

I.B.U.

INGENIEURBÜRO

für Schwingungs-, Schall- und
Schienenverkehrstechnik GmbH

engineers for vibration, noise
and railway technology

Sitz: Essen (HRB 23825)

Ladenspelderstraße 61
45147 Essen

Tel. 0201 87445 0

Fax 0201 87445 45

E-Mail office@ibugmbh.com
www.ibugmbh.com

Auftraggeber: Lindschulte
Ingenieurgesellschaft mbH
Graf-Adolf-Platz 6
40213 Düsseldorf

Objekt: Neubaustrecke
Berthold-Beitz-Boulevard/ Bahnhofstangente

Titel: **Schall- und Schwingungstechnische
Untersuchung**
Teil 4: Abschätzung und Beurteilung
der Körperschall- und
Erschütterungsimmissionen

Auftrag Nr.: S 03.1763.18/ 4

Datum: 23.04.2021

Umfang: 23 Textseiten
18 Anlagen

INHALT

1	AUFGABENSTELLUNG	S.	3
2	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	S.	3
2.1	Planunterlagen	S.	3
2.2	Gleisoberbau	S.	4
2.3	Fahrzeuge	S.	5
2.4	Fahrplandaten	S.	5
2.5	Fahrzeuggeschwindigkeit	S.	6
2.6	Gebietsausweisung	S.	6
2.7	Gebäudestruktur	S.	6
3	IMMISSIONSKENNWERTE	S.	6
3.1	Erschütterungen	S.	6
3.2	Körperschall	S.	7
4	BEURTEILUNGSKRITERIEN	S.	7
4.1	Erschütterungen	S.	7
4.2	Körperschall	S.	10
5	PROGNOSEVERFAHREN	S.	13
6	PROGNOSEBERECHNUNG	S.	16
7	BEURTEILUNG	S.	19
7.1	Neubaubereich	S.	19
7.2	Umbaubereich	S.	20
8	MASSNAHMEN	S.	21
9	ANLAGEN	S.	23
10	ÄNDERUNGSINDEX	S.	23

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Ruhrbahn GmbH, Essen, plant den Neubau der Straßenbahntrasse Berthold-Beitz-Boulevard / Bahnhofstangente in Essen. Im Zusammenhang mit dem Neubau werden die Haltestellen Schwanenkampbrücke, Hindenburgstraße, Am Hauptbahnhof, Hollestraße und Betriebshof Stadtmitte neu errichtet. Weiterhin erfolgt ein baulicher Eingriff in die Gleisachsen am vorhandenen Knotenpunkt Herkulesstraße / Hollestraße / Steeler Straße sowie in die bestehende Gleisanlage der Herkulesstraße zwischen Steeler Straße und Goldschmidtstraße. Die Umbaumaßnahmen betreffen auch die Verkehrsführung des Straßenverkehrs entlang der Hachestraße und in Teilbereichen der Hollestraße sowie den Neubau des Knotenpunktes Berthold-Beitz-Boulevard / Hachestraße / Friedrichstraße / Hans-Böckler-Straße und die Verlängerung des Berthold-Beitz-Boulevards zur Hachestraße.

Die I.B.U. GmbH wurde nun als Nachunternehmer der Lindschulte Ingenieurgesellschaft mbH mit der für das Genehmigungsverfahren benötigten Schall- und Schwingungstechnischen Untersuchung beauftragt. Der vorliegende Bericht betrifft die Beurteilung der Körperschall- und Erschütterungsimmissionen des Straßenbahnverkehrs. In weiteren Berichten werden die Ergebnisse von Schwingungsmessungen und die Beurteilung der Schallimmissionen des Schienen- und Straßenverkehrs wiedergegeben.

2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Planunterlagen

Die Schwingungstechnische Untersuchung basiert auf folgenden Unterlagen:

Übersichtslageplan im Maßstab 1:2000

- 201002_BHT-4-ÜLP-01.pdf

-

Detaillagepläne Berthold-Beitz-Boulevard im Maßstab 1:250

- BBB_000_PVER_3_LA_0500.pdf

- BBB_000_PVER_3_LA_0700.pdf

Querschnittspläne Berthold-Beitz-Boulevard im Maßstab 1:50

- BBB_000_PVER_3_QS_0002a.pdf

- BBB_000_PVER_3_QS_0005.pdf

Detaillagepläne **Bahnhofstangente** im Maßstab 1:250

- BHT-L-3-01-a.pdf
- BHT-L-3-02-a.pdf
- BHT-L-3-03-a.pdf
- BHT-L-3-04-a.pdf
- BHT-L-3-05-a.pdf
- BHT-L-3-06-a.pdf
- BHT-L-3-07-a.pdf
- BHT-L-3-08-a.pdf
- BHT-L-3-09-a.pdf

Querschnittspläne **Bahnhofstangente** im Maßstab 1:50

- BHT-Q-3-01.pdf
- BHT-Q-3-02.pdf
- BHT-Q-3-03.pdf
- BHT-Q-3-04.pdf
- BHT-Q-3-05.pdf
- BHT-Q-3-06.pdf
- BHT-Q-3-07.pdf
- BHT-Q-3-08.pdf
- BHT-Q-3-07.pdf
- BHT-Q-3-08.pdf
- BHT-Q-3-09.pdf
- BHT-Q-3-10-a.pdf
- BHT-Q-3-11-a.pdf
- BHT-Q-3-12.pdf
- BHT-Q-3-13.pdf

Planunterlagen zur **Brücke Gildehofstraße**

- 1_011_B001.pdf
- 1_011_B003_Schnitte_Details.pdf
- 200603_RQ-3-06_Brücke Gildehofstraße.pdf

2.2 Gleisoberbau

Der folgenden Tabelle ist die Zuordnung der unterschiedlichen Oberbauformen zu den einzelnen Streckenabschnitten zu entnehmen:

Straße	Streckenabschnitt	Oberbauform
Berthold-Beitz-Boulevard	Unterquerung Hans-Böckler-Straße / Friedrichstraße Haltestelle Schwanenkampstr.	Schotteroberbau
Hachestraße	Hinter Hst. Schwanenkampbrücke bis vor Hst. Hindenburgstraße	Rasengleis
Am Hauptbahnhof/ Hollestraße	Haltestelle Hindenburgstraße bis Brücke Gildehofstraße	straßenbündiger Bahnkörper
Hollestraße	hinter Brücke Gildehofstraße bis vor Hst. Steeler Str.	Rasengleis
Herkulesstraße	Hst. Steeler Str. bis kurz vor der Straße Alfrediquelle	straßenbündiger Bahnkörper
	Alfrediquelle bis Kreuzung Engelbertstraße	Rasengleis
Goldschmidtstraße	Engelbertstraße bis Umbauende	straßenbündiger Bahnkörper

Tabelle 1: Zuordnung Oberbauformen

In Bereichen, in denen die prognostizierten Schwingungsimmissionen zu hoch sind, sind elastische Oberbauvarianten entsprechend DIN 45673-Mechanische Schwingungen-Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenverkehrswegen – Teil 1: Begriffe, Klassifizierung, Prüfverfahren-von August 2010 vorzusehen.

2.3 Fahrzeuge

Auf der Strecke werden die bei der Ruhrbahn GmbH vorhandenen Straßenbahnfahrzeuge verkehren.

2.4 Fahrplandaten

Auf dem Streckenabschnitt verkehren zukünftig folgende Fahrzeugmengen:

Neubaustrecke Berthold-Beitz Boulevard bis Steeler Straße

tags (06:00 – 22:00 Uhr): 186 Fahrten je Richtung

nachts (22:00 – 06:00 Uhr): 18 Fahrten je Richtung

Umbaustrecke Herkulesstraße / Goldschmidtstraße

tags (06:00 – 22:00 Uhr):	18 / 26 Fahrten	}	Bestand
nachts (22:00 – 06:00 Uhr):	23 / 5 Fahrten		

tags (06:00 – 22:00 Uhr):	108 / 110 Fahrten	}	Planung
nachts (22:00 – 06:00 Uhr):	23 / 12 Fahrten		

(Richtung Bahnhof / Richtung Betriebshof Mitte)

Die Verkehrszahlen in der Herkulesstraße bzw. der Goldschmidtstraße beinhalten die Ein- und Ausfahrten Betriebshof Mitte.

2.5 Fahrzeuggeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit der Straßenbahnen beträgt maximal 50 km/h.

2.6 Gebietsausweisung

Die Gebietsausweisung wurde den im Geoportal der Stadt Essen (<https://geo.essen.de/pla-nenbauen>) hinterlegten B-Plänen entnommen.

Die relevante im Bereich der Neubaustrecke befindliche Bebauung liegt in einem Mischgebiet. Lediglich die gewerblich genutzte Bebauung im Streckenabschnitt westlich der Hans-Böckler-Straße ist einem Gewerbegebiet zuzuordnen. Die Gebäude im Bereich der Umbaustrecke befinden sich ebenfalls in einem Mischgebiet.

2.7 Gebäudestruktur

Aus der während der Ortsbesichtigung erstellten Fotodokumentation kann abgelesen werden, dass die direkt angrenzende Wohnbebauung vielfältig ist.

3 IMMISSIONSKENNWERTE

3.1 Erschütterungen

Als Erschütterungen werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 80 Hz in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten. Die zu messenden Erschütterungssignale sind die Schwinggeschwindigkeit $\dot{v}(t)$ des angeregten Mediums in mm/s und die Erregerfrequenz f_e in Hz. Auf der Grundlage dieser Basiswerte werden die für

die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden maßgebenden Immissionsgrößen ermittelt. Hierbei handelt es sich um die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} bzw. die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} in der Definition nach DIN 4150, Teil 2, von Juni 99 -Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden.

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). Im Hinblick auf die Beurteilung der Körperschallimmissionen ist der Schallwechseldruck relevant. Es ergibt sich analog der Definition des Luftschallpegels der Sekundärluftschall in logarithmischer Form wie folgt:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \text{ (dB)} \quad \text{mit } p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2: \text{ Bezugsschalldruck}$$

Die Schalldruckpegel des Sekundärluftschalls werden als hörbarer Luftschall dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen mit der so genannten A-Bewertung nach DIN 45633 angepasst und als A-bewerteter Summenschallpegel für die weitere Beurteilung dargestellt.

4 BEURTEILUNGSKRITERIEN

4.1 Erschütterungsimmissionen

Für die Beurteilung der von Schienenverkehrswegen ausgehenden Erschütterungsimmissionen existiert kein rechtlich verbindliches Regelwerk. Üblicherweise werden die Erschütterungsimmissionen von Schienenverkehrswegen anhand der Regelungen der DIN 4150- beurteilt:

- Teil 2, Juni 1999 – Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- Teil 3, Dezember 2016 – Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen.

Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen sind folgende die Kenngrößen relevant:

maximal bewertete Schwingstärke
 und
 Beurteilungs-Schwingstärke

Mit diesen Größen wird die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen wie folgt vorgenommen:

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

- Für unterirdischen Schienenverkehr gelten die Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 1 der Norm.
- Für oberirdischen Schienenverkehr des ÖPNV (Straßen-, Stadt-, S- und U-Bahnen) gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen Anhaltswerte der Tabelle 1 der Norm.
- Für sonstigen oberirdischen Schienenverkehr gelten bei neu zu bauenden Strecken die Anhaltswerte der Tabelle 1 der Norm.
- Erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen sind nach Aussage der DIN 4150-2 in der Regel nicht zu erwarten, wenn die beschriebenen Anhaltswerte eingehalten werden

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

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	<i>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)</i>	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	<i>Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)</i>	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	<i>Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)</i>	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
<i>In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung - BauNVO 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.</i>							

Tabelle 1: Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungsimmission

Das Beurteilungsverfahren der Norm wird - angepasst an die speziellen Belange des Öffentlichen Personennahverkehrs - wie folgt erläutert.

Für die Beurteilung ist zunächst die prognostizierte maximale bewertete Schwingstärke (KB_{Fmax}) heranzuziehen und mit dem 1,5fachen Anhaltswert A_u zu vergleichen:

$$KB_{Fmax} \leq 1,5 \cdot A_u \quad \rightarrow \quad \text{Anforderung der Norm eingehalten}$$

Liegt KB_{Fmax} über $1,5 \cdot A_u$, so ist die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} zu ermitteln.

Für Schienenwege kann KB_{FTr} unter Verwendung des auf die einzelnen Gleise bezogenen Taktmaximal-Effektivwertes der bewerteten Schwingstärke (KB_{FTm}) nach folgender Funktion berechnet werden:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^g N_{ei} \cdot KB_{FTm,i}^2} \quad (4)$$

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
 (Hinweis: Für Stadtbahnen gilt, dass die Erschütterungseinwirkungszeit einer Vorbeifahrt kleiner als 30 Sekunden ist).

g : Anzahl der Gleise

Für die Beurteilung der Erschütterungen ist die prognostizierte Beurteilungs-Schwingstärke ($KB_{FT,r}$) heranzuziehen und mit dem 1,5fachen Anhaltswert A_r zu vergleichen:

$$KB_{FT,r} \leq 1,5 \cdot A_r \quad \rightarrow \text{Anforderung der Norm eingehalten.}$$

Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 gelten für Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen. Insofern können die in der DIN 4150-2 festgelegten Anhaltswerte für Wohnungen zur Tagzeit als Orientierungswerte für die Beurteilung gewerblich genutzter Räume herangezogen werden, wobei die Empfindlichkeit der Nutzung zu bedenken ist.

Für die Beurteilung der vom Schienenverkehr ausgehenden und in Wohnungen auftretenden Erschütterungsimmissionen ist die Einhaltung der Anhaltswerte entsprechend DIN 4150-2 (Einwirkung auf Menschen in Gebäuden) nachzuweisen. Damit ist sichergestellt, dass die Einwirkungen auf Gebäude entsprechend DIN 4150-3 nicht schädlich sind. Hier kann ein weiterer Nachweis entfallen.

Im Falle des Umbaus von bestehenden Gleisanlagen wird üblicherweise eine Anhebung der Beurteilungs-Schwingstärke kleiner 25 % als zulässig angesehen. Dies gilt auch für den Fall, dass die Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 4150-2 überschritten werden.

4.2 Körperschallimmissionen

Für die Beurteilung der von Schienenverkehrswegen ausgehenden Körperschallimmissionen existiert kein rechtlich verbindliches Regelwerk. Auch in technischen Regelwerken wie beispielsweise DIN-Normen werden keine Regularien getroffen.

Inzwischen hat der 7. Senat des Bundesverwaltungsgerichts zu einer Eisenbahnplanung (BVerwG 7 A 14.09) u.a. folgende Festlegungen zur Beurteilung der Körperschallimmissionen (Sekundärluftschall) getroffen:

Ein spezielles Regelwerk zur Bestimmung der Zumutbarkeitsschwelle beim sekundären Luftschall gibt es bislang nicht. Zur Schließung dieser Lücke ist auf Regelungen zurückzugreifen, die auf von der Immissionscharakteristik vergleichbare Sachlagen zugeschnitten sind. Dabei ist in erster Linie dem Umstand Rechnung zu tragen, dass es sich bei

dem hier auftretenden sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt. Das legt eine Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen 24. BImSchV (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).

Auch die Anwendung eines Schienenbonus, der in Höhe von 5 dB(A) vor dem Vergleich mit dem höchstzulässigen Innengeräuschpegel von den zu ermittelnden Luftschallpegeln abgesetzt wird (siehe Keil/Koch/Garburg, Schutz vor Lärm und Erschütterungen, in: Fendrich, Handbuch Eisenbahninfrastruktur, 2007, S 804), ist von Rechts wegen nicht zu beanstanden.

Unter Berücksichtigung des Urteils des Bundesverwaltungsgerichts wären Schallimmissionen aus Körperschallübertragungen in Höhe von 35 dB(A) als Beurteilungspegel (Dauergeräuschpegel) in Schlafräumen zulässig. Inzwischen hat der Gesetzgeber den Schienenbonus für Eisenbahnplanungen abgeschafft. Insofern wäre im Sinne des Urteils des Bundesverwaltungsgerichts immer noch ein Beurteilungspegel in Höhe von 30 dB(A) für Schlafräume zulässig. Bei diesen für Eisenbahnen entstandenem Urteil bleibt unberücksichtigt, dass bei Stadt- und Straßenbahnen deutlich geringere Einwirkzeiten für Körperschallimmissionen auftreten. Der Unterschied zwischen Maximalpegel und Beurteilungspegel steht damit bei Stadt- und Straßenbahnen in einem ungünstigeren Verhältnis als bei Eisenbahnen.

Aus Sicht I.B.U. ist das Beurteilungskriterium der 24. BImSchV nicht sachgerecht. Bei dieser Beurteilung bleibt unberücksichtigt, dass Körperschall aus Straßenbahnverkehr tieffrequent und relativ frequenzbegrenzt ist. Außerdem wird der Körperschall von allen Raumbegrenzungsflächen abgestrahlt, so dass eine eindeutige Geräuschquellenzuordnung, wie beim

über Fenster einwirkenden Luftschall, nicht möglich ist. Insgesamt gesehen werden A-bewertete Schallpegel des Körperschalls als unangenehm empfunden als vergleichbare Luftschallpegel. Zudem besteht für den Anwohner eines Gebäudes grundsätzlich die Möglichkeit, sich mit relativ geringem Aufwand (Einbau von Schallschutzfenstern), auch nachträglich, vor dem Luftschall zu schützen. Eine derartige wirtschaftlich noch darstellbare Möglichkeit besteht hinsichtlich der nachträglichen Anordnung von Körperschallschutzmaßnahmen nicht. Insofern ist es empfehlenswert, eine primäre Beurteilung der Maximalpegel vorzunehmen. Hier können beispielsweise Orientierungswerte zur Beurteilung des Sekundärluftschalls in Anlehnung an zulässige Innenraumpegel nach VDI 2719 definiert werden.

In der VDI-Richtlinie 2719 - Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen -, Ausgabe August 1987, werden in der Tabelle 6 Anhaltswerte für von außen in Aufenthaltsräume eindringendem Schall benannt. Abhängig von Raumnutzung und Gebietsausweisung werden dort die in Tabelle 2 aufgelisteten mittleren Maximalpegel als zulässig angesehen.

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

Tabelle 2: Anhaltswerte für zulässige Innenpegel nach VDI 2719

Bei einer Vielzahl von Stadtbahn- und Straßenbahnplanungen erfolgte die Beurteilung der Körperschallimmissionen nach diesem Kriterium, wobei für Schlafräume der zulässige Pegel mit 40 dB(A) festgelegt wurde.

Im Falle des Umbaus von bestehenden Gleisanlagen wird üblicherweise eine Anhebung des Sekundärluftschallpegels von kleiner 3 dB(A) als zulässig angesehen. Dies gilt auch für den Fall, dass der Orientierungswert von 40 dB(A) für Schlafräume überschritten wird.

5 PROGNOSEVERFAHREN

Für die Vorausbestimmung der von oberirdischen Straßenbahnstrecken ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existiert bis heute kein abgesichertes rein analytisches Verfahren. Die Immissionsprognose kann daher nur auf der Basis von bereits durchgeführten umfangreichen Messungen im Einflussbereich von oberirdischen Stadt- bzw. Straßenbahnen (Datenfundus) oder konkret im Projekt durchgeführter Messungen erfolgen. Hinweise zur Durchführung der Immissionsprognose enthält die Richtlinie VDI 3837 – Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen, Spektrales Prognoseverfahren, von Januar 2013 -, in der ein spektrales Prognoseverfahren global beschrieben wird. Ein konkretes Rechenverfahren mit festgelegten Rechenparametern wird dort allerdings nicht angegeben. Die Immissionsprognose erfolgt dann entsprechend Bild 1.

Für die Berechnung der Erschütterungsimmissionen ist entsprechend DIN 4150-2 der Frequenzbereich bis 80 Hz relevant. Es wird die bewertete Schwingstärke der zukünftigen Gleisanlage in Form des Taktmaximal-Effektivwertes prognostiziert. Daraus werden die maximale bewertete Schwingstärke und die Beurteilungs-Schwingstärke abgeleitet.

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 maßgebende A-bewertete Schalldruckpegel in Form des mittleren Maximalpegels ermittelt.

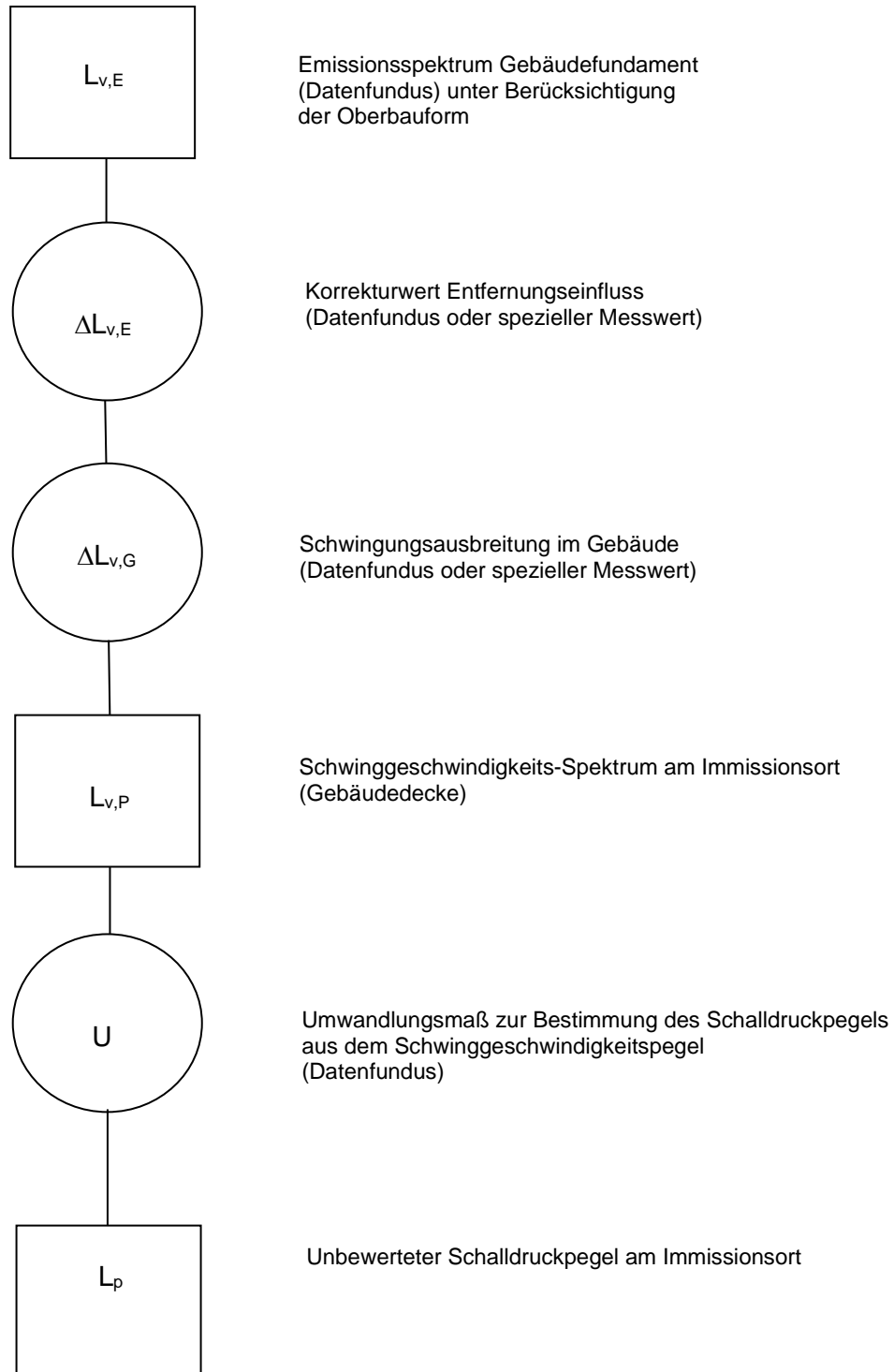


Bild 1: Prognosemodell

Erschütterungsimmissionen

$KB_{FTm} \approx K_b \cdot v_0 \cdot 10^{L'_v/20}$ (Taktmaximal-Effektivwert der Bewerteten Schwingstärke)

K_b : Empirisch ermittelter Korrekturwert für folgende, den Schienenverkehr betreffende Rechenmodi

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

hier: $K_b = 1$

$$v_0 = 5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

L'_v : Schwinggeschwindigkeitspegel für den Frequenzbereich $f_T = 5\text{-}80$ Hz

Damit ergibt sich der Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke (KB_{FTm}) als Prognosewert. Aus KB_{FTm} wird unter Berücksichtigung der Fahrplansituation die Beurteilungs-Schwingstärke errechnet. Die maximale bewertete Schwingstärke liegt in etwa um den Faktor 1,5 höher als der Taktmaximal-Effektivwert:

$$KB_{Fmax} \approx 1,5 \cdot KB_{FTm}$$

Körperschallimmissionen

$$L_{pA_m} = 10 \lg \sum_{i=f_{Tu}}^{f_{To}} 10^{0,1(L_{pm,T} + K_A)} \text{ dB(A)} \quad (7)$$

f_{Tu} , f_{To} : untere bzw. obere Terzmittenfrequenz des maßgebenden Frequenzbereiches $f_{Tu} = 5$ Hz bis $f_{To} = 250$ Hz

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

K_A : A-Bewertung entsprechend DIN 45634

Da die Prognose auf energetischen Mittelwerten (L_{pA_m}) basiert, entsprechen die Ergebnisse der Berechnung des Sekundärluftschalls dem zu erwartenden mittleren Maximalpegel. Der absolute Maximalwert liegt, abgeleitet aus den Messergebnissen, um ca. 3 dB(A) über dem mittleren Maximalpegel:

$$L_{pA_{max}} \approx L_{pA_m} + K_{max} \text{ dB(A)} \quad (8)$$

hier: $K_{max} \approx 3$ dB (A)

6 PROGNOSEBERECHNUNG

Von der I.B.U. GmbH wurden in den vergangenen Jahren mehrfach Schwingungsmessungen im Einflussbereich von Gleisanlagen der Straßenbahnen in Essen durchgeführt. Ergänzend wurden Schwingungsmessungen im Zusammenhang mit dem Projekt an der bestehenden Neubaustrecke im Berthold-Beitz-Boulevard und der Frohnhauser Straße durchgeführt. Aus diesen Ergebnissen wurden Emissionsspektren für einen Standardabstand von 10 m zur Gleisachse für die verschiedenen Oberbauvarianten abgeleitet. Im Bild 2 sind beispielhaft die für die weitere Immissionsprognose verwendeten Spektren der Rillengleisanlagen dargestellt.

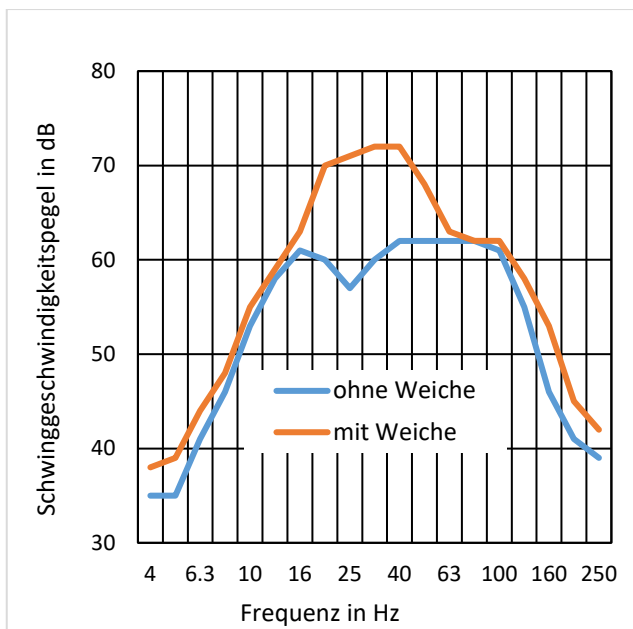


Bild 2: Emissionsspektren Rillengleis

Diese Ausgangsspektren sind auf einen mittleren Abstand von 10 m bezogen. Daher sind die einzelnen Schwingungsgeschwindigkeitspegel auf die tatsächliche Entfernungssituation Gebäude/Gleistrasse umzurechnen. Hierzu wird eine Übertragungsfunktion (ΔL_{vE}) analog DIN 4150-Erschütterungen im Bauwesen-Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001 –, verwendet:

$$\Delta L_{vE} = \left(\frac{R}{R1}\right)^{-n} e^{-\alpha(R-R1)}$$

- n: von der Wellenart, der Quellengeometrie und der Art der Schwingung abhängiger Exponent
- R: Gebäudeabstand zur Gleistrasse
- R₁: Standardabstand 10 m
- α : Abklingkoeffizient [m^{-1}]; $\alpha \approx 2 \pi D / \lambda$
- D: Dämpfungsgrad
- λ : maßgebende Wellenlänge; $\lambda = c/f$
- c: Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle [m/s]
- f: Frequenz [Hz]

Die Übertragungsfunktion wurde, basierend auf Erfahrungen, unter Berücksichtigung folgender Parameter errechnet:

$$n = 0,3$$

$$c = 160 \text{ m/s}$$

$$D = 0,002 - 0,02, \text{ frequenzabhängig}$$

Weiterhin ist der Einfluss des Gebäudes auf die Schwingungsausbreitung vom Fundament zur maßgebenden Gebäudedecke zu berücksichtigen. Für die Immissionsprognose wurden die Gebäude in 2 unterschiedliche Kategorien eingeteilt, für die die entsprechenden Differenzspektren der Gebäudeübertragung in den Bildern 3 + 4 wiedergegeben sind. Für jede Kategorie sind die vier für die Immissionsprognose verwendeten Spektren dargestellt, die die Bandbreite der zu erwartenden Übertragung darstellen.

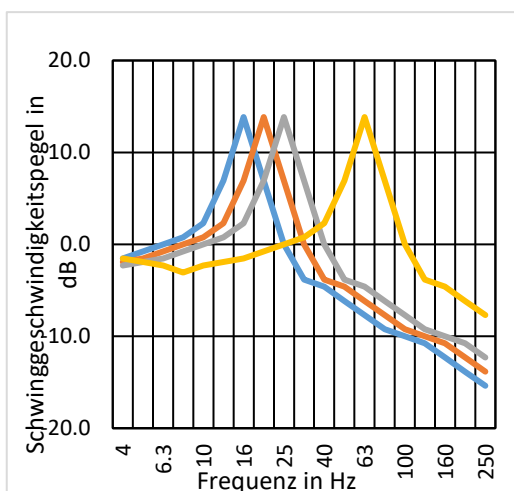


Bild 3: Gebäudeübertragung Betondecken

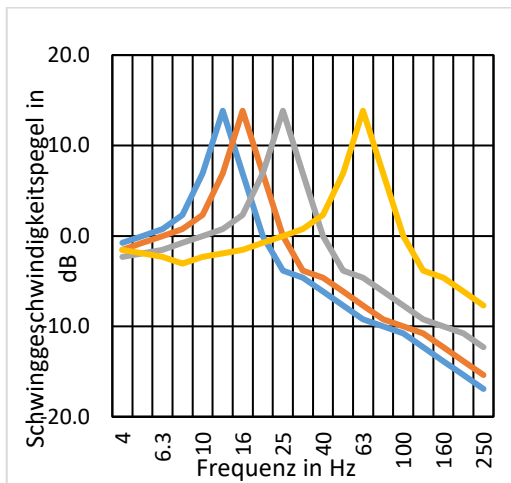


Bild 4: Gebäudeübertragung Holzbalkendecken

Der sich am Immissionsort ergebende Schwingschnellepegel ist dann noch in einen Schalldruckpegel umzurechnen. Hierzu wird das Verfahren der DBAG – A.Said, H.-P. Grütz + R. Garburg: Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 53 (2006) Nr. 1 S. 12-18 –herangezogen.

Die Durchführung der Vielzahl der Prognoseberechnungen erfolgt mittels Rechenprogramm. In der Anlage-Nr. 1 sind Rechnerausdrucke auszugsweise wiedergegeben. Die Ergebnisse der Immissionsprognose „Neubaubereich“ sind in Anlage-Nr. 2 aufgelistet. Der Anlage-Nr. 3 sind die Ergebnisse der Immissionsprognose „Umbaubereich“ zu entnehmen. Die Ergebnisse sind in Form der maximal prognostizierten Immissionsgrößen in Tabelle 4 zusammengefasst:

IO-Nr.	Gebäude	KB _{FTr}		L _{pAm} [dB(A)]
		Tag	Nacht	
1	Hachestraße 76	0,129	0,057	44
2	Hachestraße 68	0,129	0,057	44
3	Hachestraße 40	0,127	0,056	44
4	Hachestraße 63	0,114	0,050	43
5	Hachestraße 28	0,165	0,073	45
6	Hachestraße 10	0,164	0,072	45
7	Hachestraße 2-4	0,147	0,065	44
8	Willy-Brandt-Platz 8	0,082	0,036	39
9	Hollestraße 1	0,197	0,087	41
10	Hollestraße 50	0,296	0,130	41
11	Hollestraße 7a	0,310	0,137	42

KB_{FTr}: Beurteilungs-Schwingstärke nach DIN 4150-2 – Anhaltswert Mischgebiet Tag/Nacht: 0.15/0.105

L_{pAm} [dB(A)]: mittlerer Maximalpegel des Sekundärluftschalls – Orientierungswert Schlafräum: 40 dB(A)

Tabelle 4: Zusammenfassung Prognoseergebnisse „Neubaubereich“

IO-Nr.	Gebäude	KB _{FTr}		L _{pAm} [dB(A)]
		Tag	Nacht	
1	Herkulesstraße 13	0,057	0,032	35
2	Herkulesstraße 6	0,073	0,041	39
3	Herkulesstraße 16	0,064	0,036	37
4	Herkulesstraße 15	0,084	0,047	39
5	Herkulesstraße 20	0,300	0,168	42
6	Herkulesstraße 25	0,303	0,169	42
7	Herkulesstraße 33	0,100	0,056	40
8	Flashofstraße 13	0,107	0,059	41
9	Engelbertstraße 27	0,095	0,053	40
10	Goldschmiedstraße 5	0,087	0,049	40
11	Goldschmiedstraße 13	0,101	0,057	40
12	Goldschmiedstraße 23	0,107	0,060	41
13	Goldschmiedstraße 25	0,303	0,169	42
14	Goldschmiedstraße 35	0,097	0,054	40
15	Klosterstraße 49	0,305	0,171	42

KB_{FTr}: Beurteilungs-Schwingstärke nach DIN 4150-2 – Anhaltswert Mischgebiet Tag/Nacht: 0.15/0.105

L_{pAm} [dB(A)]: mittlerer Maximalpegel des Sekundärluftschalls – Orientierungswert Schlafräum: 40 dB(A)

Tabelle 5: Zusammenfassung Prognoseergebnisse „Umbaubereich“

7 BEURTEILUNG

7.1 Neubaubereich

Die durchgeführte Immissionsprognose lässt den Schluss zu, dass die 1,5-fachen Anhaltswerte Ar der Tabelle 1 der DIN 4150-2 in der **Hachestraße** im Wesentlichen eingehalten werden. Lediglich am Gebäude Hachestraße 10 wird ungünstigsten falls der Anhaltswert Ar geringfügig überschritten. Die mittleren Maximalpegel des Sekundärluftschalls liegen über dem Orientierungswert von 40 dB(A) für Schlafräume entsprechend VDI 2719.

Im Bereich des Gebäudes Hachestraße 60 ist der Einbau eines Gleiswechsels vorgesehen. In dem Gebäude liegt eine gewerbliche Nutzung vor, sodass lediglich die Anhalts- und Orientierungswerte für die Nachtzeit relevant sind. Es ist davon auszugehen, dass die für Büroräume relevanten Werte eingehalten werden.

Insgesamt gesehen ergibt sich die Notwendigkeit, eine Maßnahme zur Minderung der Schwingungsemissionen der Gleisanlage in der Hachestraße anzuordnen.

Am **Willy-Brandt-Platz** befindet sich die relevante Bebauung in einem ausreichend großem Abstand zur geplanten Gleistrasse. Die 1,5-fachen Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 4150-2 und der Orientierungswert „Schlafraum“ nach VDI 2719 werden eingehalten. Insofern ist es in diesem Bereich nicht erforderlich, eine Schutzmaßnahme vorzusehen.

Im weiteren Verlauf tangiert die geplante Straßenbahnstrecke in Bahnhofsnähe das Gebäude Hollestraße 1. In diesem Bereich quert die Hollestraße die Gildehofstraße in Brückenlage. In dem Gebäude befinden sich in ebenerdiger Anordnung zur geplanten Gleistrasse Ladengeschäft und in den anderen Etagen Schulungsräume des **Hauses der Technik e.V.** sowie die dazugehörigen Büro- und Nebenräume. Hier findet derzeit ein regelmäßiger Busverkehr statt. Nach derzeitiger Kenntnis kann nicht ausgeschlossen werden, dass Brückenbauwerk und Gebäude baulich miteinander verbunden sind. Der Busverkehr auf dem Brückenbauwerk führt bereits derzeit zu einer teils hohen Erschütterungsanregung in dem Gebäude. Durch Messungen konnte die Höhe der derzeitigen Erschütterungsanregung nachgewiesen werden. Die Ergebnisse dieser Messung sind im Bericht Teil 3 zusammengefasst. Festzustellen ist, dass eine sehr tieffrequente Schwingungsanregung auftritt, die teilweise zu deutlich spürbaren Erschütterungsimmissionen führt. Bei der durchgeführten Immissionsprognose wurde die Erkenntnisse der Messung zur Schwingungsausbreitung im Gebäude berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass die Straßenbahn bei Brückenüberfahrt vergleichbar hohe Erschütterungsimmissionen erzeugt. Hinsichtlich der Körperschallimmissionen ist laut Prognose davon auszugehen, dass der Orientierungswert „Schlafräume“ des Sekundärluftschalls überschritten wird und der Orientierungswert „Unterrichtsräume“ eingehalten wird. Insofern ist eine Maßnahme zur Körperschallminderung nicht zwangsläufig erforderlich, aber empfehlenswert.

Im weiteren Verlauf der **Hollestraße** sieht die Planung einen Gleiswechsel vor. Erfahrungsgemäß gehen von den Herzstücklücken der Weichen erhöhte Schwingungsimmissionen aus. Dies führt dazu, dass laut Prognose in den direkt benachbarten Gebäuden die 1,5-fachen Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 4150-2 überschritten werden. Gleiches gilt hinsichtlich der Körperschallimmissionen für den Orientierungswert „Schlafräume“. Insofern ist die Anordnung einer Maßnahme zur Minderung der Schwingungsemissionen der Gleisanlage erforderlich.

7.2 Umbaubereich

Im Bereich der Herkulesstraße und der Goldschmidstraße befinden sich bereits derzeit Gleisanlagen, die für Betriebshoffahrten genutzt werden. Ein Linienbetrieb findet auf diesen Gleisen derzeit nicht statt. Die Planung sieht vor, dort einen Linienbetrieb aufzunehmen.

Derzeit befindet sich im Bereich **Steeler Straße ein Gleisdreieck**, welches zu eine Gleisvier-eck ausgebaut wird. In diesem Bereich ist in der Bebauung durch den bestehenden Linien-verkehr eine Vorbelastung gegeben. Der geplante Umbau der Gleisanlage führt zu einer Zu-nahme der Herzstücklücken und damit zu einer Zunahme der Emissionen der Gleisanlage. Allerdings befinden sich die Herzstücklücken in einem relativ großen Abstand zur Bebauung. Insgesamt gesehen kann davon ausgegangen werden, dass die unter Abschnitt 4 beschrie-benen Veränderungskriterien – 25 % Zunahme der Erschütterungen und 3 dB(A) Zunahme des Körperschalls – eingehalten werden. Insofern ist die Anordnung einer Schutzmaßnahme nicht erforderlich.

Im Verlauf der **Herkulesstraße** befindet sich in Höhe der Gebäude Herkulesstraße 9-11 der-zeit eine Gleisverbindung, die zukünftig entfällt. In Höhe der Gebäude Herkulesstraße 20 bzw. 25 ist eine neue Gleisverbindung geplant. Laut Immissionsprognose werden die 1,5-fachen Anhaltswerte Ar der Tabelle 1 der DIN 4150-2 für Mischgebiete im Bereich der neuen Weichenverbindung überschritten. Hinsichtlich der Körperschallimmissionen ist festzustellen, dass der Orientierungswert „Schlafräume“ an mehreren Gebäuden überschritten wird. Insgesamt gesehen ist die Anordnung einer Schutzmaßnahme erforderlich.

Im Verlauf der **Goldschmidstraße** wird in Höhe der Gebäude Goldschmidstraße 25 bzw. Klosterstraße 49 ein neuer Gleiswechsel angeordnet. Laut Immissionsprognose werden die 1,5-fachen Anhaltswerte Ar der Tabelle 1 der DIN 4150-2 im Bereich der neuen Weichenver-bindung überschritten. Hinsichtlich der Körperschallimmissionen ist festzustellen, dass der Orientierungswert „Schlafräume“ an mehreren Gebäuden überschritten wird. Insgesamt ge-sehen ist die Anordnung einer Schutzmaßnahme erforderlich.

8 MASSNAHMEN

Die Schwingungsemissionen einer Gleisanlage lassen sich durch den Einsatz elastischer Oberbausysteme beeinflussen. Entsprechend DIN 45673 – Mechanische Schwingungen – Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – können grundsätzlich die in Bild 2 dargestellten elastischen Oberbauformen zur Schwingungsminderung eingesetzt wer-den.

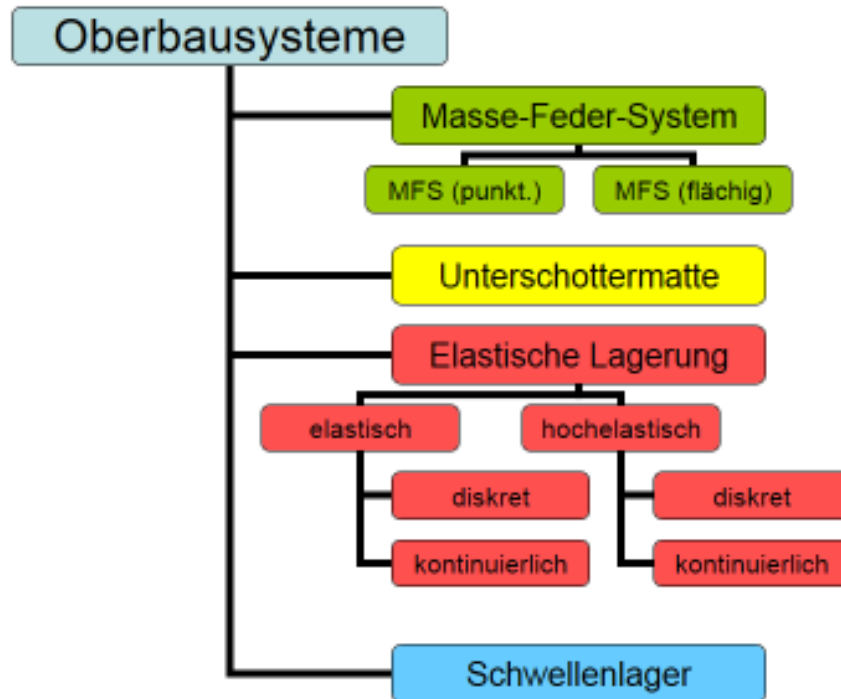


Bild 10: Übersicht elastische Oberbauformen

Aus der Beurteilung der Ergebnisse der Immissionsprognose ergibt sich für die verschiedenen Teilabschnitte der neuen Straßenbahnverbindung im Neu- und Umbaubereich die Notwendigkeit, eine elastische Oberbauform vorzusehen. Im Hinblick auf die prognostizierten Immissionen ist die Anordnung einer diskreten oder kontinuierlichen elastischen Schienenlagerung entsprechend DIN 45673 – Mechanische Schwingungen - Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – Teil 8: Labor-Prüfverfahren für kontinuierliche elastische Schienenlagerungen sowie Teil 9: Laborprüfverfahren für diskrete elastische Schienenbefestigungen – vorzusehen. Die Elastizität der jeweiligen Schienenlagerung ist dabei so zu wählen, dass unter der maximaler Radsatzlast der einzusetzenden Fahrzeuge ein vertikale Schieneneinfederung von 1,2 – 2,0 mm eintritt. Die Schienenlagerung ist hierbei auf einer steifen Unterkonstruktion, wie beispielsweise eine Betontragplatte, aufzulagern. Unterhalb der steifen Unterkonstruktion ist eine hohe Verdichtung des Untergrundes vorzusehen. Alternativ zur elastischen Schienenlagerung wäre auch die Anordnung eines flächig gelagerten Masse-Feder-System mit einer Abstimmfrequenz von $f_{Ab} = 20$ Hz entsprechend DIN 45673 – Teil 7: Labor-Prüfverfahren für elastische Elemente von Masse-Feder-Systemen- möglich.

Auch hier wäre unter der Elastomerschicht des Systems eine steife Unterkonstruktion auf verdichteten Untergrund einzubringen.

Der elastische Oberbau ist im gesamten Streckenabschnitt mit eng anliegender Bebauung einzuplanen. Lediglich im Bereich vor dem Hauptbahnhof, im Streckenabschnitt Hollestraße im Bereich ohne Bebauung und im Gleisviereck Steeler Straße könnte auf die elastische Lagerung verzichtet werden.

Mit dem fachgerechten Einbau der elastischen Schienenlagerung im gesamten Streckenabschnitt ist eine Einhaltung der unter Abschnitt 4 beschriebenen Anhalts- und Orientierungswerte der Erschütterungs- und Körperschallimmissionen in der betroffenen Bebauung zu erwarten.

9 ANLAGEN

- Anlagen-Nr. 1.1 – 1.8: Auszüge Immissionsprognosen
- Anlagen-Nr. 2.1 – 2.5: Ergebnisse Immissionsprognose Neubaubereich
- Anlagen-Nr. 3.1 – 3.5: Ergebnisse Immissionsprognose Umbaubereich

10 ÄNDERUNGSINDEX

Index	Datum	Bearbeiter	Bemerkungen
a	23.04.2021	Lenz	Anordnung Gleiswechsel Hachestraße
b			

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Udo Lenz

Essen, 23.04.2021

I.B.U.

Ingenieurbüro für Schwingungs-, Schall-
und Schienenverkehrstechnik GmbH

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 1.1 AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4
---	---	---

Immissionsprognose IO1

für Gebäudeübertragung 4

	L_{VA}	ΔL_{VE}	L_{vF}	ΔL_{vG4}	L_{vI4}	-	L_{pI4}	L_{pAI4}
Terzmittenfrequenz in Hz	dB	dB	dB	dB	dB	-	dB	dB(A)
4	35.0	-0.9	34.1	-1.5	32.6	0.0	0.0	0.0
5	35.0	-0.9	34.1	-1.9	32.2	0.0	0.0	0.0
6.3	41.0	-0.9	40.1	-2.3	37.8	0.0	0.0	0.0
8	46.0	-1.1	44.9	-3.1	41.8	0.0	0.0	0.0
10	53.0	-1.1	51.9	-2.3	49.5	0.0	0.0	0.0
12.5	58.0	-1.2	56.8	-1.9	54.9	0.0	0.0	0.0
16	61.0	-1.3	59.7	-1.5	58.1	0.0	0.0	0.0
20	60.0	-1.4	58.6	-0.8	57.8	0.0	0.0	0.0
25	59.0	-1.6	57.4	0.0	57.4	0.0	56.4	11.7
31.5	60.0	-1.7	58.3	0.8	59.0	0.0	57.6	18.2
40	62.0	-2.0	60.0	2.3	62.3	0.0	60.3	25.7
50	62.0	-2.2	59.8	6.9	66.7	0.0	62.4	32.2
63	62.0	-2.6	59.4	13.8	73.3	0.0	66.2	40.0
80	62.0	-3.1	58.9	6.9	65.9	0.0	63.0	40.5
100	61.0	-3.6	57.4	0.0	57.4	0.0	0.0	0.0
125	55.0	-4.3	50.7	-3.8	46.9	0.0	0.0	0.0
160	46.0	-3.8	42.2	-4.6	37.6	0.0	0.0	0.0
200	41.0	-3.3	37.7	-6.2	31.5	0.0	0.0	0.0
250	39.0	-2.9	36.1	-7.7	28.5	0.0	0.0	0.0
Summe	71.1	-	68.9	-	75.4	-	70.0	43.7

L_{VA} : Ausgangspegel

Deckeneigenfrequenz [Hz]: 63

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

L_{vF} : Immissionspegel am Gebäudefundament

ΔL_{vG} : Einfluss Gebäude

L_{vI} : Immissionspegel auf der Decke

U : Umwandlungsmass

L_{pI} : unbewerteter Schalldruckpegel im Raum

L_{pAI} : A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum

Anzahl der Fahrten : tags 372 nachts 36

Ergebnisse:

max.Schwinggeschwindigkeit: 0.690 mm/s **(Erschütterungsimmissionen Deckenfeld)**

bewertete Schwingstärke: 0.293 (Taktmaximal-Effektivwert)

bewertete Schwingstärke: 0.586 (Maximalwert)

Beurteilungs-Schwingstärke: 0.13 (Tag)
0.06 (Nacht)

mittlerer Maximalpegel: 43.7 dB(A) **(Innenraumpegel aus Körperschallübertragung)**

Maximalpegel: 48.7 dB(A) **(sekundärer Luftschall)**

Beurteilungspegel: 29.6 dB(A) (Tag)

22.4 dB(A) (Nacht)

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 1.2 AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4
---	---	---

Immissionsprognose IO4

für Gebäudeübertragung 2

	L_{VA}	ΔL_{VE}	L_{VF}	ΔL_{VG2}	L_{VI2}	-	L_{pI2}	L_{pAI2}
Terzmittenfrequenz in Hz	dB	dB	dB	dB	dB	-	dB	dB(A)
4	35.0	-1.2	33.8	-2.3	31.5	0.0	0.0	0.0
5	35.0	-1.2	33.8	-1.9	31.9	0.0	0.0	0.0
6.3	41.0	-1.2	39.8	-1.5	38.2	0.0	0.0	0.0
8	46.0	-1.5	44.5	-0.8	43.7	0.0	0.0	0.0
10	53.0	-1.6	51.4	0.0	51.4	0.0	0.0	0.0
12.5	58.0	-1.7	56.3	0.8	57.1	0.0	0.0	0.0
16	61.0	-1.9	59.1	2.3	61.5	0.0	0.0	0.0
20	60.0	-2.0	58.0	6.9	64.9	0.0	0.0	0.0
25	57.0	-2.2	54.8	13.8	68.6	0.0	61.1	16.4
31.5	60.0	-2.5	57.5	6.9	64.4	0.0	60.3	20.9
40	62.0	-2.8	59.2	0.0	59.2	0.0	58.7	24.1
50	62.0	-3.2	58.8	-3.8	54.9	0.0	55.9	25.7
63	62.0	-3.7	58.3	-4.6	53.6	0.0	54.5	28.3
80	62.0	-4.4	57.6	-6.2	51.4	0.0	54.4	31.9
100	61.0	-5.2	55.8	-7.7	48.1	0.0	0.0	0.0
125	55.0	-6.2	48.8	-9.2	39.5	0.0	0.0	0.0
160	46.0	-5.5	40.5	-10.0	30.5	0.0	0.0	0.0
200	41.0	-4.8	36.2	-10.8	25.4	0.0	0.0	0.0
250	39.0	-4.1	34.9	-12.3	22.6	0.0	0.0	0.0
Summe	71.0	-	67.9	-	72.3	-	66.1	34.8

L_{VA} : Ausgangspegel

Deckeneigenfrequenz [Hz]: 25

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

L_{VF} : Immissionspegel am Gebäudefundament

ΔL_{VG} : Einfluss Gebäude

L_{VI} : Immissionspegel auf der Decke

U : Umwandlungsmass

L_{pI} : unbewerteter Schalldruckpegel im Raum

L_{pAI} : A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum

Anzahl der Fahrten : tags 372 nachts 36

Ergebnisse:

max.Schwinggeschwindigkeit: 0.405 mm/s **(Erschütterungsimmissionen Deckenfeld)**

bewertete Schwingstärke: 0.205 (Taktmaximal-Effektivwert)

bewertete Schwingstärke: 0.409 (Maximalwert)

Beurteilungs-Schwingstärke: 0.09 (Tag)
0.04 (Nacht)

mittlerer Maximalpegel: 34.8 dB(A) **(Innenraumpegel aus Körperschallübertragung)**

Maximalpegel: 39.8 dB(A) **(sekundärer Luftschall)**

Beurteilungspegel: 20.7 dB(A) (Tag)

< 15 dB(A) (Nacht)

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 1.3 AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4
---	---	---

Immissionsprognose IO9

für Gebäudeübertragung 1

	L_{VA}	ΔL_{VE}	L_{VF}	ΔL_{VG1}	L_{V1}	-	L_{p1}	L_{pA1}
Terzmittenfrequenz in Hz	dB	dB	dB	dB	dB	-	dB	dB(A)
4	35.0	0.0	35.0	9.0	44.0	0.0	0.0	0.0
5	35.0	0.0	35.0	12.2	47.2	0.0	0.0	0.0
6.3	41.0	0.0	41.0	4.5	45.5	0.0	0.0	0.0
8	46.0	0.0	46.0	3.2	49.2	0.0	0.0	0.0
10	53.0	0.0	53.0	5.8	58.8	0.0	0.0	0.0
12.5	58.0	0.0	58.0	6.1	64.1	0.0	0.0	0.0
16	61.0	0.0	61.0	12.2	73.2	0.0	0.0	0.0
20	60.0	0.0	60.0	15.3	75.3	0.0	0.0	0.0
25	57.0	0.0	57.0	12.0	69.0	0.0	61.2	16.5
31.5	60.0	0.0	60.0	3.8	63.8	0.0	60.0	20.6
40	62.0	0.0	62.0	3.9	65.9	0.0	62.2	27.6
50	62.0	0.0	62.0	3.0	65.0	0.0	61.5	31.3
63	62.0	0.0	62.0	1.9	63.9	0.0	60.6	34.4
80	62.0	0.0	62.0	0.8	62.8	0.0	61.2	38.7
100	61.0	0.0	61.0	3.8	64.8	0.0	0.0	0.0
125	55.0	0.0	55.0	-0.6	54.4	0.0	0.0	0.0
160	46.0	0.0	46.0	-2.5	43.5	0.0	0.0	0.0
200	41.0	0.0	41.0	-2.7	38.3	0.0	0.0	0.0
250	39.0	0.0	39.0	-0.7	38.3	0.0	0.0	0.0
Summe	71.0	-	71.0	-	79.2	-	69.0	40.9

L_{VA} : Ausgangspegel

Deckeneigenfrequenz [Hz]: 1

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

L_{VF} : Immissionspegel am Gebäudefundament

ΔL_{VG} : Einfluss Gebäude

L_{V1} : Immissionspegel auf der Decke

U : Umwandlungsmass

L_{p1} : unbewerteter Schalldruckpegel im Raum

L_{pA1} : A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum

Anzahl der Fahrten : tags 372 nachts 36

Ergebnisse:

max.Schwinggeschwindigkeit: 0.878 mm/s **(Erschütterungsimmissionen Deckenfeld)**

bewertete Schwingstärke: 0.448 (Taktmaximal-Effektivwert)

bewertete Schwingstärke: 0.896 (Maximalwert)

Beurteilungs-Schwingstärke: 0.20 (Tag)
0.09 (Nacht)

mittlerer Maximalpegel: 40.9 dB(A) **(Innenraumpegel aus Körperschallübertragung)**

Maximalpegel: 45.9 dB(A) **(sekundärer Luftschall)**

Beurteilungspegel: 26.8 dB(A) (Tag)

19.6 dB(A) (Nacht)

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 1.4 AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4
---	---	---

Immissionsprognose IO10

für Gebäudeübertragung 2

	L_{VA}	ΔL_{VE}	L_{vF}	ΔL_{vG2}	L_{vI2}	-	L_{pI2}	L_{pAI2}
Terzmittenfrequenz in Hz	dB	dB	dB	dB	dB	-	dB	dB(A)
4	38.0	-2.1	35.9	-2.3	33.6	0.0	0.0	0.0
5	39.0	-2.1	36.9	-1.9	34.9	0.0	0.0	0.0
6.3	44.0	-2.2	41.8	-1.5	40.3	0.0	0.0	0.0
8	48.0	-2.8	45.2	-0.8	44.4	0.0	0.0	0.0
10	55.0	-3.0	52.0	0.0	52.0	0.0	0.0	0.0
12.5	59.0	-3.2	55.8	0.8	56.6	0.0	0.0	0.0
16	63.0	-3.5	59.5	2.3	61.8	0.0	0.0	0.0
20	70.0	-3.8	66.2	6.9	73.1	0.0	0.0	0.0
25	71.0	-4.3	66.7	13.8	80.6	0.0	66.1	21.4
31.5	72.0	-4.8	67.2	6.9	74.1	0.0	65.1	25.7
40	72.0	-5.6	66.4	0.0	66.4	0.0	62.4	27.8
50	68.0	-6.4	61.6	-3.8	57.7	0.0	57.5	27.3
63	63.0	-7.5	55.5	-4.6	50.8	0.0	52.9	26.7
80	62.0	-9.0	53.0	-6.2	46.8	0.0	51.7	29.2
100	62.0	-10.7	51.3	-7.7	43.6	0.0	0.0	0.0
125	58.0	-12.9	45.1	-9.2	35.9	0.0	0.0	0.0
160	53.0	-11.3	41.7	-10.0	31.7	0.0	0.0	0.0
200	45.0	-9.9	35.1	-10.8	24.4	0.0	0.0	0.0
250	42.0	-8.4	33.6	-12.3	21.3	0.0	0.0	0.0
Summe	78.4	-	73.4	-	82.2	-	70.0	34.7

 L_{VA} : Ausgangspegel

Deckeneigenfrequenz [Hz]: 25
 ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

 L_{vF} : Immissionspegel am Gebäudefundament

 ΔL_{vG} : Einfluss Gebäude

 L_{vI} : Immissionspegel auf der Decke

U : Umwandlungsmass

 L_{pI} : unbewerteter Schalldruckpegel im Raum

 L_{pAI} : A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum

Anzahl der Fahrten : tags 372 nachts 36

Ergebnisse:

max.Schwinggeschwindigkeit: 1.602 mm/s **(Erschütterungsimmissionen Deckenfeld)**

bewertete Schwingstärke: 0.647 (Taktmaximal-Effektivwert)

bewertete Schwingstärke: 1.294 (Maximalwert)

Beurteilungs-Schwingstärke: 0.28 (Tag)
0.13 (Nacht)

mittlerer Maximalpegel: 34.7 dB(A) **(Innenraumpegel aus Körperschallübertragung)**

Maximalpegel: 39.7 dB(A) **(sekundärer Luftschall)**

Beurteilungspegel: 20.6 dB(A) (Tag)

< 15 dB(A) (Nacht)

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 1.5 AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4
---	--	---

Immissionsprognose IO1

für Gebäudeübertragung 2

	L_{VA}	ΔL_{VE}	L_{VF}	ΔL_{VG2}	L_{VI2}	-	L_{pI2}	L_{pAI2}
Terzmittenfrequenz in Hz	dB	dB	dB	dB	dB	-	dB	dB(A)
4	35.0	-3.1	31.9	-1.5	30.4	0.0	0.0	0.0
5	35.0	-3.1	31.9	-0.8	31.2	0.0	0.0	0.0
6.3	41.0	-3.1	37.9	0.0	37.9	0.0	0.0	0.0
8	46.0	-4.2	41.8	0.8	42.5	0.0	0.0	0.0
10	53.0	-4.5	48.5	2.3	50.8	0.0	0.0	0.0
12.5	58.0	-4.9	53.1	6.9	60.0	0.0	0.0	0.0
16	61.0	-5.4	55.6	13.8	69.4	0.0	0.0	0.0
20	60.0	-6.0	54.0	6.9	60.9	0.0	0.0	0.0
25	57.0	-6.8	50.2	0.0	50.2	0.0	55.0	10.3
31.5	60.0	-7.8	52.2	-3.8	48.4	0.0	54.9	15.5
40	62.0	-9.0	53.0	-4.6	48.4	0.0	55.0	20.4
50	62.0	-10.5	51.5	-6.2	45.3	0.0	49.9	19.7
63	62.0	-12.5	49.5	-7.7	41.8	0.0	45.3	19.1
80	62.0	-15.0	47.0	-9.2	37.7	0.0	44.3	21.8
100	61.0	-18.0	43.0	-10.0	33.0	0.0	0.0	0.0
125	55.0	-21.8	33.2	-10.8	22.4	0.0	0.0	0.0
160	46.0	-19.1	26.9	-12.3	14.6	0.0	0.0	0.0
200	41.0	-16.5	24.5	-13.8	10.6	0.0	0.0	0.0
250	39.0	-13.9	25.1	-15.4	9.7	0.0	0.0	0.0
Summe	71.0	-	62.3	-	70.6	-	60.4	26.9

L_{VA} : Ausgangspegel

Deckeneigenfrequenz [Hz]: 16

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

L_{VF} : Immissionspegel am Gebäudefundament

ΔL_{VG} : Einfluss Gebäude

L_{VI} : Immissionspegel auf der Decke

U : Umwandlungsmass

L_{pI} : unbewerteter Schalldruckpegel im Raum

L_{pAI} : A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum

Anzahl der Fahrten : tags 218 nachts 34

Ergebnisse:

max.Schwinggeschwindigkeit: 0.443 mm/s **(Erschütterungsimmissionen Deckenfeld)**

bewertete Schwingstärke: 0.169 (Taktmaximal-Effektivwert)

bewertete Schwingstärke: 0.338 (Maximalwert)

Beurteilungs-Schwingstärke: 0.06 (Tag)
0.03 (Nacht)

mittlerer Maximalpegel: 26.9 dB(A) **(Innenraumpegel aus Körperschallübertragung)**

Maximalpegel: 31.9 dB(A) **(sekundärer Luftschall)**

Beurteilungspegel: < 15 dB(A) (Tag)

< 15 dB(A) (Nacht)

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 1.6 AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4
---	--	---

Immissionsprognose IO5

für Gebäudeübertragung 3

	L_{VA}	ΔL_{VE}	L_{VF}	ΔL_{VG3}	L_{VI3}	-	L_{PI3}	L_{PAI3}
Terzmittenfrequenz in Hz	dB	dB	dB	dB	dB	-	dB	dB(A)
4	38.0	-1.2	36.8	-3.1	33.7	0.0	0.0	0.0
5	39.0	-1.2	37.8	-2.3	35.5	0.0	0.0	0.0
6.3	44.0	-1.2	42.8	-1.9	40.9	0.0	0.0	0.0
8	48.0	-1.5	46.5	-1.5	45.0	0.0	0.0	0.0
10	55.0	-1.6	53.4	-0.8	52.7	0.0	0.0	0.0
12.5	59.0	-1.7	57.3	0.0	57.3	0.0	0.0	0.0
16	63.0	-1.8	61.2	0.8	62.0	0.0	0.0	0.0
20	70.0	-2.0	68.0	2.3	70.4	0.0	0.0	0.0
25	71.0	-2.1	68.9	6.9	75.8	0.0	66.4	21.7
31.5	72.0	-2.4	69.6	13.8	83.4	0.0	73.4	34.0
40	72.0	-2.7	69.3	6.9	76.2	0.0	72.2	37.6
50	68.0	-3.1	64.9	0.0	64.9	0.0	62.8	32.6
63	63.0	-3.6	59.4	-3.8	55.5	0.0	52.8	26.6
80	62.0	-4.3	57.7	-4.6	53.1	0.0	51.4	28.9
100	62.0	-5.1	56.9	-6.2	50.8	0.0	0.0	0.0
125	58.0	-6.0	52.0	-7.7	44.3	0.0	0.0	0.0
160	53.0	-5.3	47.7	-9.2	38.4	0.0	0.0	0.0
200	45.0	-4.7	40.3	-10.0	30.3	0.0	0.0	0.0
250	42.0	-4.0	38.0	-10.8	27.2	0.0	0.0	0.0
Summe	78.4	-	75.9	-	85.0	-	76.5	40.6

L_{VA} : Ausgangspegel

Deckeneigenfrequenz [Hz]: 31.5

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

L_{VF} : Immissionspegel am Gebäudefundament

ΔL_{VG} : Einfluss Gebäude

L_{VI} : Immissionspegel auf der Decke

U : Umwandlungsmass

L_{PI} : unbewerteter Schalldruckpegel im Raum

L_{PAI} : A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum

Anzahl der Fahrten : tags 218 nachts 34

Ergebnisse:

max.Schwinggeschwindigkeit: 2.230 mm/s **(Erschütterungsimmisisonen Deckenfeld)**

bewertete Schwingstärke: 0.891 (Taktmaximal-Effektivwert)

bewertete Schwingstärke: 1.781 (Maximalwert)

Beurteilungs-Schwingstärke: 0.30 (Tag)
0.17 (Nacht)

mittlerer Maximalpegel: 40.6 dB(A) **(Innenraumpegel aus Körperschallübertragung)**

Maximalpegel: 45.6 dB(A) **(sekundärer Luftschall)**

Beurteilungspegel: 24.1 dB(A) (Tag)

19.1 dB(A) (Nacht)

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 1.7 AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4
---	--	---

Immissionsprognose IO8

für Gebäudeübertragung 3

	L_{VA}	ΔL_{VE}	L_{VF}	ΔL_{VG3}	L_{VI3}	-	L_{pI3}	L_{pAI3}
Terzmittenfrequenz in Hz	dB	dB	dB	dB	dB	-	dB	dB(A)
4	35.0	-0.7	34.3	-3.1	31.3	0.0	0.0	0.0
5	35.0	-0.7	34.3	-2.3	32.0	0.0	0.0	0.0
6.3	41.0	-0.7	40.3	-1.9	38.4	0.0	0.0	0.0
8	46.0	-0.8	45.2	-1.5	43.6	0.0	0.0	0.0
10	53.0	-0.9	52.1	-0.8	51.4	0.0	0.0	0.0
12.5	58.0	-0.9	57.1	0.0	57.1	0.0	0.0	0.0
16	61.0	-1.0	60.0	0.8	60.8	0.0	0.0	0.0
20	60.0	-1.1	58.9	2.3	61.2	0.0	0.0	0.0
25	59.0	-1.2	57.8	6.9	64.8	0.0	61.5	16.8
31.5	60.0	-1.3	58.7	13.8	72.6	0.0	67.6	28.2
40	62.0	-1.5	60.5	6.9	67.5	0.0	66.8	32.2
50	62.0	-1.7	60.3	0.0	60.3	0.0	59.8	29.6
63	62.0	-1.9	60.1	-3.8	56.2	0.0	53.1	26.9
80	62.0	-2.2	59.8	-4.6	55.1	0.0	52.3	29.8
100	61.0	-2.6	58.4	-6.2	52.2	0.0	0.0	0.0
125	55.0	-3.1	51.9	-7.7	44.2	0.0	0.0	0.0
160	46.0	-2.8	43.2	-9.2	34.0	0.0	0.0	0.0
200	41.0	-2.4	38.6	-10.0	28.6	0.0	0.0	0.0
250	39.0	-2.1	36.9	-10.8	26.1	0.0	0.0	0.0
Summe	71.1	-	69.5	-	75.0	-	71.2	36.8

L_{VA} : Ausgangspegel

Deckeneigenfrequenz [Hz]: 31.5

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

L_{VF} : Immissionspegel am Gebäudefundament

ΔL_{VG} : Einfluss Gebäude

L_{VI} : Immissionspegel auf der Decke

U : Umwandlungsmass

L_{pI} : unbewerteter Schalldruckpegel im Raum

L_{pAI} : A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum

Anzahl der Fahrten : tags 218 nachts 34

Ergebnisse:

max.Schwingungsgeschwindigkeit: 0.637 mm/s **(Erschütterungsimmisisonen Deckenfeld)**

bewertete Schwingstärke: 0.281 (Taktmaximal-Effektivwert)

bewertete Schwingstärke: 0.563 (Maximalwert)

Beurteilungs-Schwingstärke: 0.09 (Tag)
0.05 (Nacht)

mittlerer Maximalpegel: 36.8 dB(A) **(Innenraumpegel aus Körperschallübertragung)**

Maximalpegel: 41.8 dB(A) **(sekundärer Luftschall)**

Beurteilungspegel: 20.3 dB(A) (Tag)

15.3 dB(A) (Nacht)

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 1.8 AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4
---	--	---

Immissionsprognose IO13

für Gebäudeübertragung 2

	L_{VA}	ΔL_{VE}	L_{vF}	ΔL_{vG2}	L_{vI2}	-	L_{pI2}	L_{pAI2}
Terzmittenfrequenz in Hz	dB	dB	dB	dB	dB	-	dB	dB(A)
4	38.0	-1.1	36.9	-2.3	34.5	0.0	0.0	0.0
5	39.0	-1.2	37.8	-1.9	35.9	0.0	0.0	0.0
6.3	44.0	-1.2	42.8	-1.5	41.3	0.0	0.0	0.0
8	48.0	-1.4	46.6	-0.8	45.8	0.0	0.0	0.0
10	55.0	-1.5	53.5	0.0	53.5	0.0	0.0	0.0
12.5	59.0	-1.6	57.4	0.8	58.2	0.0	0.0	0.0
16	63.0	-1.7	61.3	2.3	63.6	0.0	0.0	0.0
20	70.0	-1.9	68.1	6.9	75.0	0.0	0.0	0.0
25	71.0	-2.1	68.9	13.8	82.8	0.0	69.5	24.8
31.5	72.0	-2.3	69.7	6.9	76.6	0.0	69.7	30.3
40	72.0	-2.6	69.4	0.0	69.4	0.0	68.0	33.4
50	68.0	-3.0	65.0	-3.8	61.1	0.0	60.3	30.1
63	63.0	-3.5	59.5	-4.6	54.9	0.0	52.4	26.2
80	62.0	-4.1	57.9	-6.2	51.7	0.0	50.7	28.2
100	62.0	-4.9	57.1	-7.7	49.4	0.0	0.0	0.0
125	58.0	-5.8	52.2	-9.2	42.9	0.0	0.0	0.0
160	53.0	-5.2	47.8	-10.0	37.8	0.0	0.0	0.0
200	45.0	-4.5	40.5	-10.8	29.7	0.0	0.0	0.0
250	42.0	-3.9	38.1	-12.3	25.8	0.0	0.0	0.0
Summe	78.4	-	76.0	-	84.5	-	74.1	37.5

 L_{VA} : Ausgangspegel

Deckeneigenfrequenz [Hz]: 25
 ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

 L_{vF} : Immissionspegel am Gebäudefundament

 ΔL_{vG} : Einfluss Gebäude

 L_{vI} : Immissionspegel auf der Decke

U : Umwandlungsmass

 L_{pI} : unbewerteter Schalldruckpegel im Raum

 L_{pAI} : A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum

Anzahl der Fahrten : tags 218 nachts 34

Ergebnisse:

max.Schwinggeschwindigkeit: 2.063 mm/s **(Erschütterungsimmissionen Deckenfeld)**

bewertete Schwingstärke: 0.837 (Taktmaximal-Effektivwert)

bewertete Schwingstärke: 1.674 (Maximalwert)

Beurteilungs-Schwingstärke: 0.28 (Tag)
0.16 (Nacht)

mittlerer Maximalpegel: 37.5 dB(A) **(Innenraumpegel aus Körperschallübertragung)**

Maximalpegel: 42.5 dB(A) **(sekundärer Luftschall)**

Beurteilungspegel: 21.1 dB(A) (Tag)

16.0 dB(A) (Nacht)

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 2.1
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Deckenfeldschwingungen / Erschütterungen

KBFTM : Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke

KBFT_{r,Tag} : Beurteilungs-Schwingstärke zur Tagzeit

KBFT_{r,Nacht} : Beurteilungs-Schwingstärke zur Nachtzeit

Beurteilung: Anhaltswert "-": eingehalten "x": überschritten

IO	Gebäude	Deckenfeldschwingung				Beurteilung			
		KBFTM	KBF _{max}	KBFT _r		nach DIN 4150-2			
				Tag	Nacht	Au,Tag	Au,Nacht	Ar,Tag	Ar,Nacht
1	Hachestraße 76	0.248	0.495	0.109	0.048	x	x	-	-
		0.293	0.586	0.129	0.057	x	x	-	-
2	Hachestraße 68	0.216	0.433	0.095	0.042	x	x	-	-
		0.293	0.586	0.129	0.057	x	x	-	-
3	Hachestraße 40	0.219	0.439	0.097	0.042	x	x	-	-
		0.288	0.577	0.127	0.056	x	x	-	-
4	Hachestraße 63	0.205	0.409	0.090	0.040	x	x	-	-
		0.258	0.516	0.114	0.050	x	x	-	-
5	Hachestraße 28	0.259	0.519	0.114	0.050	x	x	-	-
		0.375	0.750	0.165	0.073	x	x	x	-
6	Hachestraße 10	0.258	0.516	0.114	0.050	x	x	-	-
		0.372	0.744	0.164	0.072	x	x	x	-
7	Hachestraße 2-4	0.231	0.461	0.102	0.045	x	x	-	-
		0.334	0.667	0.147	0.065	x	x	-	-
8	Willy-Brandt-Platz 8	0.128	0.257	0.057	0.025	-	x	-	-
		0.185	0.370	0.082	0.036	x	x	-	-
9	Hollestraße 1	0.136	0.272	0.060	0.026	-	x	-	-
		0.448	0.896	0.197	0.087	x	x	x	-
10	Hollestraße 50	0.314	0.628	0.138	0.061	x	x	-	-
		0.673	1.347	0.296	0.130	x	x	x	x
11	Hollestraße 7a	0.332	0.665	0.146	0.064	x	x	-	-
		0.705	1.410	0.310	0.137	x	x	x	x

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 2.2
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Innenraumpegel aus Körperschallübertragung / Sekundärluftschall

LpAm : mittlerer Maximalpegel

LpAmax : maximaler Maximalpegel (kein Beurteilungskriterium)

S:Schlafraum; W:Wohnraum; P:Praxen, Unterrichtsräume; B: Büros; L:Läden

Beurteilung: Orientierungswertwert "-": eingehalten "x": überschritten

IO	Gebäude	Innenraumpegel		Beurteilung für LpAm				
		LpAm	LpAmax	in Anlehnung an VDI 2719				
		dB(A)	dB(A)	S	W	P	B	L
1	Hachestraße 76	33.6	38.6	-	-	-	-	-
		43.7	48.7	x	-	-	-	-
2	Hachestraße 68	33.0	38.0	-	-	-	-	-
		43.7	48.7	x	-	-	-	-
3	Hachestraße 40	34.4	39.4	-	-	-	-	-
		43.6	48.6	x	-	-	-	-
4	Hachestraße 63	33.8	38.8	-	-	-	-	-
		43.0	48.0	x	-	-	-	-
5	Hachestraße 28	35.9	40.9	-	-	-	-	-
		45.1	50.1	x	x	x	-	-
6	Hachestraße 10	35.8	40.8	-	-	-	-	-
		45.1	50.1	x	x	x	-	-
7	Hachestraße 2-4	33.7	38.7	-	-	-	-	-
		44.4	49.4	x	-	-	-	-
8	Willy-Brandt-Platz 8	< 30	33.2	-	-	-	-	-
		38.7	43.7	-	-	-	-	-
9	Hollestraße 1	30.5	35.5	-	-	-	-	-
		40.9	45.9	x	-	-	-	-
10	Hollestraße 50	33.3	38.3	-	-	-	-	-
		41.4	46.4	x	-	-	-	-
11	Hollestraße 7a	33.7	38.7	-	-	-	-	-
		41.8	46.8	x	-	-	-	-

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 2.3
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Innenraumpegel aus Körperschallübertragung / Sekundärluftschall

Lr,Tag: Beurteilungspegel Tag

Lr,Nacht: Beurteilungspegel Nacht

S:Schlafraum; W:Wohnraum; P:Praxen, Unterrichtsräume; B: Büros; L:Läden

Beurteilung: Orientierungswertwert "-": eingehalten "x": überschritten

IO	Gebäude	Innenraumpegel		Beurteilung für Lr				
		Lr,Tag	Lr,Nacht	in Anlehnung an 24.BImSchV				
		dB(A)	dB(A)	S	W	P	B	L
1	Hachestraße 76	19.5	22.4	-	-	-	-	-
		29.6	22.4	-	-	-	-	-
2	Hachestraße 68	18.8	22.4	-	-	-	-	-
		29.6	22.4	-	-	-	-	-
3	Hachestraße 40	20.3	15.5	-	-	-	-	-
		29.5	22.4	-	-	-	-	-
4	Hachestraße 63	19.7	21.7	-	-	-	-	-
		28.8	21.7	-	-	-	-	-
5	Hachestraße 28	21.8	15.6	-	-	-	-	-
		31.0	23.9	-	-	-	-	-
6	Hachestraße 10	21.7	15.6	-	-	-	-	-
		31.0	23.8	-	-	-	-	-
7	Hachestraße 2-4	19.6	23.2	-	-	-	-	-
		30.3	23.2	-	-	-	-	-
8	Willy-Brandt-Platz 8	15.7	17.5	-	-	-	-	-
		24.6	17.5	-	-	-	-	-
9	Hollestraße 1	16.4	16.7	-	-	-	-	-
		26.8	19.6	-	-	-	-	-
10	Hollestraße 50	19.2	15.4	-	-	-	-	-
		27.3	20.2	-	-	-	-	-
11	Hollestraße 7a	19.6	15.8	-	-	-	-	-
		27.7	20.6	-	-	-	-	-

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 2.4
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Ergebnisse der Immissionsprognose

KBFTM : Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke

KBFmax : maximale bewertete Schwingstärke

KBFT_{r,Tag/Nacht} : Beurteilungs-Schwingstärke Tag/Nacht

L_{pAm} : mittlerer Maximalpegel

L_{pAmax} : absoluter Maximalpegel

L_{r,Tag/Nacht} : Beurteilungspegel Tag/Nacht

IO	Gebäude	Deckenfeldschwingung				Innenraumpegel			
		KBFTM	KBFmax	KBFT _r		L _{pAm}	L _{pAmax}	L _{r,Tag}	L _{r,Nacht}
		-	-	Tag	Nacht	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	Hachestraße 76	0.276	0.551	0.12	0.05	33.6	38.6	19.5	< 15
		0.263	0.525	0.12	0.05	34.5	39.5	20.4	< 15
		0.248	0.495	0.11	0.05	35.5	40.5	21.4	< 15
		0.293	0.586	0.13	0.06	43.7	48.7	29.6	22.4
2	Hachestraße 68	0.216	0.433	0.10	0.04	33.0	38.0	18.8	< 15
		0.276	0.551	0.12	0.05	33.6	38.6	19.5	< 15
		0.248	0.495	0.11	0.05	35.5	40.5	21.4	< 15
		0.293	0.586	0.13	0.06	43.7	48.7	29.6	22.4
3	Hachestraße 40	0.256	0.512	0.11	0.05	34.4	39.4	20.3	< 15
		0.219	0.439	0.10	0.04	35.4	40.4	21.3	< 15
		0.260	0.519	0.11	0.05	36.8	41.8	22.7	15.5
		0.288	0.577	0.13	0.06	43.6	48.6	29.5	22.4
4	Hachestraße 63	0.240	0.481	0.11	0.05	33.8	38.8	19.7	< 15
		0.205	0.409	0.09	0.04	34.8	39.8	20.7	< 15
		0.240	0.481	0.11	0.05	36.2	41.2	22.1	< 15
		0.258	0.516	0.11	0.05	43.0	48.0	28.8	21.7
5	Hachestraße 28	0.298	0.596	0.13	0.06	35.9	40.9	21.8	< 15
		0.259	0.519	0.11	0.05	36.9	41.9	22.8	15.6
		0.313	0.625	0.14	0.06	38.2	43.2	24.1	16.9
		0.375	0.750	0.17	0.07	45.1	50.1	31.0	23.9
6	Hachestraße 10	0.296	0.593	0.13	0.06	35.8	40.8	21.7	< 15
		0.258	0.516	0.11	0.05	36.8	41.8	22.7	15.6
		0.311	0.622	0.14	0.06	38.1	43.1	24.0	16.9
		0.372	0.744	0.16	0.07	45.1	50.1	31.0	23.8
7	Hachestraße 2-4	0.231	0.461	0.10	0.04	33.7	38.7	19.6	< 15
		0.295	0.589	0.13	0.06	34.3	39.3	20.2	< 15
		0.278	0.556	0.12	0.05	35.2	40.2	21.1	< 15
		0.334	0.667	0.15	0.06	44.4	49.4	30.3	23.2
8	Willy-Brandt-Platz 8	0.149	0.299	0.07	0.03	28.2	33.2	< 15	< 15
		0.185	0.370	0.08	0.04	28.9	33.9	< 15	< 15
		0.167	0.335	0.07	0.03	29.8	34.8	15.7	< 15
		0.128	0.257	0.06	0.02	38.7	43.7	24.6	17.5

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Neubaustrecke Hachestr./Hollestr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 2.5
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Ergebnisse der Immissionsprognose

KBFTM : Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke
KBfmax : maximale bewertete Schwingstärke
KBfTr,Tag/Nacht : Beurteilungs-Schwingstärke Tag/Nacht
LpAm : mittlerer Maximalpegel
LpAmax : absoluter Maximalpegel
Lr,Tag/Nacht : Beurteilungspegel Tag/Nacht

IO	Gebäude	Deckenfeldschwingung				Innenraumpegel			
		KBFTM	KBfmax	KBfTr		LpAm	LpAmax	Lr,Tag	Lr,Nacht
		-	-	Tag	Nacht	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
9	Hollestraße 1	0.448	0.896	0.20	0.09	40.9	45.9	26.8	19.6
		0.136	0.272	0.06	0.03	38.0	43.0	23.9	16.7
		0.137	0.274	0.06	0.03	39.7	44.7	25.6	18.5
		0.215	0.429	0.09	0.04	30.5	35.5	16.4	< 15
10	Hollestraße 50	0.583	1.167	0.26	0.11	33.3	38.3	19.2	< 15
		0.647	1.294	0.28	0.13	34.7	39.7	20.6	< 15
		0.673	1.347	0.30	0.13	36.7	41.7	22.6	15.4
		0.314	0.628	0.14	0.06	41.4	46.4	27.3	20.2
11	Hollestraße 7a	0.605	1.210	0.27	0.12	33.7	38.7	19.6	< 15
		0.674	1.348	0.30	0.13	35.0	40.0	20.9	< 15
		0.705	1.410	0.31	0.14	37.0	42.0	22.9	15.8
		0.332	0.665	0.15	0.06	41.8	46.8	27.7	20.6

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 3.1
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Deckenfeldschwingungen / Erschütterungen

KBFTM : Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke

KBFT_{r,Tag} : Beurteilungs-Schwingstärke zur Tagzeit

KBFT_{r,Nacht} : Beurteilungs-Schwingstärke zur Nachtzeit

Beurteilung: Anhaltswert "-": eingehalten "x": überschritten

IO	Gebäude	Deckenfeldschwingung				Beurteilung			
		KBFTM	KBF _{max}	KBFT _r		nach DIN 4150-2			
				Tag	Nacht	Au,Tag	Au,Nacht	Ar,Tag	Ar,Nacht
1	Herkulesstraße 13	0.105	0.210	0.035	0.020	-	-	-	-
		0.169	0.338	0.057	0.032	x	x	-	-
2	Herkulesstraße 6	0.182	0.364	0.061	0.034	x	x	-	-
		0.217	0.434	0.073	0.041	x	x	-	-
3	Herkulesstraße 16	0.158	0.316	0.053	0.030	x	x	-	-
		0.191	0.382	0.064	0.036	x	x	-	-
4	Herkulesstraße 15	0.196	0.392	0.066	0.037	x	x	-	-
		0.249	0.498	0.084	0.047	x	x	-	-
5	Herkulesstraße 20	0.444	0.888	0.150	0.084	x	x	-	-
		0.891	1.781	0.300	0.168	x	x	x	x
6	Herkulesstraße 25	0.449	0.897	0.151	0.084	x	x	x	-
		0.899	1.797	0.303	0.169	x	x	x	x
7	Herkulesstraße 33	0.250	0.499	0.084	0.047	x	x	-	-
		0.297	0.594	0.100	0.056	x	x	-	-
8	Flashofstraße 13	0.260	0.519	0.087	0.049	x	x	-	-
		0.316	0.632	0.107	0.059	x	x	-	-
9	Engelbertstraße 27	0.217	0.433	0.073	0.041	x	x	-	-
		0.283	0.565	0.095	0.053	x	x	-	-
10	Goldschmiedstraße 5	0.203	0.406	0.068	0.038	x	x	-	-
		0.258	0.516	0.087	0.049	x	x	-	-
11	Goldschmiedstraße 13	0.219	0.438	0.074	0.041	x	x	-	-
		0.300	0.601	0.101	0.057	x	x	-	-
12	Goldschmiedstraße 23	0.233	0.466	0.078	0.044	x	x	-	-
		0.317	0.635	0.107	0.060	x	x	-	-
13	Goldschmiedstraße 25	0.449	0.897	0.151	0.084	x	x	x	-
		0.899	1.797	0.303	0.169	x	x	x	x
14	Goldschmiedstraße 35	0.214	0.429	0.072	0.040	x	x	-	-
		0.288	0.577	0.097	0.054	x	x	-	-
15	Klosterstraße 49	0.454	0.907	0.153	0.085	x	x	x	-
		0.907	1.813	0.305	0.171	x	x	x	x

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 3.2
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Innenraumpegel aus Körperschallübertragung / Sekundärluftschall

LpAm : mittlerer Maximalpegel

LpAmax : maximaler Maximalpegel (kein Beurteilungskriterium)

S:Schlafraum; W:Wohnraum; P:Praxen, Unterrichtsräume; B: Büros; L:Läden

Beurteilung: Orientierungswertwert "-": eingehalten "x": überschritten

IO	Gebäude	Innenraumpegel		Beurteilung für LpAm				
		LpAm	LpAmax	in Anlehnung an VDI 2719				
		dB(A)	dB(A)	S	W	P	B	L
1	Herkulesstraße 13	< 30	31.2	-	-	-	-	-
		34.9	39.9	-	-	-	-	-
2	Herkulesstraße 6	31.3	36.3	-	-	-	-	-
		38.6	43.6	-	-	-	-	-
3	Herkulesstraße 16	30.1	35.1	-	-	-	-	-
		37.4	42.4	-	-	-	-	-
4	Herkulesstraße 15	30.3	35.3	-	-	-	-	-
		39.3	44.3	-	-	-	-	-
5	Herkulesstraße 20	35.6	40.6	-	-	-	-	-
		41.9	46.9	x	-	-	-	-
6	Herkulesstraße 25	35.7	40.7	-	-	-	-	-
		42.0	47.0	x	-	-	-	-
7	Herkulesstraße 33	32.9	37.9	-	-	-	-	-
		40.3	45.3	x	-	-	-	-
8	Flashofstraße 13	33.1	38.1	-	-	-	-	-
		40.6	45.6	x	-	-	-	-
9	Engelbertstraße 27	32.6	37.6	-	-	-	-	-
		40.1	45.1	x	-	-	-	-
10	Goldschmiedstraße 5	30.6	35.6	-	-	-	-	-
		39.6	44.6	-	-	-	-	-
11	Goldschmiedstraße 13	31.3	36.3	-	-	-	-	-
		40.4	45.4	x	-	-	-	-
12	Goldschmiedstraße 23	33.2	38.2	-	-	-	-	-
		40.6	45.6	x	-	-	-	-
13	Goldschmiedstraße 25	35.7	40.7	-	-	-	-	-
		42.0	47.0	x	-	-	-	-
14	Goldschmiedstraße 35	31.1	36.1	-	-	-	-	-
		40.2	45.2	x	-	-	-	-
15	Klosterstraße 49	35.8	40.8	-	-	-	-	-
		42.0	47.0	x	x	x	x	x

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 3.3
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Innenraumpegel aus Körperschallübertragung / Sekundärluftschall

Lr,Tag: Beurteilungspegel Tag

Lr,Nacht: Beurteilungspegel Nacht

S:Schlafraum; W:Wohnraum; P:Praxen, Unterrichtsräume; B: Büros; L:Läden

Beurteilung: Orientierungswertwert "-": eingehalten "x": überschritten

IO	Gebäude	Innenraumpegel		Beurteilung für Lr				
		Lr,Tag	Lr,Nacht	in Anlehnung an 24.BImSchV				
		dB(A)	dB(A)	S	W	P	B	L
1	Herkulesstraße 13	18.5	< 15	-	-	-	-	-
		18.5	< 15	-	-	-	-	-
2	Herkulesstraße 6	16.2	17.1	-	-	-	-	-
		22.2	17.1	-	-	-	-	-
3	Herkulesstraße 16	15.1	15.9	-	-	-	-	-
		20.9	15.9	-	-	-	-	-
4	Herkulesstraße 15	16.8	17.8	-	-	-	-	-
		22.8	17.8	-	-	-	-	-
5	Herkulesstraße 20	19.2	16.0	-	-	-	-	-
		25.5	20.4	-	-	-	-	-
6	Herkulesstraße 25	19.3	16.0	-	-	-	-	-
		25.5	20.5	-	-	-	-	-
7	Herkulesstraße 33	16.4	18.8	-	-	-	-	-
		23.9	18.8	-	-	-	-	-
8	Flashhofstraße 13	16.7	15.3	-	-	-	-	-
		24.2	19.1	-	-	-	-	-
9	Engelbertstraße 27	16.2	18.6	-	-	-	-	-
		23.6	18.6	-	-	-	-	-
10	Goldschmiedstraße 5	17.1	18.1	-	-	-	-	-
		23.2	18.1	-	-	-	-	-
11	Goldschmiedstraße 13	15.6	18.9	-	-	-	-	-
		23.9	18.9	-	-	-	-	-
12	Goldschmiedstraße 23	16.7	15.3	-	-	-	-	-
		24.2	19.1	-	-	-	-	-
13	Goldschmiedstraße 25	19.3	16.0	-	-	-	-	-
		25.5	20.5	-	-	-	-	-
14	Goldschmiedstraße 35	15.4	18.7	-	-	-	-	-
		23.7	18.7	-	-	-	-	-
15	Klosterstraße 49	19.3	16.1	-	-	-	-	-
		25.6	20.6	-	-	-	-	-

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 3.4
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Ergebnisse der Immissionsprognose

KBFTM : Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke

KBFmax : maximale bewertete Schwingstärke

KBFT_{r,Tag/Nacht} : Beurteilungs-Schwingstärke Tag/Nacht

L_{pAm} : mittlerer Maximalpegel

L_{pAmax} : absoluter Maximalpegel

L_{r,Tag/Nacht} : Beurteilungspegel Tag/Nacht

IO	Gebäude	Deckenfeldschwingung				Innenraumpegel			
		KBFTM	KBFmax	KBFT _r		L _{pAm}	L _{pAmax}	L _{r,Tag}	L _{r,Nacht}
		-	-	Tag	Nacht	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	Herkulesstraße 13	0.137	0.275	0.05	0.03	26.2	31.2	< 15	< 15
		0.169	0.338	0.06	0.03	26.9	31.9	< 15	< 15
		0.121	0.242	0.04	0.02	29.3	34.3	< 15	< 15
		0.105	0.210	0.04	0.02	34.9	39.9	18.5	< 15
2	Herkulesstraße 6	0.217	0.434	0.07	0.04	31.3	36.3	< 15	< 15
		0.182	0.364	0.06	0.03	32.6	37.6	16.2	< 15
		0.211	0.422	0.07	0.04	35.0	40.0	18.6	< 15
		0.213	0.425	0.07	0.04	38.6	43.6	22.2	17.1
3	Herkulesstraße 16	0.191	0.382	0.06	0.04	30.1	35.1	< 15	< 15
		0.158	0.316	0.05	0.03	31.5	36.5	15.1	< 15
		0.179	0.358	0.06	0.03	33.9	38.9	17.5	< 15
		0.167	0.333	0.06	0.03	37.4	42.4	20.9	15.9
4	Herkulesstraße 15	0.197	0.393	0.07	0.04	30.3	35.3	< 15	< 15
		0.249	0.498	0.08	0.05	31.0	36.0	< 15	< 15
		0.196	0.392	0.07	0.04	33.2	38.2	16.8	< 15
		0.241	0.481	0.08	0.05	39.3	44.3	22.8	17.8
5	Herkulesstraße 20	0.732	1.463	0.25	0.14	35.6	40.6	19.2	< 15
		0.830	1.661	0.28	0.16	37.5	42.5	21.1	16.0
		0.891	1.781	0.30	0.17	40.6	45.6	24.1	19.1
		0.444	0.888	0.15	0.08	41.9	46.9	25.5	20.4
6	Herkulesstraße 25	0.737	1.474	0.25	0.14	35.7	40.7	19.3	< 15
		0.837	1.674	0.28	0.16	37.5	42.5	21.1	16.0
		0.899	1.797	0.30	0.17	40.6	45.6	24.2	19.1
		0.449	0.897	0.15	0.08	42.0	47.0	25.5	20.5
7	Herkulesstraße 33	0.265	0.529	0.09	0.05	32.9	37.9	16.4	< 15
		0.250	0.499	0.08	0.05	34.2	39.2	17.7	< 15
		0.269	0.539	0.09	0.05	36.5	41.5	20.1	< 15
		0.297	0.594	0.10	0.06	40.3	45.3	23.9	18.8
8	Flashofstraße 13	0.274	0.548	0.09	0.05	33.1	38.1	16.7	< 15
		0.260	0.519	0.09	0.05	34.5	39.5	18.0	< 15
		0.281	0.563	0.09	0.05	36.8	41.8	20.3	15.3
		0.316	0.632	0.11	0.06	40.6	45.6	24.2	19.1

AUFTRAGGEBER Lindschulte Ingenieurgesell. mbH Graf-Adolf-Platz 6 40213 Düsseldorf	OBJEKT Bahnhofstangente in Essen Umbau Herkulesstr./Goldschmiedstr. Schwingungstechn. Untersuchung	ANLAGE-NR. 3.5
		AUFTRAGS-NR. S 03.1763.18/4

Ergebnisse der Immissionsprognose

KBFTM : Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke
KBFmax : maximale bewertete Schwingstärke
KBFT_{r,Tag/Nacht} : Beurteilungs-Schwingstärke Tag/Nacht
L_{pAm} : mittlerer Maximalpegel
L_{pAmax} : absoluter Maximalpegel
L_{r,Tag/Nacht} : Beurteilungspegel Tag/Nacht

IO	Gebäude	Deckenfeldschwingung				Innenraumpegel			
		KBFTM	KBFmax	KBFT _r		L _{pAm}	L _{pAmax}	L _{r,Tag}	L _{r,Nacht}
		-	-	Tag	Nacht	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
9	Engelbertstraße 27	0.253	0.506	0.09	0.05	32.6	37.6	16.2	< 15
		0.217	0.433	0.07	0.04	33.9	38.9	17.5	< 15
		0.256	0.512	0.09	0.05	36.3	41.3	19.8	< 15
		0.283	0.565	0.10	0.05	40.1	45.1	23.6	18.6
10	Goldschmiedstraße 5	0.203	0.406	0.07	0.04	30.6	35.6	< 15	< 15
		0.258	0.516	0.09	0.05	31.3	36.3	< 15	< 15
		0.205	0.409	0.07	0.04	33.5	38.5	17.1	< 15
		0.258	0.516	0.09	0.05	39.6	44.6	23.2	18.1
11	Goldschmiedstraße 13	0.219	0.438	0.07	0.04	31.3	36.3	< 15	< 15
		0.279	0.557	0.09	0.05	32.0	37.0	15.6	< 15
		0.225	0.450	0.08	0.04	34.2	39.2	17.8	< 15
		0.300	0.601	0.10	0.06	40.4	45.4	23.9	18.9
12	Goldschmiedstraße 23	0.270	0.540	0.09	0.05	33.2	38.2	16.7	< 15
		0.233	0.466	0.08	0.04	34.5	39.5	18.0	< 15
		0.278	0.555	0.09	0.05	36.8	41.8	20.4	15.3
		0.317	0.635	0.11	0.06	40.6	45.6	24.2	19.1
13	Goldschmiedstraße 25	0.737	1.474	0.25	0.14	35.7	40.7	19.3	< 15
		0.837	1.674	0.28	0.16	37.5	42.5	21.1	16.0
		0.899	1.797	0.30	0.17	40.6	45.6	24.2	19.1
		0.449	0.897	0.15	0.08	42.0	47.0	25.5	20.5
14	Goldschmiedstraße 35	0.214	0.429	0.07	0.04	31.1	36.1	< 15	< 15
		0.273	0.546	0.09	0.05	31.8	36.8	15.4	< 15
		0.219	0.439	0.07	0.04	34.0	39.0	17.6	< 15
		0.288	0.577	0.10	0.05	40.2	45.2	23.7	18.7
15	Klosterstraße 49	0.742	1.485	0.25	0.14	35.8	40.8	19.3	< 15
		0.844	1.687	0.28	0.16	37.6	42.6	21.2	16.1
		0.907	1.813	0.31	0.17	40.7	45.7	24.2	19.2
		0.454	0.907	0.15	0.09	42.0	47.0	25.6	20.6