Gleislageveränderung von Haltestelle Freiberger Platz bis Haltestelle Orangerie

- Planfeststellungsverfahren -

Unterlage C 8.2: Erschütterungstechnische Untersuchung (nachrichtlich)

Vorhabenträgerin:

HEAG mobilo GmbH

Klappacher Straße 172

64285 Darmstadt

Leitung Abteilung	Leitung Fachbereich	Betriebsleiter BOStrab
Straßenbahnnetz	Planung und Bauen	
gez. i.V. Astrid Tschann	gez. i.A. Markus Klein	gez. i.V. Klaus Joachim Fenchel
(i.V. Dipl.-Ing. Astrid Tschann)	(i.A. Dipl.-Ing. Markus Klein)	(i.V. Dipl.-Ing. Klaus Joachim Fenchel)
Darmstadt, den 05.10.2026	Darmstadt, den 05.10.2026	Darmstadt, den 05.10.2026

ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

BAUVORHABEN:	Erneuerung der Linie 3 Abschnitt Freiberger Platz bis Orangerie
UMFANG:	Prüfung der Planung auf mögliche Ansprüche für erschütterungs-technische Minderungsmaßnahmen
AUFTRAGGEBER:	HEAG mobilo GmbH Klappacher Straße 172 6485 Darmstadt
BEARBEITUNG:	KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH Heinrich-Hertz-Straße 2 | 64295 Darmstadt T 06151 885-383 | F 06151 885-220
AKTENZEICHEN:	20210686-805-VVE-9
DATUM:	Darmstadt, 17.02.2025

Dieser Bericht umfasst 23 Seiten und 7 Anhänge mit 24 Blättern. Gesamt: 47 Seiten

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers im Zusammenhang mit dem oben genannten Vorhaben bestimmt. Eine darüberhinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 21

2 Sachverhalt und Aufgabenstellung 5

3 Grundlagen 6

3.1 Rechtsgrundlagen und Regelwerke 6

3.2 Planunterlagen 6

4 Anforderungen an den Immissionsschutz 7

4.1 Erschütterungen 7

4.1.1 Beurteilungsverfahren 8

4.1.2 Anhaltswerte 8

4.1.3 Kriterien einer wesentlichen Erhöhung 9

4.2 Sekundärer Luftschall 9

4.2.1 Beurteilungsverfahren 10

4.2.2 Anforderungswerte 10

4.2.3 Kriterium einer wesentlichen Erhöhung 11

5 Beschreibung des Planvorhabens 11

6 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise 12

6.1 Prognosemodell 12

6.2 Emissionen 13

6.3 Transmissionen 14

6.3.1 Transmissionen T_1 14

6.3.2 Transferfunktion T_2 14

6.3.3 Transferfunktion T_3 14

6.4 Immissionen 15

6.4.1 Erschütterungen 15

6.4.2 Sekundärer Luftschall 15

6.5 Betriebsparameter 17

7 Untersuchungsergebnisse 17

7.1 Einwirkungsmatrizen 18

7.1.1 Prognose-Nullfall 18

7.1.2 Prognose-Planfall 19

7.1.3 Wesentliche Erhöhung 20
7.2 Einzelpunktberechnung 20
8 Abschließende Bemerkungen 22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übertragung von Erschütterungen 13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wesentliche Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen 9
Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall 11

Anhänge

Anhang 1 Übersichtslagepläne
Anhang 2 Emissionen, Korrekturen
Anhang 3 Übertragungsfunktionen
Anhang 4 Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für PNF
Anhang 5 Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für PPF
Anhang 6 Wesentliche Erhöhung der Erschütterungsimmissionen
Anhang 7 Immissionen an IP01/IP02

Abkürzungsverzeichnis

A	Anhaltswert
A_r	Beurteilungsanhaltswert nach DIN 4150-2
A_u	unterer Anhaltswert nach DIN 4150-2
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
16. BImSchV	Verkehrslärmschutzverordnung
dB	Dezibel
f	Frequenz [Hz]
f_0	Kennfrequenz [Hz]
Hz	Hertz, Schwingungen je Sekunde
IP	Immissionsort
IRW	Immissionsrichtwert
KB_{Fmax}	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB_{FTr}	Beurteilungsschwingstärke [-]
$L_{sek,A}$	A-bewerteter sekundärer Luftschallpegel [dB(A)],
$L_{v,A}$	A-bewerteter Schwinggeschwindigkeitspegel in [dB(A)]
MI	Mischgebiete gemäß § 6 BauNVO
n	Abnahmeexponent [-]
PNF	Prognose-Nullfall
PPF	Prognose-Planfall
r, R	Abstand
R_0	Bezugsabstand [m]
StAbw	Standardabweichung
T	Transferfunktion
T_e	Vorbeifahrtzeit
v_0	Referenzwert für die Schwingschnelle [$5 * 10^{-8}$ m/s]
v(t)	Schwingschnelle

1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die HEAG mobilo GmbH plant im Bereich der Karlstraße und der Bessunger Straße im Abschnitt Goethestraße bis Freiberger Platz die grundhafte Sanierung der Straßenbahnlinie 3. Im derzeitigen in der Fahrbahnoberfläche geführten Bestandsgleis kommt es zu Konflikten mit anderen Nutzern des Verkehrsraums.

Um diesen Konflikten beizukommen, ist in Teilen des Sanierungsabschnitts eine horizontale Gleislageänderung geplant. Das bedeutet, dass es im Zuge der oben genannten Maßnahmen weiterhin als Folge zu einer Verschiebung der Straßenachsen kommt, sodass in einigen Einwirkungsbereichen aufgrund des Heranrückens der Gleise Immissionskonflikte nicht ausgeschlossen werden können.

Das Ziel der vorliegenden erschütterungstechnischen Untersuchung ist auf Grundlage der geänderten Randbedingungen zu prüfen, ob die Einwirkungen aus Erschütterungen bzw. aus sekundärem Luftschall, hervorgerufen vom zukünftigen Betrieb nach Realisierung der Baumaßnahme, zu erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden führen können. Sofern zukünftig Erschütterungs- oder sekundäre Luftschallimmissionen zu erwarten sind, die die Beurteilungsanhaltswerte gemäß DIN 4150-2 /7/ bzw. die Immissionsrichtwerte in Anlehnung an die 24. BImSchV /3/ überschreiten, sind die Belastungen, jeweils bezogen auf das vorliegende Betriebsprogramm /11/, im Prognose-Planfall (Veränderung der Gleislage und zukünftige Nutzung von Straßenbahnen mit 12 Achsen bzw. ST15) der Belastung im Prognose-Nullfall (bestandsgleiche Gleislage und zukünftige Nutzung lediglich der Triebwagen mit 8 Achsen) gegenüberzustellen. Anhand dieses Vergleichs wird dann geprüft, ob das Planvorhaben zu einer wesentlichen Erhöhung der Belästigungen infolge des Schienenverkehrs führt. Soweit eine wesentliche Erhöhung nachgewiesen wird, besteht ein Anspruch auf Prüfung hinsichtlich erschütterungstechnischer Minderungsmaßnahmen.

Ferner wird für die Immissionsorte „Bessunger Straße 14“ und „Bessunger Straße 27“ auf Grundlage der in diesen Gebäuden durchgeführten messtechnischen Untersuchungen der Übertragungsfunktionen /12/ eine gesonderte Beurteilung der schienenverkehrsinduzierten Immissionen gebildet.

2 Grundlagen

2.1 Rechtsgrundlagen und Regelwerke

Der durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchung liegen insbesondere die folgenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Regelwerke zu Grunde:

/1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung

/2/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269)

/3/ 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-gesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04. Februar 1997 in ihrer berichtigten Fassung vom 16. Mai 1997

/4/ Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der aktuell gültigen Fassung

/5/ Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 23.06.2021, Az: BVerwG 7 A 10.20

/6/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Dezember 2022

/7/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Juni 1999

/8/ DB-Richtlinie 820.2050, Erschütterungen und sekundärer Luftschall, Stand vom 15.09.2017

2.2 Planunterlagen

Zur Bearbeitung wurden die nachfolgenden Planunterlagen und Schriftsätze herangezogen:

/9/ Grundhafte Erneuerung der Linie 3, Lageplan Unterlage 5.1 Blatt 5, Durth Roos Consulting GmbH, Vorabzug Stand 24.01.2022

/10/ Straßen- und Gleisachsen Bestand und Planung im Datentransferformat sca, Stand 25.01.2022

/11/ vorgesehenes Betriebsprogramm, HEAG mobilo GmbH, übersandt per E-Mail am 12.01.2022

/12/ „Gleiserneuerung der Linie 3 in Darmstadt“, fischer Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt, Erschütterungstechnische Untersuchung vom 09.01.2020

/13/ Übersichtsplan Streckengeschwindigkeiten, HEAG mobilo GmbH, Stand 03.07.2020

/14/ Messbericht-Erschütterungen „Messtechnische Erhebung der Emissionen von Straßenbahnfahrzeugen“, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH, Bericht-Nr. 20240043-805-VME-1 vom 06.02.2024

3 Anforderungen an den Immissionsschutz

3.1 Erschütterungen

Für die Beurteilung von Einwirkungen durch verkehrsinduzierte Erschütterungsimmissionen auf den Menschen gibt es derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen, in denen Grenzwerte festgelegt sind. Daher werden zur Bewertung von Erschütterungsimmissionen die in Fachkreisen als Beurteilungsgrundlage allgemein anerkannten Anhaltswerte nach DIN 4150-2 /7/ herangezogen. Bei Einhaltung der hierin angegebenen Anhaltswerte kann davon ausgegangen werden, dass die Erschütterungen keine „erheblich belästigenden Einwirkungen“, die als niedrigste Qualifikationsstufe schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne des Immissionsschutzrechtes /1/ anzusehen sind, darstellen.

Die Rechtsgrundlage für Ansprüche auf Schutzmaßnahmen ist in § 74 (2) Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) /4/ begründet. Hiernach sind dem Träger eines Vorhabens unter Umständen Vorkehrungen oder die Einrichtung und Unterhaltung von Anlagen aufzuerlegen, die zum Wohl der Allgemeinheit oder zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen erforderlich sind. Sind solche Vorkehrungen oder Anlagen untunlich, das heißt mit angemessenem Aufwand zum Schutzzweck nicht realisierbar, oder sind die Maßnahmen mit dem Vorhaben nicht vereinbar, so besteht ein entsprechender Entschädigungsanspruch.

In dem hier zu beurteilenden Einwirkungsbereich besteht bereits eine erschütterungstechnische Vorbelastung. Bei Überschreitung der maßgeblichen Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 /7/ ist daher der Sachverhalt zu klären, ob die geplante Baumaßnahme zu unzumutbarer Erhöhung von Erschütterungsimmissionen führt und sich hieraus ein Anspruch auf Schutzmaßnahmen ergibt.

3.1.1 Beurteilungsverfahren

Zur Bewertung der Erschütterungsimmissionen sind gemäß DIN 4150-2 zwei Beurteilungsgrößen heranzuziehen:

- ❑ die maximale zeit- und frequenzbewertete Schwingstärke KB_{Fmax},
- ❑ die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr}.

Für die Beurteilung schienenverkehrsinduzierter Immissionen nennt die Norm zwei Kriterien. Der untere Anhaltswert A_u ist ein Anhaltswert für den KB_{Fmax}-Wert. Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u, so sind die Anforderungen der Norm erfüllt, es gilt als nachgewiesen, dass die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen nicht als erheblich belästigend einzustufen sind. Übersteigt KB_{Fmax} den unteren Anhaltswert A_u, so ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} zu bilden und mit dem Beurteilungsanhaltswert A_r zu vergleichen.

3.1.2 Anhaltswerte

Die Anhaltswerte A zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen werden in der DIN 4150-2 jeweils in Abhängigkeit von der Art der baulichen Nutzung der Umgebung des Einwirkungsortes sowie für den Tag- und den Nachtzeitraum unterschieden. In Tabelle 1 sind die wesentlichen Anhaltswerte angegeben.

Für oberirdisch geführten Schienenverkehr des ÖPNV nennt die DIN 4150-2 eine Sonderregelung. Gemäß Ziffer 6.5.3.3 dürfen die A_u- und A_r-Werte nach DIN 4150-2 um den Faktor 1,5 angehoben werden. Dieser Faktor ist bei den in Tabelle 1 angegebenen Anhaltswerten bereits berücksichtigt.

Im Einwirkungsbereich der Trasse befinden sich unterschiedliche bauliche Nutzungen. Dementsprechend ist es aus hiesiger Sicht sachgerecht der Beurteilung der zukünftigen Erschütterungseinwirkungen die Anhaltswerte nach Tabelle 1, Zeile 3 zu Grunde zu legen.

Zeile	Einwirkungsort	tags		nachts	
		A_u	A_r	A_u	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichtspersonal und Bereitschaftspersonen untergebracht sind	0,600	0,300	0,450	0,225
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	0,450	0,225	0,300	0,150

3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0,300	0,150	0,225	0,105
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	0,225	0,105	0,150	0,075
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,150	0,075	0,150	0,075

Tabelle 1: Wesentliche Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen

3.1.3 Kriterien einer wesentlichen Erhöhung

Nach der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes /5/ müssen sich Betroffene vorhandene Vorbelastungen aus Erschütterungsimmissionen zurechnen lassen, d.h. dass die Vorbelastung bei der Prüfung möglicher Ansprüche auf Minderungsmaßnahme und bei der Abwägung geeigneter Schutzvorkehrungen zu berücksichtigen ist. In diesem Zusammenhang wird auf die Rechtsprechung des Gerichtes zum primären Luftschall vor Inkraftsetzung der 16. BImSchV /2/ verwiesen. Demgemäß können nach der gegenwärtigen Rechtslage reale und geldwerte Ausgleichsansprüche beim Vorhandensein erheblich belästigender Erschütterungsimmissionen an baulich geänderten Schienenverkehrswegen nur dann bestehen, wenn die Vorbelastung durch bestehende Bahnanlagen durch das Hinzutreten weiterer Erschütterungseinwirkungen in beachtlicher Weise erhöht wird und gerade in dieser Erhöhung eine zusätzliche, unzumutbare Beeinträchtigung liegt.

Im Zusammenhang mit der Frage, welche Erhöhung der Erschütterungsimmission eine unzumutbare Beeinträchtigung darstellt, bestätigt das Gericht /5/, dass eine Verstärkung der Erschütterungen dann wesentlich ist, wenn diese sich gegenüber der Vorbelastung um mindestens 25 % erhöht.

3.2 Sekundärer Luftschall

Für Einwirkungen aus sekundären Luftschallimmissionen, hervorgerufen von schienengebundenen Verkehrssystemen, existieren derzeit weder vom Gesetzgeber noch in technischen Regelwerken verbindlich vorgegebene Anforderungswerte. Als Verwaltungspraxis, die durch die Rechtsprechung /5/ nicht beanstandet wurde, hat sich die Bestimmung von zulässigen Innenraumpegeln in Anlehnung an die 24. BImSchV herausgebildet.

3.2.1 Beurteilungsverfahren

Bei der Beurteilung schienenverkehrsinduzierter sekundärer Luftschallimmissionen ist zunächst zu berücksichtigen, dass es sich hierbei – wenn auch im weiteren Sinne – um Verkehrslärmimmissionen handelt. Demzufolge kann das Bundes-Immissionsschutzgesetz herangezogen werden, das sich in den §§ 41 bis 43 mit Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche befasst. In § 43 BImSchG /1/ wird die Bundesregierung ermächtigt, erforderliche Vorschriften zu erlassen. Hierbei wird explizit darauf hingewiesen, dass den Besonderheiten des Schienenverkehrs Rechnung zu tragen ist. Dies ist für primäre Luftschallimmissionen mit Erlass der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV /2/) geschehen. Eine Regelung zum sekundären Luftschall gibt es derzeit nicht.

Ein Anhaltspunkt für die Beurteilung sekundärer Luftschallimmissionen ergibt sich aus der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV /3/), die – wenn auch indirekt – Vorgaben für zulässige Innenraumpegel aus Verkehrslärmimmissionen in Abhängigkeit von der Raumnutzung angibt – auch wenn der sekundäre Luftschall streng genommen nicht den Regelungen der 24. BImSchV unterliegt. In Anlehnung an die 24. BImSchV ist es dennoch gerechtfertigt, den aus Tabelle 1 der 24. BImSchV (Korrektursummand D zur Berücksichtigung der Raumnutzung) abgeleiteten Innenpegel (Korrektursummand D zuzüglich 3 dB(A)) als Beurteilungsmaßstab auch hinsichtlich sekundären Luftschalls heranzuziehen.

3.2.2 Anforderungswerte

In Anlehnung an 24. BImSchV /3/ werden hinsichtlich der Beurteilung des sekundären Luftschalls die aus den Korrektursummanden D abgeleiteten zulässigen Beurteilungspegel im Innenraum (= Korrektursummand D zuzüglich 3 dB(A)) als Beurteilungsmaßstab herangezogen. Hieraus ergeben sich die in Tabelle 2 aufgeführten Immissionsrichtwerte zur Beurteilung von sekundärem Luftschall.

Zeile	Raumnutzung	$L_{ri,T}$ [dB(A)]	$L_{ri,N}$ [dB(A)]
1	Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden	-	30
2	Wohnräume	40	-
3	Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Operationsräume, wissenschaftliche Arbeitsräume, Leseräume in Bibliotheken, Unterrichtsräume	40	-
4	Konferenz- und Vortragsräume, Büroräume, allgemeine Laborräume	45	-

5	Großraumbüros, Schalterräume, Druckerräume von DV-Anlagen, soweit dort ständige Arbeitsplätze vorhanden sind	50	-
6	Sonstige Räume, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind	entsprechend der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Nutzung festzusetzen	
$L_{ri,T}$	Beurteilungspegel innerhalb von Räumen für den Tag		
$L_{ri,N}$	Beurteilungspegel innerhalb von Räumen für die Nacht		

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall

Unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes können die in Tabelle 2 angegebenen Immissionsrichtwerte für eine Beurteilung des Innenschallpegels gemäß 24. BImSchV abgeleitet werden. Für die zu untersuchende Wohnräume erfolgt die Beurteilung der sekundären Luftschallimmissionen für den Tagzeitraum unter Zugrundelegung des Anforderungswertes für Räume mit Wohnnutzungen. Demzufolge werden folgende Immissionsrichtwerte zur Beurteilung zugrunde gelegt:

- Tag: IRW = 40 dB(A),
- Nacht: IRW = 30 dB(A).

Für die Räume, die als Büro oder Besprechungsräume genutzt werden, wird für den Tagzeitraum der Immissionsrichtwert von

- Tag: IRW = 45 dB(A)

herangezogen. Im Nachtzeitraum liegt für diese Räume keine Schutzwürdigkeit vor.

3.2.3 Kriterium einer wesentlichen Erhöhung

Für den sekundären Luftschall wird in Anlehnung an die schalltechnische Problemstellung bei der Bewertung nach 16. BImSchV /2/ eine Erhöhung der Beurteilungspegel von mindestens 3 dB(A) als wesentlich erachtet. Ein Anspruch auf Minderungsmaßnahmen ergibt sich demgemäß infolge einer wesentlichen Erhöhung der Beurteilungspegel bei gleichzeitiger Immissionsrichtwertüberschreitung.

4 Beschreibung des Planvorhabens

Die HEAG mobilo GmbH plant im Bereich der Karlstraße und der Bessunger Straße im Abschnitt Freiberger Platz bis Orangerie die grundhafte Sanierung der Straßenbahnlinie 3. Im derzeitigen, in der Fahrbahnoberfläche geführten Bestandsgleis kommt es zu Konflikten mit anderen Nutzern

des Verkehrsraums. Im Zuge der geplanten Maßnahmen kommt es als Folge zu einer Verschiebung der Gleisachsen.

Im Streckenverlauf behalten die neu geplanten Gleise zunächst die alte Lage. Erst ab dem Gebäude „Bessunger Straße 9“ schwenken die Gleise in Richtung Osten, wobei die Gleisverschiebung bis zu ca. 0,3 m beträgt. Im Bereich der Häuser Nr. 16 bis 26 liegen die Gleise im Prognose-Nullfall teilweise nur ca. 1,5 m von den Häusern entfernt. Im Prognose-Planfall vergrößert sich der Abstand auf mindestens 3,0 m zur nächstgelegenen Gleisachse. Auf der östlichen Seite rücken die Gleise entsprechend um bis zu ca. 2 m an die bestehende Bebauung heran. In diesem Bereich liegen die Gebäude Nr. 27 bis 33, von denen das Gebäude „Bessunger Straße 27“ /12/ hinsichtlich der Übertragenverhaltens von Schwingungen bereits messtechnisch untersucht wurde.

Dementsprechend ist im Allgemeinen zu erwarten, dass die Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für die Gebäude, an die die Gleise heranrücken, ansteigen. Für die Gebäude, von denen die Gleise abrücken, kann hingegen eine Verbesserung der erschütterungstechnischen Situation eintreten.

5 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

5.1 Prognosemodell

Bei der Prognose der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für schutzwürdige Räume eines Gebäudes (Wohn- und Schlafräume oder Ähnliches) wird von der in Abbildung 1 skizzierten Übertragungskette ausgegangen.

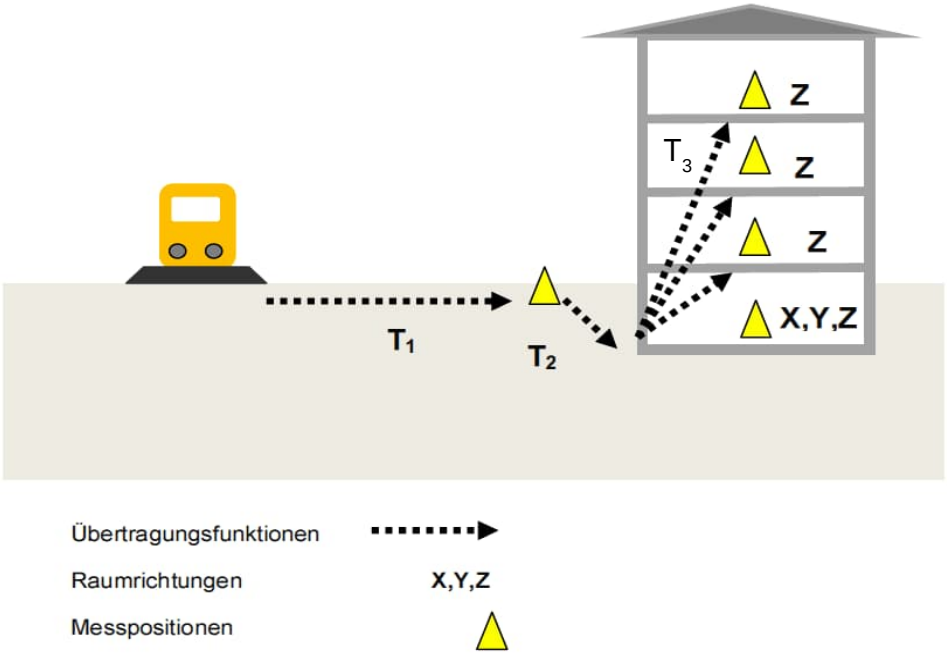


Abbildung 1: Übertragung von Erschütterungen

Diese berücksichtigt neben den erschütterungstechnischen Quellstärken (Emissionen) und der Ausbreitung der Schwingungen im Untergrund (Transmission T_1) das Schwingungsverhalten der zu untersuchenden Gebäude (Transferfunktionen T_2 und T_3). Die dargestellten Übertragungswege werden separat ermittelt und dann zu einer Gesamtübertragungsfunktion überlagert. Da die Übertragungsfunktionen zum Teil stark frequenzabhängig sind, ist für die Prognose ein Berechnungsverfahren anzuwenden, dass die spektrale Zusammensetzung sowohl der Schwingungsemissionen als auch der einzelnen Transferfunktionen berücksichtigt. Die spektrale Auflösung erfolgt hierbei in Form von Terzbändern im Bereich von 4 bis 315 Hz.

Die der Prognose zu Grunde gelegten Komponenten werden im Folgenden beschrieben.

5.2 Emissionen

Bei oberirdischen Schienenverkehrswegen wird die Emission durch die in einem festgelegten Abstand zur Gleisachse im Erdboden gemessenen Schwingstärke charakterisiert. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird sowohl für den Prognose-Nullfall als auch für den Prognose-Planfall ein Emissionsspektrum zugrunde gelegt, welches auf Grundlage der an den unterschiedlichen Oberbauformen (Betonschwellenfächer mit Schotter usw.) /14/ durchgeführt wurde. Dieses Spektrum ist in Anhang 2.1 tabellarisch und grafisch dargestellt.

Für Bereiche mit unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten wird die Korrekturfunktion in Anhang 2.2 berücksichtigt. Das umgerechnete Emissionsspektrum findet sich in Anhang 2.3 entsprechend.

5.3 Transmissionen

5.3.1 Transmissionen T_1

Als Transferfunktion T_1 wird die entfernungsbedingte Amplitudenabnahme der Schwingschnelle zwischen Emissionsort und einem Ort im Erdreich unmittelbar vor einem Gebäude bezeichnet. Da der Emissionspunkt von 8 m nicht gleich der Gebäudevorderkante ist, wird mit Hilfe einer Regressionsanalyse der spektrale Abnahmeexponente „n“ bestimmt und die Emissionen auf die Gebäudevorderkante gemäß DIN 4150-1 /6/ umgerechnet.

Die zusätzliche Minderung der Amplituden durch Absorption der Schwingungsenergie im Boden (Materialdämpfung) erfolgt frequenzabhängig und wird durch den Dämpfungsgrad D, die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Boden und den Abnahmeexponent n quantifiziert. Unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN 4150-1 werden dabei folgende Parameter berücksichtigt:

$$n = 0{,}3$$
$$D = 1\ \%$$
$$c_p = 200\ m/s$$

5.3.2 Transferfunktion T_2

Die Transferfunktion T_2 beschreibt das Übertragungsverhalten vom Erdreich vor dem Gebäude auf das Geschossfundament. Sie unterliegt selbst bei verschiedenen Gebäudetypen relativ geringeren Schwankungen und weist keine ausgeprägte spektrale Abhängigkeit auf. Erschütterungen werden umso leichter auf ein Gebäude übertragen, je geringer die Gebäudemasse ist. Für die Beurteilung der schienenverkehrsinduzierten Immissionen wird die Transferfunktion T_2 aus Messungen an vergleichbaren Gebäuden übernommen und eine typische Übertragungsfunktion für Mehrfamiliengebäude zu Grunde gelegt (Anhang 3.1).

5.3.3 Transferfunktion T_3

Die Transferfunktion T_3 beschreibt das Übertragungsverhalten innerhalb der Gebäude vom Fundament auf die Geschossdecken schutzwürdiger Räume. Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen im Hinblick auf die Störwirkung von Menschen beim Aufenthalt in Gebäuden

sind die Schwingungseinwirkungen in der Raummitte maßgebend. Die Transferfunktion T_3 kennzeichnet im Wesentlichen das Resonanzverhalten einer Decke und weist neben starken spektralen Abhängigkeiten ausgeprägte Maxima im Bereich der Deckeneigenfrequenz auf. Sie ist in hohem Maße gebäudeabhängig und kann stark variieren. Ursächlich hierfür sind vor allem Spannweiten und die jeweilige Konstruktionsweise der Decken.

Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen wird, analog zu T_2-Funktion, auf allgemeine Erfahrungsgrundsätze zurückgegriffen. Die der Prognose zu Grunde gelegten Übertragungsfunktion ist als normierte Funktion in Anhang 3.2 grafisch und tabellarisch dargestellt. Die Berechnungen erfolgen für typische Geschossdeckenresonanzfrequenzen von Holzbalkendecken im Bereich zwischen 10 Hz und 80 Hz. Durch die getroffenen Annahmen wird die gesamte typische Bandbreite von Deckenspannweiten abgedeckt.

Durch das Büro *fischer* wurde im Jahr 2019 in zwei Gebäuden Messungen der T_3-Funktionen /12/ durchgeführt. Diese werden nun der gesonderten Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen für diese Immissionsorte zu Grunde gelegt. Die Übertragungsfunktionen sind in Anhang 3.3 bis Anhang 3.5 grafisch und tabellarisch dargestellt.

5.4 Immissionen

5.4.1 Erschütterungen

Als Erschütterungsimmissionen werden die bauwerksbezogenen, gemäß DIN 4150-2 /7/ in der Mitte von Räumen auftretenden KB-bewerteten Schwingstärken bezeichnet. Da hier die Vertikalkomponente (Z-Richtung) die Horizontalkomponenten (X-, Y-Richtung) übersteigt, werden die Abschätzungen ausschließlich für die Vertikalkomponenten der Erschütterungsimmissionen durchgeführt. Der relevante Frequenzbereich wird in DIN 4150-2 auf 80 Hz begrenzt.

Für die Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist die Kenntnis der Intensität von Schwingungsimmissionen sowie deren Einwirkdauer erforderlich. Die Intensität am Einwirkungsort wird maßgeblich durch die fahrzeugspezifische Emission sowie die gelände- und gebäudespezifische Übertragung geprägt. Hinsichtlich der Erschütterungen ist bei der Ermittlung der Einwirkdauer das 30-Sekunden-Taktverfahren gemäß DIN 4150-2 zu beachten.

5.4.2 Sekundärer Luftschall

Im vorliegenden Fall wurde zur Bestimmung des Beurteilungspegels für den sekundären Luftschall die Richtlinie 820.2050 der DB AG /8/ herangezogen. Die Berechnung des A-bewerteten sekundären Luftschallpegels erfolgt nach den Gesamtpegel-Korrelationsbeziehungen. Hierin wird ein linearer Zusammenhang zwischen dem A-bewerteten Schwinggeschwindigkeitspegel

und dem sekundären Luftschallpegel genannt. Die Abhängigkeiten wurden dabei für verschiedene Deckenkonstruktionsformen (Stahlbetondecken, Holzbalkendecken) beschrieben. Demnach kann zur Ermittlung der Einwirkungen aus sekundärem Luftschall, hervorgerufen durch schienengebundenen Personen- und Güterverkehr, in erster Näherung folgende Beziehung herangezogen werden:

$L_{sek,A} = 15{,}75 + 0{,}60 \bullet L_{v,A}$ [dB(A)] bei Stahlbetondecken
$L_{sek,A} = 19{,}88 + 0{,}47 \bullet L_{v,A}$ [dB(A)] bei Holzbalkendecken,

mit

$L_{sek,A}$ A-bewerteter sekundärer Luftschallpegel [dB(A)],
$L_{v,A}$ A-bewerteter Gesamt-Schwinggeschwindigkeitspegel [dB(A)]

Der Auswertebereich wird bei der Einzahlmethode bis 100 Hz beschränkt, da erfahrungsgemäß oberhalb von 80 Hz keine pegelbestimmenden Anteile im Spektrum des sekundären Luftschallpegels vorhanden sind.

Die Einwirkzeit des sekundären Luftschalls, jeweils bezogen auf den Beurteilungszeitraum Tag (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) bzw. Nacht (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr), ergibt sich aus der Gesamtzahl der in dem betreffenden Streckenabschnitt innerhalb des Beurteilungszeitraumes verkehrenden Schienenfahrzeuge und deren geschwindigkeitsabhängiger Vorbeifahrtzeit. Um zu berücksichtigen, dass Fahrzeuge bereits vor und auch nach der Vorbeifahrt wahrgenommen werden können, wird bei der Bestimmung der signifikanten Einwirkungszeit einer Zugvorbeifahrt mit der 1,5-fachen geometrischen Vorbeifahrtzeit (T_{ge}) gerechnet:

$$T_e = 1{,}5 \bullet T_{ge} = 1{,}5 \bullet \text{Zuglänge} \bullet 3{,}6 / v_{max}$$

mit

v_{max} maximale Streckengeschwindigkeit bzw. zugspezifische Höchstgeschwindigkeit [km/h]

Mit diesem Vorgehen wird gewährleistet, dass für jeden Vorbeifahrtsvorgang der energieäquivalente Mittelungspegel abgeschätzt wird.

5.5 Betriebsparameter

Die vorliegende erschütterungstechnische Untersuchung basiert auf dem Betriebsprogramm der HEAG mobilo GmbH /11/. Der Abschnitt Freiberger Platz bis Orangerie wird nach dem neuen Nahverkehrskonzept von

$$N_{Tag/Nacht} = 188 / 41$$

im Nullfall und Planfall befahren werden. Der zu beurteilende Streckenabschnitt wird nach den Angaben der HEAG mobilo GmbH mit

$$v_{zul} = 30 \text{ km/h}$$

befahren. Nördlich des Bauabschnitts liegt die Freiberger Platz, südlich die Haltestelle Orangerie. Weichen und Kreuzungen von Bahnstrecken liegen nicht im Bauabschnitt.

6 Untersuchungsergebnisse

Faktoren, die zu einer Erhöhung der Schwingungsimmissionen in den umliegenden Gebäuden mit schutzwürdigen Nutzungen führen können, sind einerseits Veränderungen der Abstandsverhältnisse zwischen Gleisachsen und Baukörpern, andererseits betriebliche Veränderungen, beispielsweise die Erhöhung des Verkehrsaufkommens. Betriebliche Veränderungen sind derzeit nicht absehbar. Bei Abrücken von Gleisen im Prognose-Planfall im Vergleich zum Prognose-Nullfall weg von den schutzwürdigen Bebauungen ist eher von einer Verbesserung der erschütterungstechnischen Situation auszugehen. Beim Verschieben der Gleise zu den schutzwürdigen Bebauungen können hingegen Immissionskonflikte nicht ausgeschlossen werden.

Dementsprechend wird vorliegend der Bereich mit der höchsten Gleisverschiebung zu den Wohnbebauungen (Bessunger Str. 27-33) untersucht. Sofern hier der Sachverhalt einer wesentlichen Erhöhung nicht gegeben ist, ist davon auszugehen, dass in den Bereichen mit den geringeren Gleisverschiebungen ebenfalls keine wesentliche Erhöhung zu erwarten. Bei den Gebäuden mit dem kleinsten Abstand zur nächstgelegen Gleisachse von 1,5 m im Prognose-Nullfall vergrößert sich der Abstand im Prognose-Planfall auf 3,0 m, sodass eine wesentliche Erhöhung, gemäß der obigen Darstellung, ausgeschlossen werden kann.

6.1 Einwirkungsmatrizen

In den so genannten „Einwirkungsmatrizen“ werden die Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr}, die zur besseren Übersichtlichkeit mit einem Faktor 100 multipliziert wurden, und die Beurteilungspegel L_r für den Tagzeitraum in Abhängigkeit vom Abstand r und der Deckeneigenfrequenz f_0 eines schutzbedürftigen Raumes dargestellt. Diese ermöglichen es, die Einhaltung der Anforderungen nach DIN 4150-2 bzw. nach 24. BImSchV an Gebäuden allgemein in Abhängigkeit des Abstandes zur nächstgelegenen Gleisachse und der entsprechenden Gebietseinstufung zu überprüfen. Grün hinterlegte Felder bedeuten, dass die jeweils gültigen Anforderungen an den Immissionsschutz erfüllt werden. Gelb kennzeichnet eine Unterschreitung der Ar-Werte bei einer Ausschöpfung von mehr als 2/3 des Anhaltswertes. Bei rot hinterlegten Feldern sind die Anforderungen nicht erfüllt.

6.1.1 Prognose-Nullfall

6.1.1.1 Erschütterungen

Unter Berücksichtigung der standardisierten Erschütterungsemissionen und der typischen Übertragungsbedingungen ergeben sich Beurteilungsschwingstärken im Tag- bzw. Nachtzeitraum, die in Anhang 4.1 bis Anhang 4.2 dargestellt sind.

In diesem Einwirkungsbereich nähert sich die nächstgelegene Gleisachse bis auf ca. 5,5m an schutzwürdige Nutzungen heran. Für ein Gebäude in 5,5 m Entfernung ergeben sich Beurteilungsschwingstärken tags bzw. nachts von bis zu

$$KB_{FTr,Tag/Nacht} = 0{,}159 \,/\, 0{,}104.$$

Der Beurteilungsanhaltswert für Gebiete mit gemischter Nutzung gemäß DIN 4150-2 von

$$A_{r,Tag/Nacht} = 0{,}150 \,/\, 0{,}105$$

wird demnach für den Nachtzeitraum nicht überschritten. Im Tagzeitraum ist hingegen eine Überschreitung zu verzeichnen. Somit werden die Anforderungen der DIN 4150-2 für den Prognose-Nullfall nicht eingehalten.

6.1.1.2 Sekundärer Luftschall

In Anhang 4.3 bis Anhang 4.4 sind die prognostizierten Immissionen aus sekundärem Luftschall ausgewiesen. Für den Tagzeitraum wird der Immissionsrichtwert für eine Wohnnutzung und für den Nachzeitraum für eine Nutzung als Schlafraum der Beurteilung zu Grunde gelegt. Somit gilt im Tag- bzw. im Nachtzeitraum ein Immissionsrichtwert von

$$IRW_{Tag/Nacht} = 40 / 30 \text{ dB(A)}.$$

Für ein Gebäude in 5,5 m Entfernung ergeben sich Beurteilungspegel tags bzw. nachts von bis zu

$$L_{r,Tag/Nacht} = 29{,}1 / 25{,}5 \text{ dB(A)}.$$

Die prognostizierten Pegel unterschreiten die Immissionsrichtwerte sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum für alle Geschossdeckentypen deutlich.

6.1.2 Prognose-Planfall

6.1.2.1 Erschütterungen

Unter Berücksichtigung des neuen Emissionsspektrum sowie der typischen Übertragungsbedingungen ergeben sich Beurteilungsschwingstärken im Tag- bzw. Nachtzeitraum, die in Anhang 5.1 bis Anhang 5.2 dargestellt sind.

Im Prognose-Planfall verkürzt sich der Abstand auf ca. 3,5 m. Für ein Gebäude in 3,5 m Entfernung ergeben sich Beurteilungsschwingstärken tags bzw. nachts von bis zu

$$KB_{FTr,Tag/Nacht} = 0{,}184 / 0{,}121.$$

Der Beurteilungsanhaltswert für Gebiete mit gemischter Nutzung gemäß DIN 4150-2 von

$$A_{r,Tag/Nacht} = 0{,}150 / 0{,}105$$

wird demnach sowohl für den Tag- als auch für den Nachtzeitraum überschritten. Die Überschreitungen des Anhaltswertes können bis in einer Entfernung von

$$r \leqslant 6{,}0 \text{ m}$$

nicht ausgeschlossen werden. Somit werden die Anforderungen der DIN 4150-2 für den Prognose-Planfall nicht eingehalten. Dementsprechend ist eine Prüfung auf wesentliche Erhöhung erforderlich.

6.1.2.2 Sekundärer Luftschall

In Anhang 5.3 bis Anhang 5.4 sind die prognostizierten Immissionen aus sekundärem Luftschall ausgewiesen. Für ein Gebäude in 3,5 m Entfernung ergeben sich Beurteilungspegel tags bzw. nachts von bis zu

$$L_{r,Tag/Nacht} = 29{,}7 / 26{,}1 \text{ dB(A)}.$$

Die prognostizierten Pegel unterschreiten die Immissionsrichtwerte sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum für alle Geschossdeckentypen deutlich. Erhebliche Belästigungen infolge der zukünftigen sekundären Luftschallimmissionen sind somit nicht zu erwarten.

6.1.3 Wesentliche Erhöhung

Wie im Kapitel 6.1.1.1 dargelegt wurde, werden die gemäß der DIN 4150-2 /7/ heranzuziehenden Anhaltswerte im Prognose-Planfall überschritten. Dementsprechend ist zu prüfen, ob die Erhöhung von Erschütterungseinwirkungen im Prognose-Planfall im Vergleich zum Prognose-Nullfall wesentlich ist, d. h. sich um mindestens 25 % erhöhen.

Der Sachverhalt der wesentlichen Erhöhung ist in Anhang 6 dargestellt. Bereits ab dem vorliegend betrachteten Abstand von

$$r = 3{,}0 \text{ m}$$

ist der Sachverhalt einer wesentlicher Erhöhung nicht gegeben. Dementsprechend besteht kein Anspruch auf Prüfung von erschütterungstechnischen Minderungsmaßnahmen.

6.2 Einzelpunktberechnung

Entsprechend der Vorgehensweise bei der Einwirkungsmatrizen wurde für die messtechnisch untersuchten Gebäude in der Bessunger Straße 14 (IP01) und in der Bessunger Straße 27 (IP02) die Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall sowohl für den Prognose-Nullfall als auch für den Prognose-Planfall gerechnet. Die Ergebnisse für den Prognose-Nullfall sind in Anhang 7.1 für IP01 und in Anhang 7.3 für IP02 dargestellt. Die Ergebnisse für die Immissionen im Prognose-Planfall finden sich in Anhang 7.2 für IP01 und in Anhang 7.4 für IP02.

Für IP01 ergeben sich im Prognose-Nullfall Beurteilungsschwingstärken tags bzw. nachts von bis zu

$$KB_{FTr,Tag/Nacht} = 0{,}153 \text{ / } 0{,}101.$$

Demnach wird der Beurteilungsanhaltswert für den Tag geringfügig überschritten. Die Ausschöpfung der Anhaltswerte beläuft sich auf maximal

$$p_{Tag/Nacht} = 102\ \% \text{ / } 97\ \%.$$

Im Prognose-Planfall ergeben sich Beurteilungsschwingstärken tags bzw. nachts von bis zu

$$KB_{FTr,Tag/Nacht} = 0{,}156 \text{ / } 0{,}103.$$

Demnach wird der Beurteilungsanhaltswert für den Tag ebenfalls überschritten. Die Ausschöpfung der Anhaltswerte beläuft sich auf maximal

$$p_{Tag/Nacht} = 104\ \% / 98\ \%.$$

Aus den dargestellten Werten wird jedoch ersichtlich, dass der Sachverhalt einer wesentlichen Erhöhung nicht gegeben ist, da die Steigerung der Erschütterungsimmissionen vom Nullfall zum Planfall bei lediglich bis zu 2 % liegt.

Für IP02 ergeben sich Beurteilungsschwingstärken tags bzw. nachts im Prognose-Nullfall von

$$KB_{FTr,Tag/Nacht} = 0{,}054 / 0{,}036$$

und im Prognose-Planfall von

$$KB_{FTr,Tag/Nacht} = 0{,}061 / 0{,}040,$$

die die gebietsspezifischen Anhaltswerte für Mischgebiete unterschreiten. Somit werden die Anforderungen der Norm erfüllt.

7 Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit der Erneuerung der Linie 3 zwischen dem Freiberger Platz und der Orangerie wurde geprüft, ob Konflikte aus vorhabenbedingten Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen infolge des künftigen Straßenbahnbetriebs zu erwarten sind. Die Ergebnisse der Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Für die Immissionsorte im direkten Einwirkungsbereich des geplanten Bauvorhabens wurden die zu erwartenden Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall prognostiziert und gemäß den Anforderungen der DIN 4150-2 bzw. der 24. BImSchV beurteilt.

- Die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen rufen in den nächstgelegenen Gebäuden Beurteilungsschwingstärken hervor, die die gültigen Anhaltswerte unter Berücksichtigung der gemischten Gebietsnutzung sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum bis zum Abstand von

$$r \leqslant 6\ m$$

überschreiten. Dementsprechend ist die Prüfung einer wesentlichen Erhöhung erforderlich.

- ❑ Hinsichtlich des sekundären Luftschalls unterschreiten die prognostizierten Beurteilungspegel für alle untersuchten Deckeneigenfrequenzen die gültigen Immissionsrichtwerte gemäß der 24. BImSchV sowohl am Tag als auch in der Nacht. Maßnahmen zur Reduzierung der sekundären Luftschallimmissionen werden somit nicht erforderlich.

- ❑ Auch unter Berücksichtigung der Gleisverschiebungen in Richtung von schutzwürdigen Nutzungen ergibt sich keine wesentliche Erhöhung. Demnach besteht der Sachverhalt einer wesentlichen Erhöhung nicht. Somit besteht kein Anspruch auf Prüfung von Minderungsmaßnahmen.

8 Abschließende Bemerkungen

Die erschütterungstechnische Untersuchung belegt, dass im Prognose-Planfall der Sachverhalt einer wesentlichen Erhöhung nicht gegeben ist. Demzufolge besteht kein Anspruch auf Prüfung von Minderungsmaßnahmen.

AUFGESTELLT:



Dipl.-Phys. Andreas Malizki

GEPRÜFT UND FREIGEGEBEN:



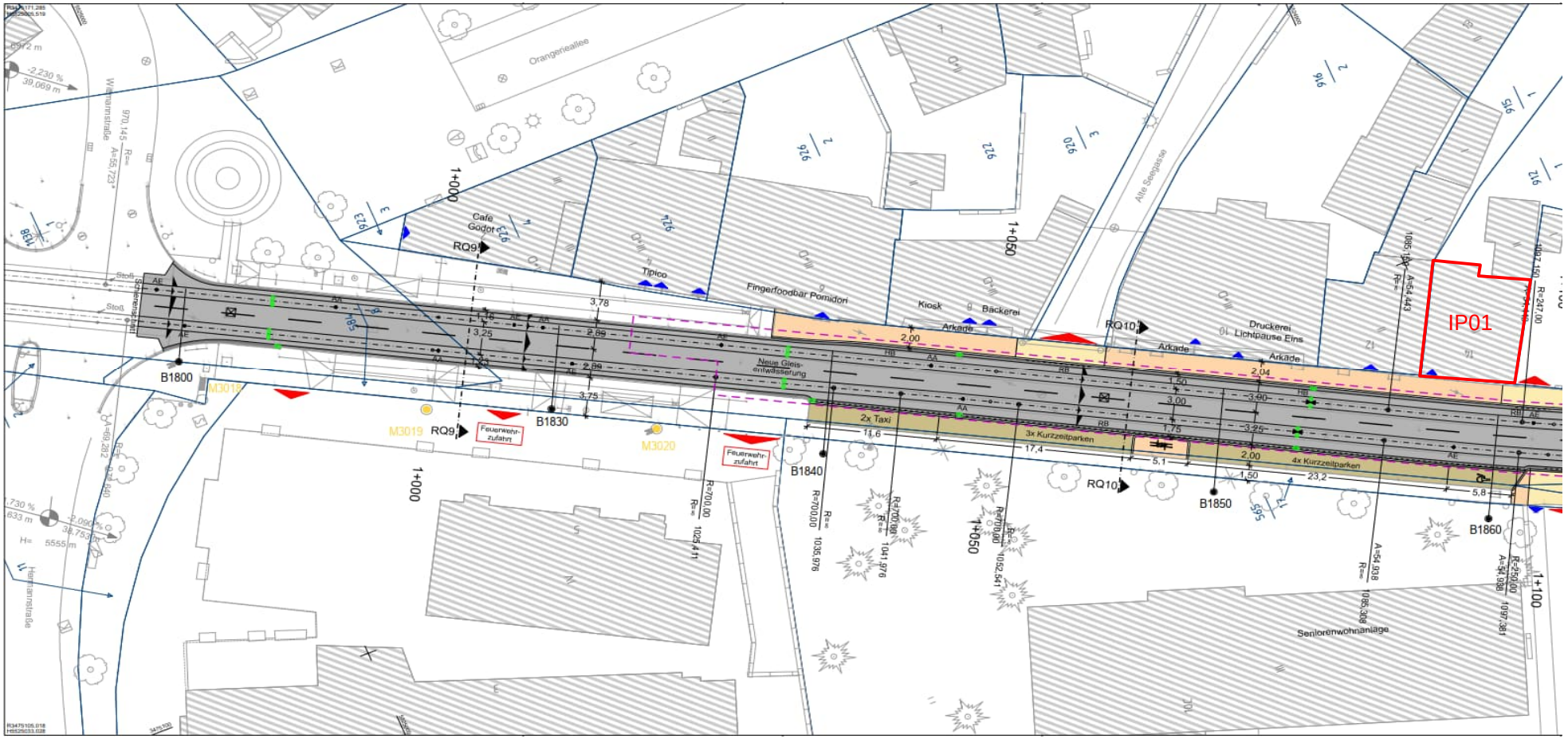
Dipl.-Ing. Mario Graefen

ENDE DES BERICHTS

ANHÄNGE

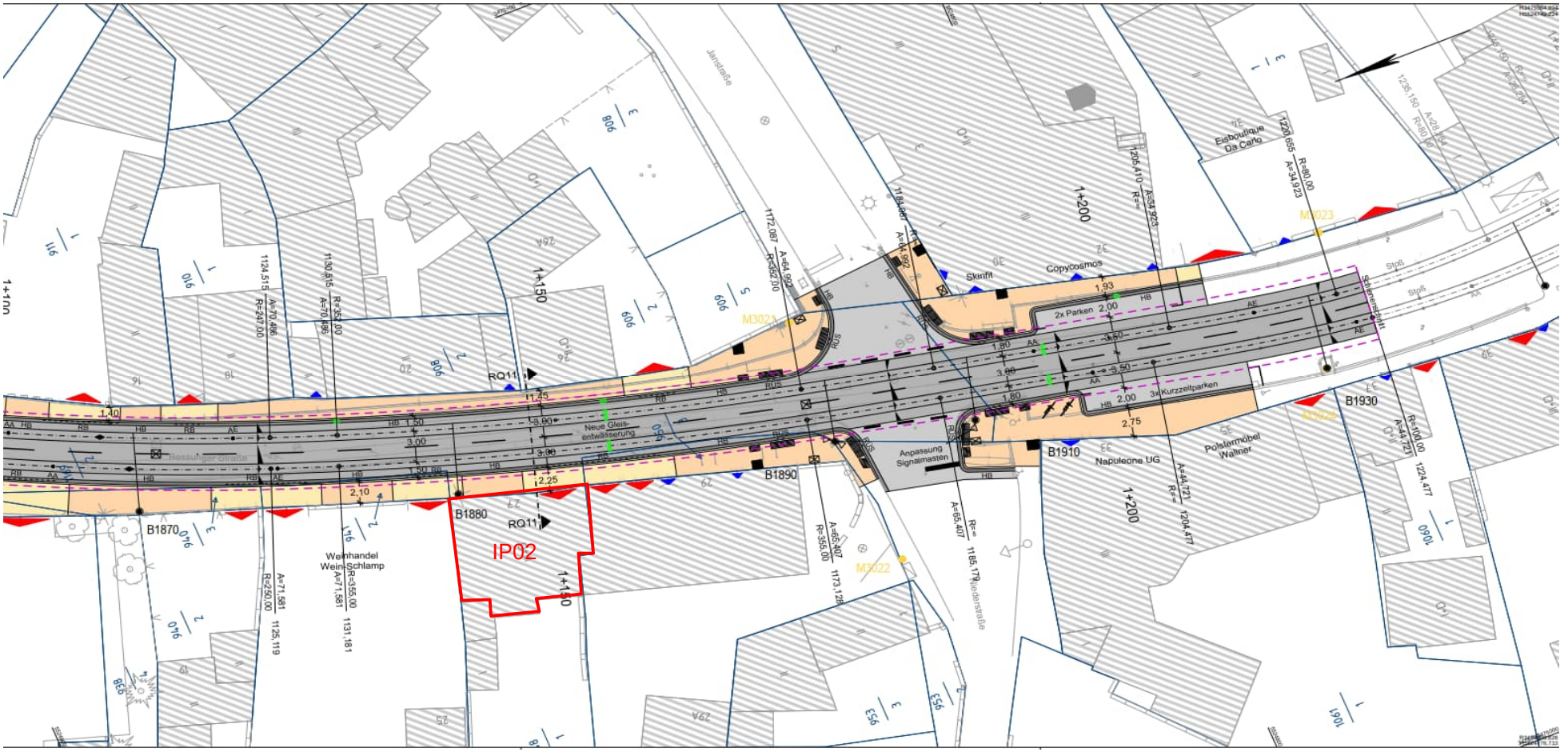
Übersichtslageplan

Abschnitt Freiberger Platz - Seniorenwohnanlage



Übersichtslageplan

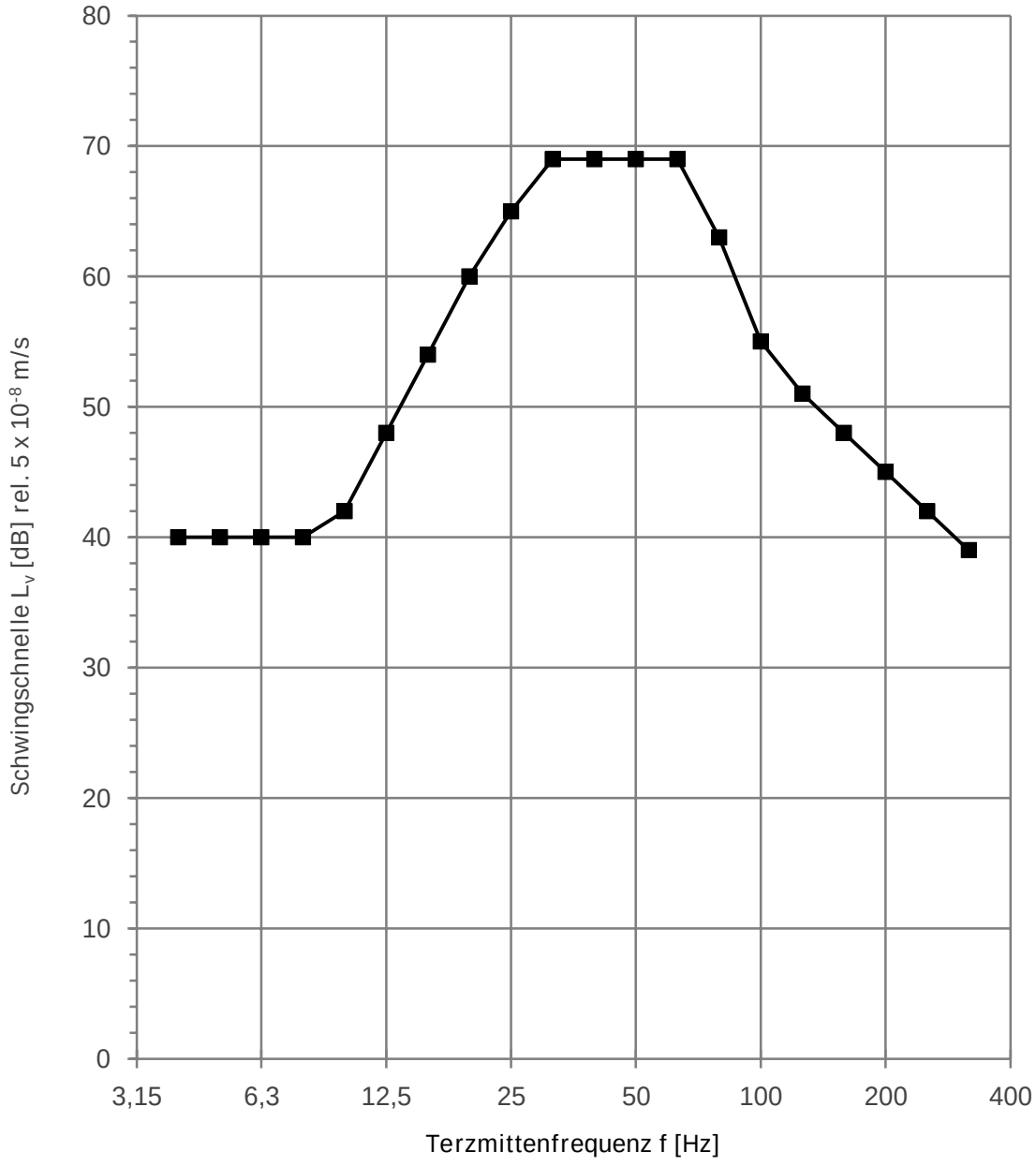
Abschnitt Seniorenwohnanlage - Orangerie



Emissionsspektrum

Straßenbahnfahrzeuge

Quelle:	Standardisiertes Emissionspektrum auf Grundlage durchgeführter Erschütterungsmessungen an Straßenbahnen mit Gleiskonstruktion auf Betonschwellen mit Schotterverfüllung
Geschwindigkeit:	50 km/h
Messposition:	8 m von nächstgelegener Gleisachse
Schwingrichtung:	z

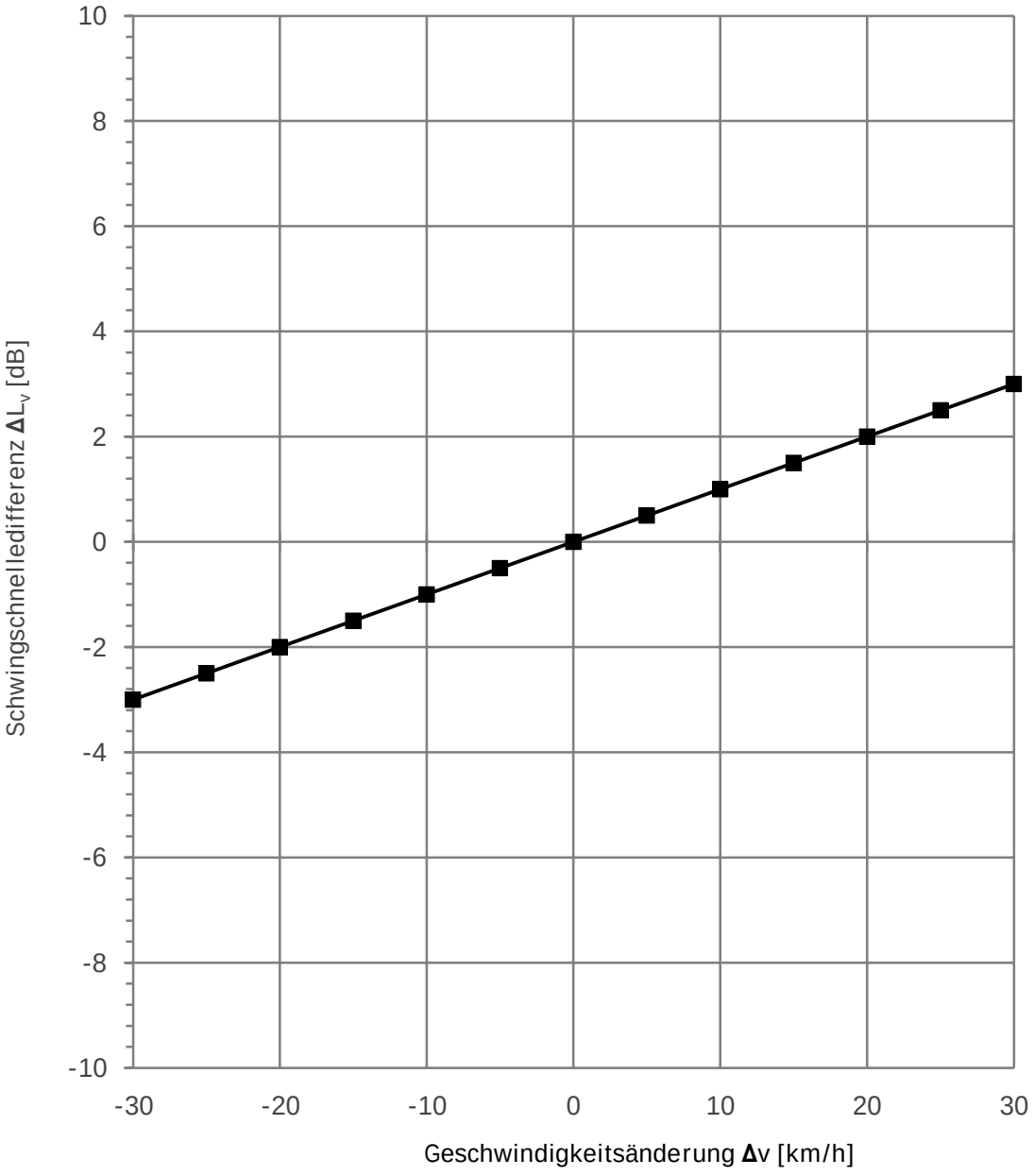


Lv [dB]	f [Hz]
40,0	4
40,0	5
40,0	6,3
40,0	8
42,0	10
48,0	12,5
54,0	16
60,0	20
65,0	25
69,0	31,5
69,0	40
69,0	50
69,0	63
63,0	80
55,0	100
51,0	125
48,0	160
45,0	200
42,0	250
39,0	315
75,9	Σ

Korrekturfunktion
Geschwindigkeit

Quelle: empirisch

Bezugsspektrum: Ausgangsspektrum
Prognosespektrum: Prognosespektrum
Schwingrichtung: vertikal (z)



ΔLv [dB]	Δv [km/h]
-3,0	-30
-2,5	-25
-2,0	-20
-1,5	-15
-1,0	-10
-0,5	-5
0,0	0
0,5	5
1,0	10
1,5	15
2,0	20
2,5	25
3,0	30

Korrigiertes Emissionsspektrum

Prognose-Nullfall v_{max} = 30 km/h

Korrekturen			Ausgangsspektrum	Prognosespektrum
K1	Betrieb	Zuggattung	Straßenbahn	Straßenbahn
K2		Geschwindigkeit	50 km/h	30 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	Nein	Nein
K4		Weichenbereich	Nein	Nein
K5		Überlaufherzstück	Nein	Nein
K6		Überlaufherzstück Boger	Nein	Nein
K7		Gleiskreuzung	Nein	Nein
K8		Einschnitt/Damm	Nein	Nein
K9		Oberbau	Rillensch. a. Betonschwellen	Rillensch. a. Betonschwellen
K10		Emissionspunkt	8 m Punkt	8 m Punkt
K11	Maßnahmen			
K12				
K13				
K14				
K15				

Ausgangsspektrum in dB — Referenz: $v_0=5*10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Σ
A	40,0	40,0	40,0	40,0	42,0	48,0	54,0	60,0	65,0	69,0	69,0	69,0	69,0	63,0	55,0	51,0	48,0	45,0	42,0	39,0	75,9

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Σ
L_{K1}																					
L_{K2}	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	
L_{K3}																					
L_{K4}																					
L_{K5}																					
L_{K6}																					
L_{K7}																					
L_{K8}																					
L_{K9}																					
L_{K10}																					
L_{K11}																					
L_{K12}																					
L_{K13}																					
L_{K14}																					
L_{K15}																					

Prognosespektrum in dB — Referenz: $v_0=5*10^{-8}$ m/s

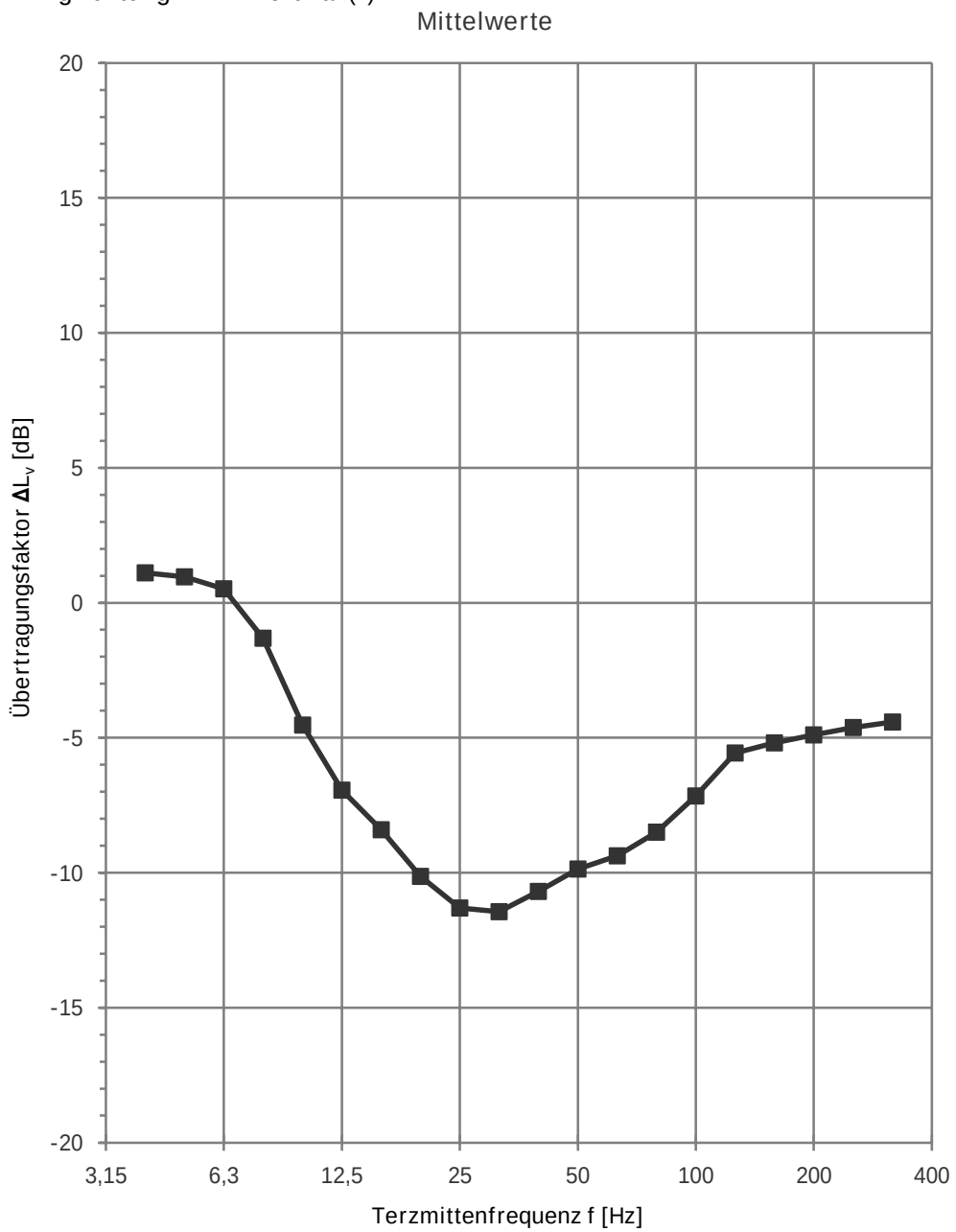
f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Σ
P	38,0	38,0	38,0	38,0	40,0	46,0	52,0	58,0	63,0	67,0	67,0	67,0	67,0	61,0	53,0	49,0	46,0	43,0	40,0	37,0	73,9

Übertragungsfunktion
Erdreich - Fundament (T_2)

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
für 112 Bebauungen
Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament
KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Gebäudetyp: Mehrfamilienhäuser

Schwingrichtung: vertikal (z)



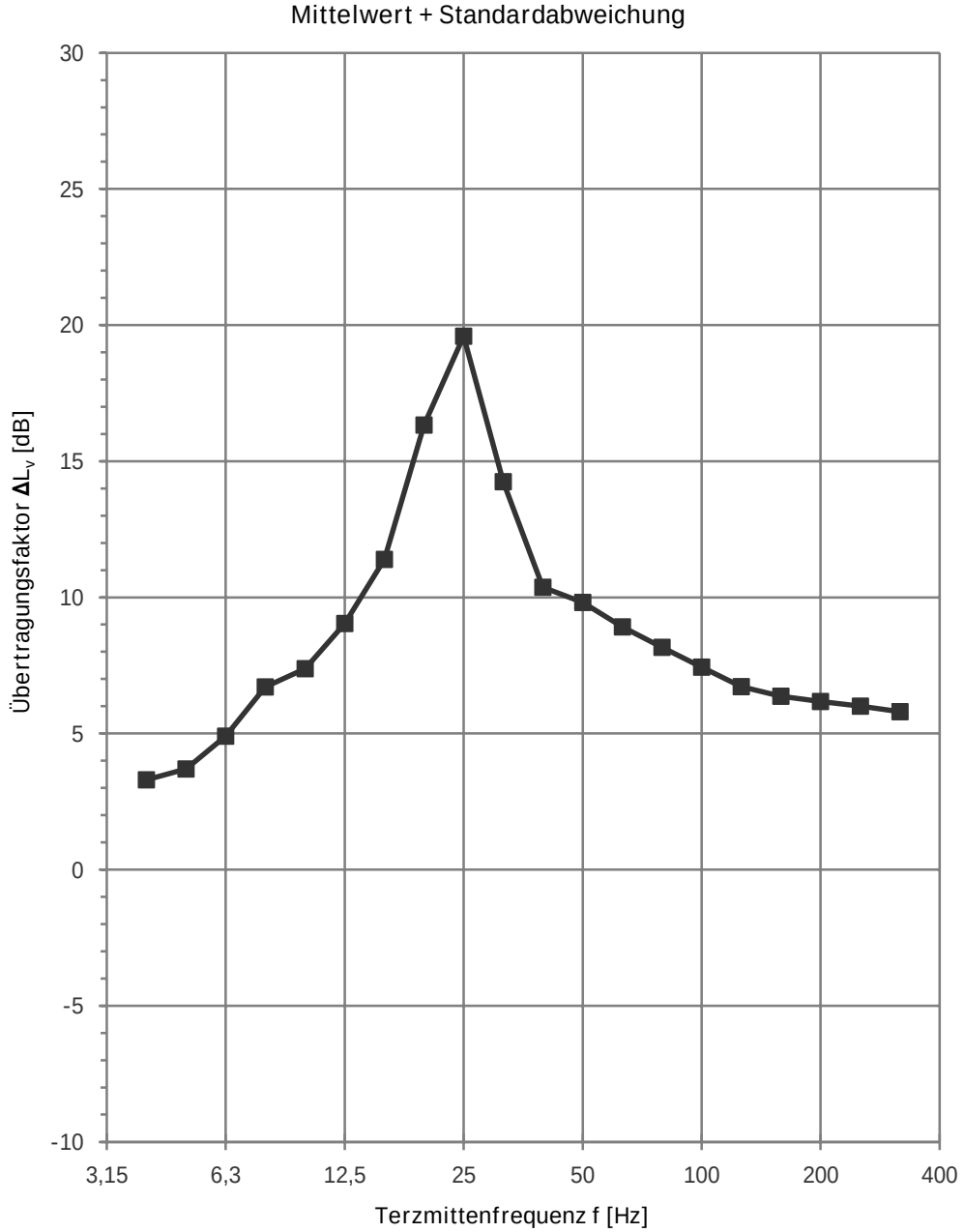
ΔL_v [dB]	f [Hz]
1,1	4
1,0	5
0,5	6,3
-1,3	8
-4,5	10
-6,9	12,5
-8,4	16
-10,1	20
-11,3	25
-11,4	31,5
-10,7	40
-9,9	50
-9,4	63
-8,5	80
-7,2	100
-5,6	125
-5,2	160
-4,9	200
-4,6	250
-4,4	315

Übertragungsfunktion
Fundament - Geschossdecke (T_3)

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
für 469 Bebauungen
KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Deckenart: Holzbalkendecke

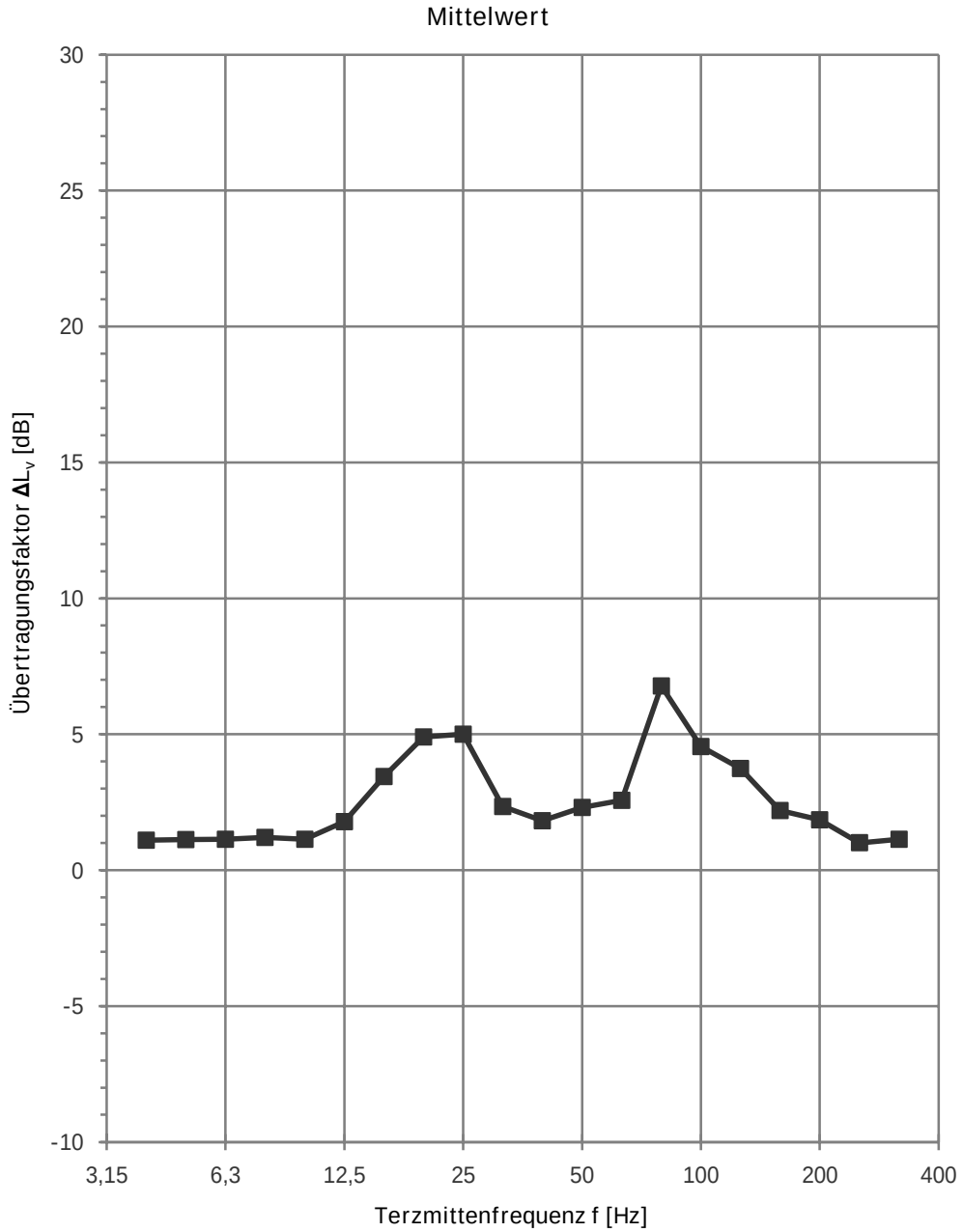
Schwingrichtung: vertikal (z)



ΔL_v [dB]	f [Hz]
3,3	4
3,7	5
4,9	6,3
6,7	8
7,4	10
9,0	12,5
11,4	16
16,3	20
19,6	25
14,3	31,5
10,4	40
9,8	50
8,9	63
8,2	80
7,4	100
6,7	125
6,4	160
6,2	200
6,0	250
5,8	315

Übertragungsfunktion
Fundament - Geschossdecke (T_3)

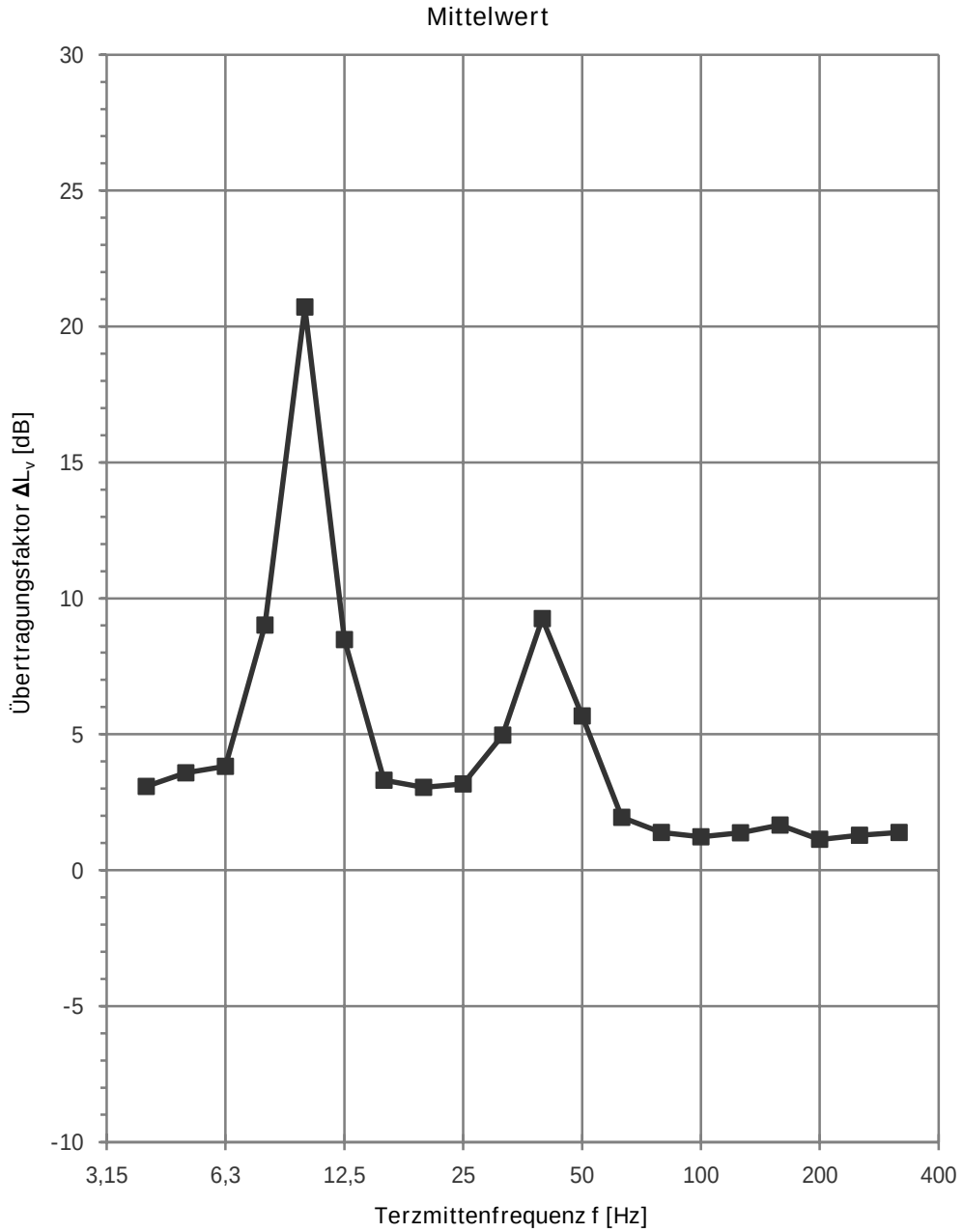
Quelle:	Erschütterungstechnische Untersuchung vom 09.01.2020
	fischer Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt
Adresse:	Bessunger Straße 14
	64285 Darmstadt
Deckenart:	Holzbalkendecke
Geschoss:	EG
Schwingrichtung:	vertikal (z)



ΔL_v [dB]	f [Hz]
1,1	4
1,1	5
1,1	6,3
1,2	8
1,1	10
1,8	12,5
3,4	16
4,9	20
5,0	25
2,3	31,5
1,8	40
2,3	50
2,6	63
6,8	80
4,5	100
3,7	125
2,2	160
1,8	200
1,0	250
1,1	315

Übertragungsfunktion
Fundament - Geschossdecke (T_3)

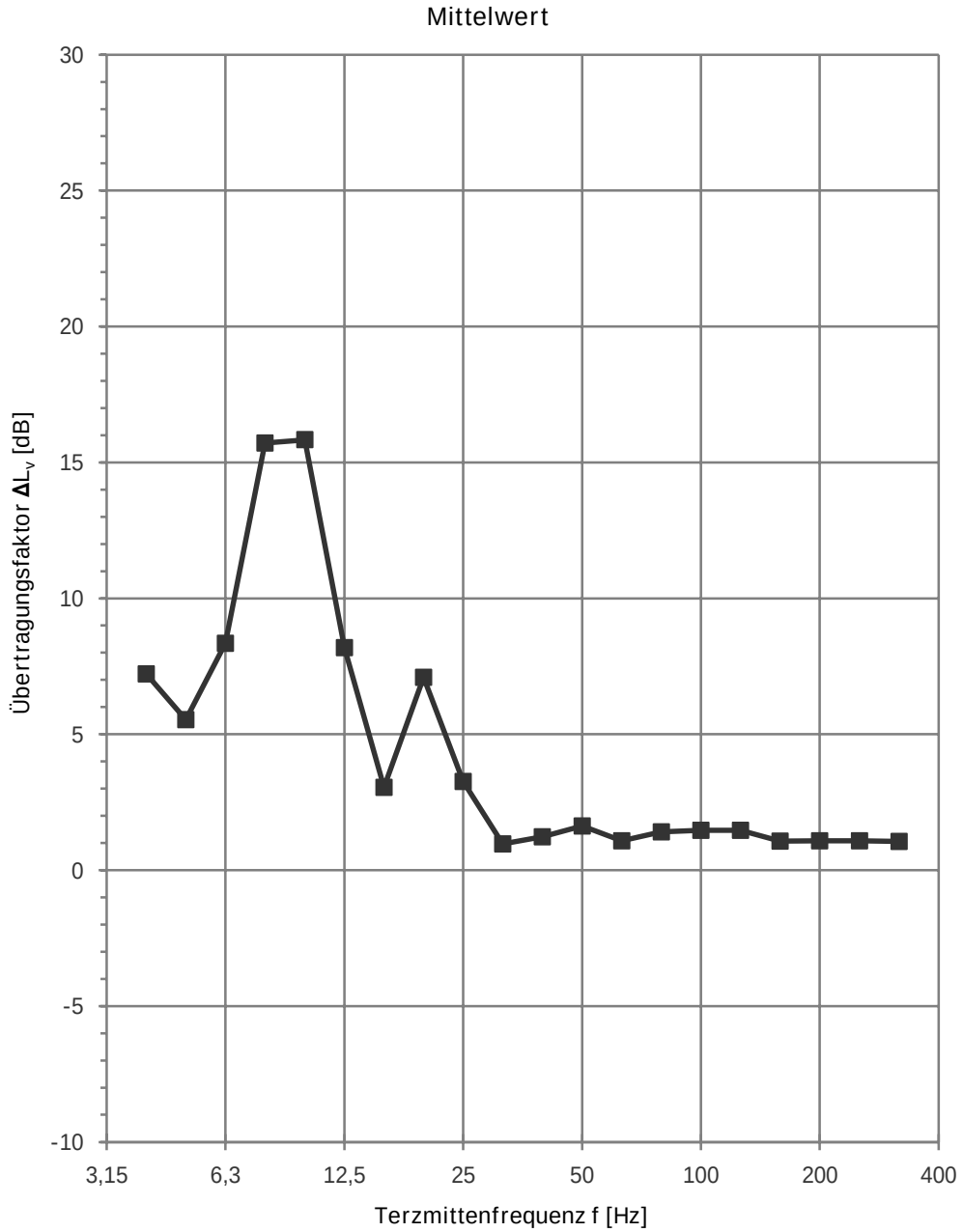
Quelle:	Erschütterungstechnische Untersuchung vom 09.01.2020
	fischer Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt
Adresse:	Bessunger Straße 14
	64285 Darmstadt
Deckenart:	Holzbalkendecke
Geschoss:	DG
Schwingrichtung:	vertikal (z)



ΔL_v [dB]	f [Hz]
3,1	4
3,6	5
3,8	6,3
9,0	8
20,7	10
8,5	12,5
3,3	16
3,0	20
3,2	25
5,0	31,5
9,3	40
5,7	50
1,9	63
1,4	80
1,2	100
1,4	125
1,7	160
1,1	200
1,3	250
1,4	315

Übertragungsfunktion
Fundament - Geschossdecke (T_3)

Quelle:	Erschütterungstechnische Untersuchung vom 09.01.2020
	fischer Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt
Adresse:	Bessunger Straße 27
	64285 Darmstadt
Deckenart:	Holzbalkendecke
Geschoss:	DG
Schwingrichtung:	vertikal (z)



ΔL_v [dB]	f [Hz]
7,2	4
5,5	5
8,4	6,3
15,7	8
15,8	10
8,2	12,5
3,1	16
7,1	20
3,3	25
1,0	31,5
1,2	40
1,6	50
1,1	63
1,4	80
1,5	100
1,5	125
1,1	160
1,1	200
1,1	250
1,1	315

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Erschütterungsimmissionen

Einwirkungsmatrix Prognose-Nullfall Tagzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 5,3 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} mit dem Faktor 100 multipliziert in Abhängigkeit des maßgeblichen Gleisabstandes und Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
5	6,2	6,7	7,6	8,9	10,9	13,6	15,2	16,3	16,4	12,8
5,5	6,0	6,5	7,3	8,6	10,6	13,2	14,7	15,8	15,9	12,4
6	5,8	6,3	7,1	8,4	10,3	12,8	14,3	15,3	15,4	12,0
6,5	5,6	6,1	6,9	8,1	10,0	12,5	13,9	14,9	14,9	11,6
7	5,5	6,0	6,8	7,9	9,8	12,2	13,5	14,5	14,5	11,3
7,5	5,4	5,8	6,6	7,7	9,5	11,9	13,2	14,1	14,1	11,0
8	5,2	5,7	6,5	7,6	9,3	11,6	12,9	13,7	13,7	10,7
8,5	5,1	5,6	6,3	7,4	9,1	11,4	12,6	13,4	13,4	10,4
9	5,0	5,5	6,2	7,3	8,9	11,1	12,3	13,1	13,1	10,2
9,5	4,9	5,3	6,0	7,1	8,7	10,9	12,1	12,8	12,8	9,9
10	4,8	5,2	5,9	7,0	8,6	10,7	11,8	12,6	12,5	9,7
10,5	4,7	5,1	5,8	6,8	8,4	10,5	11,6	12,3	12,2	9,5
11	4,6	5,0	5,7	6,7	8,3	10,3	11,4	12,0	11,9	9,3
11,5	4,5	4,9	5,6	6,6	8,1	10,1	11,2	11,8	11,7	9,1
12	4,5	4,9	5,5	6,5	8,0	9,9	11,0	11,6	11,5	8,9
12,5	4,4	4,8	5,4	6,4	7,8	9,8	10,8	11,4	11,2	8,7
13	4,3	4,7	5,3	6,3	7,7	9,6	10,6	11,2	11,0	8,5
13,5	4,2	4,6	5,2	6,2	7,6	9,5	10,4	11,0	10,8	8,3
14	4,2	4,5	5,1	6,1	7,5	9,3	10,2	10,8	10,6	8,2
14,5	4,1	4,5	5,1	6,0	7,4	9,2	10,1	10,6	10,4	8,0
15	4,0	4,4	5,0	5,9	7,3	9,0	9,9	10,4	10,2	7,9
15,5	4,0	4,3	4,9	5,8	7,1	8,9	9,8	10,2	10,0	7,7
16	3,9	4,3	4,8	5,7	7,0	8,8	9,6	10,1	9,9	7,6
16,5	3,8	4,2	4,8	5,6	6,9	8,6	9,5	9,9	9,7	7,4
17	3,8	4,1	4,7	5,6	6,9	8,5	9,3	9,7	9,5	7,3

r — Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird maximal zu 2/3 ausgeschöpft, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird eingehalten oder unterschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird überschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind nicht eingehalten.

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Erschütterungsimmissionen

Einwirkungsmatrix Prognose-Nullfall Nachtzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 5,3 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} mit dem Faktor 100 multipliziert in Abhängigkeit des maßgeblichen Gleisabstandes und Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
5	4,1	4,4	5,0	5,8	7,2	9,0	10,0	10,7	10,8	8,5
5,5	3,9	4,3	4,8	5,7	7,0	8,7	9,7	10,4	10,4	8,2
6	3,8	4,2	4,7	5,5	6,8	8,5	9,4	10,1	10,1	7,9
6,5	3,7	4,1	4,6	5,4	6,6	8,2	9,2	9,8	9,8	7,7
7	3,6	3,9	4,5	5,2	6,4	8,0	8,9	9,5	9,6	7,5
7,5	3,5	3,9	4,4	5,1	6,3	7,8	8,7	9,3	9,3	7,2
8	3,5	3,8	4,3	5,0	6,1	7,7	8,5	9,1	9,1	7,1
8,5	3,4	3,7	4,2	4,9	6,0	7,5	8,3	8,8	8,8	6,9
9	3,3	3,6	4,1	4,8	5,9	7,3	8,1	8,6	8,6	6,7
9,5	3,2	3,5	4,0	4,7	5,8	7,2	8,0	8,5	8,4	6,5
10	3,2	3,5	3,9	4,6	5,7	7,1	7,8	8,3	8,2	6,4
10,5	3,1	3,4	3,8	4,5	5,5	6,9	7,7	8,1	8,1	6,2
11	3,0	3,3	3,8	4,4	5,4	6,8	7,5	7,9	7,9	6,1
11,5	3,0	3,3	3,7	4,3	5,4	6,7	7,4	7,8	7,7	6,0
12	2,9	3,2	3,6	4,3	5,3	6,6	7,2	7,6	7,6	5,8
12,5	2,9	3,1	3,6	4,2	5,2	6,5	7,1	7,5	7,4	5,7
13	2,8	3,1	3,5	4,1	5,1	6,3	7,0	7,4	7,3	5,6
13,5	2,8	3,0	3,5	4,1	5,0	6,2	6,9	7,2	7,1	5,5
14	2,7	3,0	3,4	4,0	4,9	6,1	6,8	7,1	7,0	5,4
14,5	2,7	2,9	3,3	3,9	4,9	6,1	6,7	7,0	6,9	5,3
15	2,7	2,9	3,3	3,9	4,8	6,0	6,5	6,9	6,7	5,2
15,5	2,6	2,9	3,2	3,8	4,7	5,9	6,4	6,7	6,6	5,1
16	2,6	2,8	3,2	3,8	4,6	5,8	6,3	6,6	6,5	5,0
16,5	2,5	2,8	3,1	3,7	4,6	5,7	6,3	6,5	6,4	4,9
17	2,5	2,7	3,1	3,7	4,5	5,6	6,2	6,4	6,3	4,8

r — Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird maximal zu 2/3 ausgeschöpft, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird eingehalten oder unterschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird überschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind nicht eingehalten.

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Sekundärer Luftschall

Einwirkungsmatrix Prognose-Nullfall Tagzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 5,3 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Beurteilungpegel Lri [dB(A)] in Abhängigkeit des Gleisabstandes und maßgeblichen Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
5	24,2	24,4	24,7	25,0	25,4	26,0	26,9	28,1	29,3	29,2
5,5	24,1	24,3	24,5	24,9	25,3	25,9	26,7	28,0	29,1	29,0
6	24,0	24,1	24,4	24,7	25,2	25,8	26,6	27,8	29,0	28,9
6,5	23,8	24,0	24,3	24,6	25,0	25,6	26,5	27,7	28,9	28,7
7	23,7	23,9	24,2	24,5	24,9	25,5	26,4	27,6	28,7	28,6
7,5	23,6	23,8	24,0	24,4	24,8	25,4	26,3	27,5	28,6	28,5
8	23,5	23,7	23,9	24,3	24,7	25,3	26,2	27,4	28,5	28,4
8,5	23,4	23,6	23,8	24,2	24,6	25,2	26,0	27,3	28,4	28,3
9	23,3	23,4	23,7	24,1	24,5	25,1	26,0	27,2	28,3	28,2
9,5	23,2	23,3	23,6	24,0	24,4	25,0	25,9	27,1	28,2	28,1
10	23,1	23,2	23,5	23,9	24,3	24,9	25,8	27,0	28,1	27,9
10,5	23,0	23,2	23,4	23,8	24,2	24,8	25,7	26,9	28,0	27,8
11	22,9	23,1	23,3	23,7	24,1	24,7	25,6	26,8	27,9	27,8
11,5	22,8	23,0	23,2	23,6	24,0	24,6	25,5	26,7	27,8	27,7
12	22,7	22,9	23,2	23,5	23,9	24,5	25,4	26,6	27,7	27,6
12,5	22,6	22,8	23,1	23,4	23,8	24,5	25,3	26,6	27,7	27,5
13	22,5	22,7	23,0	23,3	23,7	24,4	25,2	26,5	27,6	27,4
13,5	22,4	22,6	22,9	23,2	23,7	24,3	25,2	26,4	27,5	27,3
14	22,3	22,5	22,8	23,2	23,6	24,2	25,1	26,3	27,4	27,2
14,5	22,3	22,5	22,7	23,1	23,5	24,1	25,0	26,2	27,3	27,1
15	22,2	22,4	22,7	23,0	23,4	24,1	24,9	26,2	27,2	27,0
15,5	22,1	22,3	22,6	22,9	23,3	24,0	24,9	26,1	27,2	26,9
16	22,0	22,2	22,5	22,8	23,3	23,9	24,8	26,0	27,1	26,9
16,5	21,9	22,1	22,4	22,8	23,2	23,8	24,7	26,0	27,0	26,8
17	21,9	22,1	22,3	22,7	23,1	23,8	24,7	25,9	26,9	26,7

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Der Immissionsrichtwert für den Tag wird unterschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV sind erfüllt.

Der Immissionsrichtwert für den Tag wird überschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV nicht sind erfüllt.

IRW 40 dB(A)

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Sekundärer Luftschall

Einwirkungsmatrix Prognose-Nullfall Nachtzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 5,3 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Beurteilungpegel Lri [dB(A)] in Abhängigkeit des Gleisabstandes und maßgeblichen Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
5	20,6	20,8	21,1	21,4	21,8	22,4	23,3	24,5	25,6	25,5
5,5	20,5	20,7	20,9	21,3	21,7	22,3	23,1	24,4	25,5	25,4
6	20,3	20,5	20,8	21,1	21,5	22,1	23,0	24,2	25,4	25,3
6,5	20,2	20,4	20,7	21,0	21,4	22,0	22,9	24,1	25,2	25,1
7	20,2	20,3	20,6	21,0	21,4	22,0	22,8	24,1	25,2	25,1
7,5	20,0	20,2	20,4	20,8	21,2	21,8	22,6	23,9	25,0	24,9
8	19,9	20,0	20,3	20,7	21,1	21,7	22,5	23,8	24,9	24,8
8,5	19,8	19,9	20,2	20,6	21,0	21,6	22,4	23,7	24,8	24,7
9	19,7	19,8	20,1	20,4	20,9	21,5	22,3	23,6	24,7	24,5
9,5	19,6	19,7	20,0	20,3	20,8	21,4	22,2	23,5	24,6	24,4
10	19,5	19,6	19,9	20,3	20,7	21,3	22,2	23,4	24,5	24,3
10,5	19,4	19,5	19,8	20,2	20,6	21,2	22,1	23,3	24,4	24,2
11	19,3	19,4	19,7	20,1	20,5	21,1	22,0	23,2	24,3	24,1
11,5	19,2	19,4	19,6	20,0	20,4	21,0	21,9	23,1	24,2	24,0
12	19,1	19,3	19,5	19,9	20,3	20,9	21,8	23,0	24,1	23,9
12,5	19,0	19,2	19,5	19,8	20,2	20,8	21,7	23,0	24,0	23,9
13	18,9	19,1	19,4	19,7	20,1	20,8	21,6	22,9	24,0	23,8
13,5	18,8	19,0	19,3	19,6	20,1	20,7	21,6	22,8	23,9	23,7
14	18,7	18,9	19,2	19,5	20,0	20,6	21,5	22,7	23,8	23,6
14,5	18,7	18,8	19,1	19,5	19,9	20,5	21,4	22,6	23,7	23,5
15	18,6	18,8	19,0	19,4	19,8	20,5	21,3	22,6	23,6	23,4
15,5	18,5	18,7	19,0	19,3	19,7	20,4	21,3	22,5	23,6	23,3
16	18,4	18,6	18,9	19,2	19,7	20,3	21,2	22,4	23,5	23,3
16,5	18,3	18,5	18,8	19,2	19,6	20,2	21,1	22,3	23,4	23,2
17	18,3	18,5	18,7	19,1	19,5	20,2	21,0	22,3	23,3	23,1

r — Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Der Immissionsrichtwert für die Nacht wird unterschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV sind erfüllt.

Der Immissionsrichtwert für die Nacht wird überschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV nicht sind erfüllt.

IRW 30 dB(A)

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Erschütterungsimmissionen

Einwirkungsmatrix Prognose-Planfall Tagzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 3,5 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} mit dem Faktor 100 multipliziert in Abhängigkeit des maßgeblichen Gleisabstandes und Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
3	7,2	7,8	8,8	10,3	12,6	15,8	17,7	19,1	19,3	15,2
3,5	6,9	7,5	8,4	9,9	12,1	15,1	16,9	18,2	18,4	14,5
4	6,6	7,2	8,1	9,5	11,6	14,6	16,3	17,5	17,7	13,9
4,5	6,4	6,9	7,8	9,2	11,2	14,1	15,7	16,8	17,0	13,3
5	6,2	6,7	7,6	8,9	10,9	13,6	15,2	16,3	16,4	12,8
5,5	6,0	6,5	7,3	8,6	10,6	13,2	14,7	15,8	15,9	12,4
6	5,8	6,3	7,1	8,4	10,3	12,8	14,3	15,3	15,4	12,0
6,5	5,6	6,1	6,9	8,1	10,0	12,5	13,9	14,9	14,9	11,6
7	5,5	6,0	6,8	7,9	9,8	12,2	13,5	14,5	14,5	11,3
7,5	5,4	5,8	6,6	7,7	9,5	11,9	13,2	14,1	14,1	11,0
8	5,2	5,7	6,5	7,6	9,3	11,6	12,9	13,7	13,7	10,7
8,5	5,1	5,6	6,3	7,4	9,1	11,4	12,6	13,4	13,4	10,4
9	5,0	5,5	6,2	7,3	8,9	11,1	12,3	13,1	13,1	10,2
9,5	4,9	5,3	6,0	7,1	8,7	10,9	12,1	12,8	12,8	9,9
10	4,8	5,2	5,9	7,0	8,6	10,7	11,8	12,6	12,5	9,7
10,5	4,7	5,1	5,8	6,8	8,4	10,5	11,6	12,3	12,2	9,5
11	4,6	5,0	5,7	6,7	8,3	10,3	11,4	12,0	11,9	9,3
11,5	4,5	4,9	5,6	6,6	8,1	10,1	11,2	11,8	11,7	9,1
12	4,5	4,9	5,5	6,5	8,0	9,9	11,0	11,6	11,5	8,9
12,5	4,4	4,8	5,4	6,4	7,8	9,8	10,8	11,4	11,2	8,7
13	4,3	4,7	5,3	6,3	7,7	9,6	10,6	11,2	11,0	8,5
13,5	4,2	4,6	5,2	6,2	7,6	9,5	10,4	11,0	10,8	8,3
14	4,2	4,5	5,1	6,1	7,5	9,3	10,2	10,8	10,6	8,2
14,5	4,1	4,5	5,1	6,0	7,4	9,2	10,1	10,6	10,4	8,0
15	4,0	4,4	5,0	5,9	7,3	9,0	9,9	10,4	10,2	7,9

r — Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird maximal zu 2/3 ausgeschöpft, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird eingehalten oder unterschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird überschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind nicht eingehalten.

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Erschütterungsimmissionen

Einwirkungsmatrix Prognose-Planfall Nachtzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 3,5 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} mit dem Faktor 100 multipliziert in Abhängigkeit des maßgeblichen Gleisabstandes und Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
3	4,7	5,1	5,8	6,8	8,3	10,4	11,6	12,5	12,7	10,0
3,5	4,5	4,9	5,6	6,5	8,0	10,0	11,1	12,0	12,1	9,5
4	4,4	4,7	5,3	6,3	7,7	9,6	10,7	11,5	11,6	9,1
4,5	4,2	4,6	5,2	6,0	7,4	9,3	10,3	11,1	11,2	8,8
5	4,1	4,4	5,0	5,8	7,2	9,0	10,0	10,7	10,8	8,5
5,5	3,9	4,3	4,8	5,7	7,0	8,7	9,7	10,4	10,4	8,2
6	3,8	4,2	4,7	5,5	6,8	8,5	9,4	10,1	10,1	7,9
6,5	3,7	4,1	4,6	5,4	6,6	8,2	9,2	9,8	9,8	7,7
7	3,6	3,9	4,5	5,2	6,4	8,0	8,9	9,5	9,6	7,5
7,5	3,5	3,9	4,4	5,1	6,3	7,8	8,7	9,3	9,3	7,2
8	3,5	3,8	4,3	5,0	6,1	7,7	8,5	9,1	9,1	7,1
8,5	3,4	3,7	4,2	4,9	6,0	7,5	8,3	8,8	8,8	6,9
9	3,3	3,6	4,1	4,8	5,9	7,3	8,1	8,6	8,6	6,7
9,5	3,2	3,5	4,0	4,7	5,8	7,2	8,0	8,5	8,4	6,5
10	3,2	3,5	3,9	4,6	5,7	7,1	7,8	8,3	8,2	6,4
10,5	3,1	3,4	3,8	4,5	5,5	6,9	7,7	8,1	8,1	6,2
11	3,0	3,3	3,8	4,4	5,4	6,8	7,5	7,9	7,9	6,1
11,5	3,0	3,3	3,7	4,3	5,4	6,7	7,4	7,8	7,7	6,0
12	2,9	3,2	3,6	4,3	5,3	6,6	7,2	7,6	7,6	5,8
12,5	2,9	3,1	3,6	4,2	5,2	6,5	7,1	7,5	7,4	5,7
13	2,8	3,1	3,5	4,1	5,1	6,3	7,0	7,4	7,3	5,6
13,5	2,8	3,0	3,5	4,1	5,0	6,2	6,9	7,2	7,1	5,5
14	2,7	3,0	3,4	4,0	4,9	6,1	6,8	7,1	7,0	5,4
14,5	2,7	2,9	3,3	3,9	4,9	6,1	6,7	7,0	6,9	5,3
15	2,7	2,9	3,3	3,9	4,8	6,0	6,5	6,9	6,7	5,2

r — Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird maximal zu 2/3 ausgeschöpft, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird eingehalten oder unterschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.

Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird überschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind nicht eingehalten.

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Sekundärer Luftschall

Einwirkungsmatrix Prognose-Planfall Tagzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 3,5 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Beurteilungpegel Lri [dB(A)] in Abhängigkeit des Gleisabstandes und maßgeblichen Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
3	24,9	25,1	25,4	25,7	26,1	26,7	27,5	28,8	29,9	29,9
3,5	24,7	24,9	25,2	25,5	25,9	26,5	27,3	28,6	29,7	29,7
4	24,5	24,7	25,0	25,3	25,7	26,3	27,2	28,4	29,6	29,5
4,5	24,4	24,6	24,8	25,2	25,6	26,2	27,0	28,3	29,4	29,3
5	24,2	24,4	24,7	25,0	25,4	26,0	26,9	28,1	29,3	29,2
5,5	24,1	24,3	24,5	24,9	25,3	25,9	26,7	28,0	29,1	29,0
6	24,0	24,1	24,4	24,7	25,2	25,8	26,6	27,8	29,0	28,9
6,5	23,8	24,0	24,3	24,6	25,0	25,6	26,5	27,7	28,9	28,7
7	23,7	23,9	24,2	24,5	24,9	25,5	26,4	27,6	28,7	28,6
7,5	23,6	23,8	24,0	24,4	24,8	25,4	26,3	27,5	28,6	28,5
8	23,5	23,7	23,9	24,3	24,7	25,3	26,2	27,4	28,5	28,4
8,5	23,4	23,6	23,8	24,2	24,6	25,2	26,0	27,3	28,4	28,3
9	23,3	23,4	23,7	24,1	24,5	25,1	26,0	27,2	28,3	28,2
9,5	23,2	23,3	23,6	24,0	24,4	25,0	25,9	27,1	28,2	28,1
10	23,1	23,2	23,5	23,9	24,3	24,9	25,8	27,0	28,1	27,9
10,5	23,0	23,2	23,4	23,8	24,2	24,8	25,7	26,9	28,0	27,8
11	22,9	23,1	23,3	23,7	24,1	24,7	25,6	26,8	27,9	27,8
11,5	22,8	23,0	23,2	23,6	24,0	24,6	25,5	26,7	27,8	27,7
12	22,7	22,9	23,2	23,5	23,9	24,5	25,4	26,6	27,7	27,6
12,5	22,6	22,8	23,1	23,4	23,8	24,5	25,3	26,6	27,7	27,5
13	22,5	22,7	23,0	23,3	23,7	24,4	25,2	26,5	27,6	27,4
13,5	22,4	22,6	22,9	23,2	23,7	24,3	25,2	26,4	27,5	27,3
14	22,3	22,5	22,8	23,2	23,6	24,2	25,1	26,3	27,4	27,2
14,5	22,3	22,5	22,7	23,1	23,5	24,1	25,0	26,2	27,3	27,1
15	22,2	22,4	22,7	23,0	23,4	24,1	24,9	26,2	27,2	27,0

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Der Immissionsrichtwert für den Tag wird unterschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV sind erfüllt.

Der Immissionsrichtwert für den Tag wird überschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV nicht sind erfüllt.

IRW 40 dB(A)

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Sekundärer Luftschall

Einwirkungsmatrix Prognose-Planfall Nachtzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 3,5 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Beurteilungpegel Lri [dB(A)] in Abhängigkeit des Gleisabstandes und maßgeblichen Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
3	21,3	21,5	21,7	22,1	22,5	23,1	23,9	25,1	26,3	26,2
3,5	21,1	21,3	21,5	21,9	22,3	22,9	23,7	25,0	26,1	26,0
4	20,9	21,1	21,4	21,7	22,1	22,7	23,6	24,8	25,9	25,9
4,5	20,8	20,9	21,2	21,6	22,0	22,6	23,4	24,6	25,8	25,7
5	20,7	20,9	21,2	21,5	21,9	22,5	23,3	24,6	25,7	25,6
5,5	20,5	20,7	20,9	21,3	21,7	22,3	23,1	24,4	25,5	25,4
6	20,3	20,5	20,8	21,1	21,5	22,1	23,0	24,2	25,4	25,3
6,5	20,2	20,4	20,7	21,0	21,4	22,0	22,9	24,1	25,2	25,1
7	20,1	20,3	20,5	20,9	21,3	21,9	22,8	24,0	25,1	25,0
7,5	20,0	20,2	20,4	20,8	21,2	21,8	22,6	23,9	25,0	24,9
8	19,9	20,0	20,3	20,7	21,1	21,7	22,5	23,8	24,9	24,8
8,5	19,8	19,9	20,2	20,6	21,0	21,6	22,4	23,7	24,8	24,7
9	19,7	19,8	20,1	20,4	20,9	21,5	22,3	23,6	24,7	24,5
9,5	19,6	19,7	20,0	20,3	20,8	21,4	22,2	23,5	24,6	24,4
10	19,5	19,6	19,9	20,3	20,7	21,3	22,2	23,4	24,5	24,3
10,5	19,4	19,5	19,8	20,2	20,6	21,2	22,1	23,3	24,4	24,2
11	19,3	19,4	19,7	20,1	20,5	21,1	22,0	23,2	24,3	24,1
11,5	19,2	19,4	19,6	20,0	20,4	21,0	21,9	23,1	24,2	24,0
12	19,1	19,3	19,5	19,9	20,3	20,9	21,8	23,0	24,1	23,9
12,5	19,0	19,2	19,5	19,8	20,2	20,8	21,7	23,0	24,0	23,9
13	18,9	19,1	19,4	19,7	20,1	20,8	21,6	22,9	24,0	23,8
13,5	18,8	19,0	19,3	19,6	20,1	20,7	21,6	22,8	23,9	23,7
14	18,7	18,9	19,2	19,5	20,0	20,6	21,5	22,7	23,8	23,6
14,5	18,7	18,8	19,1	19,5	19,9	20,5	21,4	22,6	23,7	23,5
15	18,6	18,8	19,0	19,4	19,8	20,5	21,3	22,6	23,6	23,4

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Der Immissionsrichtwert für die Nacht wird unterschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV sind erfüllt.

Der Immissionsrichtwert für die Nacht wird überschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV nicht sind erfüllt.

IRW 30 dB(A)

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Wesentliche Erhöhung der Erschütterungsimmissionen

Einwirkungsmatrix Prognose Tagzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 3,5 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
3	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
3,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
4	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
4,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
5,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
6	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
6,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
7	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
7,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
8	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
8,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
9	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
9,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
10	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
10,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
11	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
11,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
12	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
12,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
13	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
13,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
14	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
14,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
15	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Nein, die Bedingungen einer wesentlichen Erhöhung sind nicht erfüllt

Ja, die Bedingungen einer wesentlichen Erhöhung sind erfüllt

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Wesentliche Erhöhung der Erschütterungsimmissionen

Einwirkungsmatrix Prognose — Nachtzeitraum

Strecke: Linie 3
Ort: Bessunger Straße
64285 Darmstadt

Gebietsnutzung: Mischgebiet
Abstand der Bebauung ab: 3,5 m
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

Abstand r	Deckeneigenfrequenzen [Hz]									
[m]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
3	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
3,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
4	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
4,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
5,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
6	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
6,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
7	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
7,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
8	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
8,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
9	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
9,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
10	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
10,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
11	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
11,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
12	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
12,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
13	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
13,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
14	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
14,5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
15	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

r — Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]

Nein, die Bedingungen einer wesentlichen Erhöhung sind nicht erfüllt

Ja, die Bedingungen einer wesentlichen Erhöhung sind erfüllt

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Beurteilung der Immissionen an IP01 für PNF
sekundärer Luftschall und Erschütterungen

Strecke:	Linie 3, Freiberger Platz-Orangerie	Gebäude:	Bessunger Str. 14, 64285 Darmstadt
Raum R1:	EG, Kinder	Deckenart R1:	Holzbalkendecke
Raum R2:	DG, Wohnen	Deckenart R2:	Holzbalkendecke
Raum R3:	-, -	Deckenart R3:	

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
$IRW_{R1,T}$	$IRW_{R1,N}$	$IRW_{R2,T}$	$IRW_{R2,N}$	$IRW_{R3,T}$	$IRW_{R3,N}$	Gebietsnutzung	$A_{u,T}$	$A_{o,T}$	$A_{r,T}$	$A_{u,N}$	$A_{o,N}$	$A_{r,N}$
40	30	40	30	40	30	Mischgebiet	0,30	5,00	0,15	0,23	0,60	0,11

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt

Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KBFmax						Schutz-maß-nahme	Anforderungen eingehalten?					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	0,320	0,320	0,538	0,538	0,000	0,000	keine	?	?	?	?	J	J
Gleis 2	0,256	0,256	0,436	0,436	0,000	0,000		J	?	?	?	J	J
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	0,320	0,320	0,538	0,538	0,000	0,000		?	?	?	?	J	J

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt

Gleis	Beurteilungsschwingstärke KBFTr						Schutz-maß-nahme	Ausschöpfung KB_{FTr} [%]					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	0,071	0,047	0,119	0,080	0,000	0,000	keine	47%	45%	79%	76%	0%	0%
Gleis 2	0,057	0,037	0,096	0,063	0,000	0,000		38%	35%	64%	60%	0%	0%
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	0,091	0,060	0,153	0,101	0,000	0,000		60%	57%	102%	97%	0%	0%

Beurteilung nach 24. BImSchV

Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L_r [dB(A)]						Schutz-maß-nahme	Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	25,1	21,6	23,7	20,2	0,0	0,0	keine	-14,9	-8,4	-16,3	-9,8	0,0	0,0
Gleis 2	24,1	20,4	22,8	19,1	0,0	0,0		-15,9	-9,6	-17,2	-10,9	0,0	0,0
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	27,7	24,1	26,3	22,7	0,0	0,0		-12,3	-5,9	-13,7	-7,3	0,0	0,0

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Beurteilung der Immissionen an IP01 für PPF
sekundärer Luftschall und Erschütterungen

Strecke:	Linie 3, Freiberger Platz-Orangerie	Gebäude:	Bessunger Str. 14, 64285 Darmstadt
Raum R1:	EG, Kinder	Deckenart R1:	Holzbalkendecke
Raum R2:	DG, Wohnen	Deckenart R2:	Holzbalkendecke
Raum R3:	-, -	Deckenart R3:	

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
$IRW_{R1,T}$	$IRW_{R1,N}$	$IRW_{R2,T}$	$IRW_{R2,N}$	$IRW_{R3,T}$	$IRW_{R3,N}$	Gebietsnutzung	$A_{u,T}$	$A_{o,T}$	$A_{r,T}$	$A_{u,N}$	$A_{o,N}$	$A_{r,N}$
40	30	40	30	40	30	Mischgebiet	0,30	5,00	0,15	0,23	0,60	0,11

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt

Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KBFmax						Schutz-maß-nahme	Anforderungen eingehalten?					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	0,326	0,326	0,548	0,548	0,000	0,000	keine	?	?	?	?	J	J
Gleis 2	0,259	0,259	0,441	0,441	0,000	0,000		J	?	?	?	J	J
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	0,326	0,326	0,548	0,548	0,000	0,000		?	?	?	?	J	J

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt

Gleis	Beurteilungsschwingstärke KBFTr						Schutz-maß-nahme	Ausschöpfung KB_{FTr} [%]					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	0,072	0,048	0,121	0,081	0,000	0,000	keine	48%	46%	81%	77%	0%	0%
Gleis 2	0,057	0,037	0,098	0,064	0,000	0,000		38%	36%	65%	61%	0%	0%
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	0,092	0,061	0,156	0,103	0,000	0,000		61%	58%	104%	98%	0%	0%

Beurteilung nach 24. BImSchV

Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L_r [dB(A)]						Schutz-maß-nahme	Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	25,2	21,7	23,8	20,3	0,0	0,0	keine	-14,8	-8,3	-16,2	-9,7	0,0	0,0
Gleis 2	24,2	20,5	22,9	19,2	0,0	0,0		-15,8	-9,5	-17,1	-10,8	0,0	0,0
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	27,7	24,1	26,4	22,8	0,0	0,0		-12,3	-5,9	-13,6	-7,2	0,0	0,0

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Beurteilung der Immissionen an IP02 für PNF
sekundärer Luftschall und Erschütterungen

Strecke:	Linie 3, Freiberger Platz-Orangerie	Gebäude:	Bessunger Str. 27, 64285 Darmstadt
Raum R1:	DG, Büro	Deckenart R1:	Holzbalkendecke
Raum R2:	-, -	Deckenart R2:	
Raum R3:	-, -	Deckenart R3:	

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
$IRW_{R1,T}$	$IRW_{R1,N}$	$IRW_{R2,T}$	$IRW_{R2,N}$	$IRW_{R3,T}$	$IRW_{R3,N}$	Gebietsnutzung	$A_{u,T}$	$A_{o,T}$	$A_{r,T}$	$A_{u,N}$	$A_{o,N}$	$A_{r,N}$
40	30	40	30	40	30	Mischgebiet	0,30	5,00	0,15	0,23	0,60	0,11

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt

Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KBFmax						Schutz-maß-nahme	Anforderungen eingehalten?					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	0,158	0,158	0,000	0,000	0,000	0,000	keine	J	J	J	J	J	J
Gleis 2	0,186	0,186	0,000	0,000	0,000	0,000		J	J	J	J	J	J
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	0,186	0,186	0,000	0,000	0,000	0,000		J	J	J	J	J	J

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt

Gleis	Beurteilungsschwingstärke KBFTr						Schutz-maß-nahme	Ausschöpfung KB_{FTr} [%]					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	0,035	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	keine	23%	22%	0%	0%	0%	0%
Gleis 2	0,041	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000		27%	26%	0%	0%	0%	0%
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	0,054	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000		36%	34%	0%	0%	0%	0%

Beurteilung nach 24. BImSchV

Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L_r [dB(A)]						Schutz-maß-nahme	Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	18,9	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	keine	-21,1	-14,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Gleis 2	19,7	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-20,3	-14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	22,3	18,7	0,0	0,0	0,0	0,0		-17,7	-11,3	0,0	0,0	0,0	0,0

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

Beurteilung der Immissionen an IP02 für PPF
sekundärer Luftschall und Erschütterungen

Strecke:	Linie 3, Freiberger Platz-Orangerie	Gebäude:	Bessunger Str. 27, 64285 Darmstadt
Raum R1:	DG, Büro	Deckenart R1:	Holzbalkendecke
Raum R2:	-, -	Deckenart R2:	
Raum R3:	-, -	Deckenart R3:	

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
$IRW_{R1,T}$	$IRW_{R1,N}$	$IRW_{R2,T}$	$IRW_{R2,N}$	$IRW_{R3,T}$	$IRW_{R3,N}$	Gebietsnutzung	$A_{u,T}$	$A_{o,T}$	$A_{r,T}$	$A_{u,N}$	$A_{o,N}$	$A_{r,N}$
40	30	40	30	40	30	Mischgebiet	0,30	5,00	0,15	0,23	0,60	0,11

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt

Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KBFmax						Schutz-maß-nahme	Anforderungen eingehalten?					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	0,173	0,173	0,000	0,000	0,000	0,000	keine	J	J	J	J	J	J
Gleis 2	0,214	0,214	0,000	0,000	0,000	0,000		J	J	J	J	J	J
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	0,214	0,214	0,000	0,000	0,000	0,000		J	J	J	J	J	J

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt

Gleis	Beurteilungsschwingstärke KBFTr						Schutz-maß-nahme	Ausschöpfung KB_{FTr} [%]					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	0,038	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	keine	26%	24%	0%	0%	0%	0%
Gleis 2	0,047	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000		32%	29%	0%	0%	0%	0%
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	0,061	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000		41%	38%	0%	0%	0%	0%

Beurteilung nach 24. BImSchV

Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L_r [dB(A)]						Schutz-maß-nahme	Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum 1		Raum 2		Raum 3			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		T	N	T	N	T	N
Gleis 1	19,3	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	keine	-20,7	-14,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Gleis 2	20,4	16,6	0,0	0,0	0,0	0,0		-19,6	-13,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Gleis 3													
Gleis 4													
Gleis 5													
Gleis 6													
gesamt	22,9	19,3	0,0	0,0	0,0	0,0		-17,1	-10,7	0,0	0,0	0,0	0,0