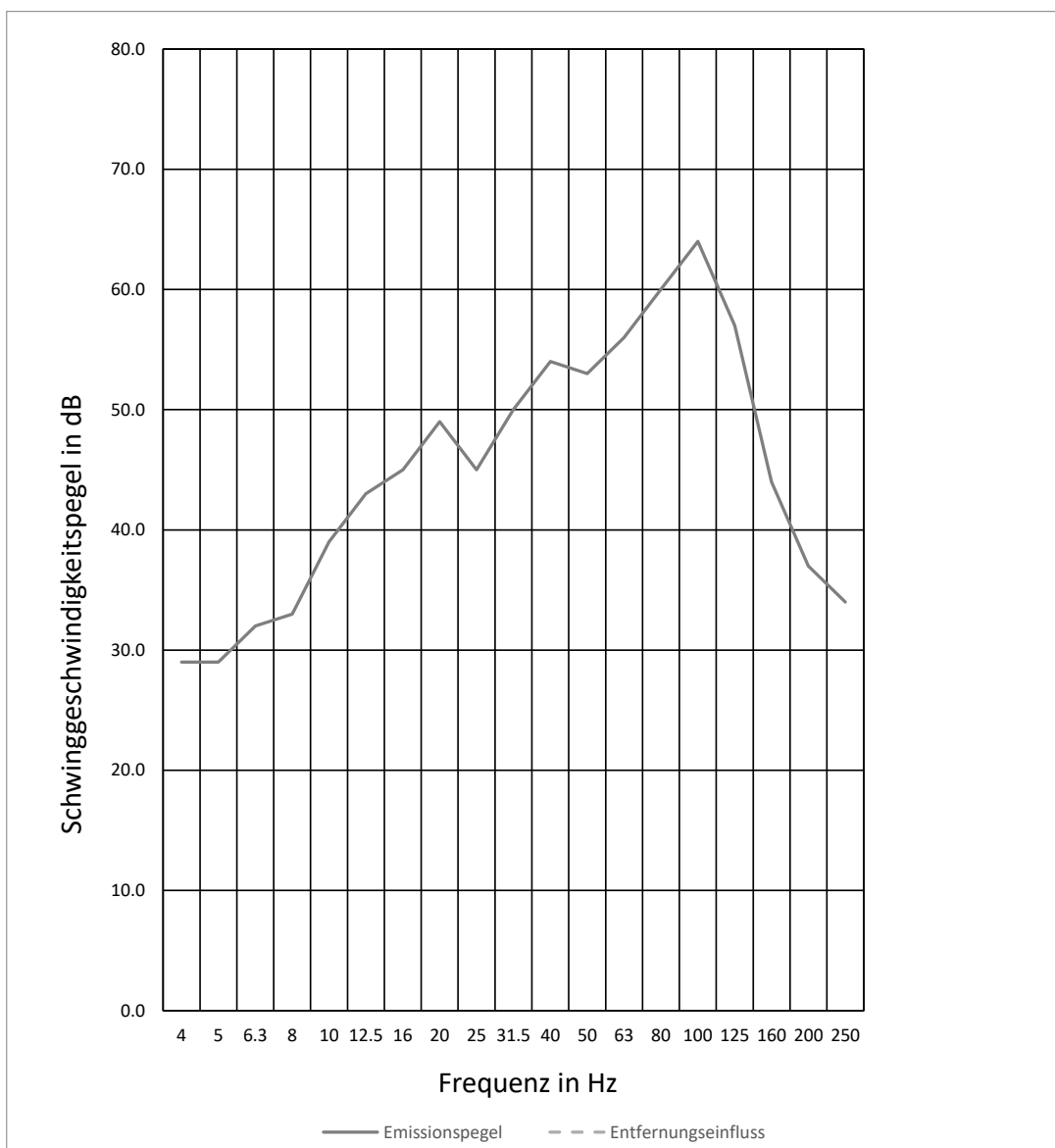
Fahrtanzahlen

Tag	553 Fahrten
Nacht	118 Fahrten

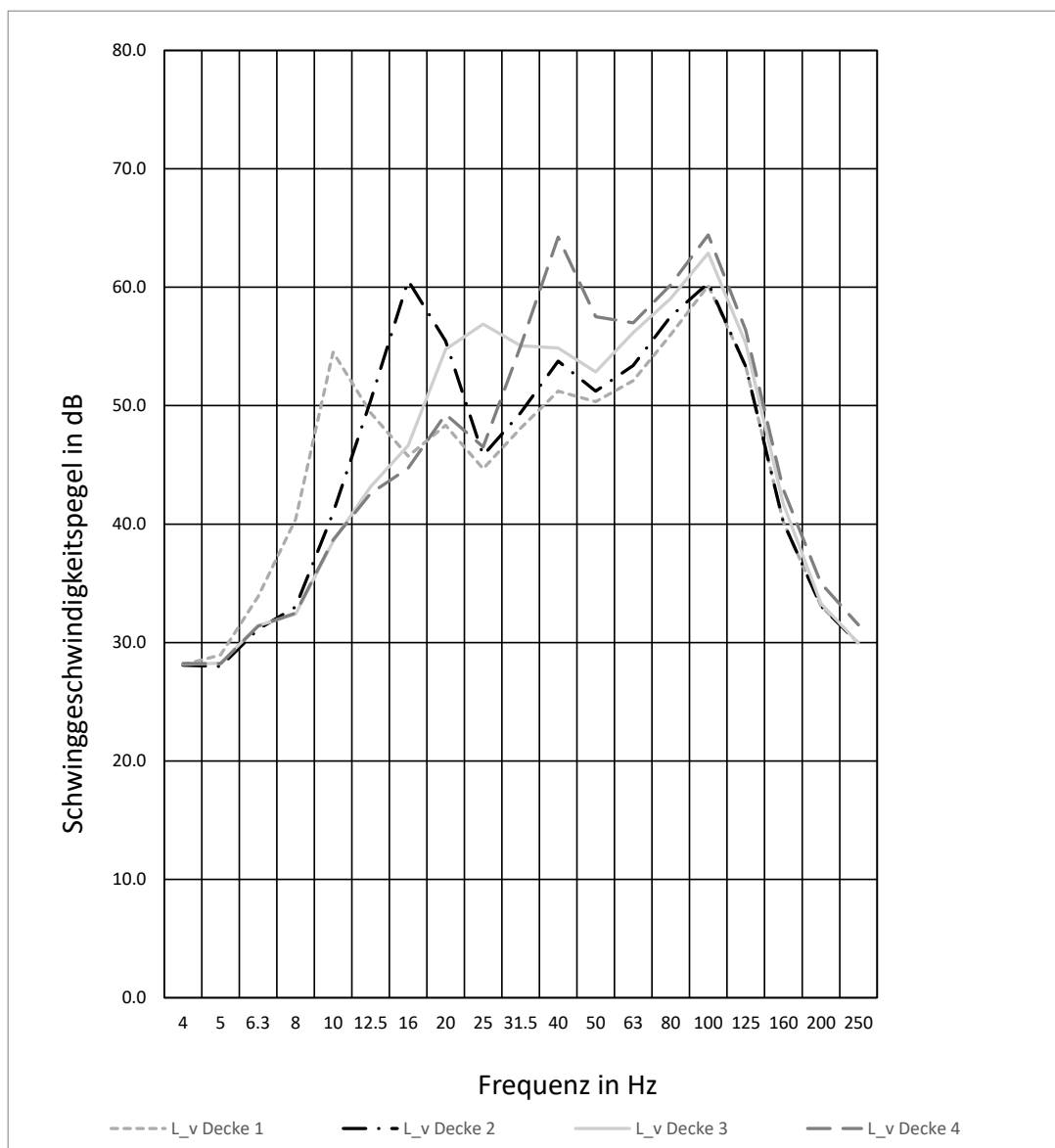
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.081	0.103	0.114	0.146
KB_Fmax =	0.122	0.154	0.171	0.219
KB_TFr Tag =	0.044	0.055	0.061	0.078
KB_FTr Nacht =	0.029	0.036	0.040	0.051
vmax [mm/s] =	0.152	0.160	0.209	0.250
L_pAm [dB(A)] =	35.8	36.7	37.7	38.6
L_pAmax [dB(A)] =	38.8	39.7	40.7	41.6
L_r Tag [dB(A)] =	30.4	31.3	32.3	33.2
L_rNacht [dB(A)] =	26.7	27.6	28.6	29.5

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO6 - Seufferstraße 1 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 3.6. 3 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO6 - Seufferstraße 1 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.6. 4 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO7 - Landgrabenstraße 83 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 3.7. 1 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Ri60 auf Betonschwelle mit KC 330 Unterguss
Terzen korrigiert: nein

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	28.1	28.1	28.2	28.2
5	28.9	28.0	28.2	28.2
6	33.9	31.1	31.4	31.4
8	40.4	33.0	32.4	32.5
10	54.5	40.9	38.5	38.7
12.5	49.4	50.4	43.2	42.6
16	45.7	60.6	46.6	44.7
20	48.3	55.5	54.8	49.3
25	44.7	45.8	56.9	46.5
31.5	48.1	49.4	55.1	55.0
40	51.2	53.8	54.9	64.2
50	50.3	51.2	52.8	57.5
63	52.1	53.4	56.2	57.0
80	56.0	57.5	59.1	60.2
100	60.1	60.4	62.9	64.4
125	53.3	53.3	55.3	56.4
160	40.2	40.2	41.7	42.9
200	33.1	33.1	33.3	35.0
250	30.0	30.0	30.0	31.5

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO7 - Landgrabenstraße 83 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.7. 2 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Legende

KB_FTM:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

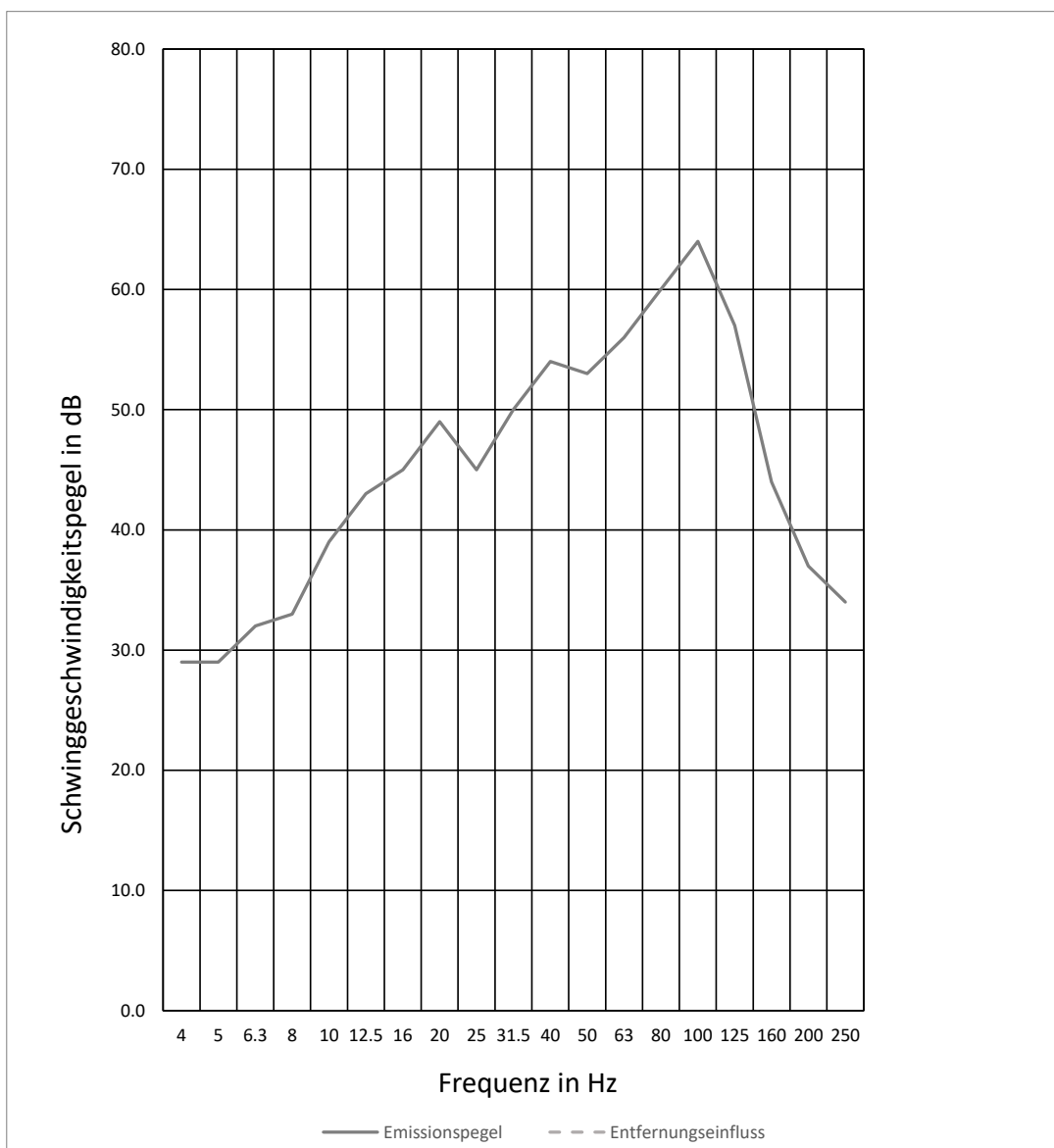
Fahrtanzahlen

Tag	553 Fahrten
Nacht	118 Fahrten

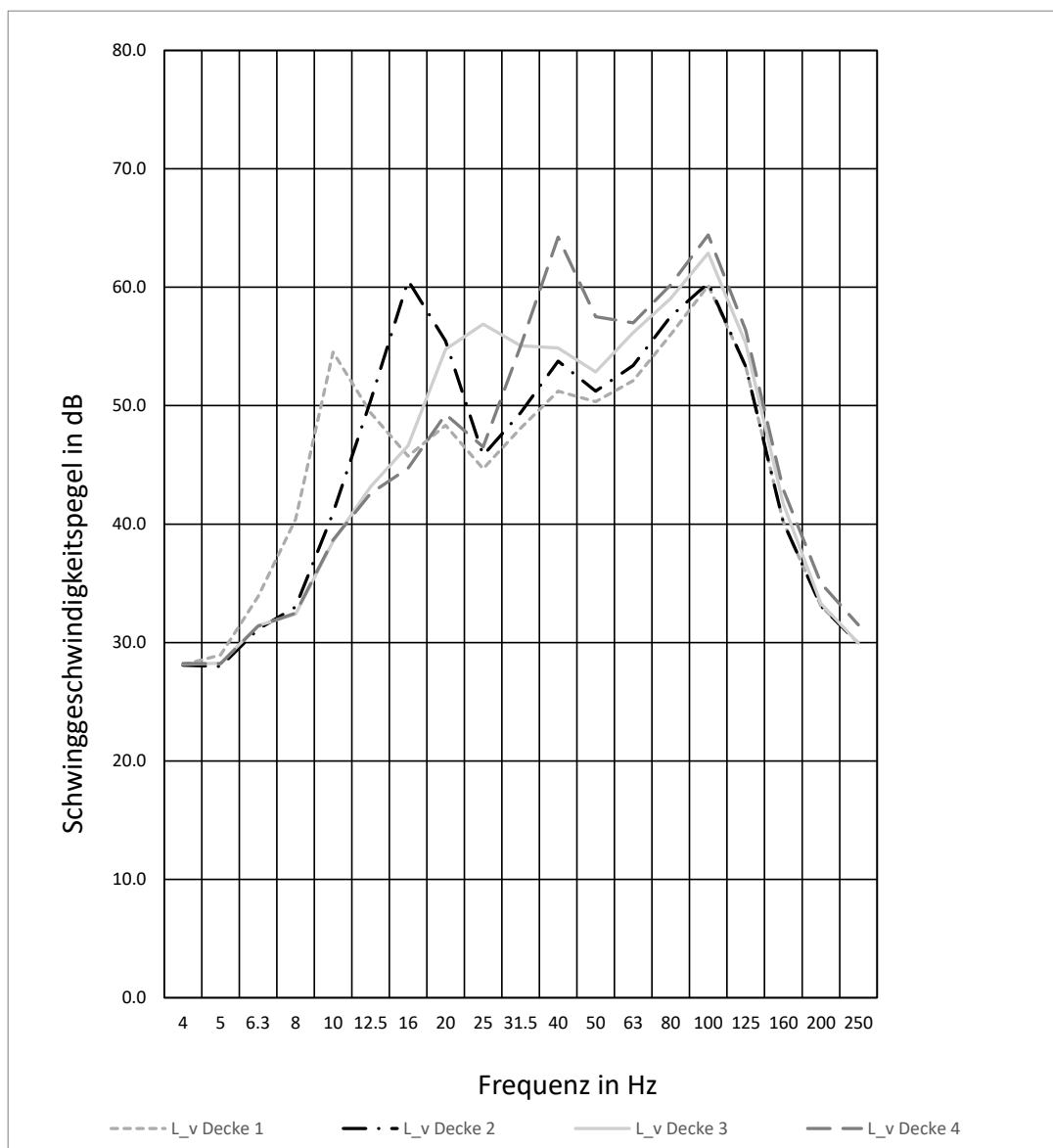
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTM =	0.081	0.103	0.114	0.146
KB_Fmax =	0.122	0.154	0.171	0.219
KB_TFr Tag =	0.044	0.055	0.061	0.078
KB_FTr Nacht =	0.029	0.036	0.040	0.051
vmax [mm/s] =	0.152	0.160	0.209	0.250
L_pAm [dB(A)] =	35.8	36.7	37.7	38.6
L_pAmax [dB(A)] =	38.8	39.7	40.7	41.6
L_r Tag [dB(A)] =	30.4	31.3	32.3	33.2
L_rNacht [dB(A)] =	26.7	27.6	28.6	29.5

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO7 - Landgrabenstraße 83 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 3.7. 3 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO7 - Landgrabenstraße 83 - Prognose-Nullfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 3.7. 4 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO1 - Gibitzenhofstraße 39 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 4.1. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City
Terzen korrigiert: ja, Weichenzuschlag

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	28.9	28.9	29.0	29.0
5	29.7	28.8	29.0	29.0
6	34.7	31.9	32.2	32.2
8	41.3	33.9	33.3	33.4
10	55.4	41.8	39.4	39.5
12.5	51.3	52.3	45.1	44.5
16	47.7	62.5	48.6	46.7
20	58.3	65.5	64.8	59.3
25	56.7	57.8	68.9	58.6
31.5	62.2	63.5	69.2	69.1
40	63.4	66.0	67.1	76.4
50	56.6	57.5	59.2	63.8
63	61.5	62.8	65.6	66.4
80	65.6	67.1	68.7	69.8
100	68.0	68.2	70.7	72.2
125	58.4	58.4	60.3	61.4
160	44.1	44.1	45.6	46.8
200	35.8	35.8	36.0	37.7
250	32.5	32.5	32.5	34.0

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO1 - Gibitzenhofstraße 39 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.1. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

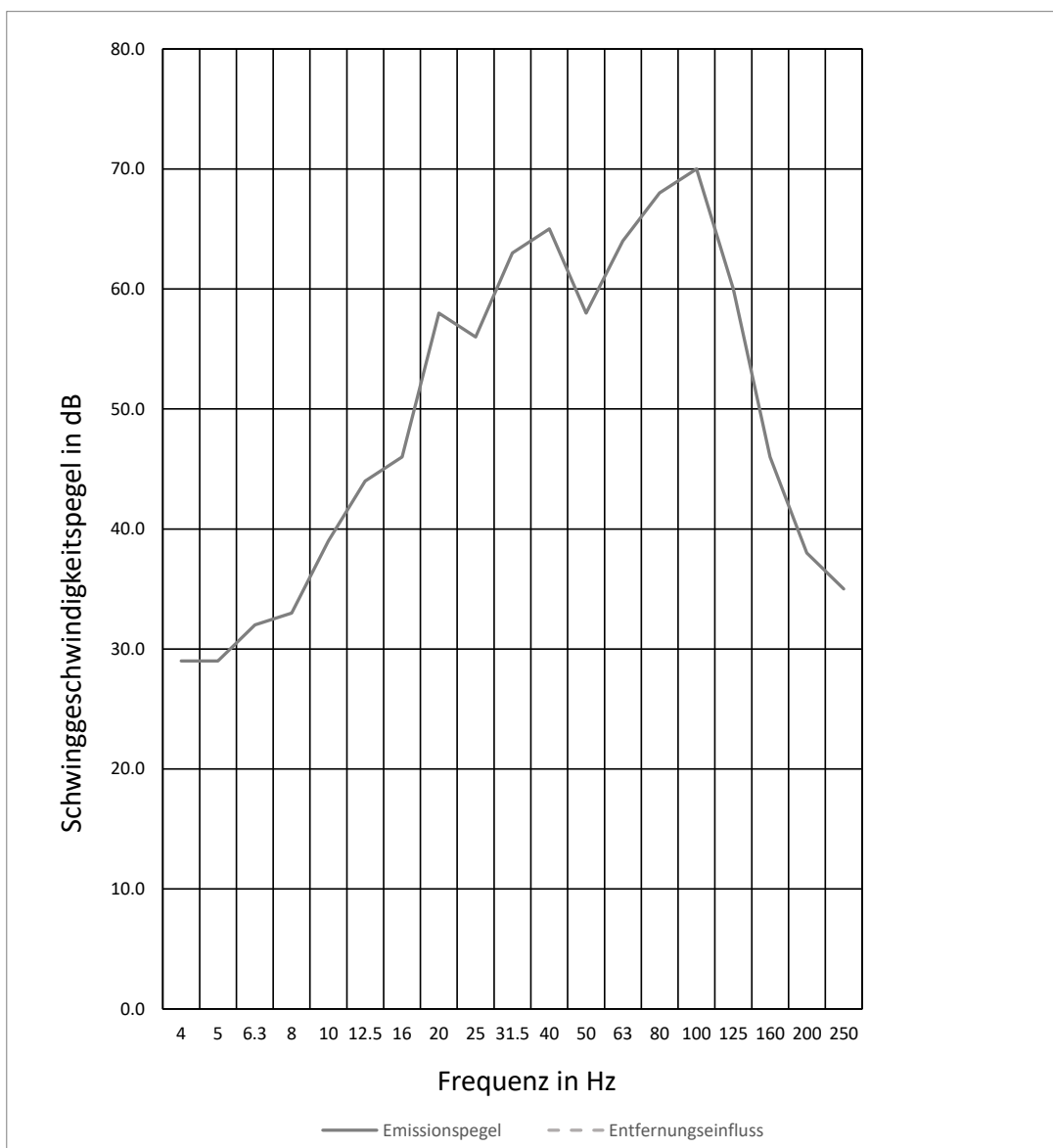
Fahrtanzahlen

Tag	553 Fahrten
Nacht	118 Fahrten

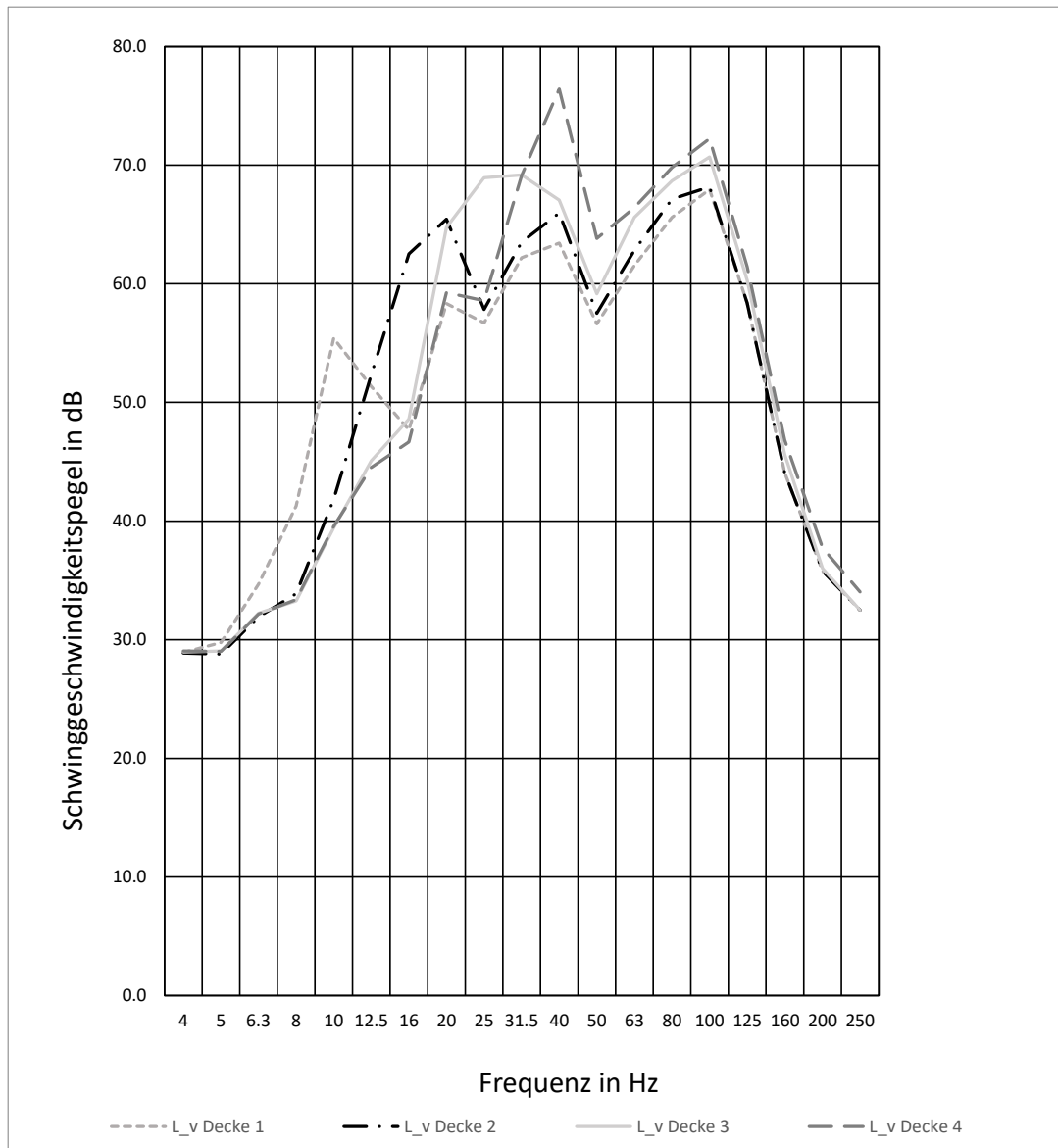
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.213	0.261	0.350	0.470
KB_Fmax =	0.319	0.392	0.525	0.705
KB_TFr Tag =	0.114	0.140	0.188	0.252
KB_FTr Nacht =	0.075	0.092	0.123	0.165
vmax [mm/s] =	0.375	0.384	0.514	0.995
L_pAm [dB(A)] =	41.4	42.3	43.4	44.3
L_pAmax [dB(A)] =	44.4	45.3	46.4	47.3
L_r Tag [dB(A)] =	36.0	36.9	37.9	38.9
L_rNacht [dB(A)] =	32.3	33.2	34.2	35.2

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO1 - Gibitzenhofstraße 39 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 4.1. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO1 - Gibitzenhofstraße 39 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.1. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO2 - Gibitzenhofstraße 40 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 4.2. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City
Terzen korrigiert: ja, Weichenzuschlag

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	27.9	27.8	27.9	28.0
5	28.7	27.7	28.0	28.0
6	33.6	30.9	31.2	31.1
8	40.1	32.7	32.1	32.2
10	54.3	40.7	38.3	38.4
12.5	50.1	51.1	43.9	43.3
16	46.4	61.3	47.3	45.4
20	57.0	64.2	63.5	58.0
25	55.3	56.5	67.6	57.2
31.5	60.8	62.1	67.7	67.7
40	61.9	64.4	65.5	74.9
50	54.9	55.8	57.4	62.1
63	59.7	60.9	63.7	64.5
80	63.5	65.0	66.6	67.7
100	65.6	65.8	68.3	69.8
125	55.6	55.6	57.6	58.7
160	41.6	41.6	43.1	44.3
200	33.5	33.5	33.7	35.5
250	30.5	30.5	30.5	32.0

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO2 - Gibitzenhofstraße 40 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.2. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

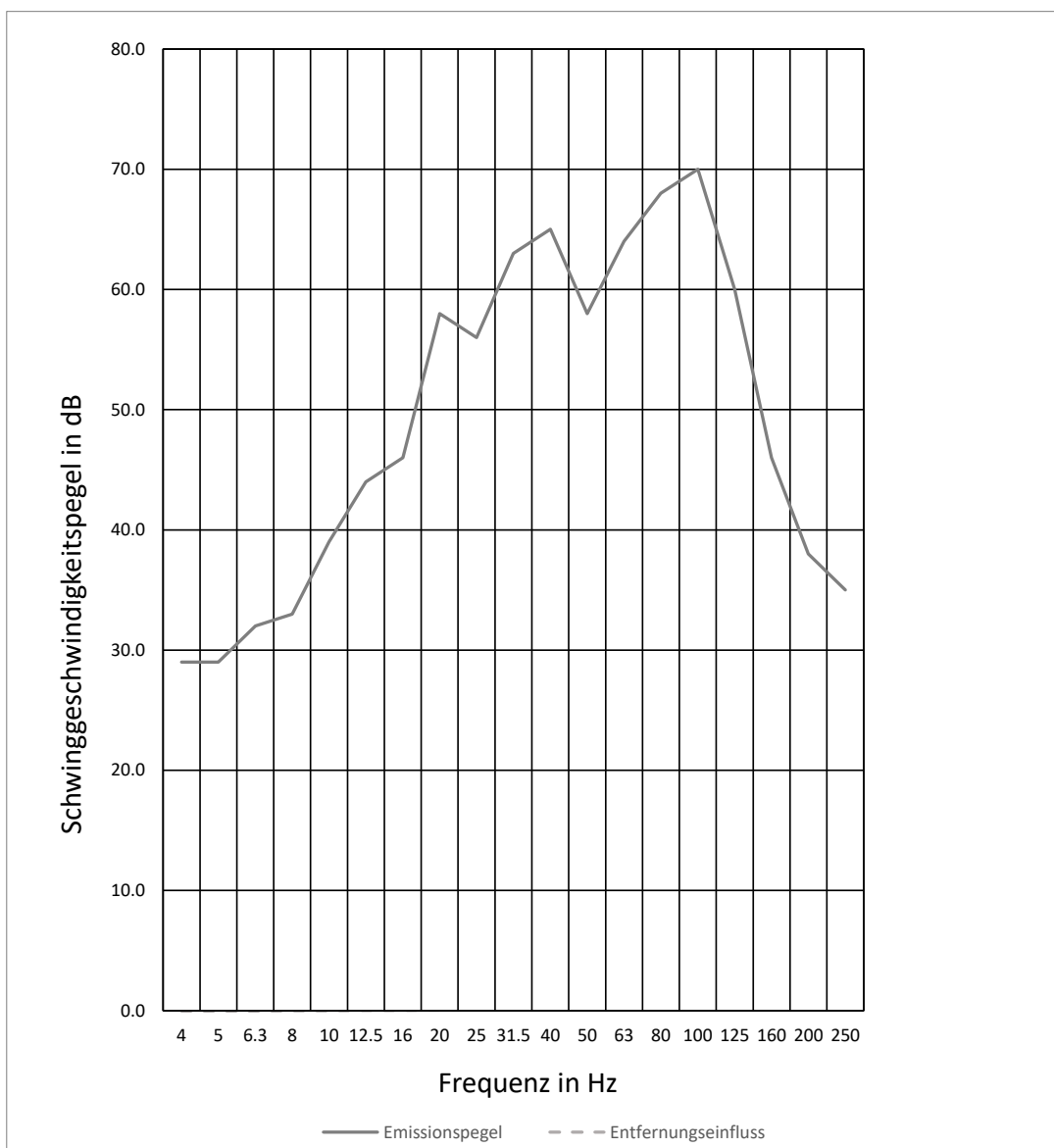
Fahrtanzahlen

Tag	551 Fahrten
Nacht	99 Fahrten

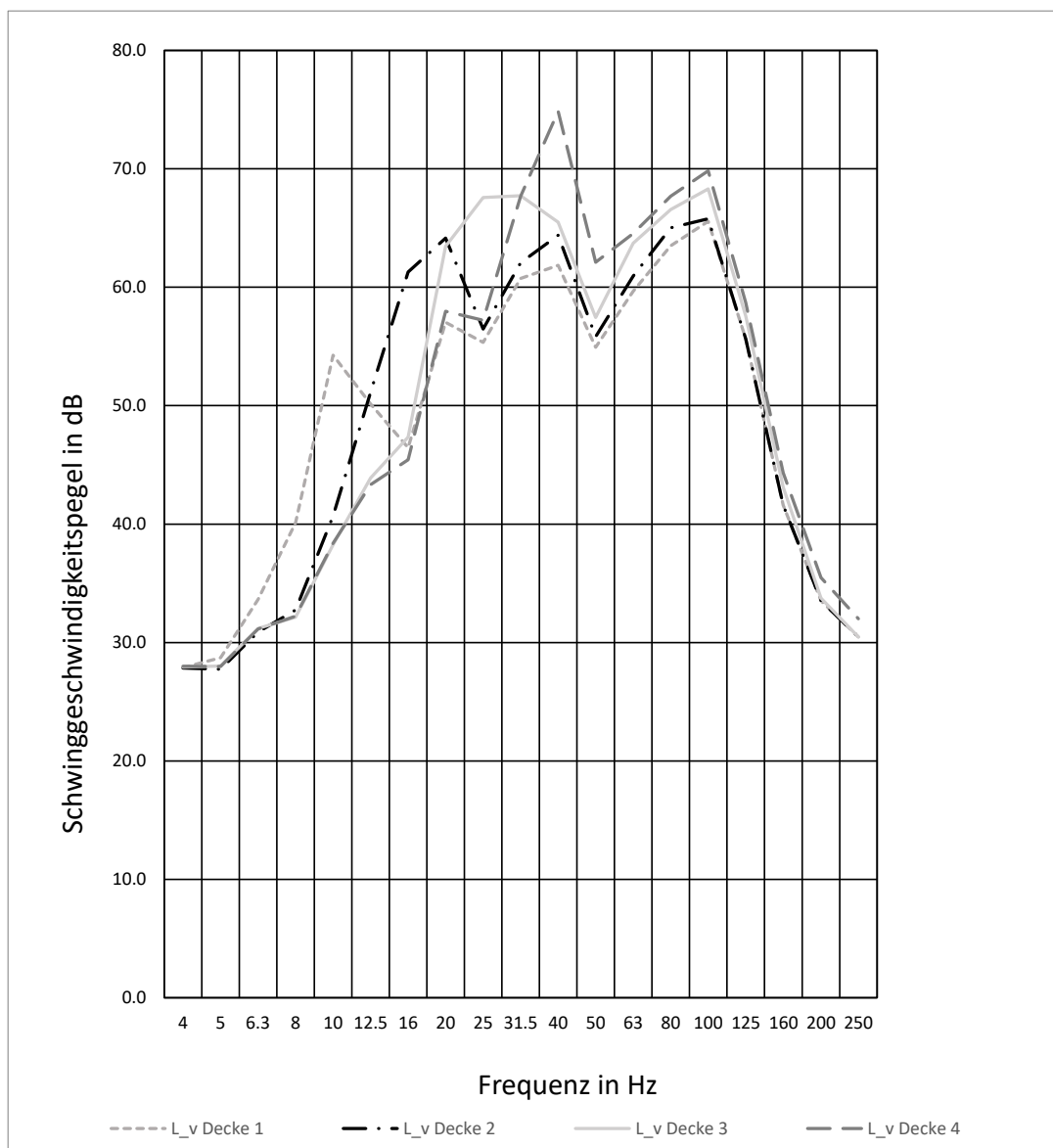
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.169	0.211	0.284	0.382
KB_Fmax =	0.254	0.317	0.426	0.574
KB_TFr Tag =	0.091	0.113	0.152	0.205
KB_FTr Nacht =	0.054	0.068	0.091	0.123
vmax [mm/s] =	0.285	0.292	0.390	0.830
L_pAm [dB(A)] =	40.2	41.1	42.1	43.1
L_pAmax [dB(A)] =	43.2	44.1	45.1	46.1
L_rTag [dB(A)] =	34.8	35.7	36.7	37.6
L_rNacht [dB(A)] =	30.3	31.2	32.3	33.2

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO2 - Gibitzenhofstraße 40 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 4.2. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO2 - Gibitzenhofstraße 40 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.2. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO3 - Gibitzenhofstraße 43 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 4.3. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City
Terzen korrigiert: ja, Weichenzuschlag

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

fTn Hz	L_v Decke 1 dB	L_v Decke 2 dB	L_v Decke 3 dB	L_v Decke 4 dB
4	32.2	32.2	32.3	32.3
5	33.1	32.1	32.4	32.3
6	38.0	35.2	35.5	35.5
8	44.8	37.4	36.8	36.9
10	59.0	45.4	43.0	43.1
12.5	55.0	56.0	48.7	48.2
16	51.4	66.3	52.3	50.4
20	62.2	69.3	68.6	63.1
25	60.7	61.8	72.9	62.6
31.5	66.4	67.7	73.4	73.3
40	67.8	70.4	71.5	80.8
50	61.3	62.2	63.8	68.5
63	66.6	67.9	70.6	71.5
80	71.1	72.6	74.2	75.3
100	74.0	74.2	76.7	78.3
125	65.1	65.1	67.0	68.2
160	50.3	50.3	51.8	53.1
200	41.6	41.6	41.8	43.5
250	37.8	37.8	37.8	39.3

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO3 - Gibitzenhofstraße 43 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.3. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTM:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

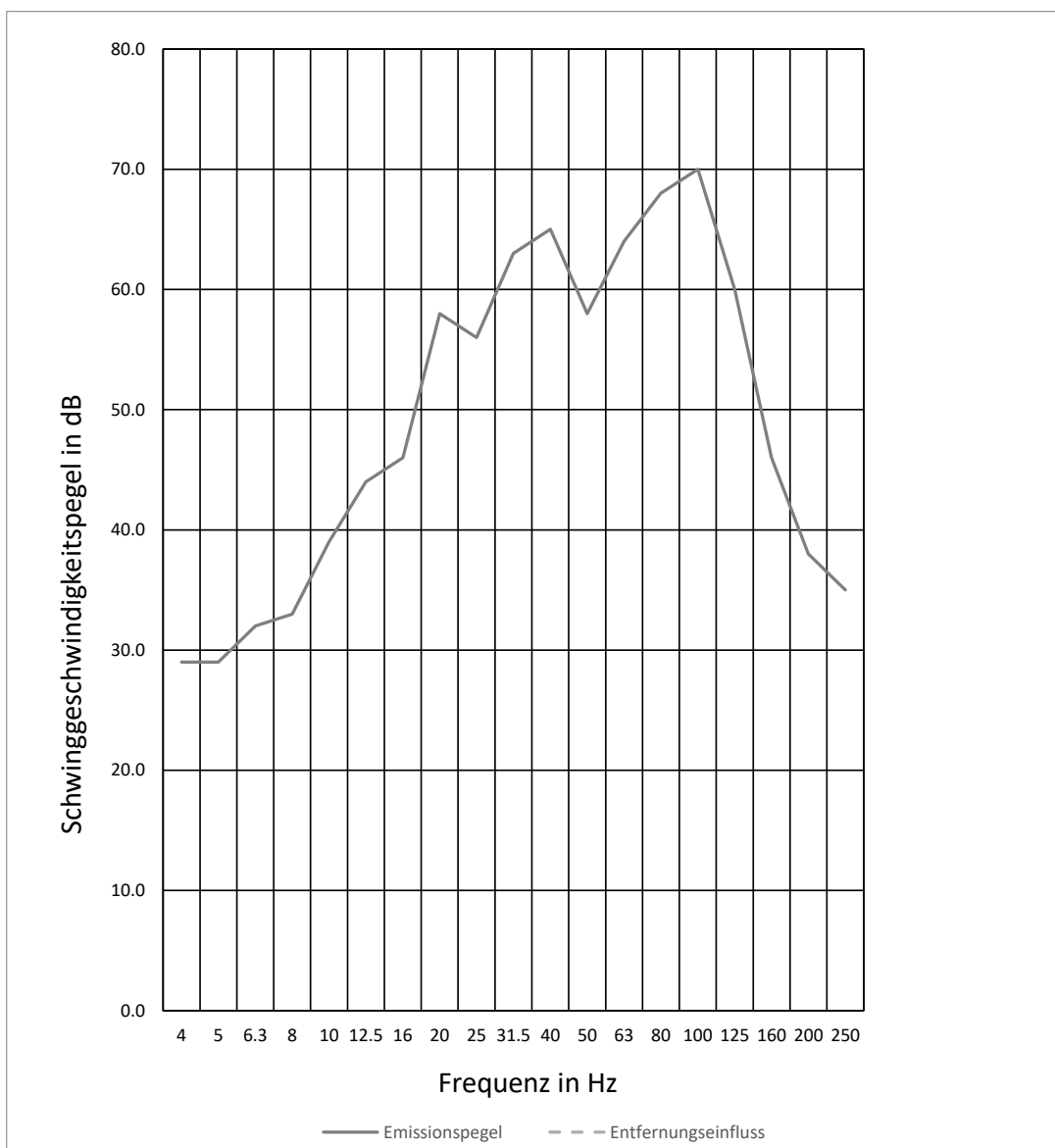
Fahrtanzahlen

Tag	735 Fahrten
Nacht	145 Fahrten

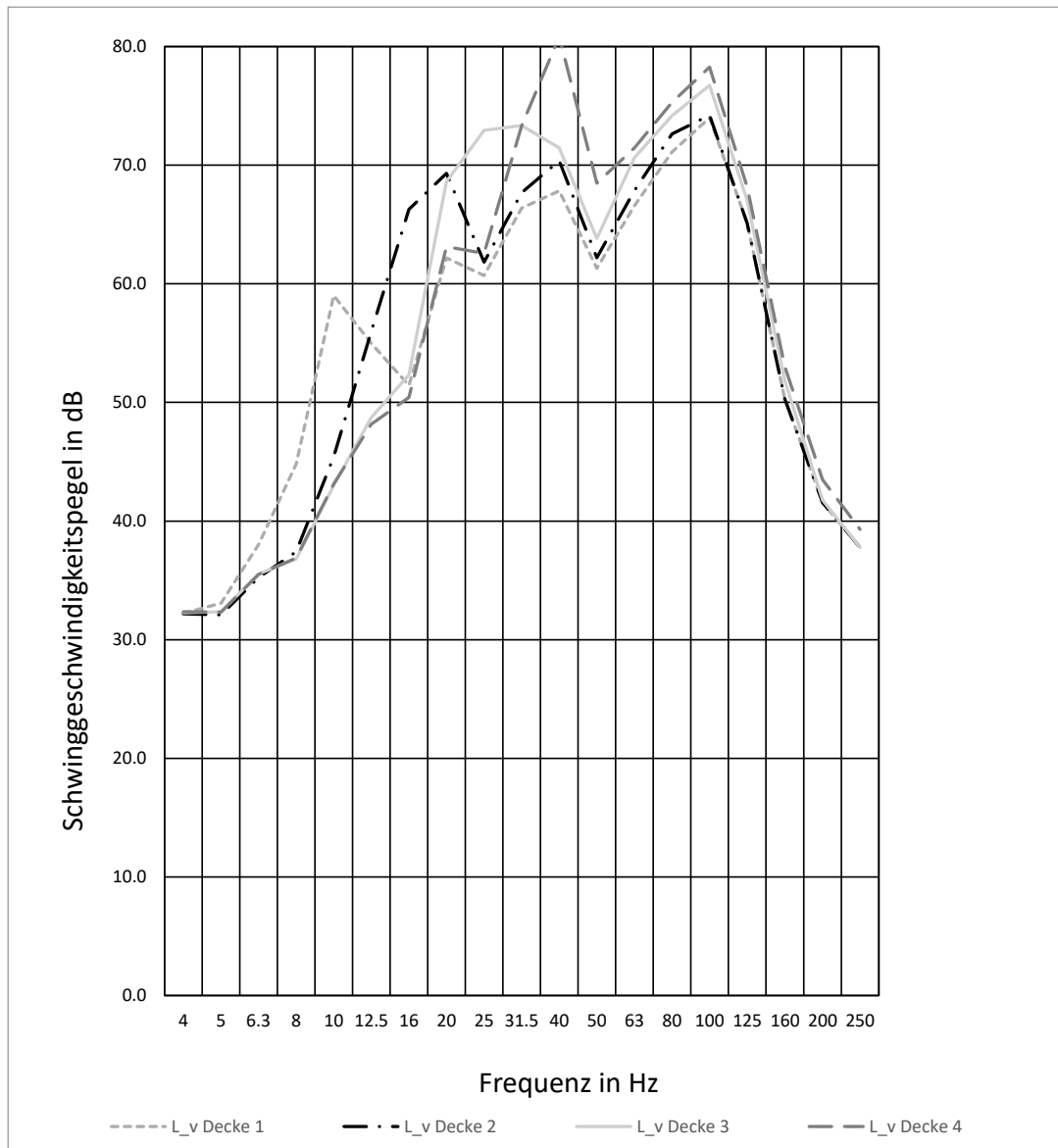
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTM =	0.393	0.467	0.623	0.830
KB_Fmax =	0.589	0.701	0.935	1.245
KB_TFr Tag =	0.243	0.289	0.386	0.514
KB_FTr Nacht =	0.153	0.182	0.242	0.323
vmax [mm/s] =	0.751	0.770	1.030	1.651
L_pAm [dB(A)] =	44.6	45.5	46.5	47.4
L_pAmax [dB(A)] =	47.6	48.5	49.5	50.4
L_r Tag [dB(A)] =	40.4	41.3	42.4	43.2
L_rNacht [dB(A)] =	36.4	37.3	38.3	39.2

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO3 - Gibitzenhofstraße 43 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 4.3. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO3 - Gibitzenhofstraße 43 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.3. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO4 - Gibitzenhofstraße 48 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 4.4. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City
Terzen korrigiert: nein

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

Minderungsmaßnahmen: keine Maßnahmen berücksichtigt

KB-Werte: KB-Werte berechnet

Körperschall: Körperschallimmissionen berechnet

Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

f_{Tn}	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
Hz	dB	dB	dB	dB
4	28.9	28.9	29.0	29.0
5	29.7	28.8	29.0	29.0
6	34.7	31.9	32.2	32.2
8	41.3	33.9	33.3	33.4
10	55.4	41.8	39.4	39.5
12.5	50.3	51.3	44.1	43.5
16	46.7	61.5	47.6	45.7
20	49.3	56.5	55.8	50.3
25	45.7	46.8	57.9	47.6
31.5	49.2	50.5	56.2	56.1
40	52.4	55.0	56.1	65.4
50	51.6	52.5	54.2	58.8
63	53.5	54.8	57.6	58.4
80	57.6	59.1	60.7	61.8
100	62.0	62.2	64.7	66.2
125	55.4	55.4	57.3	58.4
160	42.1	42.1	43.6	44.8
200	34.8	34.8	35.0	36.7
250	31.5	31.5	31.5	33.0

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO4 - Gibitzenhofstraße 48 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.4. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

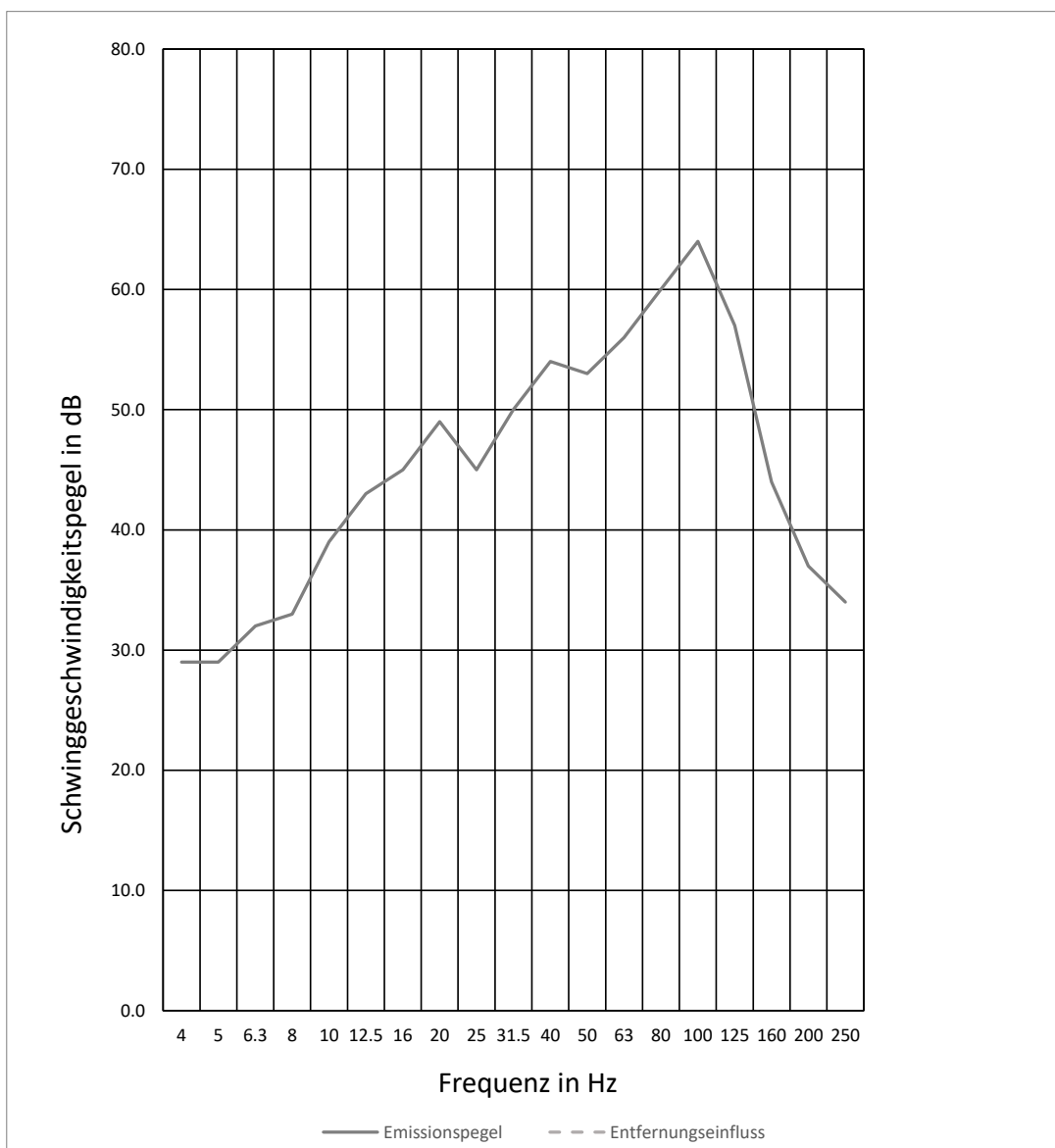
Fahrtanzahlen

Tag	366 Fahrten
Nacht	73 Fahrten

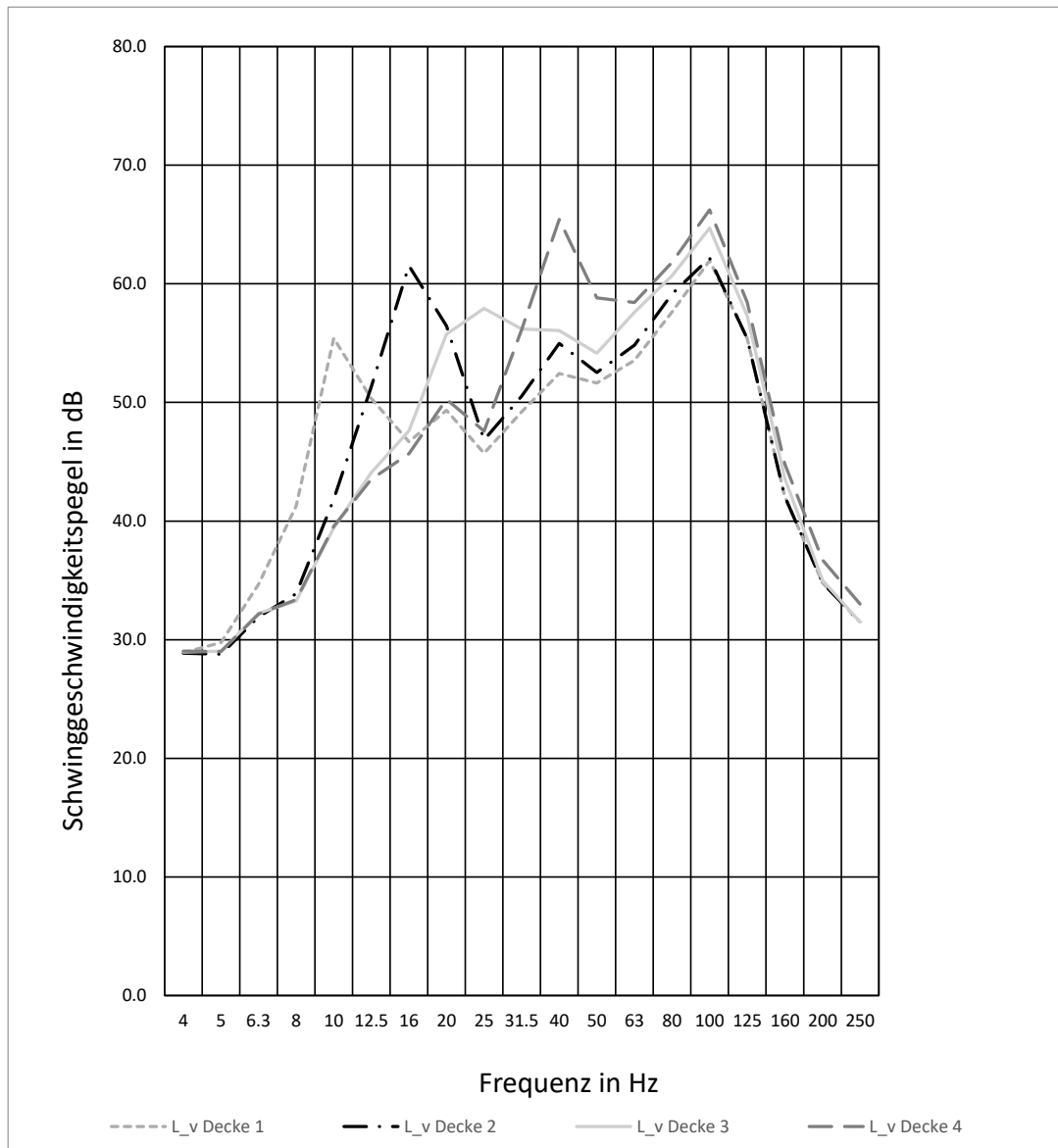
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.097	0.121	0.136	0.174
KB_Fmax =	0.146	0.181	0.204	0.260
KB_TFr Tag =	0.042	0.053	0.060	0.076
KB_FTr Nacht =	0.027	0.033	0.038	0.048
vmax [mm/s] =	0.188	0.193	0.258	0.307
L_pAm [dB(A)] =	36.7	37.6	38.6	39.5
L_pAmax [dB(A)] =	39.7	40.6	41.6	42.5
L_rTag [dB(A)] =	29.5	30.4	31.4	32.3
L_rNacht [dB(A)] =	25.5	26.4	27.4	28.3

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO4 - Gibitzenhofstraße 48 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 4.4. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO4 - Gibitzenhofstraße 48 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.4. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO5 - Heynestraße 26 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 4.5. 1 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City
Terzen korrigiert: nein

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	29.2	29.2	29.3	29.3
5	30.0	29.1	29.3	29.3
6	35.0	32.2	32.5	32.5
8	41.6	34.2	33.6	33.7
10	55.8	42.2	39.8	39.9
12.5	50.7	51.7	44.4	43.9
16	47.0	61.9	47.9	46.0
20	49.7	56.8	56.1	50.6
25	46.1	47.2	58.3	48.0
31.5	49.6	50.9	56.6	56.6
40	52.9	55.4	56.5	65.9
50	52.1	53.0	54.6	59.3
63	54.1	55.3	58.1	58.9
80	58.2	59.7	61.2	62.4
100	62.6	62.8	65.3	66.9
125	56.1	56.1	58.0	59.2
160	42.7	42.7	44.3	45.5
200	35.4	35.4	35.6	37.3
250	32.0	32.0	32.0	33.6

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO5 - Heynestraße 26 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.5. 2 Projektnummer: 23-7065
--	---	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

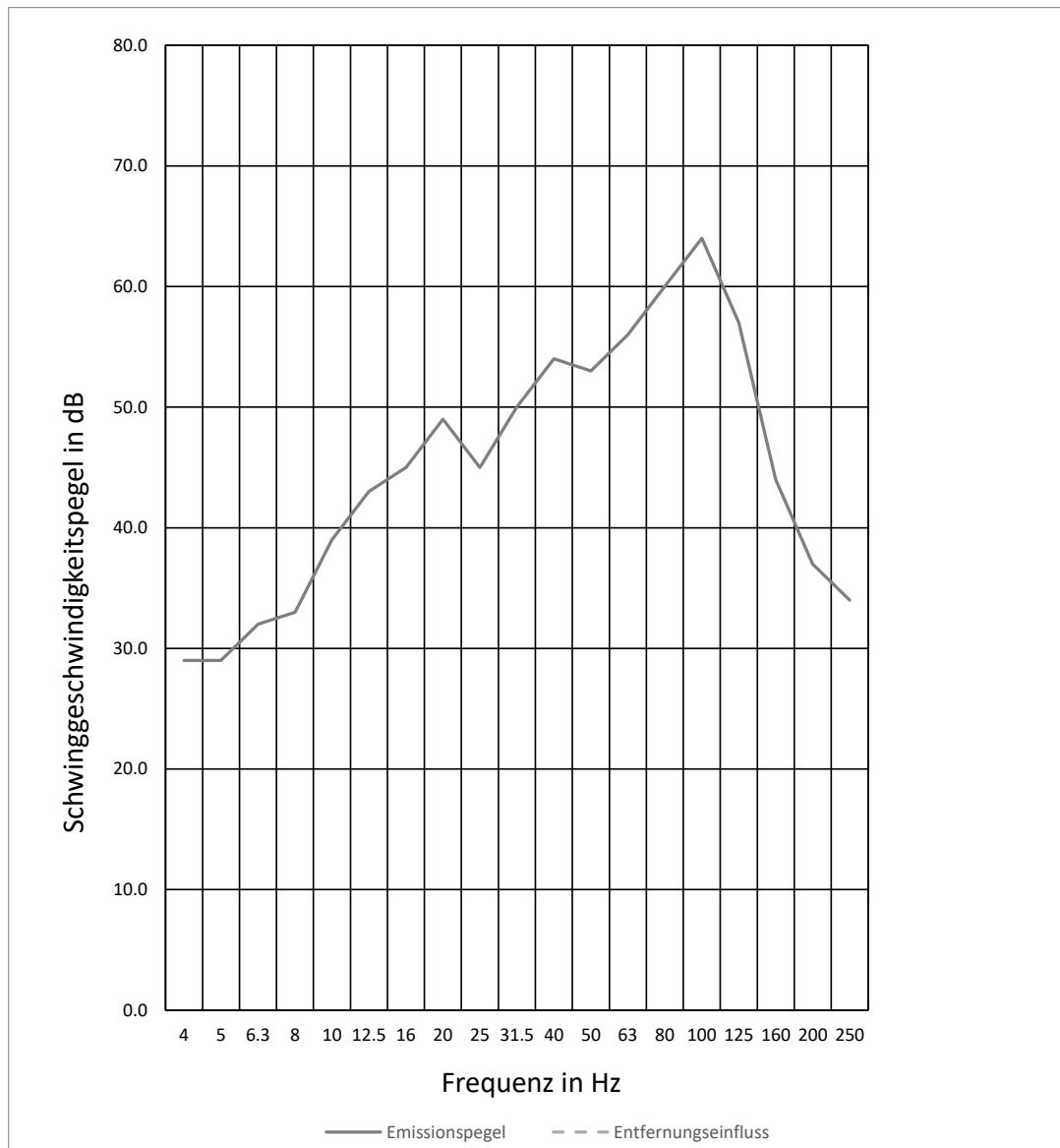
Fahrtanzahlen

Tag	553 Fahrten
Nacht	118 Fahrten

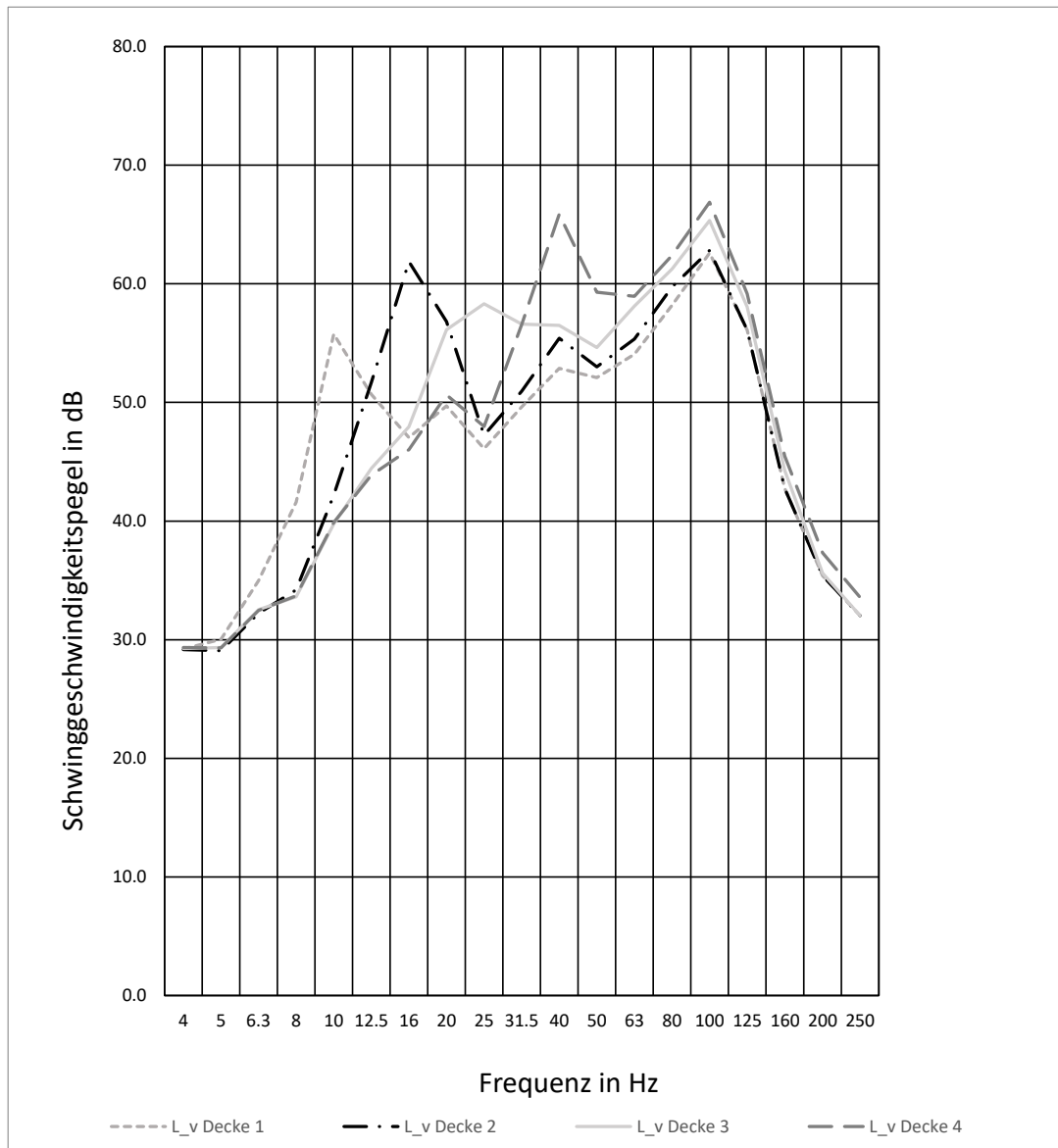
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.104	0.128	0.145	0.185
KB_Fmax =	0.156	0.192	0.218	0.277
KB_TFr Tag =	0.056	0.069	0.078	0.099
KB_FTr Nacht =	0.036	0.045	0.051	0.065
vmax [mm/s] =	0.202	0.207	0.277	0.331
L_pAm [dB(A)] =	37.0	37.9	38.9	39.9
L_pAmax [dB(A)] =	40.0	40.9	41.9	42.9
L_r Tag [dB(A)] =	31.6	32.5	33.5	34.4
L_rNacht [dB(A)] =	27.9	28.8	29.8	30.7

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO5 - Heynestraße 26 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 4.5. 3 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO5 - Heynestraße 26 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.5. 4 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO6 - Seufferstraße 1 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 4.6. 1 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City
Terzen korrigiert: nein

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	29.2	29.2	29.3	29.3
5	30.0	29.1	29.3	29.3
6	35.0	32.2	32.5	32.5
8	41.6	34.2	33.6	33.7
10	55.8	42.2	39.8	39.9
12.5	50.7	51.7	44.4	43.9
16	47.0	61.9	47.9	46.0
20	49.7	56.8	56.1	50.6
25	46.1	47.2	58.3	48.0
31.5	49.6	50.9	56.6	56.6
40	52.9	55.4	56.5	65.9
50	52.1	53.0	54.6	59.3
63	54.1	55.3	58.1	58.9
80	58.2	59.7	61.2	62.4
100	62.6	62.8	65.3	66.9
125	56.1	56.1	58.0	59.2
160	42.7	42.7	44.3	45.5
200	35.4	35.4	35.6	37.3
250	32.0	32.0	32.0	33.6

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO6 - Seufferstraße 1 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.6. 2 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Legende

KB_FTM:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

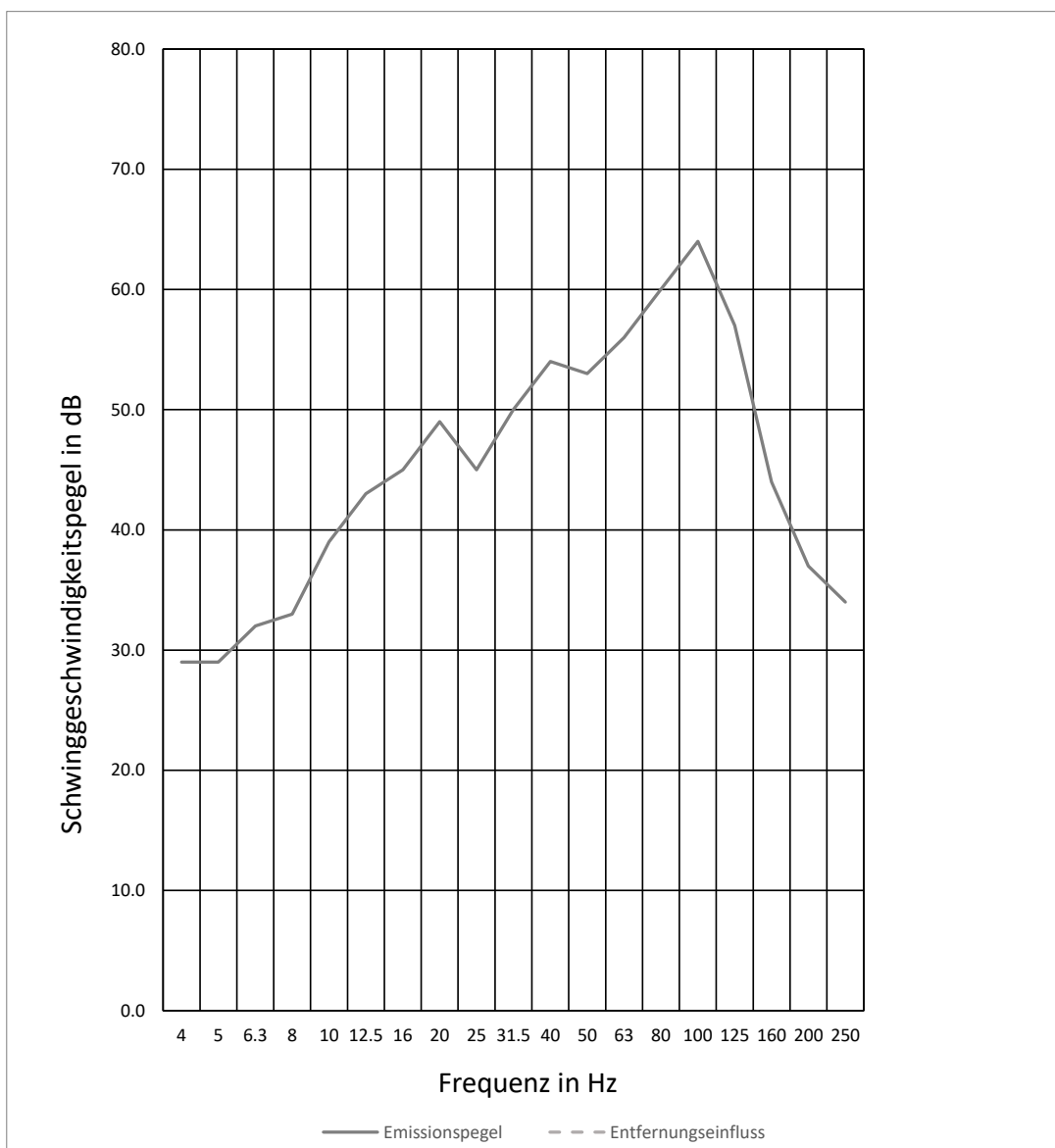
Fahrtanzahlen

Tag	553 Fahrten
Nacht	118 Fahrten

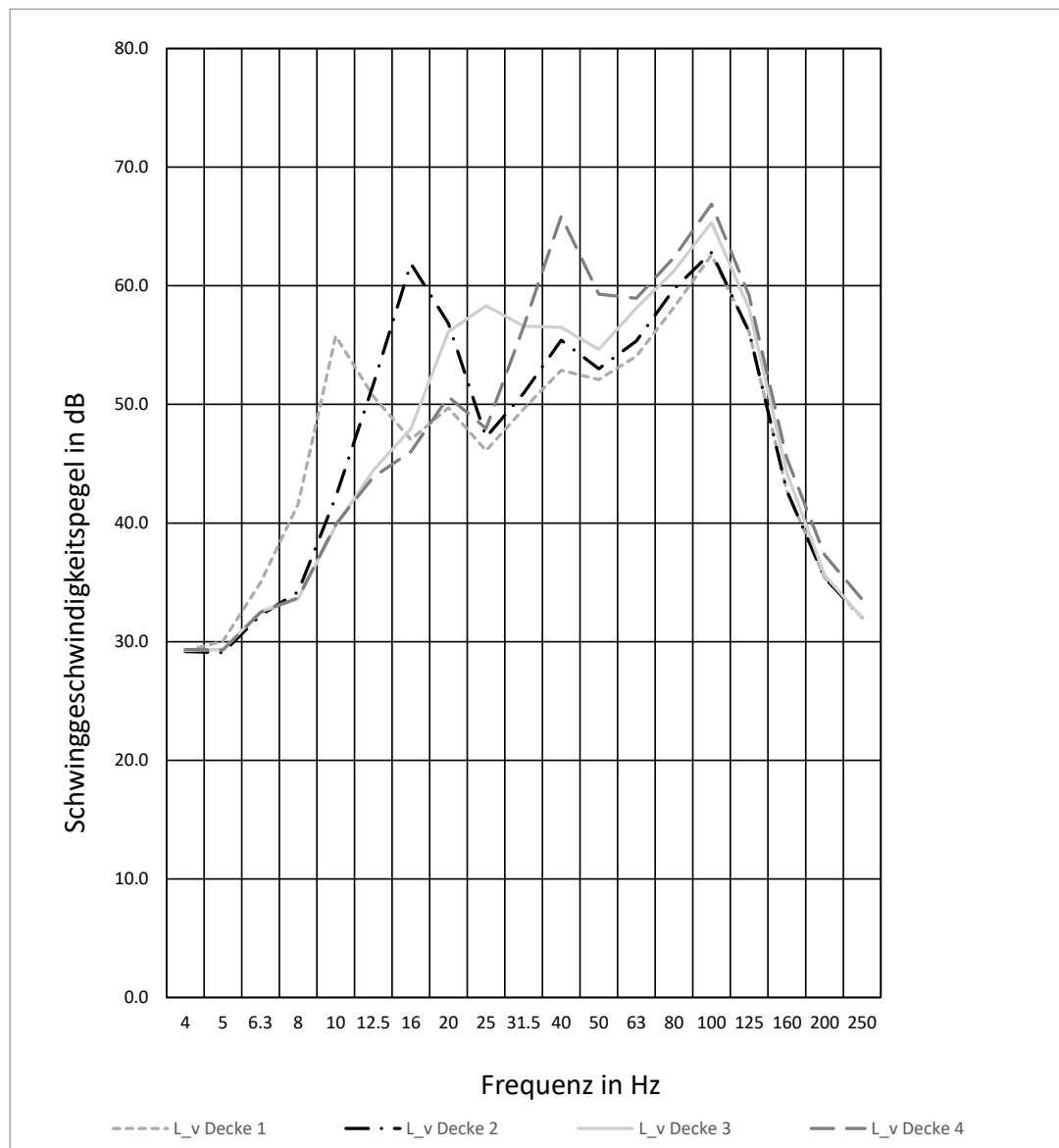
Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTM =	0.104	0.128	0.145	0.185
KB_Fmax =	0.156	0.192	0.218	0.277
KB_TFr Tag =	0.056	0.069	0.078	0.099
KB_FTr Nacht =	0.036	0.045	0.051	0.065
vmax [mm/s] =	0.202	0.207	0.277	0.331
L_pAm [dB(A)] =	37.0	37.9	38.9	39.9
L_pAmax [dB(A)] =	40.0	40.9	41.9	42.9
L_r Tag [dB(A)] =	31.6	32.5	33.5	34.4
L_rNacht [dB(A)] =	27.9	28.8	29.8	30.7

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO6 - Seufferstraße 1 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 4.6. 3 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO6 - Seufferstraße 1 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.6. 4 Projektnummer: 23-7065
--	--	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO7 - Landgrabenstraße 83 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Ergebnisblatt	Anlage Nr.: 4.7. 1 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Berechnungsparameter

Berechnung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 45672-3

Emissionsspektrum: Nürnberg Regelquerschnitt Feste Fahrbahn Rheda City
Terzen korrigiert: nein

Transmission im Boden: nach Gleichung (4) und (5) der DIN 45672-3 berechnet

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

Decke 1 Betondecke mit $f_e = 10$ Hz
Decke 2 Betondecke mit $f_e = 16$ Hz
Decke 3 Betondecke mit $f_e = 25$ Hz
Decke 4 Betondecke mit $f_e = 40$ Hz

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	28.9	28.9	29.0	29.0
5	29.7	28.8	29.0	29.0
6	34.7	31.9	32.2	32.2
8	41.3	33.9	33.3	33.4
10	55.4	41.8	39.4	39.5
12.5	50.3	51.3	44.1	43.5
16	46.7	61.5	47.6	45.7
20	49.3	56.5	55.8	50.3
25	45.7	46.8	57.9	47.6
31.5	49.2	50.5	56.2	56.1
40	52.4	55.0	56.1	65.4
50	51.6	52.5	54.2	58.8
63	53.5	54.8	57.6	58.4
80	57.6	59.1	60.7	61.8
100	62.0	62.2	64.7	66.2
125	55.4	55.4	57.3	58.4
160	42.1	42.1	43.6	44.8
200	34.8	34.8	35.0	36.7
250	31.5	31.5	31.5	33.0

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO7 - Landgrabenstraße 83 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.7. 2 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

Legende

KB_FTm:	Taktmaximal-Effektivwert
KB_Fmax:	maximale bewertete Schwingstärke
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

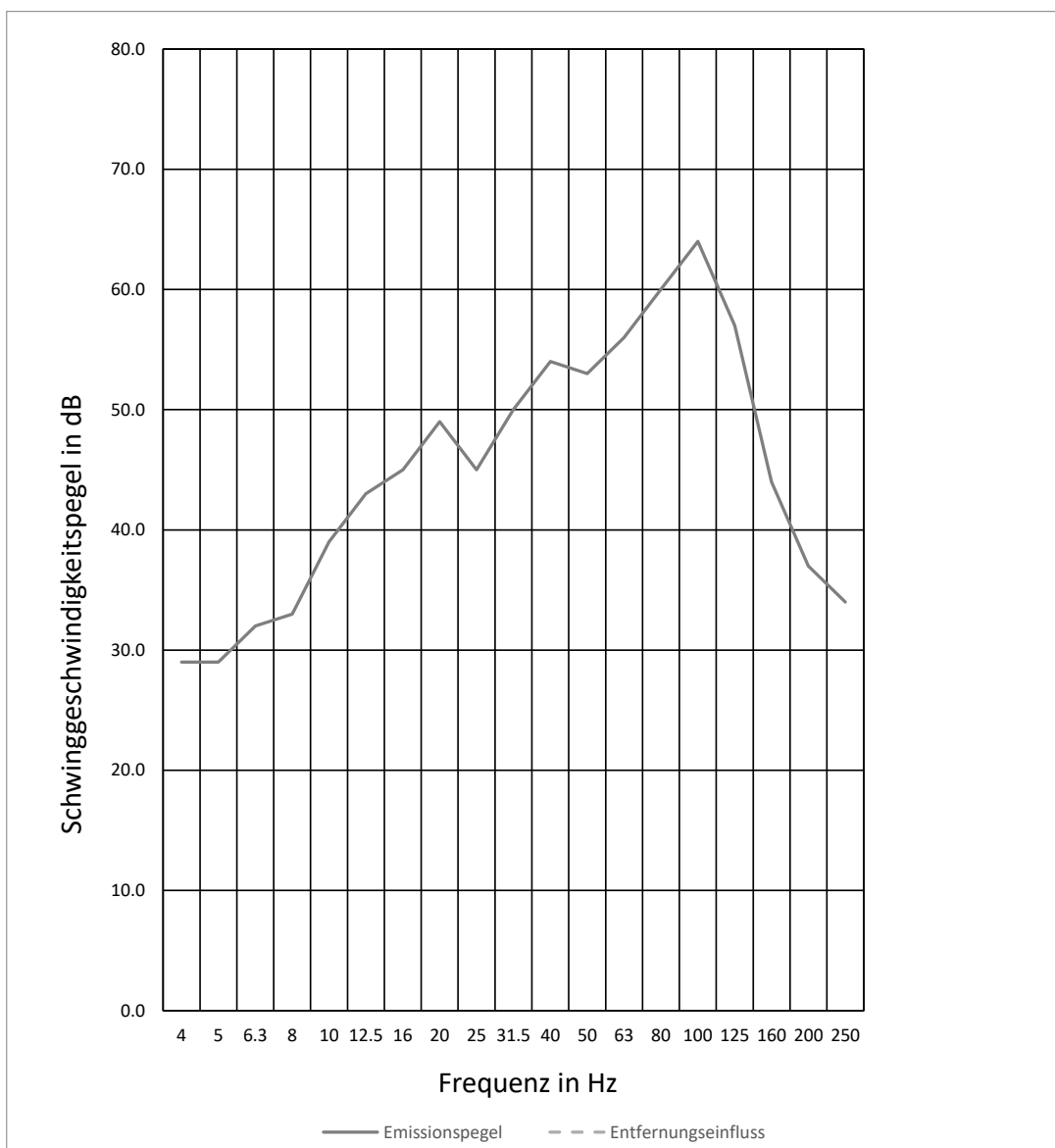
Fahrtanzahlen

Tag	553 Fahrten
Nacht	118 Fahrten

Zusammenfassung der Beurteilungsgrößen

	L_v Decke 1	L_v Decke 2	L_v Decke 3	L_v Decke 4
KB_FTm =	0.097	0.121	0.136	0.174
KB_Fmax =	0.146	0.181	0.204	0.260
KB_TFr Tag =	0.052	0.065	0.073	0.093
KB_FTr Nacht =	0.034	0.042	0.048	0.061
vmax [mm/s] =	0.188	0.193	0.258	0.307
L_pAm [dB(A)] =	36.7	37.6	38.6	39.5
L_pAmax [dB(A)] =	39.7	40.6	41.6	42.5
L_rTag [dB(A)] =	31.3	32.2	33.2	34.1
L_rNacht [dB(A)] =	27.6	28.5	29.5	30.4

Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO7 - Landgrabenstraße 83 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Emissionspegel	Anlage Nr.: 4.7. 3 Projektnummer: 23-7065
--	---	--



Auftraggeber: VAG Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg	Objekt: Gleissanierung Landgrabenstraße IO7 - Landgrabenstraße 83 - Prognose-Planfall Erschütterungsprognose - Terzpegeldiagramm	Anlage Nr.: 4.7. 4 Projektnummer: 23-7065
--	--	--

