

# ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

<b>VORHABEN:</b>	<b>Bebauungsplanverfahren V-67A/B-VE</b> Rudolfstraße 17 und 18 und Ehrenbergstraße 15 10245 Berlin
<b>AUFTRAGGEBER:</b>	<b>Rudolfstraße 18 Projektentwicklungs GmbH</b> Hardenbergstraße 27 10623 Berlin
<b>BEARBEITUNG:</b>	<b>KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH</b> Heinrich-Hertz-Str. 2   64295 Darmstadt T +49 6151 885-383
<b>BERICHT:</b>	<b>Prüfung der Belange des Erschütterungsschutzes im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens</b>  Nummer: 20250468-805-VSE-1  Bearbeitung: Matthias Jäger  Umfang: 20 Seiten Bericht 41 Seiten Anhänge 61 Seiten gesamt  Datum: 27.02.2026

Dieser Bericht ist nur für den Auftraggeber im Zusammenhang mit dem oben genannten Planvorhaben bestimmt. Eine darüberhinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Urheberrecht gemäß UrhG.

# INHALT

<b>1.</b>	<b>Sachverhalt und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1	Bearbeitungsgrundlagen	6
2.1.1	Gesetze, Verordnungen, Normen	6
2.1.2	Planunterlagen	6
<b>3.</b>	<b>Anforderungen an den Immissionsschutz</b>	<b>7</b>
3.1	Erschütterungen	7
3.1.1	Allgemeines Beurteilungsverfahren	7
3.1.2	Anhaltswerte	8
3.1.3	Beurteilung der Immissionen für städtebauliche Planungen	8
3.2	Sekundärer Luftschall	9
3.2.1	Grundlagen der Beurteilung	9
3.2.2	Anforderungswerte	9
<b>4.</b>	<b>Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise</b>	<b>10</b>
4.1	Prognosemodell	10
4.1.1	Emissionen	11
4.1.2	Transferfunktion $T_2$	11
4.1.3	Transferfunktion $T_3$	12
4.2	Immissionen	12
4.2.1	Erschütterungen	12
4.2.2	Sekundärer Luftschall	14
4.3	Betriebsparameter der Bahnstrecke	14
<b>5.</b>	<b>Untersuchungsergebnisse</b>	<b>15</b>
5.1	Beurteilung der Immissionen	15
5.1.1	Erschütterungen	15
5.1.1.1	ÖPNV	16
5.1.1.2	Bahnanlage der DB	16
5.1.2	Sekundärer Luftschall	17
5.2	Mögliche Schutzmaßnahmen	17
5.2.1	Gebäude B und D	17
5.2.2	Gebäude C	19
5.2.3	Aussteifung von Deckenfeldern	19
5.2.4	Weiterführender Hinweis	19
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>20</b>

*Im Rahmen einer Worst-Case-Betrachtung wurde in der vorliegenden Untersuchung auch die ausnahmsweise Zulässigkeit eines Beherbergungsbetriebs gemäß § 4 Abs. 3 Nr. 1 BauNVO geprüft.*

## ANHANG

Anhang 1	Übertragungsfunktionen ( $T_2 / T_3$ )
Anhang 2	Emissionsspektren FV unkorrigiert / korrigiert
Anhang 3	Emissionsspektren NV unkorrigiert / korrigiert
Anhang 4	Emissionsspektren S
Anhang 5	Differenzspektrum FV - GV
Anhang 6	Betriebsprogramm
Anhang 7	Prognose – Gebäude D
Anhang 8	Prognose – Gebäude B
Anhang 9	Prognose – Gebäude C
Anhang 10	Prognose inkl. Minderungsmaßnahmen

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen	8
Tabelle 2:	Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall	10
Tabelle 3:	Bewertungsfaktoren $\alpha_{\text{Zug}}$ zur Berücksichtigung unterschiedlicher Zugcharakteristik	13
Tabelle 4:	Betriebsprogramm Deutschlandtakt 2030 für die Strecke 6152/6153/6004/6006	15
Tabelle 5:	Betriebsprogramm U-Bahn U1/U3 und Straßenbahn M10	15

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Lage des geplanten Gebäudekomplexes /14/	5
Abbildung 2:	Lage des geplanten Bebauungsplans /13/	5
Abbildung 3:	Übertragungen von Erschütterungen	11

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

16. BImSchV	Verkehrslärmschutzverordnung
24. BImSchV	Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung
BVG	Berliner Verkehrsbetriebe
A	Anhaltswert
A <sub>r</sub>	Beurteilungsanhaltswert nach DIN 4150-2
A <sub>o</sub>	Oberer Anhaltswert nach DIN 4150-2
A <sub>u</sub>	Unterer Anhaltswert nach DIN 4150-2
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BVerwG	Bundes-Verwaltungsgericht
dB	Dezibel
f	Frequenz [Hz]
f <sub>0</sub>	Deckeneigenfrequenz [Hz]
FV	Personenfernverkehr
GV	Güterzüge, Güterverkehr
HB	Holzbalkendecken
IC	InterCity
ICE	InterCityExpress
KB <sub>Fmax</sub>	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB <sub>FTr</sub>	Beurteilungsschwingstärke [-]
L <sub>ri</sub>	Beurteilungspegels [dB(A)]
L <sub>sek</sub>	sek. Luftschallpegel des betrachteten Bauteils [dB(A)]
L <sub>v</sub>	mittlerer A-bewerteter Körperschallschnellepegel des betrachteten Bauteils [dB(A)]
RE	Personennahverkehr, Regionalbahn
Stb	Stahlbetondecken
N	Anzahl von Zügen
NV	Personennahverkehr
r, R	Abstand
S	S-Bahn
T	Transferfunktion
v	Geschwindigkeit [km/h]
v <sub>max</sub>	Höchstgeschwindigkeit [km/h]
v <sub>0</sub>	Referenzwert für die Schwingschnelle [5 * 10 <sup>-8</sup> m/s]
WA	Allgemeines Wohngebiet gemäß BauNVO §6

## REVISIONSVERZEICHNIS

Fassung	Inhalt	Stand
Originaldokument	Erschütterungsprognose	20.02.2026
1	Redaktionelle Überarbeitung und Anpassung der Prognose	27.02.2026

# 1. SACHVERHALT UND AUFGABENSTELLUNG

In Friedrichshain, einem Stadtteil von Berlin, plant die Rudolfstraße 18 Projektentwicklungs GmbH die Errichtung von Wohnraum. Hierfür soll der vorhabenbezogene Bebauungsplan V-67 A/B VE aufgestellt werden. Ziel des vorhabenbezogenen Bebauungsplans ist die Schaffung des erforderlichen Bau- und Planungsrechts für die Städtebauliche Neuordnung des ca. 1,75 ha großen Grundstücks Rudolfstraße 17 und 18 und Ehrenbergstraße 15. Der geplante Gebäudekomplex besteht aus 4 Gebäudeteilen. Mittig ist ein Hochhaus mit einer Höhe von ca. 166,5 m und die restlichen Gebäudeteile mit einer Höhe von 25,5 m geplant. Die Lage des geplanten Gebäudekomplexes ist in Abbildung 1 dargestellt /14/. Die Bebauungsplangrenzen sind in Abbildung 2 dargestellt.

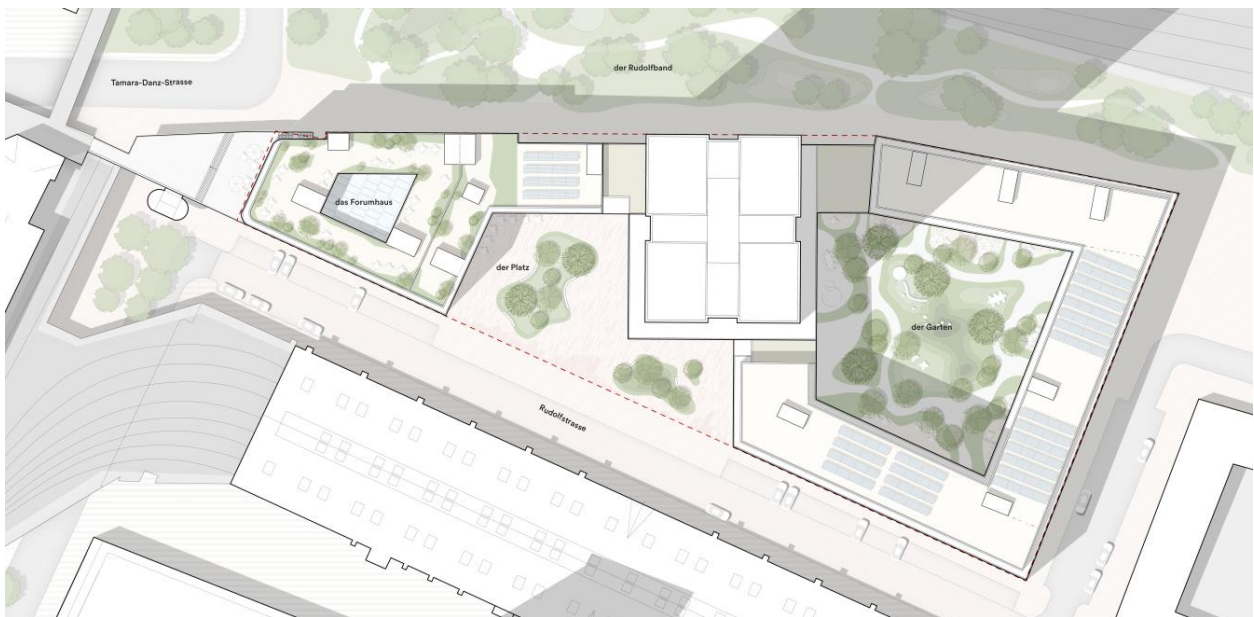


Abbildung 1: Lage des geplanten Gebäudekomplexes /14/

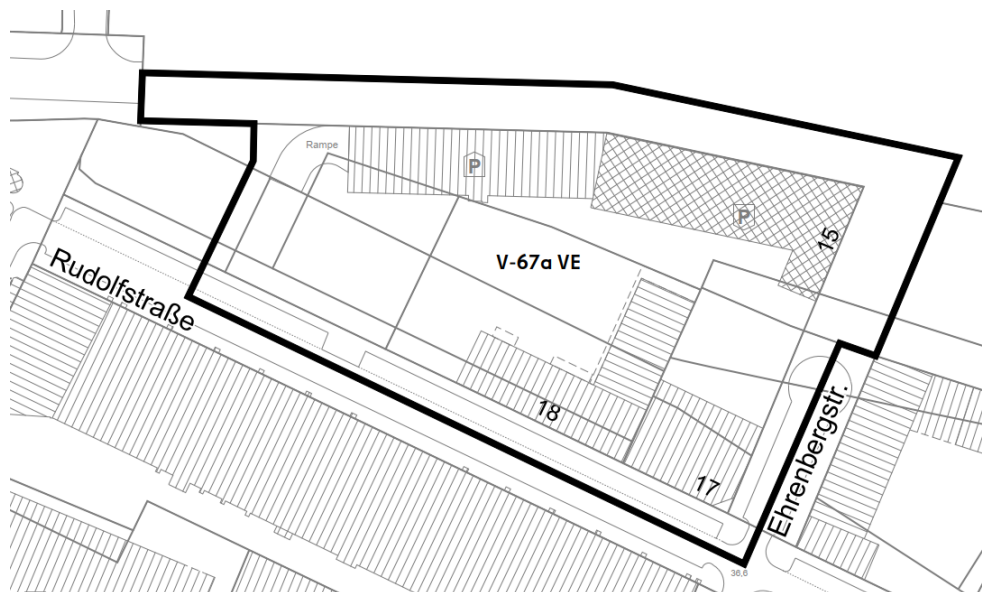


Abbildung 2: Lage des geplanten Bebauungsplans /13/

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens V67A-VE sollen die erschütterungstechnischen Einwirkungen auf das Plangebiet erhoben und untersucht werden. Hierunter fallen unter anderem die nördlich gelegenen Zugstrecken 6004, 6006, 6152 und 6153, die westlich gelegenen Strecken der Straßen- und U-Bahn sowie das südlich gelegene Depot der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG).

Ausgangspunkt der diesbezüglich durchzuführenden erschütterungstechnischen Untersuchungen ist eine umfassende messtechnische Bestandsanalyse der relevanten Emissionsbedingungen. Zu diesem Zweck wurden Messungen der an der zukünftigen Gebäudevorderkante auftretenden schienenverkehrsinduzierten Erschütterungen durchgeführt.

Basierend auf den Messergebnissen wird anschließend geprüft, ob mögliche erschütterungstechnische Konfliktpotentiale hinsichtlich der zukünftigen Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für das geplante Gebäudekomplex zu erwarten sind und welche Maßnahmen gegebenenfalls zur Konfliktbewältigung bzw. zur Konfliktminimierung in Betracht zu ziehen sind.

## **2. GRUNDLAGEN**

### **2.1 Bearbeitungsgrundlagen**

#### **2.1.1 Gesetze, Verordnungen, Normen**

Der durchgeführten schalltechnischen Untersuchung liegen die folgenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Regelwerke zugrunde:

- /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 12.06.1990, in der aktuell gültigen Fassung
- /3/ 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 04.02.1997, in der aktuell gültigen Fassung
- /4/ Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der aktuell gültigen Fassung
- /5/ Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 23.06.2021, Az: BVerwG 7 A 10.20
- /6/ Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 21.12.2010, Az: BVerwG 7 A 14.09
- /7/ Eisenbahn-Bundesamt, Verfügung zum Umgang mit betriebsbedingten Erschütterungen und sekundärem Luftschall in der Planfeststellung vom 30.01.2017
- /8/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Dezember 2022
- /9/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, August 2025
- /10/ DB-Richtlinie 820.2050, Erschütterungen und sekundärer Luftschall, Stand vom 15.09.2017

#### **2.1.2 Planunterlagen**

Zur Bearbeitung standen nachfolgende Planunterlagen zur Verfügung:

- /11/ Betriebskonzept des Schienenverkehrs, Prognose-Planfall 2030 DT, erhalten per E-Mail von Peutz Consult GmbH am 24.11.2025
- /12/ Fahrplan U-Bahn und Straßenbahn am S+U Warschauer Str. für die Linien M10, U1 und U3, gültig ab 14.12.2025
- /13/ Geltungsbereich Bebauungsplan V-67a VE, KVL Projektmanagement Berlin GmbH, per E-Mail erhalten am 25.02.2026
- /14/ Siegerentwurf Bebauungsplanverfahren V67A/B VE Rudolfstr. 17-18/ Ehrenbergstraße 15, Henning Larsen Architekten, Stand vom 21.11.2025
- /15/ Messbericht Erschütterungen AZ 20250468-805-VME-1, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH, Stand vom 12.02.2026
- /16/ Angaben Deckeneigenfrequenzen Gebäude B und C, Werner Sobek Frankfurt GmbH, per E-Mail erhalten am 16.02.2026
- /17/ Angaben Deckeneigenfrequenzen Gebäude D, Werner Sobek Frankfurt GmbH, per E-Mail erhalten am 17.02.2026

### **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 und der Rechtsprechung /6/ als Beurteilungsgrundlage allgemein anerkannten Anhaltswerte nach DIN 4150-2 /9/ 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.

##### **3.1.1 Allgemeines Beurteilungsverfahren**

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

- die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$ ,
- die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$ .

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nennt die Norm zwei Kriterien. Der untere Anhaltswert  $A_u$  sowie der obere Anhaltswert  $A_o$  sind die Anhaltswerte für die maximale bewertete Schwingstärke. Ist der Wert von  $KB_{Fmax}$  kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert  $A_u$ , so sind die Anforderungen der Norm erfüllt. Übersteigt der Wert von  $KB_{Fmax}$  den unteren Anhaltswert  $A_u$ , so ist zu prüfen, ob dieser ebenfalls größer als der obere Anhaltswert  $A_o$  ist. Sofern dies der Fall ist, sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten. Beim Unterschreiten des oberen Anhaltswertes  $A_o$  ist die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  zu bilden und mit dem Beurteilungsanhaltswert  $A_r$  zu vergleichen. Hierbei sind die Besonderheiten bei schienenverkehrsinduzierten Erschütterungen (Kapitel 3.1.3) zu beachten.

### 3.1.2 Anhaltswerte

Die Anhaltswerte A zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in schutzbedürftigen 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 für Schienenverkehre angegeben.

Tabelle 1: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>
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	0,40	6	0,20	0,30	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	0,30	6	0,15	0,20	0,4	0,10
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0,20	5	0,10	0,10	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	0,15	3	0,07	0,10	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,10	3	0,05	0,10	0,15	0,05

Aufgrund der vorgesehenen städtebaulichen Entwicklung soll dem Plangebiet künftig vorwiegend Wohnnutzung zugeordnet werden. Daher ist die Schutzbedürftigkeit hinsichtlich einwirkender schienenverkehrsinduzierter Erschütterungsimmissionen entsprechend Tabelle 1, Zeile 4, das heißt eine Schutzbedürftigkeit entsprechend der Nutzungen in einem Allgemeinen Wohngebiet, in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt.

### 3.1.3 Beurteilung der Immissionen für städtebauliche Planungen

Wird im erschütterungstechnischen Einflussbereich von Schienenverkehrswegen ein Gebiet für städtebauliche Planungen ausgewiesen oder werden neu zu erstellende Gebäude geplant, sind im Rahmen der durchzuführenden Erschütterungsprognosen die Werte für A<sub>u</sub> und A<sub>r</sub> (tags und nachts) und A<sub>o</sub> nach Tabelle 1 in Abhängigkeit der Gebietseinstufung einzuhalten.

Bei schienenverkehrsinduzierten Einwirkungen durch Straßen-, Stadt-, U- und S-Bahnen ist der Wert für A<sub>o</sub> (nachts) nach Tabelle 1 in Abhängigkeit der Gebietseinstufung einzuhalten. Bei Schienenverkehrswegen, auf welchen sowohl Güterzüge als auch sonstige Personenverkehrszüge verkehren, ist die Einhaltung für A<sub>o</sub> (nachts) nach Tabelle 1 anzustreben. Nach Prüfung möglicher Schutzmaßnahmen kann es in Einzelfällen erforderlich sein, den Betroffenen Erschütterungen bis zu einem oberen Anhaltswert von 0,6 nach Kapitel 6.5.3. der DIN 4150-2 zuzumuten.

## 3.2 Sekundärer Luftschall

### 3.2.1 Grundlagen der Beurteilung

Für Einwirkungen aus sekundären Luftschallimmissionen, hervorgerufen von schienengebundenen Verkehrssystemen, existieren derzeit weder vom Gesetzgeber noch in technischen Regelwerken verbindlich vorgegebene Anforderungswerte.

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 Verkehrsgerausche 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 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 (siehe hierzu auch Kapitel 3.2.2). Diese zulässigen Innenpegel wurden in der EBA-Verfügung /7/ festgelegt.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass das Heranziehen von Anforderungswerten gemäß Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung für die Beurteilung sekundärer Luftschallimmissionen implizit die in der Rechtsprechung allgemein anerkannten Zumutbarkeitsschwellen bei Innenraumpegeln tagsüber von 40 dB(A) für Wohnräume und nachts von 30 dB(A) für Schlafräume berücksichtigt. Der Verordnungsgeber der 24. BImSchV hat diese Zumutbarkeitsschwellen ebenfalls zu Grunde gelegt. Diese wurden vom Bundesverwaltungsgericht bereits in der Zeit vor Inkrafttreten der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) am Maßstab des § 74 (2) Satz 2 VwVfG /4/ bestimmt. Da die 24. BImSchV nicht nur Anforderungswerte für Wohn- und Schlafräume nennt, sondern ebenfalls Anforderungen für andere Nutzungen, sollen diese Anforderungswerte für die Beurteilung sekundärer Luftschallimmissionen hilfsweise herangezogen werden. Ungeachtet dessen ist die maßgebliche Grundlage der Beurteilung die von der Rechtsprechung entwickelten Zumutbarkeitsschwellen, von denen auch der Verordnungsgeber der 24. BImSchV ausgegangen ist. Demgemäß wird vorliegend als Beurteilungsgrundlage zulässiger Innenraumpegel die 24. BImSchV /3/ herangezogen, die in der Verwaltungspraxis durch die Rechtsprechung nicht beanstandet /5/ bzw. ausdrücklich gebilligt /6/ wurde:

### 3.2.2 Anforderungswerte

In der Anlage zur 24. BImSchV /3/ sind die mathematischen Beziehungen angegeben, nach denen das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß der gesamten Außenfläche eines Raumes rechnerisch zu ermitteln ist, wenn auf Grund von Grenzwertüberschreitungen dem Grunde nach ein Rechtsanspruch auf Lärmvorsorgemaßnahmen besteht.

$$L_{r,Nacht/Tag} = D + 3 \text{ dB}$$

mit

D     Korrektursummand nach Tabelle 1 der 24. BImSchV zur Berücksichtigung der Raumnutzung, [dB].

Die 24. BImSchV unterscheidet die Anforderungswerte gemäß ihrer Raumnutzung. Für das geplante Gebäude erfolgt die Beurteilung der sekundären Luftschallimmissionen für den Tagzeitraum unter Zugrundelegung des Anforderungswertes für Wohnräume. Für den Nachtzeitraum wird der Anforderungswert für Räume herangezogen, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden. Demzufolge gelten folgende Immissionsrichtwerte für Wohngebäude:

Tag: IRW = 40 dB(A),

Nacht: IRW = 30 dB(A).

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall

Zeile	Raumnutzung	L <sub>ri,Tag</sub> [dB(A)]	L <sub>ri,Nacht</sub> [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	-
	Sonstige Räume, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind	entsprechend der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Nutzung festzusetzen	

## 4. ARBEITSGRUNDSÄTZE UND VORGEHENSWEISE

### 4.1 Prognosemodell

Bei der Prognose der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für schutzwürdige Räume eines Gebäudes wird von der in Abbildung 2 skizzierten Übertragungskette ausgegangen.

Diese berücksichtigt neben den erschütterungstechnischen Quellstärken (Emissionen) und der Ausbreitung der Schwingungen im Untergrund (Transmission T<sub>1</sub>) das Schwingungsverhalten der zu untersuchenden Gebäude (Transmission T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub>). 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, das 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 Hz bis 315 Hz.

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

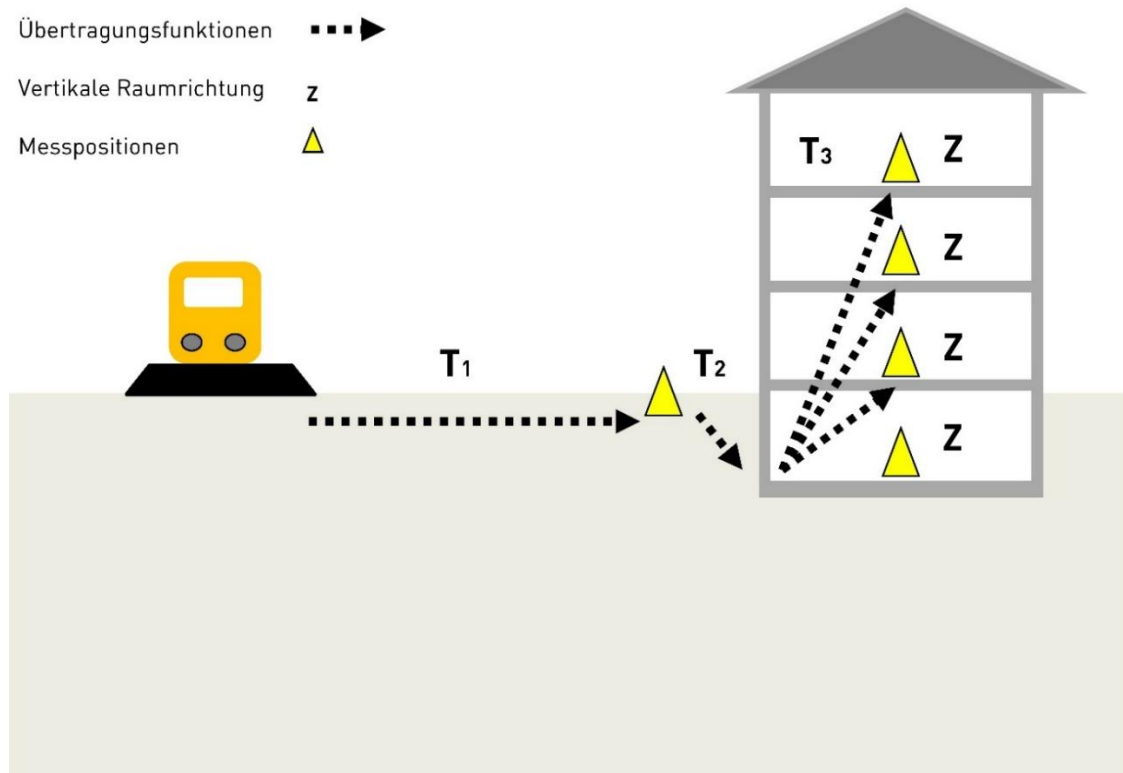


Abbildung 3: Übertragungen von Erschütterungen

#### 4.1.1 Emissionen

Bei oberirdischen Schienenverkehrswegen wird die Emission durch die in einem festgelegten Abstand zur Gleisachse im Erdboden gemessenen Schwingstärke charakterisiert. Für die vorliegende Untersuchung wurden die angewandten Spektren der Erschütterungen mit Hilfe der durchgeführten Messungen  $\gamma$  gewonnen, die direkt an der zukünftigen Vorderkante des geplanten Gebäudes erfolgten, sodass die Darstellung der Quellstärken und der Ausbreitung im Untergrund entfällt. Ferner beziehen sich die angegebenen Emissionen auf die von den einzelnen Zuggattungen im Bereich des hier behandelten Grundstückes gefahrenen Geschwindigkeiten. Die für die Prognose herangezogenen Spektren der Erschütterungen sind in Anhang 2, differenziert nach S-Bahn-Verkehr (S), Fernverkehr (FV) und Nahverkehr (NV), tabellarisch und grafisch dargestellt. Für die S-Bahn-Strecken erfolgt keine Umrechnung der Emissionen, da die S-Bahnen im Ostbahnhof halten. Im Sinne der oberen Abschätzung wurden aus den an drei Messpositionen ermittelten Emissionsspektren obere Einhüllende gebildet und für die Beurteilung herangezogen.

Da während des Messzeitraumes kein Güterverkehr (GV) gemessen wurde, in der Betriebsprognose 2030DT/11/ auf den Strecken 6152 und 6153 jedoch Güterzüge als Grundlast eingeplant sind, wird zunächst aus den an einer vergleichbaren Strecke ermittelten Emissionsspektren von Personenfernverkehr (FV) und Güterverkehr (GV) ein Differenzspektrum gebildet, welches in Anhang 5 tabellarisch und grafisch dargestellt ist. Dieses wird auf die an den Gleisen 2 bis 3 messtechnisch ermittelten Emissionsspektren des Fernverkehrs angewendet und so die entsprechenden Emissionsspektren für den Güterverkehr berechnet, welche letztendlich für die Beurteilung der zukünftigen schienenverkehrsinduzierten Immissionen zugrunde gelegt werden.

#### 4.1.2 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 geringen Schwankungen

und weist keine ausgeprägte spektrale Abhängigkeit auf. Erschütterungen werden umso leichter auf ein Gebäude übertragen, je geringer die Gebäudemasse ist. In der derzeitigen Planungsphase ist eine messtechnische Erhebung der  $T_2$ -Funktion nicht möglich, da das Gebäude noch nicht errichtet ist. Daher wurde die Transferfunktion  $T_2$  aus Messungen an vergleichbaren Gebäuden übernommen.

Die grafische und numerische Darstellung findet sich in Anhang 1.1 und 1.2. Der vorliegenden Untersuchung wurde eine typische Übertragungsfunktion für mehrstöckige Gebäude und Hochhäuser zu Grunde gelegt.

#### 4.1.3 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 Konstruktionsweise der Decken.

Da im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchung Messungen zur Erhebung von bauphysikalischen Kenndaten in dieser Bauphase nicht möglich sind, wird auf allgemeine Erfahrungsgrundsätze zum Übertragungsverhalten von Geschossdecken zurückgegriffen. Gemäß vorliegender Information handelt es sich bei der Deckenkonstruktion für den Gebäudeteil B und C um Stahlbetondecken mit einer Deckeneigenfrequenz von ca. 6,3 Hz /16/ und für den Gebäudeteil D für Holzbalkendecken mit einer Deckeneigenfrequenz von ca. 8 Hz /17/. Hierfür wurden die im Folgenden genannten typischen ersten Deckeneigenfrequenzen für Gebäude in Massivbauweise und Stahlbetondeckenkonstruktionen sowie Holzbalkendecken untersucht:

$$f_{0,1, \text{Stb} / \text{HB}} = 6,3 / 8,0 \text{ Hz}$$

$$f_{0,2, \text{Stb} / \text{HB}} = 8,0 / 10,0 \text{ Hz}$$

$$f_{0,3, \text{Stb} / \text{HB}} = 10,0 / 12,5 \text{ Hz}$$

$$f_{0,4, \text{Stb} / \text{HB}} = 12,5 / 16,0 \text{ Hz}$$

$$f_{0,5, \text{Stb} / \text{HB}} = 16,0 / 20,0 \text{ Hz}$$

$$f_{0,6, \text{Stb} / \text{HB}} = 20,0 / 25,0 \text{ Hz}$$

Durch die getroffenen Annahmen wird die typische Bandbreite von Deckenspannweiten abgedeckt. Die verwendeten Übertragungsfunktionen sind in Anhang 1.3 und Anhang 1.4 als normierte Funktion grafisch und tabellarisch dargestellt. Diese basiert auf statistischen Auswertungen von Messungen, die im Wirkungsbereich von Bahnstrecken durchgeführt wurden.

## 4.2 Immissionen

### 4.2.1 Erschütterungen

Als Erschütterungsimmissionen werden die bauwerksbezogenen, gemäß DIN 4150-2 /9/ 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 der DIN 4150-2 auf 80 Hz begrenzt.

Bei Schienenverkehrswegen erfolgt die Beurteilung von  $KB_{Fmax}$  anhand  $A_u$  und  $A_o$  sowie von  $KB_{FTr}$  anhand  $A_r$  (siehe hierzu Kapitel 3.1). Die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  wird aus dem Taktmaximal-Effektivwert  $KB_{FTm}$  nach der Gleichung

$$KB_{Fmax,Zug} = 1,5 * KB_{FTm,Zug}$$

ermittelt, wobei diese Werte für jede Zuggattung und je Gleis zu bilden sind. Aus den ermittelten maximalen bewerteten Schwingstärken wird anschließend der höchste Wert ermittelt und beurteilt.

Die Beurteilungsschwingstärke wird ebenfalls aus den Taktmaximal-Effektivwerten, differenziert nach Zuggattung und Gleis, gemäß Gleichung:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\sum_{Zug=1}^{N_{Zug}} \frac{n_{Zug}}{N_r} (\alpha_{Zug} * KB_{FTm,Zug})^2}$$

ermittelt. Hierbei ist

$N_{Zug}$  die Anzahl der zu unterscheidenden Zugkategorien im jeweiligen Beurteilungszeitraum

$n_{Zug}$  die Anzahl der Züge in einer betrachteten Zugkategorie im jeweiligen Beurteilungszeitraum

$N_r$  die Anzahl der Beurteilungstakte im jeweiligen Beurteilungszeitraum (tags:  $N_r = 1920$ ; nachts:  $N_r = 960$ )

$\alpha_{Zug}$  der Bewertungsfaktor für die jeweils zu untersuchende Zugkategorie

Tabelle 3: Bewertungsfaktoren  $\alpha_{Zug}$  zur Berücksichtigung unterschiedlicher Zugcharakteristik

Zeile	Beschreibung der Züge (Zuggattung)	Bewertungsfaktor $\alpha_{Zug}$		Rechtliche Grundlage des Zugbetriebes
		oberirdisch	unterirdisch	
1	Straßen-, Stadt- und U-Bahnen	0,7	1,0	B0Strab
2	S-Bahnen	0,8	1,0	EBO
3	Sonstige Personenverkehrszüge	0,9	1,0	
4	Güterzüge ( $l \leq L_\alpha$ )	1,0	1,0	
5	Güterzüge ( $l > L_\alpha$ )	1,3	1,3	

Die Berücksichtigung der unterschiedlichen Einwirkdauer der Vorbeifahrt von Güterzügen erfolgt mittels des Wertes  $L_\alpha$  nach Gleichung

$$L_\alpha = v * 7 * \frac{m}{km/h}$$

Dabei ist

$L_\alpha$  fiktive Länge eines Zuges [m] der unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit  $v$  eine Vorbeifahrtsdauer von 30 s hat,

$v$  die Zuggeschwindigkeit [km/h]

Demnach werden den Nahverkehrszügen (NV) und Fernverkehrszügen (FV) der Bewertungsfaktor von 0,9 und den Güterzügen (GV) der Bewertungsfaktor von 1,0 zugeordnet.

#### 4.2.2 Sekundärer Luftschall

Im vorliegenden Fall wurde zur Bestimmung des Beurteilungspegels für den sekundären Luftschall die Richtlinie 820.2050 der DB AG /10/ 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:

$$L_{\text{sek,A}} = 15,75 + 0,60 \cdot L_{\text{v,A}} \quad [\text{dB(A)}] \text{ bei Stahlbetondecken}$$

$$L_{\text{sek,A}} = 19,88 + 0,47 \cdot L_{\text{v,A}} \quad [\text{dB(A)}] \text{ bei Holzbalkendecken,}$$

mit

$L_{\text{sek,A}}$  A-bewerteter sekundärer Luftschallpegel [dB(A)],

$L_{\text{v,A}}$  A-bewerteter Gesamt-Schwinggeschwindigkeitspegel [dB(A)]

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 ( $T_{\text{ge}}$ ) berücksichtigt

$$T_e = 1,5 \cdot T_{\text{ge}} = \frac{1,5 \cdot l \cdot 3,6}{v_{\text{max}}}$$

mit

$T_e$  Vorbeifahrtzeit, [s]

$T_{\text{ge}}$  geometrische Vorbeifahrtzeit, [s]

$l$  Zuglänge, [m]

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

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

#### 4.3 Betriebsparameter der Bahnstrecke

Für die vorliegende Untersuchung werden die Zugzahlen für den Prognosehorizont Deutschlandtakt 2030 /11/ zugrunde gelegt. Die Zugzahlen sind in Tabelle 4 und Tabelle 5 sowie Anhang 6 dargestellt. Für die Prognose der U-Bahn und Straßenbahn wurde der aktuell gültige Fahrplan herangezogen /12/.

Für die vorliegende erschütterungstechnische Untersuchung wird im Sinne einer oberen Abschätzung von den zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeiten für die Durchfahrtstrecken ausgegangen. Für die S-Bahn-Strecken erfolgt keine Umrechnung der Emissionen, da die S-Bahnen im Ostbahnhof halten.

Tabelle 4:            Betriebsprogramm Deutschlandtakt 2030 für die Strecke 6152/6153/6004/6006

Strecke	Zugart	Anzahl		v <sub>max</sub>	Zuglänge	T <sub>ge</sub>
		Tag	Nacht			
6152	GV	6	4	80 km/h	207 m	9,3 s
	FV	92	6	80 km/h	402 m	18,1 s
	NV	1	1	80 km/h	102 m	4,6 s
6153	GV	6	4	100 km/h	207 m	7,5 s
	FV	22	6	120 km/h	336 m	10,1 s
	NV	155	29	120 km/h	151 m	4,5 s
6004	S	576	174	80 km/h	140 m	6,3 s
6006	S	342	48	80 km/h	140m	6,3 s

Tabelle 5:            Betriebsprogramm U-Bahn U1/U3 und Straßenbahn M10

Zugart	Anzahl		v <sub>max</sub>	Zuglänge	T <sub>ge</sub>
	Tag	Nacht			
U-Bahn	265	103	-	76 m	-
Straßenbahn	177	3	-	40 m	-

## 5.    UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Um in den weiteren Prognoseschritten die Einwirkungen von schieneninduzierten Erschütterungen und sekundären Luftschall berechnen und bewerten zu können, müssen vorab die Emissionen aus dem Schienenverkehr bestimmt werden. Diese wurden im Messbericht (AZ 20250468-805-VME-1 /15/) grafisch und tabellarisch dargestellt. Hierbei sind die Emissionen nach dem befahrenen Gleis und der Zuggattung zusammengestellt. Angegeben werden jeweils die Anzahl der erfassten Zugereignisse, die entsprechende Gleisnummer und die mittlere messtechnisch ermittelte Zuggeschwindigkeit sowie die Angaben zum Sensor. Zusätzlich ist der gemittelte Summenpegel angegeben.

Da für den Güterverkehr keine vorhabenbezogenen Emissionsspektren vorliegen, werden die entsprechenden Spektren gemäß der in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Vorgehensweise unter Berücksichtigung des in Anhang 5 dargestellten Differenzspektrums gebildet.

### 5.1    Beurteilung der Immissionen

#### 5.1.1    Erschütterungen

Für die Immissionsorte, die sich in Gebieten mit vorwiegend Wohnnutzung (WA) befinden, sind die Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2, Tabelle 1, Zeile 4 der Beurteilung zugrunde zu legen. Der untere Anhaltswert beläuft sich auf

$$A_{u,Tag/Nacht} = 0,15 / 0,10$$

und der obere Anhaltswert auf

$$A_{o, \text{Tag/Nacht}} = 3,00 / 0,20.$$

Der für Wohngebietsnutzungen zulässige Beurteilungsanhaltswert wird in DIN 4150-2, Tabelle 1, Zeile 4 für den Tag- bzw. Nachtzeitraum mit

$$A_{r, \text{Tag/Nacht}} = 0,07 / 0,05$$

angegeben.

#### 5.1.1.1 ÖPNV

Unter Berücksichtigung der ermittelten Erschütterungsemissionen und der typischen Übertragungsfunktionen ergeben sich, für den Gebäudeteil D (mehrgeschossig / Holzbalkendecken) in Anhang 7.3 sowie Anhang 7.4, für Gebäudeteil B (mehrgeschossig / Stahlbetondecken) in Anhang 8.3 sowie Anhang 8.4 und für Gebäudeteil C (Hochhäuser / Stahlbetondecken) in Anhang 9.3 sowie Anhang 9.4, die in den oberen Tabellen ausgewiesenen maximalen bewerteten Schwingstärken von

$$KB_{F_{\max}, \text{Gebäudeteil D}} = 0,06 \dots 0,13$$

$$KB_{F_{\max}, \text{Gebäudeteil B}} = 0,06 \dots 0,12$$

$$KB_{F_{\max}, \text{Gebäudeteil C}} = 0,07 \dots 0,12$$

Der im Tagzeitraum gültige untere Anhaltswert wird folglich in allen Gebäudeteilen eingehalten. Somit sind die Anforderungen der Norm bereits im ersten Beurteilungsschritt für den Tagzeitraum eingehalten.

Der im Nachtzeitraum gültige untere Anhaltswert wird im Zusammenhang mit den zu erwartenden Einwirkungen aus dem ÖPNV für einige der in den 3 Gebäudeteilen untersuchten Deckenfelder überschritten und somit nicht eingehalten. Der Vergleich mit dem oberen Anhaltswert zeigt hingegen, dass dieser während des Nachtzeitraums in allen Gebäudeteilen eingehalten wird. In der Folge muss der Vergleich der Beurteilungsschwingstärke  $KB_{F_{Tr}}$  mit dem Beurteilungsanhaltswert  $A_r$  erfolgen. Die ermittelten Beurteilungsanhaltswerte sind jeweils der mittleren Tabelle der jeweiligen Anhänge zu entnehmen. Dieser Vergleich zeigt jedoch, dass der Beurteilungsanhaltswert im Nachtzeitraum infolge der Einwirkungen aus dem ÖPNV mit sicherem Abstand eingehalten wird. Demnach sind die Anforderungen der Norm diesbezüglich eingehalten. Infolge der vom ÖPNV ausgehenden Erschütterungseinwirkungen sind somit keine Belästigungen von Menschen innerhalb der geplanten Gebäude zu erwarten.

#### 5.1.1.2 Bahnanlage der DB

Unter Berücksichtigung der ermittelten Erschütterungsemissionen und der typischen Übertragungsfunktionen ergeben sich, für den Gebäudeteil D (mehrgeschossig / Holzbalkendecken) in Anhang 7.1 sowie Anhang 7.2, für Gebäudeteil B (mehrgeschossig / Stahlbetondecken) in Anhang 8.1 sowie Anhang 8.2 und für Gebäudeteil C (Hochhäuser / Stahlbetondecken) in Anhang 9.1 sowie Anhang 9.2, die in den oberen Tabellen ausgewiesenen maximalen bewerteten Schwingstärken für den Tagzeitraum von

$$KB_{F_{\max}, \text{Gebäudeteil D}} = 0,32 \dots 0,76$$

$$KB_{F_{\max}, \text{Gebäudeteil B}} = 0,28 \dots 0,72$$

$$KB_{F_{\max}, \text{Gebäudeteil C}} = 0,30 \dots 0,66.$$

Demnach ist der untere Anhaltswert bei allen untersuchten Deckenfeldern der oben genannten Gebäudeteile überschritten. Der obere Anhaltswert für den Tagzeitraum wird hingegen eingehalten. Dementsprechend ist hier der zweite Beurteilungsschritt, die Bildung der Beurteilungsschwingstärke  $KB_{F_{Tr}}$  erforderlich.

In der jeweils mittleren Tabelle der jeweiligen Anhänge werden die Beurteilungsschwingstärken ausgewiesen. Diese belaufen sich für den Tagzeitraum auf

$$KB_{\text{FTr, Gebäudeteil D}} = 0,04 \dots 0,1$$

$$KB_{\text{FTr, Gebäudeteil B}} = 0,04 \dots 0,1$$

$$KB_{\text{FTr, Gebäudeteil C}} = 0,04 \dots 0,09.$$

Demnach ist der Beurteilungsanhaltswert für vereinzelt untersuchte Deckenfelder der oben genannten Gebäudeteile nicht eingehalten.

Der im Nachtzeitraum gültige obere Anhaltswert von

$$A_{0,\text{Nacht}} = 0,20$$

wird im Zusammenhang mit den Verkehren auf der Bahnanlage der Deutschen Bahn in allen Gebäudeteilen überschritten und somit nicht eingehalten. Da jedoch die Einhaltung des für die Nacht genannten oberen Anhaltswertes auch bezüglich der Einwirkungen aus den Verkehren auf der Bahnanlage der DB zumindest anzustreben ist, ist ein Vergleich zur Einordnung unabdingbar. Wie sich hierbei jedoch zeigt, fallen die Überschreitungen des oberen Anhaltswertes im Nachtzeitraum deutlich aus. Auch der obere Anhaltswerte nach Kapitel 6.5.3. der DIN 4150-2 in Höhe von  $A_0 = 0,6$  wird in allen Gebäudeteilen für einige Deckenfrequenzen im Nachtzeitraum überschritten. Aus diesem Grund ist diesbezüglich nicht davon auszugehen, dass die Anforderungen der Norm eingehalten sind. Es wird die Prüfung von erschütterungstechnischen Minderungsmaßnahmen erforderlich.

### 5.1.2 Sekundärer Luftschall

In Anhang 7 bis Anhang 9 sind die prognostizierten Immissionen aus sekundärem Luftschall für den Tag bzw. für die Nacht ausgewiesen. Für die schutzwürdigen Nutzungen wird für den Tagzeitraum der Immissionsrichtwert für eine Wohnnutzung und im Nachtzeitraum für eine Nutzung als Schlafraum der Beurteilung zu Grunde gelegt. Somit gilt im Tag- bzw. im Nachtzeitraum ein Immissionsrichtwert von

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

Es ergeben sich Beurteilungspegel in den Innerräumen der schutzbedürftigen Bebauungen von bis zu

$$L_{r,\text{Tag/Nacht}} = 22,4 / 18,5 \text{ dB(A)}.$$

Somit werden die in Anlehnung an die 24. BImSchV abgeleiteten Immissionsrichtwerte sowohl am Tag als auch in der Nacht unterschritten. Erhebliche Belästigungen infolge der sekundären Luftschallimmissionen können somit ausgeschlossen werden.

## 5.2 Mögliche Schutzmaßnahmen

### 5.2.1 Gebäude B und D

Wie die oben dargestellten Ergebnisse zeigen, können für die geplanten Gebäudeteile B und D ohne weiterführende Schutzvorkehrungen erhebliche Belästigung infolge der schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen im Tag- und Nachtzeitraum nicht komplett ausgeschlossen werden. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob durch die Anwendung von Schutzmaßnahmen vorliegend eine Konfliktvermeidung erreicht werden kann.

Aus den dargestellten Ergebnissen wird ersichtlich, dass die hohen Erschütterungseinwirkungen von den Durchfahrtsgleisen (Gleis 2-3, Strecke 6153) aufgrund der Umrechnung für Güterverkehr (Grundlast) sowie der tieffrequenten Schwingungen hervorgerufen werden und den Einwirkungen der S-Bahn (Gleis 4,

Strecke 6004], die im Zusammenspiel mit den Eigenschwingungen der Decken bei 6,3 Hz bis 12,5 Hz zum Überschreiten des entsprechenden Anhaltswerts führen.

Dementsprechend führen klassische elastische Gebäudelagerungen mit Kennfrequenzen im Bereich oberhalb von 8 Hz, wie sie beispielsweise mit sogenannten Elastomerlagern hergestellt werden können, aufgrund der hier vorliegenden tieffrequenten Emissionen sogar zur Verstärkung der schienenverkehrsinduzierten Erschütterungseinwirkungen. Im vorliegenden Fall müssen Gebäudelagerungen aufgrund der Gegebenheiten noch tieffrequenter abgestimmt werden. Dies kann beispielsweise mit dem Einsatz von geeigneten Stahlfederelementen erfolgen.

In Anhang 10.1 und Anhang 10.2 sind als Beispiel die Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall unter Berücksichtigung einer Gebäudelagerung mit der vertikalen Kennfrequenz von  $3 \pm 1$  Hz dargestellt.

Die in den oberen Tabellen ausgewiesenen maximalen bewerteten Schwingstärken von

$$KB_{Fmax, Gebäudeteil D} = 0,07 \dots 0,24$$

$$KB_{Fmax, Gebäudeteil B} = 0,07 \dots 0,26$$

Das Ergebnis der Prognose zeigt, dass infolge der Maßnahmen der im Nachtzeitraum anzustrebende obere Anhaltswert in Höhe von 0,2 zunächst auch unter Berücksichtigung der wirkungsvollen Schutzmaßnahme formal nicht eingehalten wird. In diesem Kontext ist es jedoch erforderlich das Ergebnis der Prognose auch in Hinblick auf die gegebenen Rahmenbedingungen näher zu erörtern. Konkret handelt es sich bei dem Plangebiet, um ein Gelände, welches in vergleichsweise zentraler Lage, in der Nähe des Ostbahnhofs in Berlin liegt. Das Areal grenzt dabei unmittelbar an eine Vielzahl von Schienenverkehrswegen an. Die DIN 4150-2 räumt diesbezüglich unter Kapitel 6.5.3.7 ein, dass es bei Einwirkungen aus den vorliegend betrachteten Vollbahnen nach der Prüfung von Minderungsmaßnahmen in Einzelfällen erforderlich sein kann, den Betroffenen höhere Erschütterungsimmissionen zuzumuten. Auch zu erwähnen ist, dass die höchsten maximalen bewerteten Schwingstärken auf die Gütezugvorbeifahrten zurückgehen. In Anbetracht der Tatsache, dass die hier berücksichtigten Güterzüge ausschließlich im Grundlastverkehr vorliegen, ist grundsätzlich mit wenigen Vorbeifahrten dieser Zuggattung zu rechnen. Vor dem Hintergrund des vorliegend gegebenen Umfeldes und dem Sachverhalt, dass die berücksichtigte Schutzmaßnahme bereits eine nicht unerhebliche Verbesserung hinsichtlich der Belange des Erschütterungsschutzes herbeiführt, erscheint es aus hiesiger fachlicher Sicht sachgerecht zu sein, den Betroffenen vorliegend etwas höhere Erschütterungseinwirkungen zuzumuten. Gleichwohl sollte für das vorliegende Planvorhaben, da diese Neubauten mit sich bringen wird, nicht der in DIN 4150-2, Kapitel 6.5.3.7 benannte Maximalwert herangezogen werden. In diesem Kontext ist weiterhin zu berücksichtigen, dass der obere Anhaltswert anzustreben ist. So können nach hiesiger fachlicher Einschätzung die zu erwartenden schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen im vorliegenden Fall als zumutbar angesehen werden. Dies ist unter Berücksichtigung der betrachteten Schutzmaßnahme gegeben.

In der jeweils mittleren Tabelle des Anhang 10 werden die Beurteilungsschwingstärken ausgewiesen. Diese belaufen sich für den Nachtzeitraum auf

$$KB_{FT, Gebäudeteil D} = 0,00 \dots 0,01$$

$$KB_{FT, Gebäudeteil B} = 0,00 \dots 0,01$$

Demnach ist der Beurteilungsanhaltswert für alle untersuchten Deckenfelder der oben genannten Gebäudeteile unter Berücksichtigung der entsprechenden Minderungsmaßnahmen eingehalten.

### 5.2.2 Gebäude C

In Anhang 10.3 wird für das Gebäude C die Prognose unter Berücksichtigung einer Pfahlgründung als mögliche Minderungsmaßnahme durchgeführt. Die in der oberen Tabelle ausgewiesenen maximalen bewerteten Schwingstärken von

$$KB_{Fmax, Gebäudeteil C} = 0,14 \dots 0,37$$

überschreiten den oberen Anhaltswert  $A_0 = 0,2$  nach Tabelle 1. Der in Kapitel 6.5.3.5 der DIN 4150-2 genannte obere Anhaltswert für oberirdische Schienenverkehre wird unter Berücksichtigung der geplanten Minderungsmaßnahmen unterschritten. Gemäß den Ausführungen im Kapitel 5.2.1 können nach hiesiger fachlicher Einschätzung auch für diesen Gebäudeteil die zu erwartenden schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen als zumutbar angesehen werden.

In der mittleren Tabelle werden die Beurteilungsschwingstärken ausgewiesen. Diese belaufen sich für den Nachtzeitraum auf

$$KB_{FTr, Gebäudeteil C} = 0,00 \dots 0,04$$

Demnach ist der Beurteilungsanhaltswert für alle untersuchten Deckenfelder unter Berücksichtigung der Minderungsmaßnahme eingehalten.

### 5.2.3 Aussteifung von Deckenfeldern

Durch das gezielte Aussteifen von Geschossdecken kann erreicht werden, dass zum einen der Schwingungswiderstand der Decken erhöht wird und zum anderen das spektrale Übertragungsverhalten der Decken dahingehend optimiert wird, dass die in das Bauwerk eingeleiteten Schwingungen zu geringeren Schwingungsamplituden der Geschossdecken führen. Im vorliegenden Fall sind Deckenfelder mit höher abgestimmte Deckeneigenfrequenzen günstiger in Bezug auf die sich einstellenden Erschütterungsimmissionen.

Gemäß den Berechnungsergebnissen in Anhang 7 bis Anhang 9 führt bereits die Umsetzung dieser Maßnahme zu einer geringen Minderung der künftig zu erwartenden Erschütterungsimmissionen in allen geplanten Gebäudeteilen. Der in Allgemeinen Wohngebieten gültige obere Anhaltswert von  $A_0 = 0,2$  kann bei Deckeigenfrequenzen  $\leq 25$  Hz dennoch nicht eingehalten werden. Daher zeigt diese Maßnahme bei alleiniger Anwendung keine ausreichende Minderungswirkung, so dass diese Maßnahme als Schutzmaßnahme im vorliegenden Fall ausscheidet.

### 5.2.4 Weiterführender Hinweis

Ferner kann die vorliegende Prognose im Rahmen einer Fortschreibung präzisiert werden. Hierfür kann im Vorfeld eine erschütterungstechnische Analyse der im Boden auftretenden Erschütterungsimmissionen auf dem Gründungsniveau des Gebäudes durchgeführt und die Deckeneigenfrequenzen sowie ggf. mögliche Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit der ermittelten Ergebnisse festgelegt werden.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG


Im Zusammenhang mit dem Bebauungsplan V 67A-VE „Quartier Warschauer Brücke“ in Berlin Friedrichshain wurde geprüft, ob mögliche Konflikte aus Erschütterungen bzw. aus sekundären Luftschallimmissionen durch den Betrieb der angrenzenden Bahnstrecke, dem Betrieb der U-Bahn und den Straßenbahnen in den Gebäuden innerhalb des Plangebietes zu erwarten sind. Es zeigte sich, dass Immissionskonflikte der geplanten Gebäude durch die angrenzende Bahnstrecke in schutzbedürftigen Räumen nicht ausgeschlossen werden können. Aufgrund von vorliegenden tieffrequenten schienenverkehrsinduzierten Erschütterungseinwirkungen ist es geboten, für die Gebäude B und D beispielsweise elastische Gebäudelagerungen mit einer Kennfrequenz von  $3 \pm 1$  Hz zu realisieren und für das Gebäude C wäre eine Pfahlgründung des Gebäudes zu berücksichtigen.

Für eine Festsetzung der Erschütterungsschutzmaßnahmen im Bebauungsplanung V 67A-VE „Quartier Warschauer Brücke“ kann die folgende Formulierung gewählt werden:

*„Aufgrund der bestehenden Erschütterungseinwirkungen auf das Plangebiet des Bebauungsplans V 67A-VE werden an den hierin geplanten Bauwerken erschütterungstechnische Schutzmaßnahmen erforderlich. Für die Gebäude B und D ist eine elastische Gebäudelagerung mit einer vertikalen Kennfrequenz von  $3 \pm 1$  Hz vorzusehen und die Gründung des Gebäudes C ist als Pfahlgründung auszuführen.“*

*Abweichend von den oben beschriebenen Maßnahmen können auch alternative Maßnahmen umgesetzt werden, soweit hierdurch für das jeweilige Bauvorhaben anhand einer erschütterungstechnischen Untersuchung die Einhaltung der Anforderungen nach DIN 4150-2 an Erschütterungen und sekundärem Luftschall in Anlehnung an die Immissionsrichtwerte der 24. BImSchV belegt werden kann. Ferner kann die erstellte Erschütterungsprognose durch eine erneute Messung der schienenverkehrsinduzierten Erschütterungseinwirkungen auf dem Gründungsniveau des geplanten Gebäudes präzisiert werden.“*

AUFGESTELLT:

  
Matthias Jäger B. Eng.

GEPRÜFT UND FREIGEgeben:

  
Dipl.-Ing. Andreas Malizki

---

ENDE DES BERICHTS

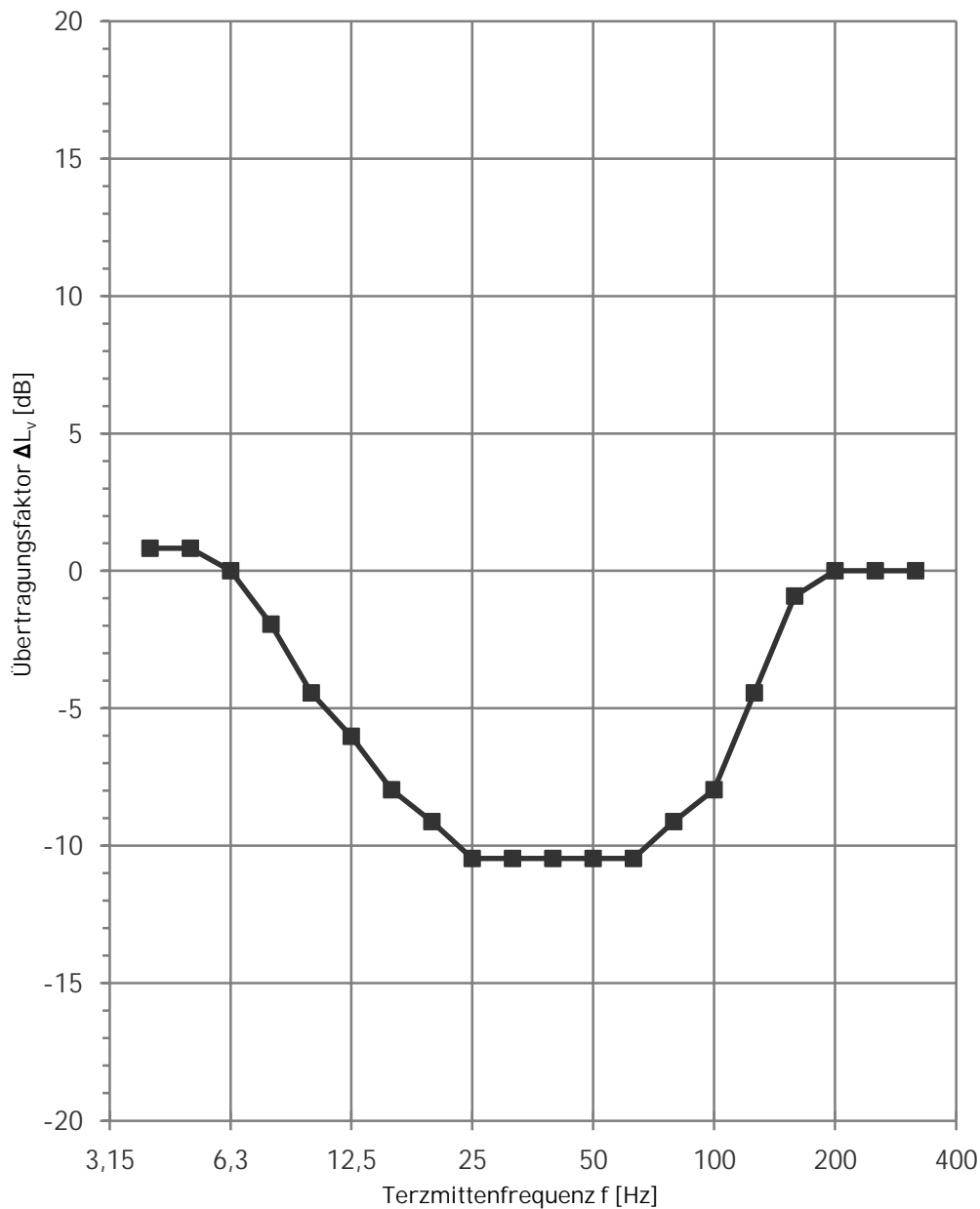
---

## Übertragungsfunktion Erdreich - Fundament (T<sub>2</sub>)

Quelle: 18. Symposium-Bauwerksdynamik und Erschütterungsmessungen  
 an der Empa Dübendorf, 29. Mai 2015  
 Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament  
 ZIEGLER CONSULTANTS

Gebäudetyp: Hochhäuser  
 Schwingrichtung: vertikal (z)

Mittelwerte

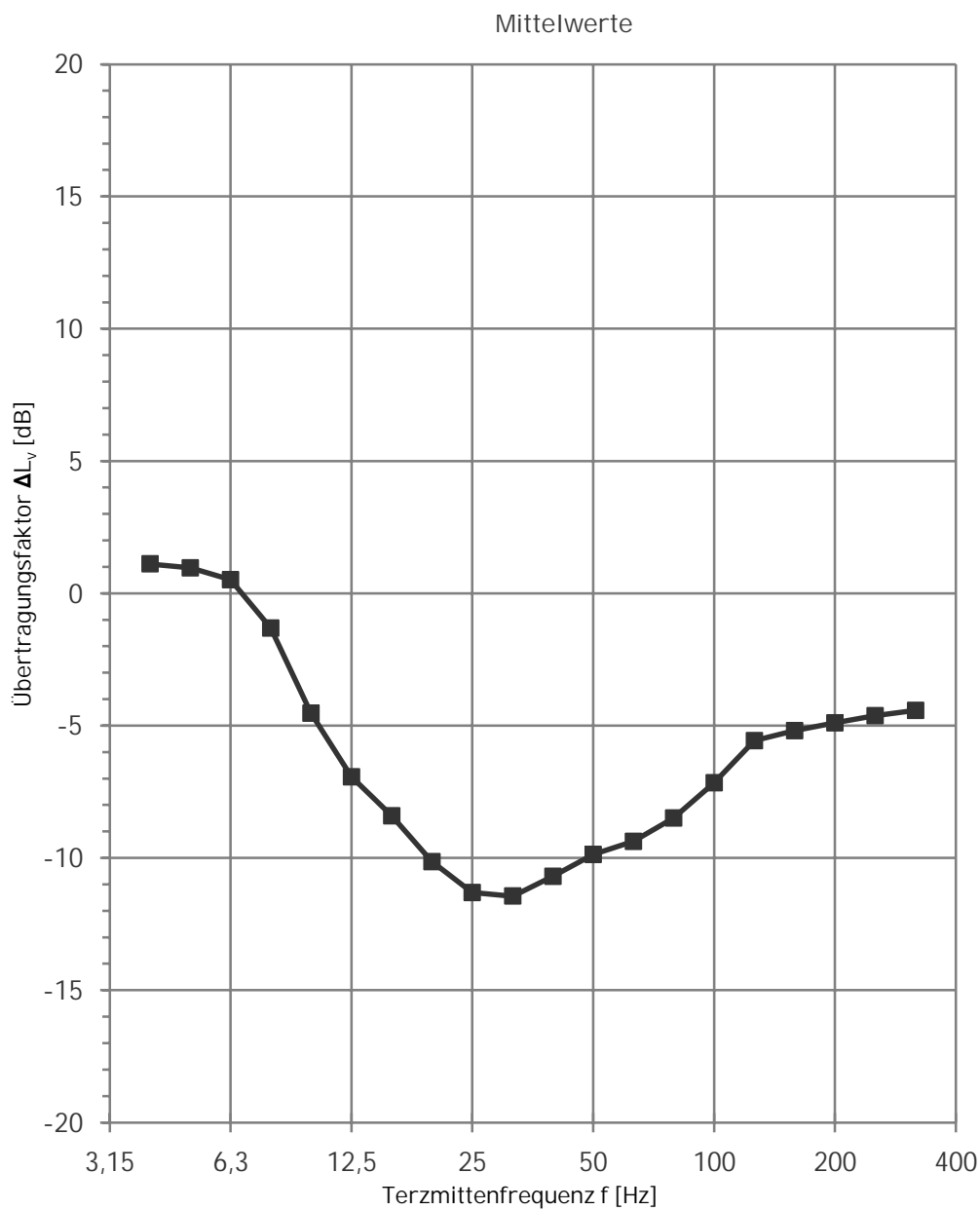


$\Delta L_v$ [dB]	f [Hz]
0,8	4
0,8	5
0,0	6,3
-1,9	8
-4,4	10
-6,0	12,5
-8,0	16
-9,1	20
-10,5	25
-10,5	31,5
-10,5	40
-10,5	50
-10,5	63
-9,1	80
-8,0	100
-4,4	125
-0,9	160
0,0	200
0,0	250
0,0	315

## Übertragungsfunktion Erdreich - Fundament ( $T_2$ )

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

Gebäudetyp: Mehrfamilienhäuser  
 Schwingrichtung: vertikal (z)



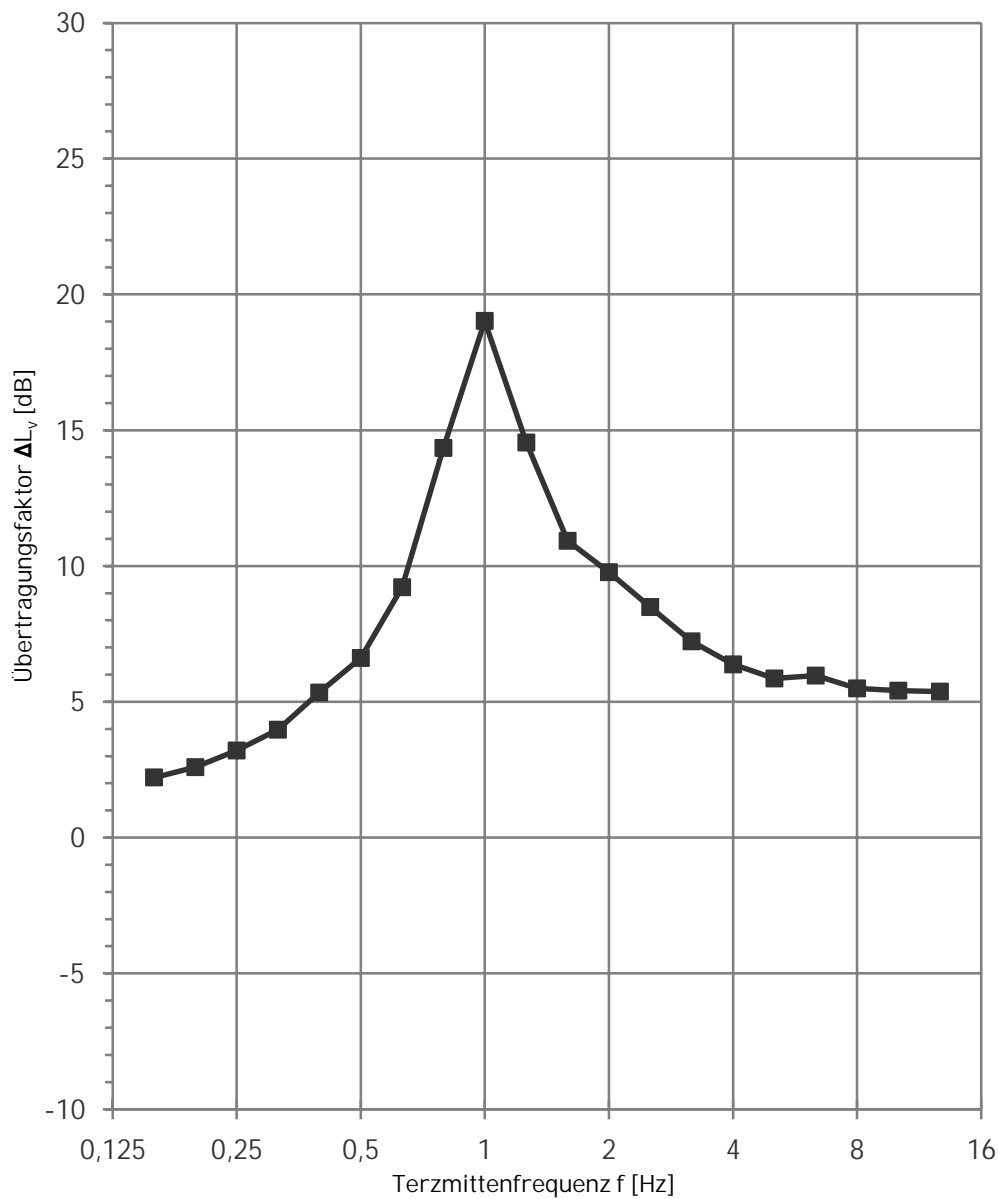
$\Delta L_v$ [dB]	f [Hz]
1,1	4
1,0	5
0,5	6,3
-1,3	8
-4,5	10
-6,9	12,5
-8,4	16
-10,1	20
-11,3	25
-11,4	31,5
-10,7	40
-9,9	50
-9,4	63
-8,5	80
-7,2	100
-5,6	125
-5,2	160
-4,9	200
-4,6	250
-4,4	315

## Übertragungsfunktion Fundament - Geschossdecke (T<sub>3</sub>)

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

Deckenart: Stahlbetondecke  
 Schwingrichtung: vertikal (z)

Mittelwert + Standardabweichung



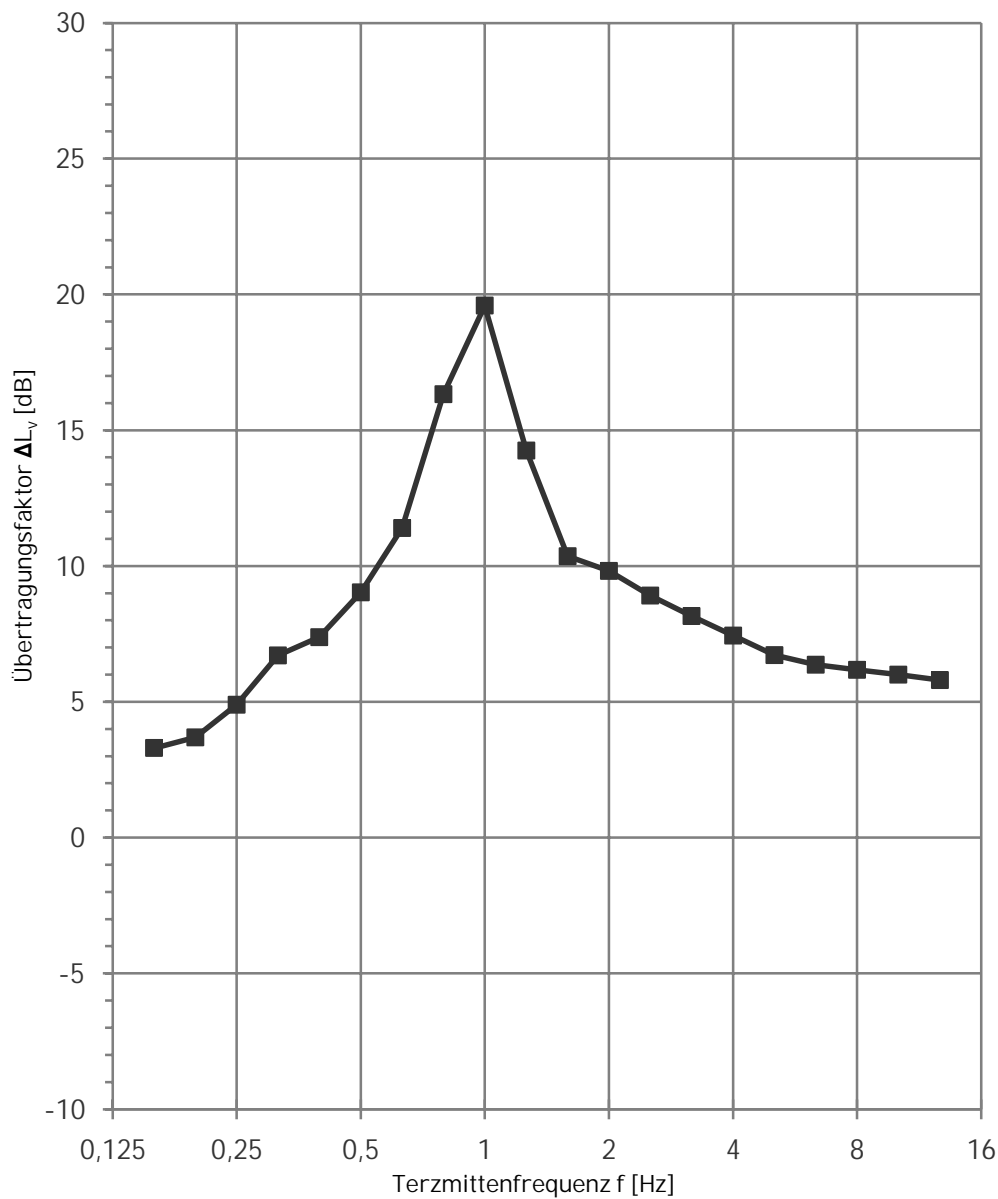
$\Delta L_v$ [dB]	f/f <sub>0</sub> [-]
2,2	0,16
2,6	0,2
3,2	0,25
4,0	0,32
5,3	0,4
6,6	0,5
9,2	0,64
14,4	0,8
19,0	1
14,6	1,26
10,9	1,6
9,8	2
8,5	2,52
7,2	3,2
6,4	4
5,9	5
6,0	6,4
5,5	8
5,4	10
5,4	12,6

## Übertragungsfunktion Fundament - Geschossdecke (T<sub>3</sub>)

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

Deckenart: Holzbalkendecke  
 Schwingrichtung: vertikal (z)

Mittelwert + Standardabweichung



$\Delta L_v$ [dB]	f/f <sub>0</sub> [-]
3,3	0,16
3,7	0,2
4,9	0,25
6,7	0,32
7,4	0,4
9,0	0,5
11,4	0,64
16,3	0,8
19,6	1
14,3	1,26
10,4	1,6
9,8	2
8,9	2,52
8,2	3,2
7,4	4
6,7	5
6,4	6,4
6,2	8
6,0	10
5,8	12,6

## Emissionsspektrum

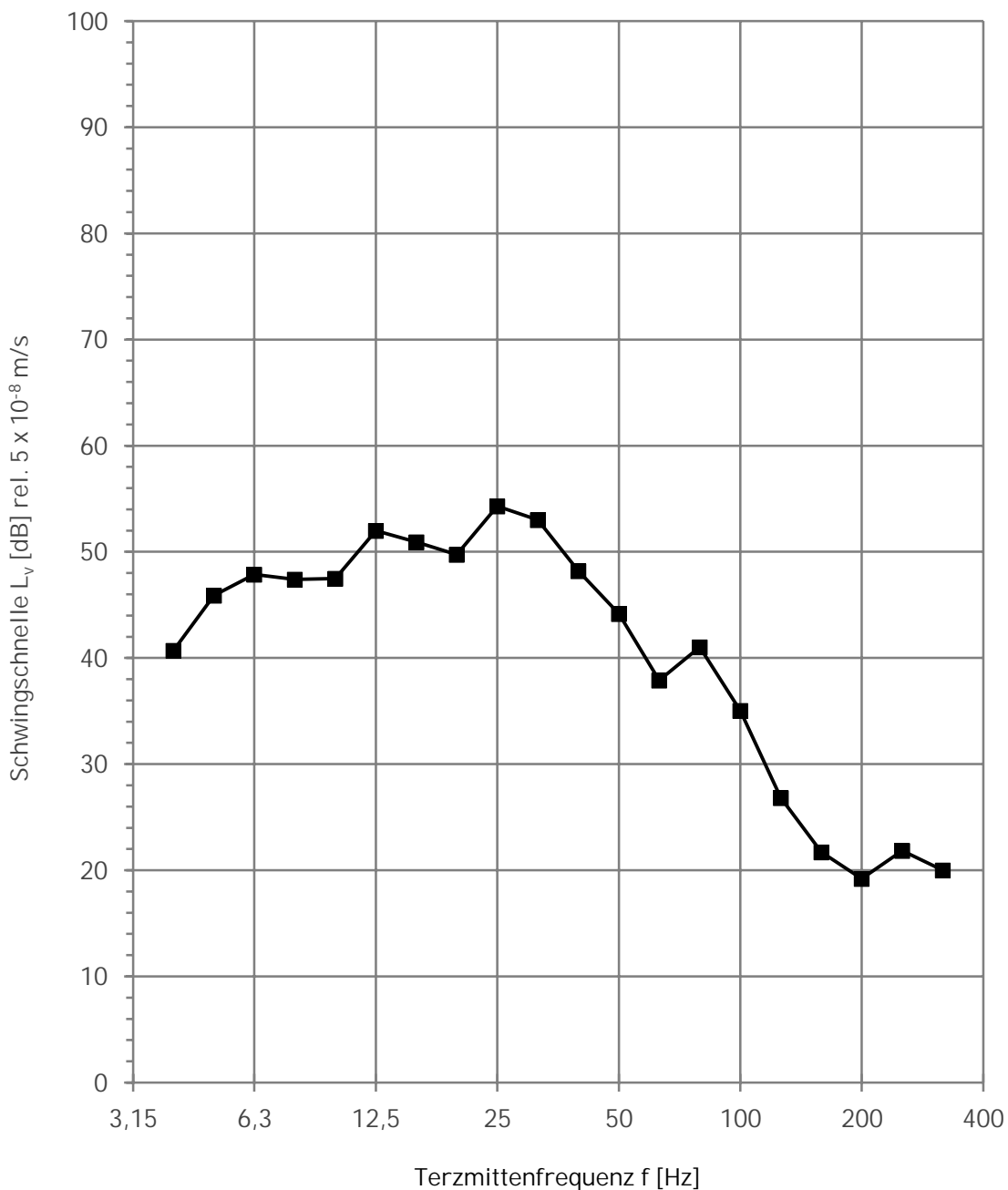
ICE / IC unkorrigiert

Gleis 1

Quelle: Emissionsmessungen Strecke 6153, Bereich Rudolfstraße 18  
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Abstand Gleisachse: 21,0 [m] Oberbau: Schotter  
 Fahrzeuge: ICE/IC Schwellen: Beton  
 Geschwindigkeit: 52 [km/h] Schwingrichtung: z

Mittelwert



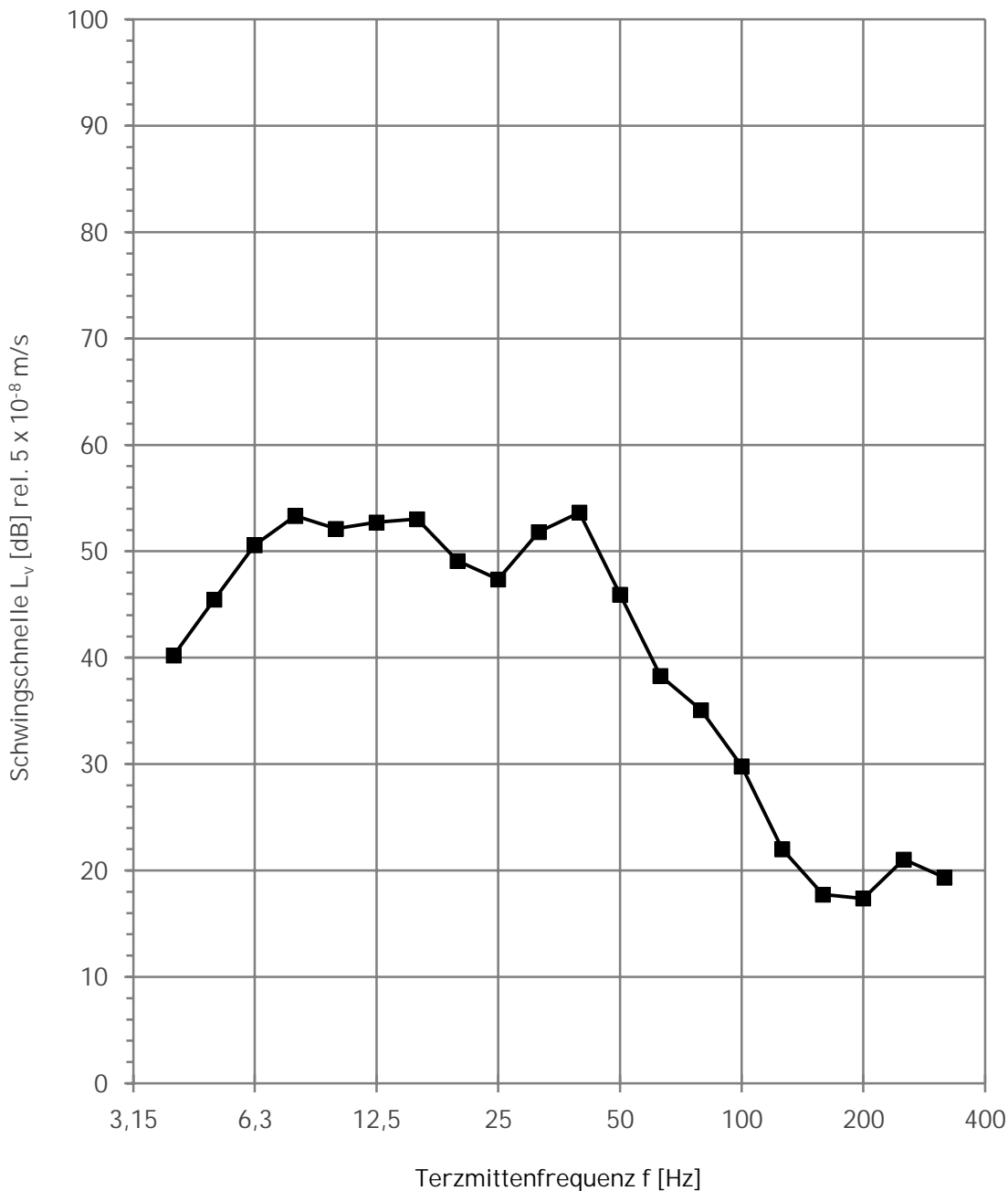
Lv [dB]	f [Hz]
40,7	4
45,9	5
47,9	6,3
47,4	8
47,5	10
52,0	12,5
50,9	16
49,7	20
54,3	25
53,0	31,5
48,2	40
44,1	50
37,9	63
41,0	80
35,0	100
26,8	125
21,7	160
19,2	200
21,9	250
20,0	315
60,7	Σ

## Emissionsspektrum ICE / IC unkorrigiert Gleis 2

Quelle: Emissionsmessungen Strecke 6152, Bereich Rudolfstraße 18  
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Abstand Gleisachse: 27,0 [m] Oberbau: Schotter  
 Fahrzeuge: ICE/IC Schwellen: Beton  
 Geschwindigkeit: 80 [km/h] Schwingrichtung: z

Mittelwert



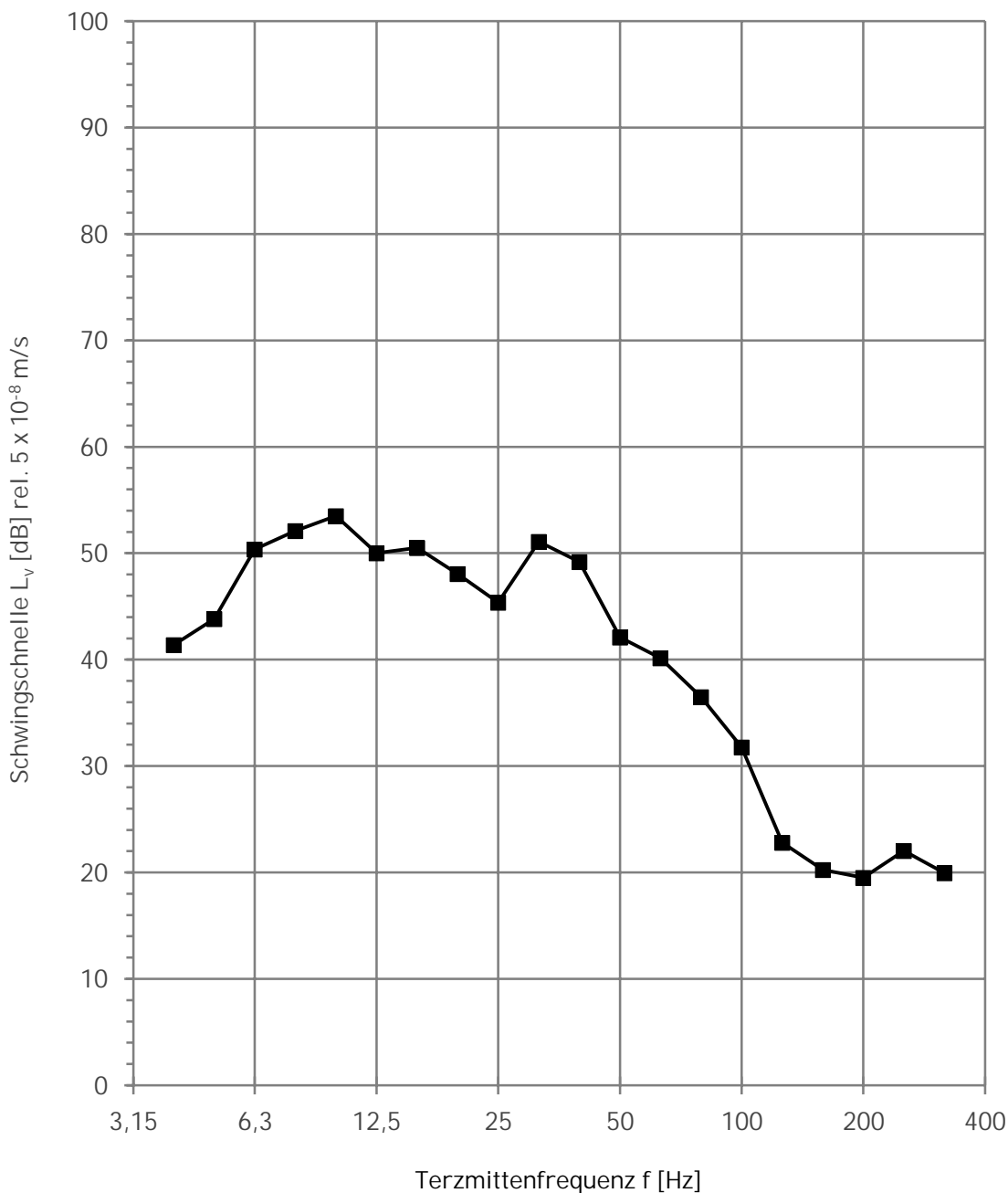
Lv [dB]	f [Hz]
40,2	4
45,5	5
50,6	6,3
53,3	8
52,1	10
52,7	12,5
53,0	16
49,1	20
47,4	25
51,8	31,5
53,7	40
45,9	50
38,3	63
35,1	80
29,8	100
22,0	125
17,7	160
17,4	200
21,0	250
19,3	315
61,8	Σ

## Emissionsspektrum ICE / IC unkorrigiert Gleis 3

Quelle: Emissionsmessungen Strecke 6152, Bereich Rudolfstraße 18  
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Abstand Gleisachse: 31,0 [m] Oberbau: Schotter  
 Fahrzeuge: ICE/IC Schwellen: Beton  
 Geschwindigkeit: 75 [km/h] Schwingrichtung: z

Mittelwert



Lv [dB]	f [Hz]
41,4	4
43,8	5
50,4	6,3
52,1	8
53,5	10
50,0	12,5
50,5	16
48,1	20
45,4	25
51,1	31,5
49,2	40
42,1	50
40,2	63
36,5	80
31,8	100
22,8	125
20,2	160
19,5	200
22,0	250
20,0	315
60,4	Σ

## Prognosespektrum

### Personenfernverkehr (FV) korrigiert

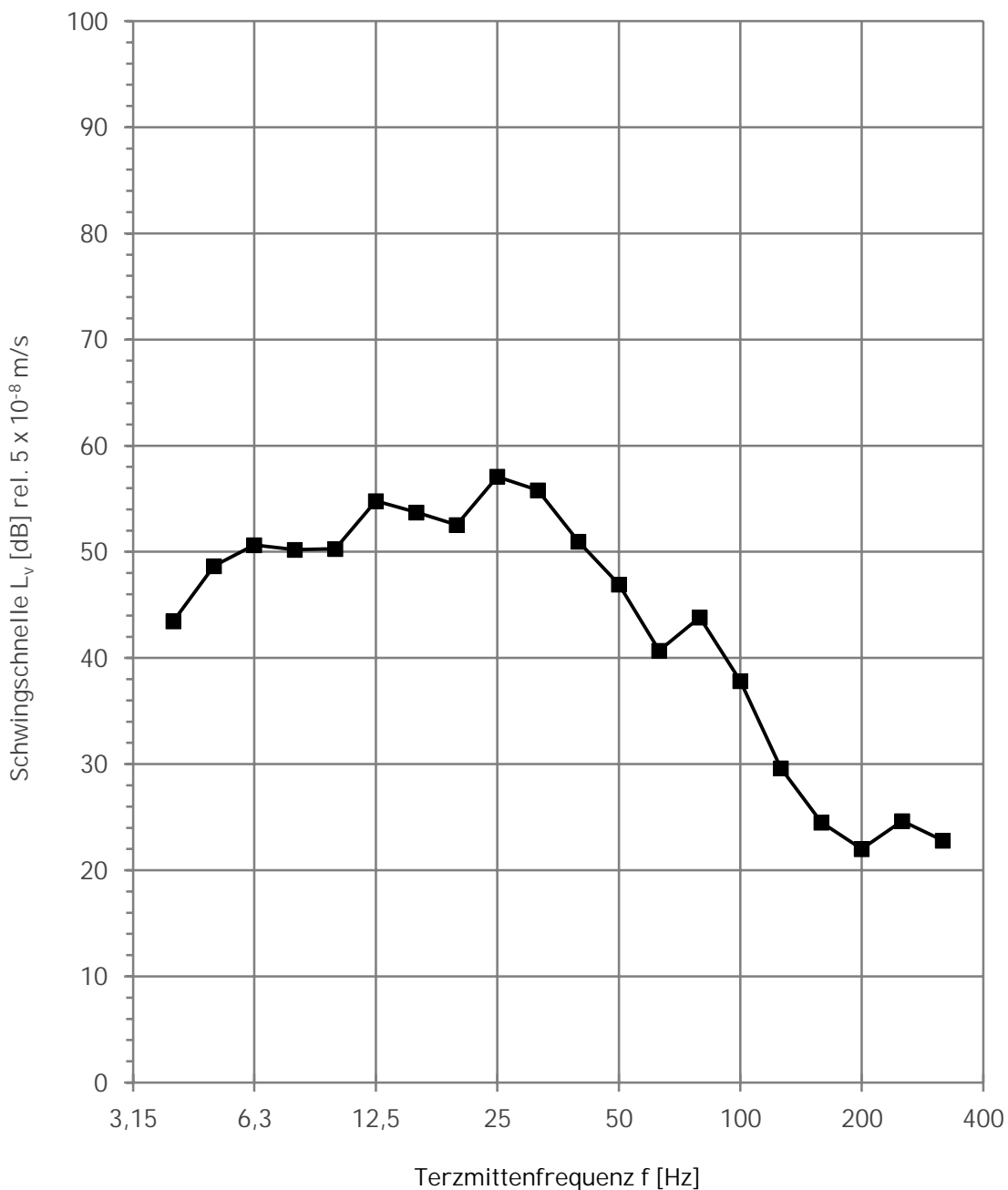
Strecke: 6153

Gleis: 1

Geschwindigkeit: 80 km/h

1. Korrektur:	Sonstiges	Geschwindigkeitskorrektur
2. Korrektur:	Sonstiges	-
3. Korrektur:	Sonstiges	-
4. Korrektur:	Sonstiges	-
5. Korrektur:	Sonstiges	-

Mittelwert



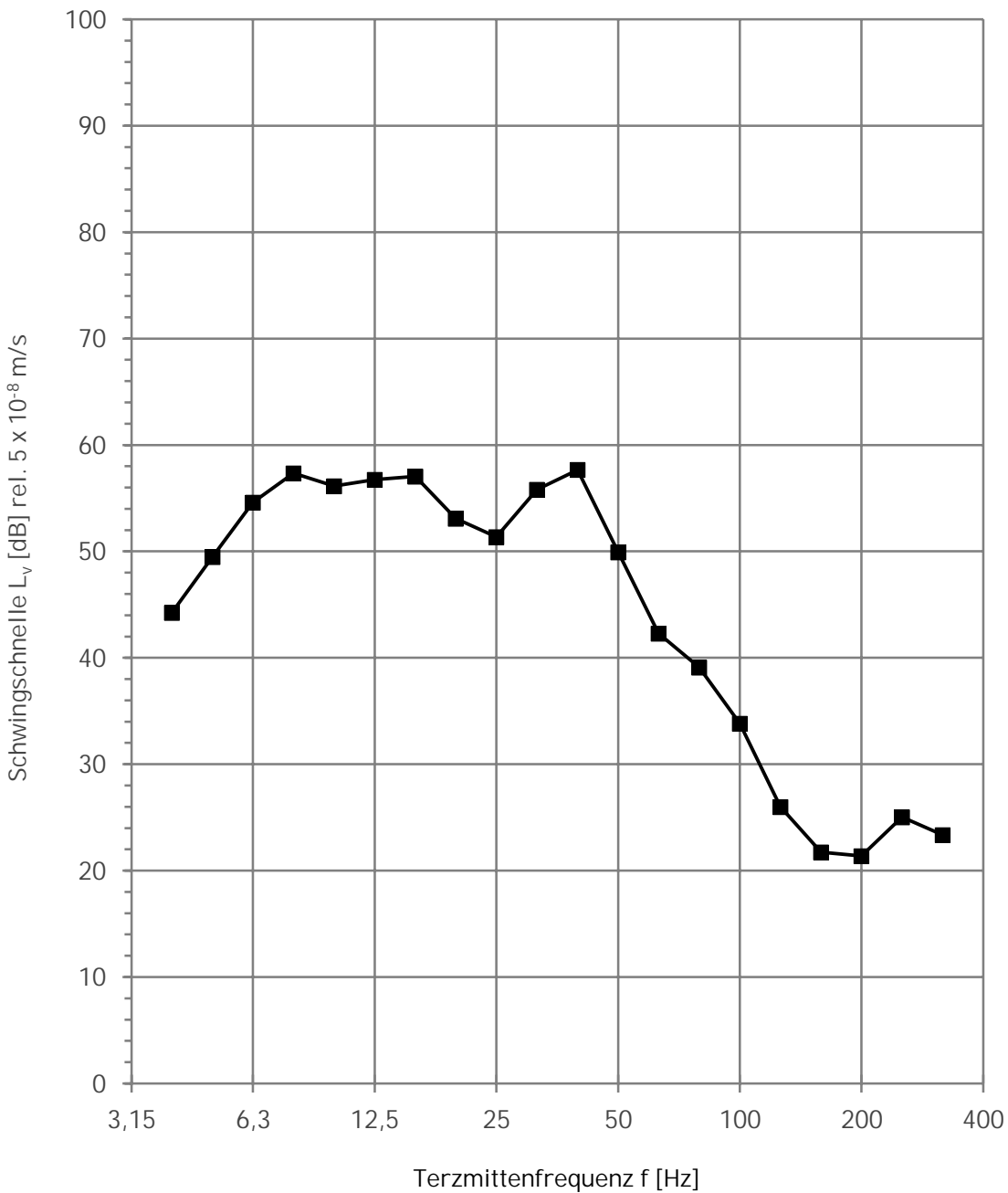
$L_v$ [dB]	$f$ [Hz]
43,5	4
48,7	5
50,7	6,3
50,2	8
50,3	10
54,8	12,5
53,7	16
52,5	20
57,1	25
55,8	31,5
51,0	40
46,9	50
40,7	63
43,8	80
37,8	100
29,6	125
24,5	160
22,0	200
24,7	250
22,8	315
63,5	$\Sigma$

Prognosespektrum  
 Personenfernverkehr (FV) korrigiert

Strecke: 6152    Gleis: 2    Geschwindigkeit: 120 km/h

1. Korrektur:	Sonstiges	Geschwindigkeitskorrektur
2. Korrektur:	Sonstiges	-
3. Korrektur:	Sonstiges	-
4. Korrektur:	Sonstiges	-
5. Korrektur:	Sonstiges	-

Mittelwert



$L_v$ [dB]	f [Hz]
44,2	4
49,5	5
54,6	6,3
57,3	8
56,1	10
56,7	12,5
57,0	16
53,1	20
51,4	25
55,8	31,5
57,7	40
49,9	50
42,3	63
39,1	80
33,8	100
26,0	125
21,7	160
21,4	200
25,0	250
23,3	315
65,8	Σ

## Prognosespektrum

### Personenfernverkehr (FV) korrigiert

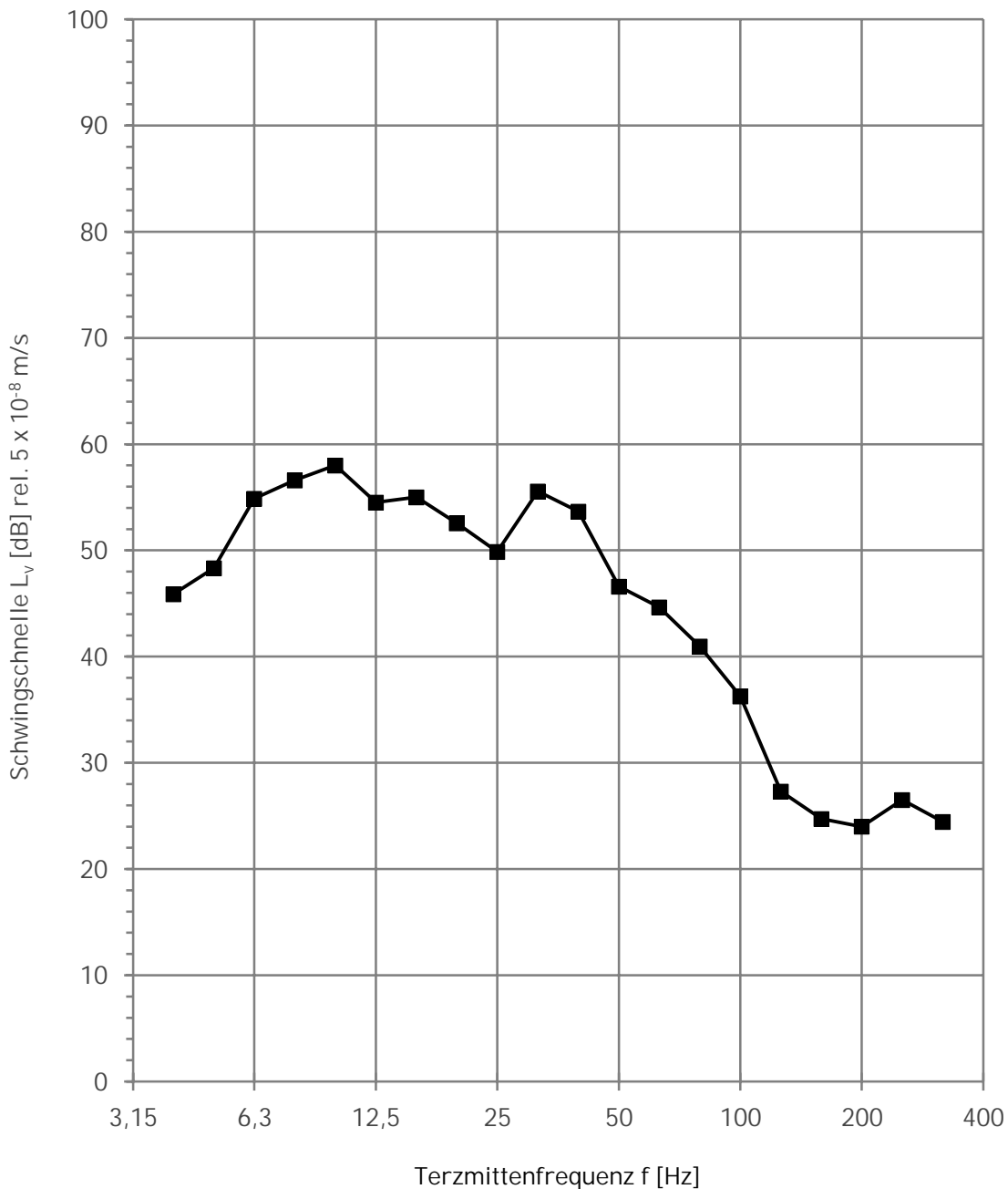
Strecke: 6152

Gleis: 3

Geschwindigkeit: 120 km/h

1. Korrektur:	Sonstiges	Geschwindigkeitskorrektur
2. Korrektur:	Sonstiges	-
3. Korrektur:	Sonstiges	-
4. Korrektur:	Sonstiges	-
5. Korrektur:	Sonstiges	-

Mittelwert



$L_v$ [dB]	f [Hz]
45,9	4
48,3	5
54,9	6,3
56,6	8
58,0	10
54,5	12,5
55,0	16
52,6	20
49,9	25
55,6	31,5
53,7	40
46,6	50
44,7	63
41,0	80
36,3	100
27,3	125
24,7	160
24,0	200
26,5	250
24,5	315
64,9	$\Sigma$

## Prognosespektrum

### Personenfernverkehr (FV) korrigiert

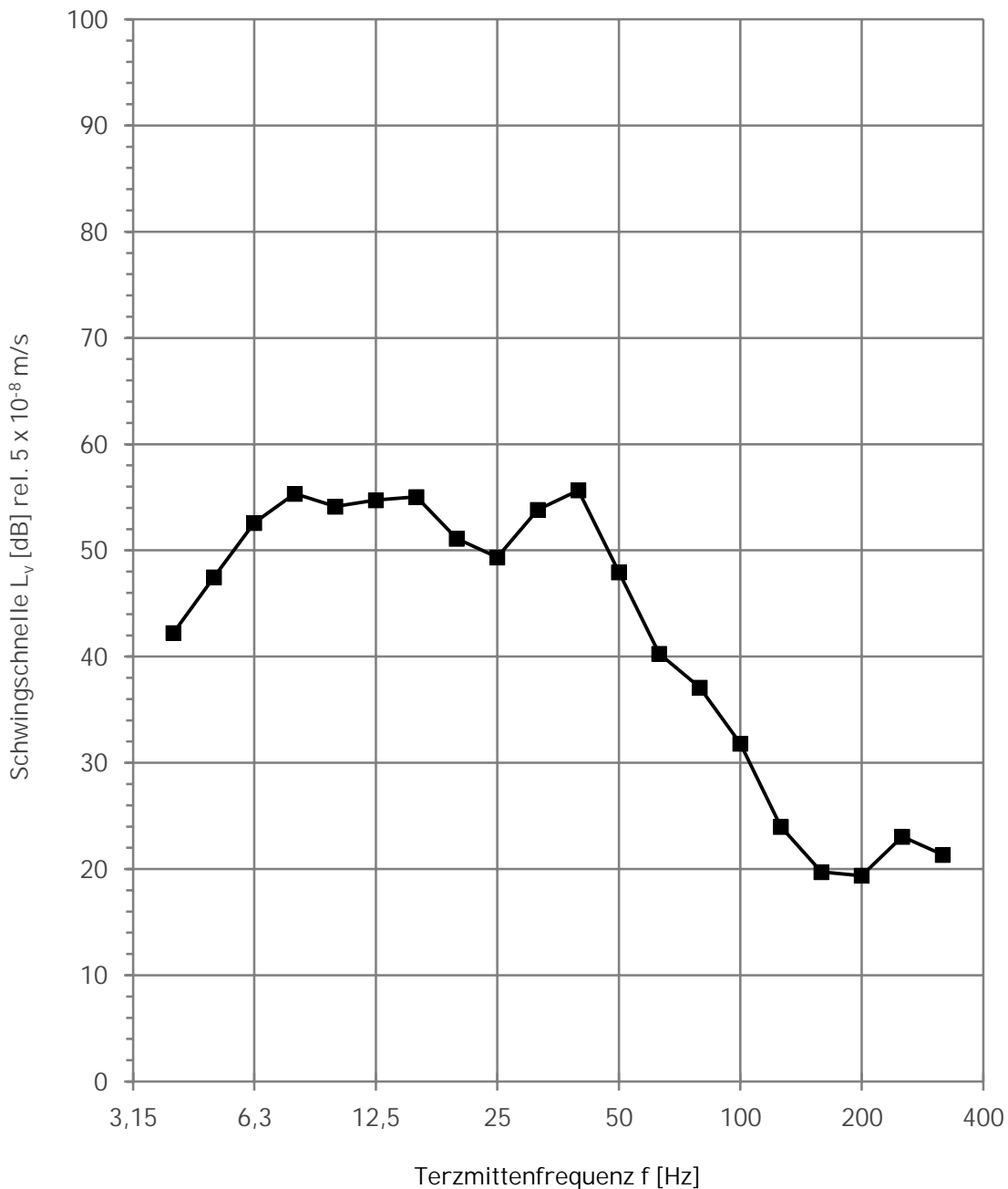
Strecke: 6152

Gleis: 2

Geschwindigkeit: 100 km/h

1. Korrektur:	Sonstiges	Geschwindigkeitskorrektur
2. Korrektur:	Sonstiges	-
3. Korrektur:	Sonstiges	-
4. Korrektur:	Sonstiges	-
5. Korrektur:	Sonstiges	-

Mittelwert



$L_v$ [dB]	$f$ [Hz]
42,2	4
47,5	5
52,6	6,3
55,3	8
54,1	10
54,7	12,5
55,0	16
51,1	20
49,4	25
53,8	31,5
55,7	40
47,9	50
40,3	63
37,1	80
31,8	100
24,0	125
19,7	160
19,4	200
23,0	250
21,3	315
63,8	$\Sigma$

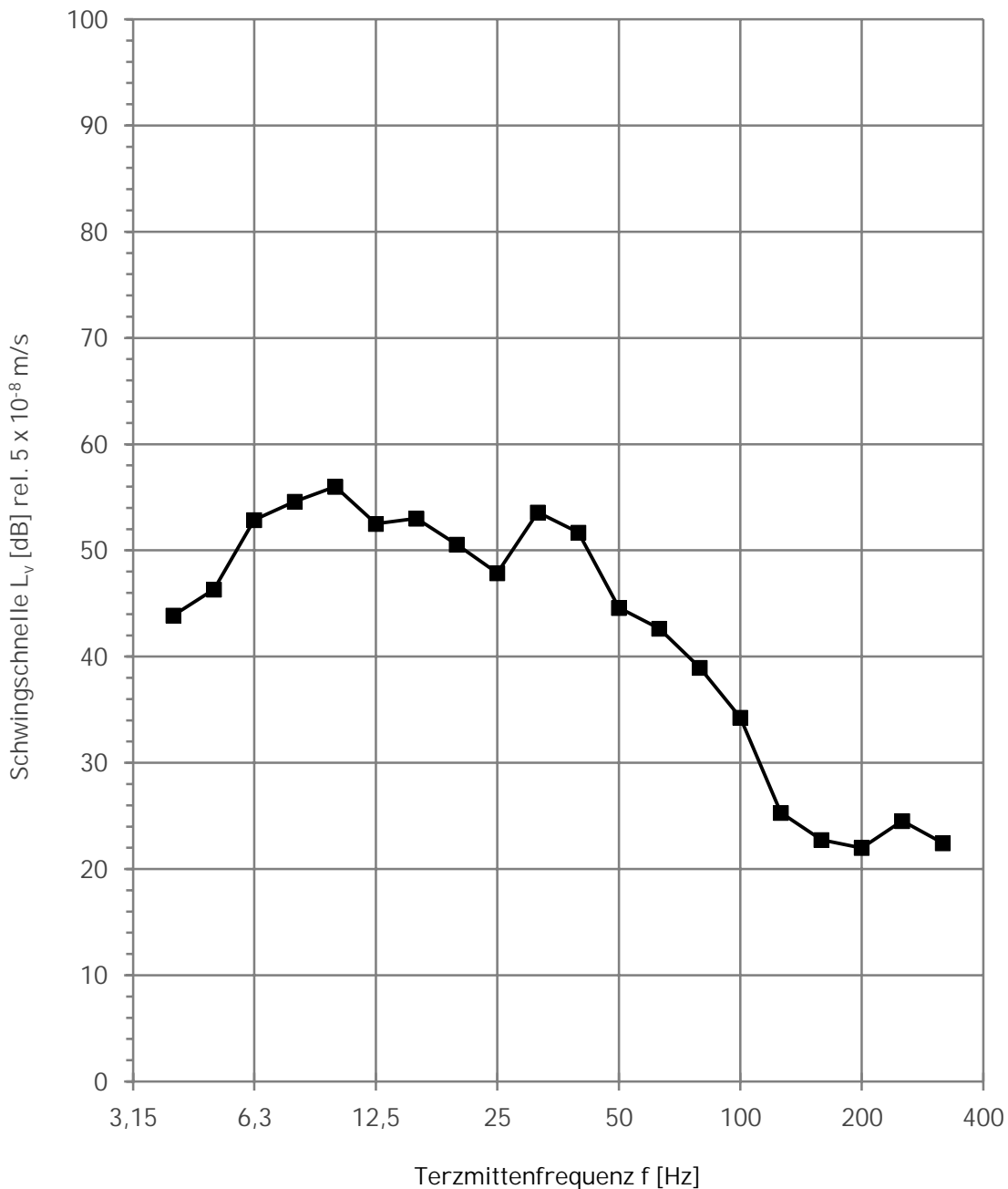
## Prognosespektrum

### Personenfernverkehr (FV) korrigiert

Strecke: 6152    Gleis: 3    Geschwindigkeit: 100 km/h

1. Korrektur:	Sonstiges	Geschwindigkeitskorrektur
2. Korrektur:	Sonstiges	-
3. Korrektur:	Sonstiges	-
4. Korrektur:	Sonstiges	-
5. Korrektur:	Sonstiges	-

Mittelwert



$L_v$ [dB]	f [Hz]
43,9	4
46,3	5
52,9	6,3
54,6	8
56,0	10
52,5	12,5
53,0	16
50,6	20
47,9	25
53,6	31,5
51,7	40
44,6	50
42,7	63
39,0	80
34,3	100
25,3	125
22,7	160
22,0	200
24,5	250
22,5	315
62,9	Σ

## Emissionsspektrum

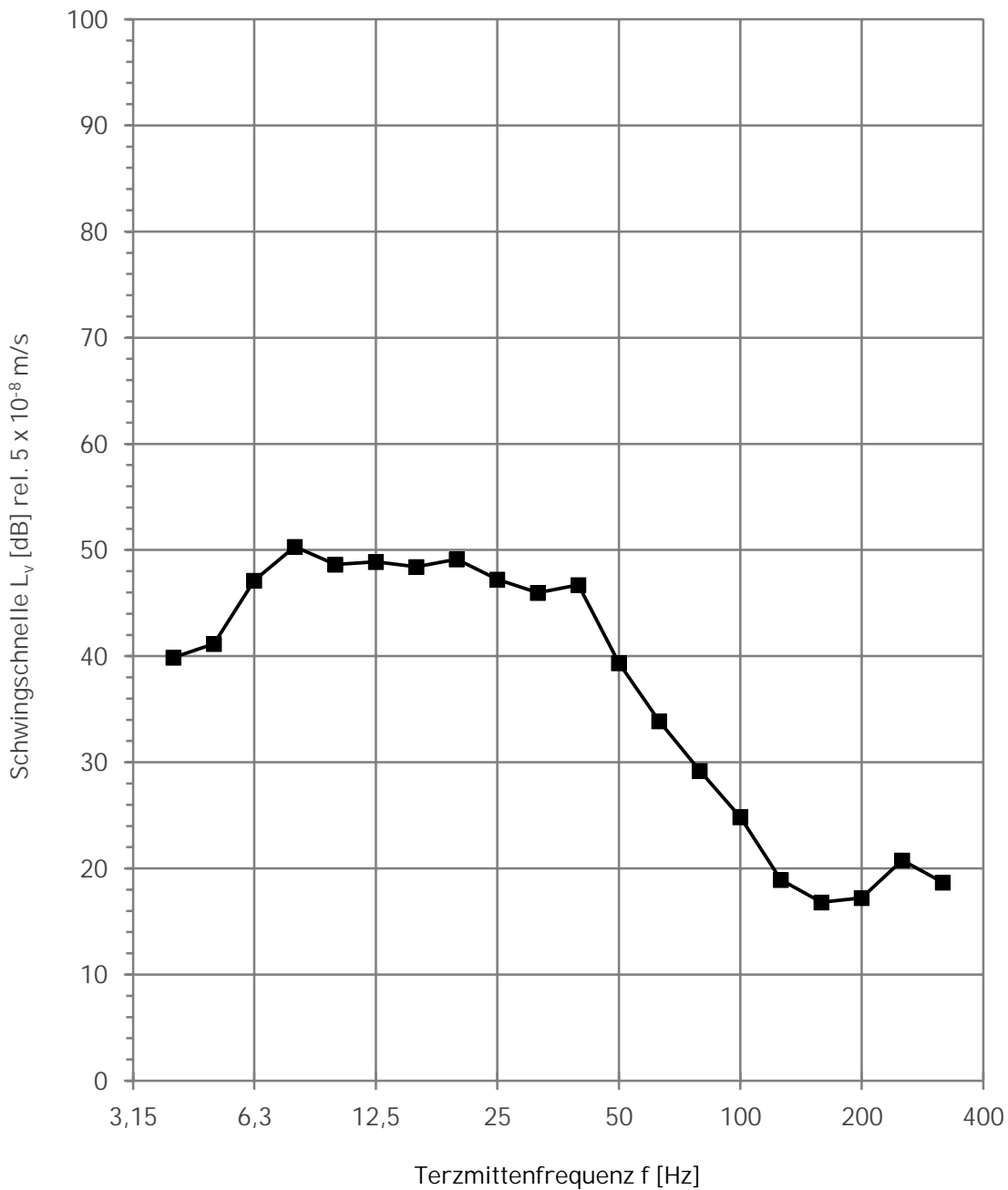
NV unkorrigiert

Gleis 2

Quelle: Emissionsmessungen Strecke 6153, Bereich Rudolfstraße 18  
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Abstand Gleisachse: 21,0 [m] Oberbau: Schotter  
 Fahrzeuge: NV Schwellen: Beton  
 Geschwindigkeit: 78 [km/h] Schwingrichtung: z

Mittelwert



L <sub>v</sub> [dB]	f [Hz]
39,9	4
41,2	5
47,1	6,3
50,3	8
48,6	10
48,9	12,5
48,4	16
49,1	20
47,2	25
46,0	31,5
46,7	40
39,4	50
33,9	63
29,2	80
24,8	100
18,9	125
16,8	160
17,2	200
20,8	250
18,7	315
58,0	Σ

## Emissionsspektrum

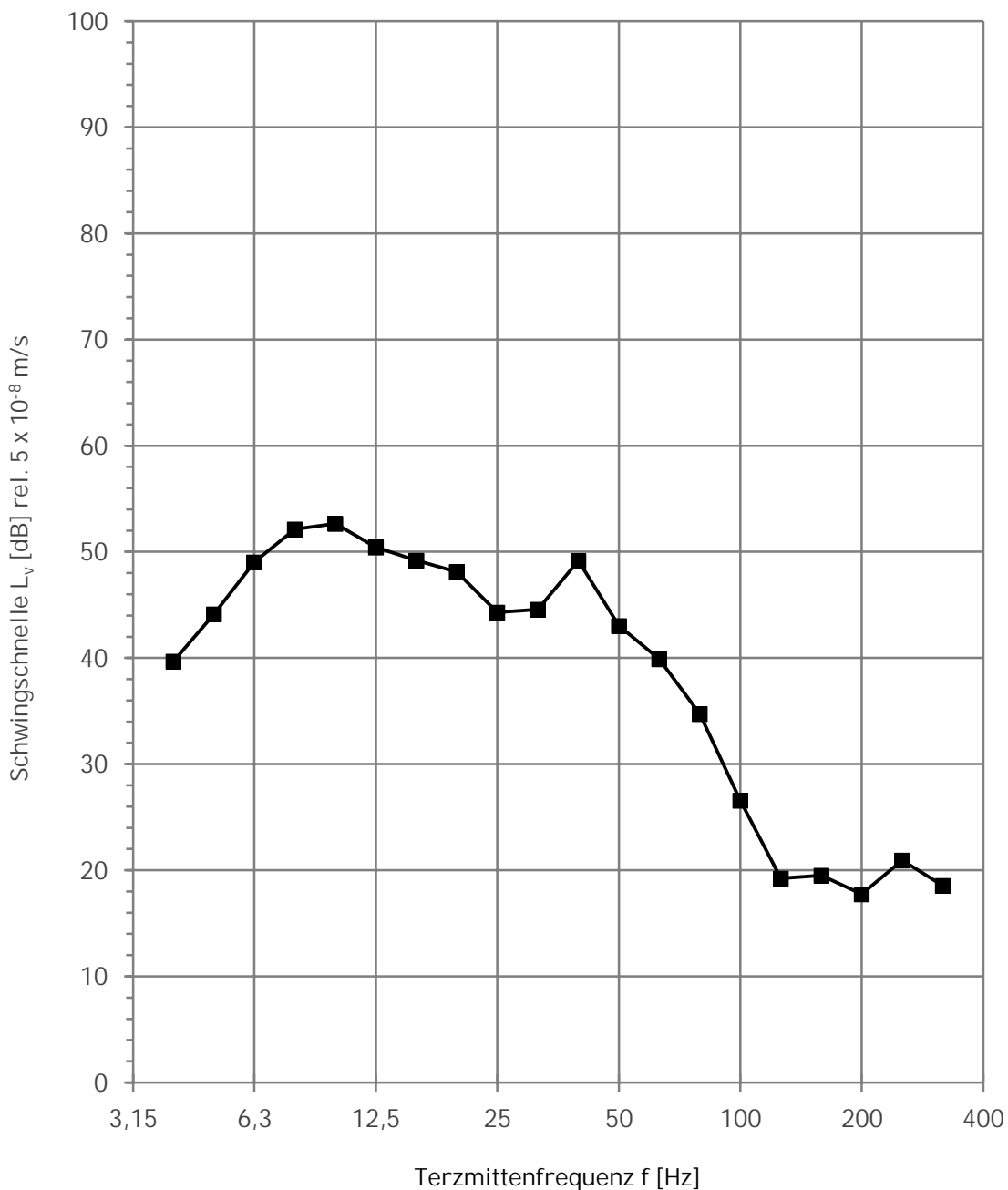
NV unkorrigiert

Gleis 3

Quelle: Emissionsmessungen Strecke 6153, Bereich Rudolfstraße 18  
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Abstand Gleisachse: 27,0 [m] Oberbau: Schotter  
 Fahrzeuge: NV Schwellen: Beton  
 Geschwindigkeit: 80 [km/h] Schwingrichtung: z

Mittelwert



Lv [dB]	f [Hz]
39,7	4
44,1	5
49,0	6,3
52,1	8
52,7	10
50,4	12,5
49,2	16
48,1	20
44,3	25
44,6	31,5
49,2	40
43,0	50
39,9	63
34,7	80
26,6	100
19,2	125
19,5	160
17,7	200
20,9	250
18,5	315
59,5	Σ

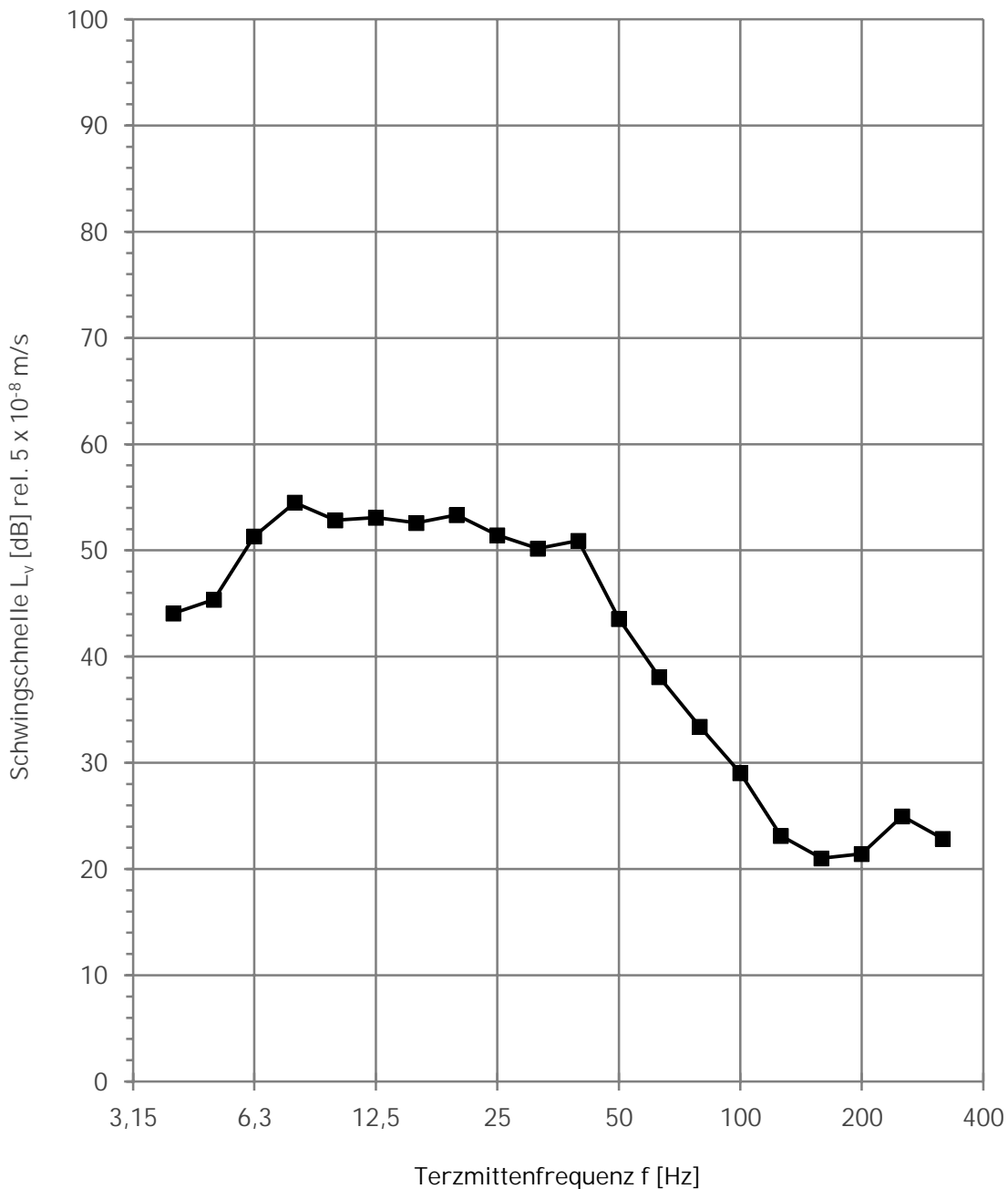
## Prognosespektrum

### Personennahverkehr (NV) korrigiert

Strecke: 6153    Gleis: 2    Geschwindigkeit: 120 km/h

1. Korrektur:	Sonstiges	Geschwindigkeitskorrektur
2. Korrektur:	Sonstiges	-
3. Korrektur:	Sonstiges	-
4. Korrektur:	Sonstiges	-
5. Korrektur:	Sonstiges	-

Mittelwert



$L_v$ [dB]	$f$ [Hz]
44,1	4
45,4	5
51,3	6,3
54,5	8
52,8	10
53,1	12,5
52,6	16
53,3	20
51,4	25
50,2	31,5
50,9	40
43,6	50
38,1	63
33,4	80
29,0	100
23,1	125
21,0	160
21,4	200
25,0	250
22,9	315
62,2	$\Sigma$

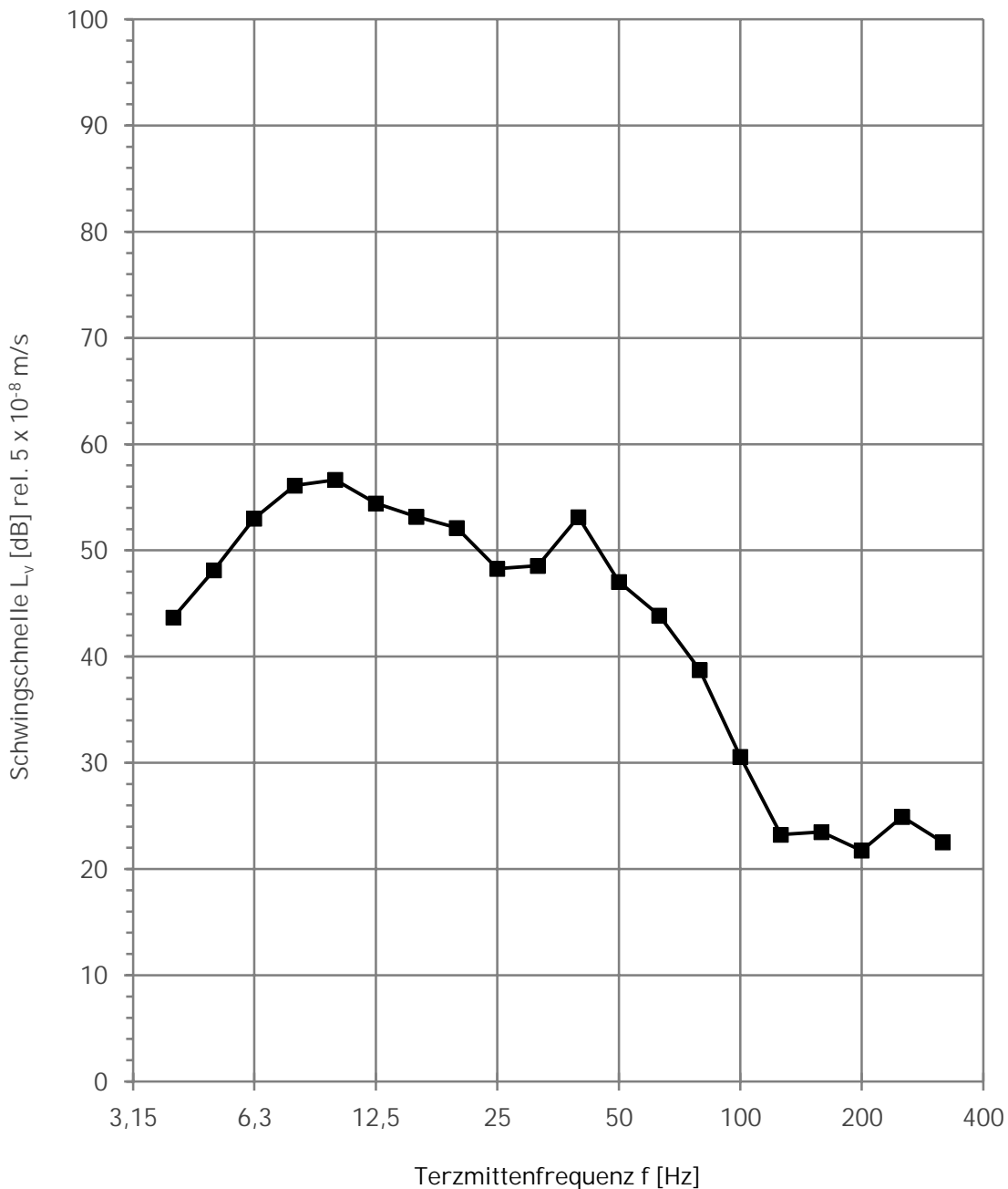
## Prognosespektrum

### Personennahverkehr (NV) korrigiert

Strecke: 6153    Gleis: 3    Geschwindigkeit: 120 km/h

1. Korrektur:	Sonstiges	Geschwindigkeitskorrektur
2. Korrektur:	Sonstiges	-
3. Korrektur:	Sonstiges	-
4. Korrektur:	Sonstiges	-
5. Korrektur:	Sonstiges	-

Mittelwert



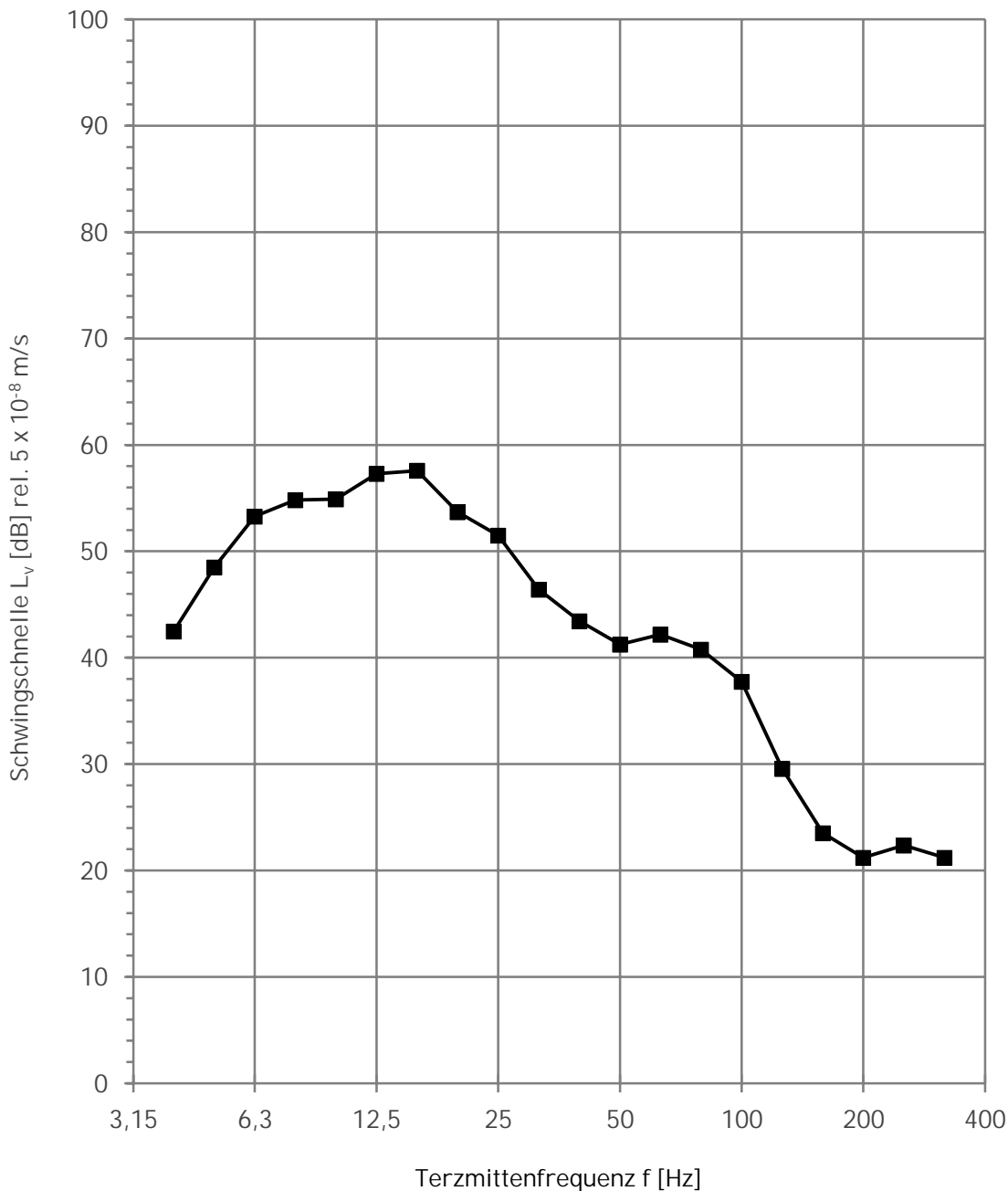
$L_v$ [dB]	$f$ [Hz]
43,7	4
48,1	5
53,0	6,3
56,1	8
56,7	10
54,4	12,5
53,2	16
52,1	20
48,3	25
48,6	31,5
53,2	40
47,0	50
43,9	63
38,7	80
30,6	100
23,2	125
23,5	160
21,7	200
24,9	250
22,5	315
63,5	$\Sigma$

## Emissionsspektrum S-Bahn unkorrigiert Gleis 4

Quelle: Emissionsmessungen Strecke 6004, Bereich Rudolfstraße 18  
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Abstand 1. Gleisachse: 37,0 [m] Oberbau: Schotter  
 Fahrzeuge: S-Bahn Schwellen: Beton  
 Geschwindigkeit: 42 [km/h] Schwingrichtung: z

Mittelwert



Lv [dB]	f [Hz]
42,5	4
48,5	5
53,3	6,3
54,8	8
54,9	10
57,3	12,5
57,6	16
53,7	20
51,5	25
46,4	31,5
43,4	40
41,2	50
42,2	63
40,8	80
37,7	100
29,6	125
23,5	160
21,2	200
22,4	250
21,2	315
64,0	Σ

## Emissionsspektrum

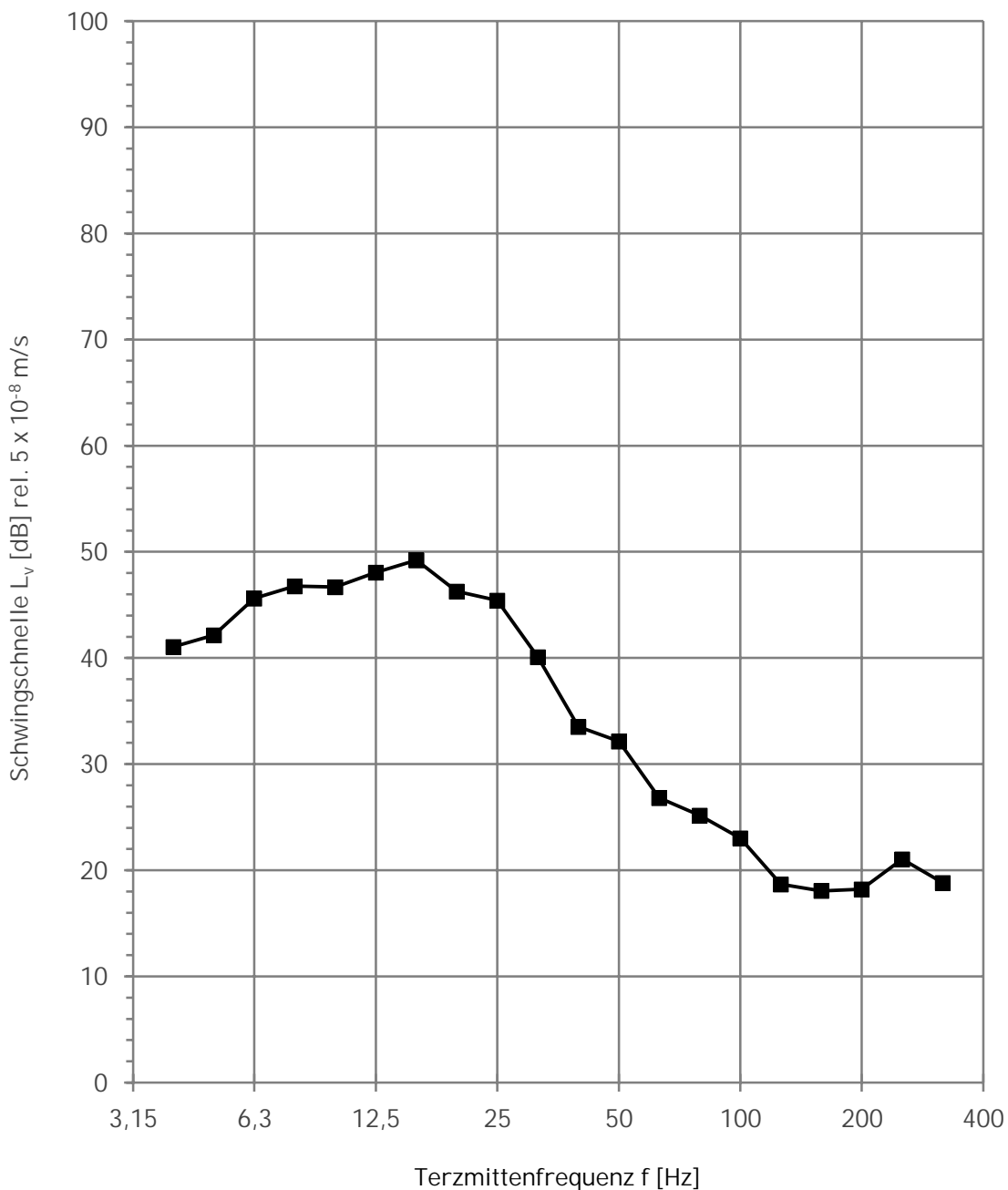
### S-Bahn unkorrigiert

### Gleis 5 - 6

Quelle: Emissionsmessungen Strecke 6006, Bereich Rudolfstraße 18  
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Abstand 1. Gleisachse: 48,0 [m] Oberbau: Schotter  
 Fahrzeuge: S-Bahn Schwellen: Beton  
 Geschwindigkeit: 40 [km/h] Schwingrichtung: z

Mittelwert



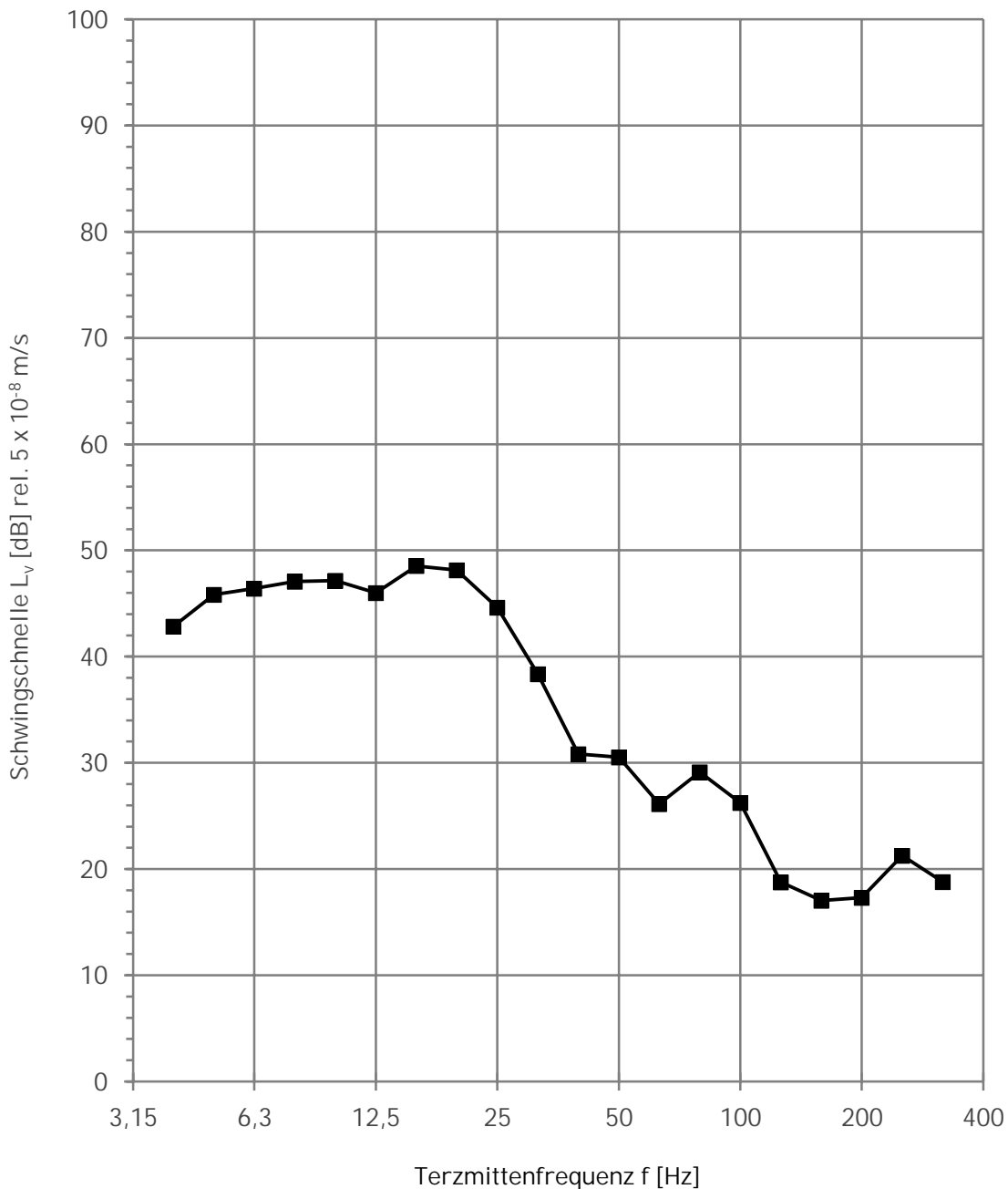
$L_v$ [dB]	f [Hz]
41,0	4
42,1	5
45,6	6,3
46,8	8
46,7	10
48,1	12,5
49,2	16
46,3	20
45,4	25
40,1	31,5
33,5	40
32,1	50
26,8	63
25,2	80
23,0	100
18,7	125
18,1	160
18,2	200
21,0	250
18,8	315
56,0	$\Sigma$

## Emissionsspektrum S-Bahn unkorrigiert Gleis 7

Quelle: Emissionsmessungen Strecke 6004, Bereich Rudolfstraße 18  
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Abstand 1. Gleisachse: 68,0 [m] Oberbau: Schotter  
 Fahrzeuge: S-Bahn Schwellen: Beton  
 Geschwindigkeit: 40 [km/h] Schwingrichtung: z

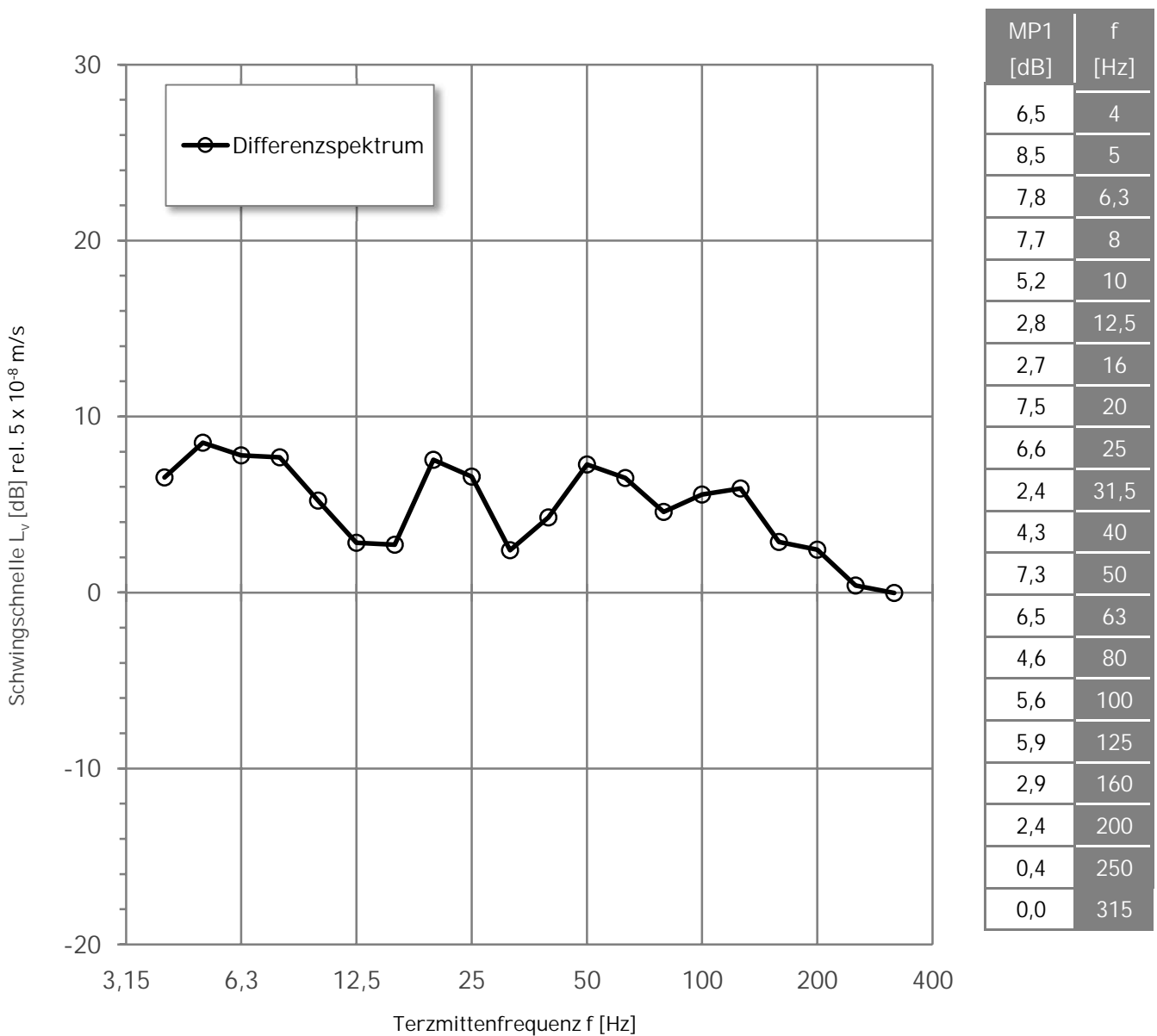
Mittelwert



Lv [dB]	f [Hz]
42,8	4
45,8	5
46,4	6,3
47,1	8
47,2	10
46,0	12,5
48,6	16
48,2	20
44,6	25
38,4	31,5
30,8	40
30,5	50
26,1	63
29,1	80
26,2	100
18,8	125
17,0	160
17,3	200
21,3	250
18,8	315
56,2	Σ

## Differenzspektrum Güterverkehr zu Fernverkehr

Das Differenzspektrum wurde an vergleichbarer Strecke zwischen Fernverkehr und Güterverkehr gebildet.



## Betriebsprogramm

### Prognose-Planfall 2030DT

Strecke: 6152 Berlin Ostbahnhof - Berlin-Rummels  
 Streckenabschnitt: Berlin Ostbahnhof bis Berlin Ostkreuz  
 Richtung: beide Richtungen

Zugart	Anzahl		Zuglänge [m]	V <sub>max</sub> [km/h]	Vorbeifahrtzeit [s]
	Tag	Nacht			
GV	6	4	207	80	9,3
FV	92	6	402	80	18,1
NV	1	1	102	80	4,6
Summe:	99	11			

Strecke: 6153 Berlin Ostbahnhof - Guben  
 Streckenabschnitt: Berlin Ostbahnhof bis Berlin Ostkreuz  
 Richtung: beide Richtungen

Zugart	Anzahl		Zuglänge [m]	V <sub>max</sub> [km/h]	Vorbeifahrtzeit [s]
	Tag	Nacht			
GV	6	4	207	100	7,5
FV	22	6	336	120	10,1
NV	155	29	151	120	4,5
Summe:	183	39			

## Betriebsprogramm

### Prognose-Planfall 2030DT

Strecke: 6004 Berlin Ostbahnhof - Erkner  
 Streckenabschnitt: Berlin Ostbahnhof S-Bahn bis Berlin Ostkreuz  
 Richtung: beide Richtungen

Zugart	Anzahl		Zuglänge [m]	V <sub>max</sub> [km/h]	Vorbeifahrtzeit [s]
	Tag	Nacht			
S	576	174	140	80	6,3
Summe:	576	174			

Strecke: 6006 Berlin Ostbahnhof - Straußberg  
 Streckenabschnitt: Berlin Warschauer Straße bis Berlin Ostkreuz  
 Richtung: beide Richtungen

Zugart	Anzahl		Zuglänge [m]	V <sub>max</sub> [km/h]	Vorbeifahrtzeit [s]
	Tag	Nacht			
S	342	48	140	80	6,3
Summe:	342	48			

## Betriebsprogramm

### Aktueller Fahrplan U-Bahn / Straßenbahn

Linie: U1 / U 3  
 Streckenabschnitt: Berlin Ostbahnhof S-Bahn  
 Richtung: beide Richtungen

Zugart	Anzahl		Zuglänge [m]	V <sub>max</sub> [km/h]	Vorbeifahrtzeit [s]
	Tag	Nacht			
S	265	103	76,4	-	-
Summe:	265	103			

Strecke: M10  
 Streckenabschnitt: Berlin Warschauer Straße  
 Richtung: beide Richtungen

Zugart	Anzahl		Zuglänge [m]	V <sub>max</sub> [km/h]	Vorbeifahrtzeit [s]
	Tag	Nacht			
S	177	3	40	-	-
Summe:	177	03			

Aufgrund der Haltestelle können keine Geschwindigkeiten bzw. Vorbeifahrtzeiten angegeben werden.

## Beurteilung der Immissionen

### sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil D)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R1: 8,0 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R2: 10,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R3: 12,5 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,49	0,49	0,39	0,39	0,33	0,33	?	N	?	N	?	N	
2	0,76	0,76	0,59	0,59	0,43	0,43	?	N	?	N	?	N	
3	0,74	0,74	0,61	0,61	0,43	0,43	?	N	?	N	?	N	
4	0,33	0,33	0,30	0,30	0,28	0,28	?	N	?	N	?	N	
5	0,14	0,14	0,12	0,12	0,11	0,11	J	?	J	?	J	?	
7	0,15	0,15	0,13	0,13	0,10	0,10	J	?	J	?	J	?	
Gesamt	0,76	0,76	0,61	0,61	0,43	0,43	?	N	?	N	?	N	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	47%	47%	41%	38%	40%	34%	
2	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	63%	69%	53%	56%	42%	44%	
3	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,02	72%	74%	65%	65%	50%	49%	
4	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	99%	107%	89%	96%	83%	90%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,10	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	143%	160%	129%	140%	114%	120%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	16,0	9,0	16,2	9,2	16,4	9,4	-24,0	-21,0	-23,8	-20,8	-23,6	-20,6	
2	9,1	6,4	9,4	6,6	9,7	6,9	-30,9	-23,6	-30,6	-23,4	-30,3	-23,1	
3	9,9	6,7	10,1	6,9	10,3	7,2	-30,1	-23,3	-29,9	-23,1	-29,7	-22,8	
4	15,2	13,0	15,4	13,2	15,6	13,4	-24,8	-17,0	-24,6	-16,8	-24,4	-16,6	
5	10,0	4,5	10,3	4,8	10,8	5,2	-30,0	-25,5	-29,7	-25,2	-29,2	-24,8	
7	10,0	7,8	10,2	8,0	10,5	8,3	-30,0	-22,2	-29,8	-22,0	-29,5	-21,7	
Gesamt	20,5	16,6	20,7	16,8	20,9	17,1	-19,5	-13,4	-19,3	-13,2	-19,1	-12,9	

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil D)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R1: 16,0 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R2: 20,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R3: 25,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt												
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32	?	N	?	N	?	N
2	0,36	0,36	0,32	0,32	0,27	0,27	?	N	?	N	?	N
3	0,34	0,34	0,30	0,30	0,26	0,26	?	N	?	N	?	N
4	0,26	0,26	0,20	0,20	0,15	0,15	?	N	?	?	?	?
5	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,06	J	J	J	J	J	J
7	0,10	0,10	0,09	0,09	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J
Gesamt	0,36	0,36	0,32	0,32	0,32	0,32	?	N	?	N	?	N

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt												
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	36%	30%	33%	30%	34%	31%
2	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	36%	38%	18%	24%	15%	20%
3	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	40%	39%	33%	33%	14%	19%
4	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	75%	82%	59%	64%	45%	49%
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gesamt	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	100%	100%	71%	80%	57%	60%

Beurteilung nach 24. BImSchV												
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	16,7	9,7	17,2	10,2	18,1	11,1	-23,3	-20,3	-22,8	-19,8	-21,9	-18,9
2	10,1	7,4	10,6	7,8	11,2	8,4	-29,9	-22,6	-29,4	-22,2	-28,8	-21,6
3	10,7	7,5	11,1	7,9	11,5	8,4	-29,3	-22,5	-28,9	-22,1	-28,5	-21,6
4	16,0	13,8	16,3	14,1	16,7	14,5	-24,0	-16,2	-23,7	-15,9	-23,3	-15,5
5	11,4	5,9	12,0	6,5	12,7	7,2	-28,6	-24,1	-28,0	-23,5	-27,3	-22,8
7	11,1	8,9	11,8	9,6	12,2	10,0	-28,9	-21,1	-28,2	-20,4	-27,8	-20,0
Gesamt	21,3	17,5	21,8	17,9	22,4	18,5	-18,7	-12,5	-18,2	-12,1	-17,6	-11,5

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen U-Bahn / TRAM

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil D)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R1: 8,0 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R2: 10,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R3: 12,5 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt												
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	J	?	J	?	J	?
2	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	J	?	J	?	J	?
3	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	J	?	J	?	J	?
4	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	J	?	J	?	J	?
5	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	J	J	J	J	J	J
7	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	J	J	J	J	J	J
Gesamt	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	J	?	J	?	J	?

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt												
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gesamt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Beurteilung nach 24. BImSchV												
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	6,3	4,9	6,5	5,0	6,7	5,2	-33,7	-25,1	-33,5	-25,0	-33,3	-24,8
2	6,3	4,7	6,5	4,8	6,7	5,1	-33,7	-25,3	-33,5	-25,2	-33,3	-24,9
3	6,3	4,7	6,5	4,8	6,7	5,1	-33,7	-25,3	-33,5	-25,2	-33,3	-24,9
4	-7,0	0,8	-6,9	0,9	-6,7	1,1	-47,0	-29,2	-46,9	-29,1	-46,7	-28,9
5	5,9	-7,6	6,1	-7,4	6,3	-7,2	-34,1	-37,6	-33,9	-37,4	-33,7	-37,2
7	5,9	-10,6	6,0	-10,4	6,2	-10,2	-34,1	-40,6	-34,0	-40,4	-33,8	-40,2
Gesamt	13,2	10,2	13,3	10,3	13,5	10,5	-26,8	-19,8	-26,7	-19,7	-26,5	-19,5

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen U-Bahn / TRAM

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil D)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R1: 16,0 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R2: 20,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R3: 25,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
2	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
3	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
4	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
5	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
7	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	7,0	5,5	7,3	5,9	7,7	6,2	-33,0	-24,5	-32,7	-24,1	-32,3	-23,8	
2	7,0	5,4	7,3	5,7	7,7	6,1	-33,0	-24,6	-32,7	-24,3	-32,3	-23,9	
3	7,0	5,4	7,3	5,7	7,7	6,1	-33,0	-24,6	-32,7	-24,3	-32,3	-23,9	
4	-6,4	1,4	-6,0	1,8	-5,7	2,1	-46,4	-28,6	-46,0	-28,2	-45,7	-27,9	
5	6,6	-6,9	6,9	-6,5	7,3	-6,2	-33,4	-36,9	-33,1	-36,5	-32,7	-36,2	
7	6,5	-9,9	6,9	-9,6	7,3	-9,2	-33,5	-39,9	-33,1	-39,6	-32,7	-39,2	
Gesamt	13,9	10,9	14,2	11,2	14,6	11,5	-26,1	-19,1	-25,8	-18,8	-25,4	-18,5	

  Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.  
  Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.  
  Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil B)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 6,3 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 8,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 10,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>r,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>r,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt												
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,51	0,51	0,46	0,46	0,35	0,35	?	N	?	N	?	N
2	0,67	0,67	0,72	0,72	0,52	0,52	?	N	?	N	?	N
3	0,67	0,67	0,69	0,69	0,54	0,54	?	N	?	N	?	N
4	0,30	0,30	0,31	0,31	0,27	0,27	?	N	?	N	?	N
5	0,13	0,13	0,13	0,13	0,11	0,11	J	?	J	?	J	?
7	0,14	0,14	0,13	0,13	0,11	0,11	J	?	J	?	J	?
Gesamt	0,67	0,67	0,72	0,72	0,54	0,54	?	N	?	N	?	N

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt												
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	48%	48%	45%	44%	38%	34%
2	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	54%	60%	60%	65%	47%	50%
3	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	62%	64%	69%	70%	59%	58%
4	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,04	89%	96%	92%	101%	81%	88%
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gesamt	0,09	0,07	0,10	0,07	0,08	0,06	129%	140%	143%	140%	114%	120%

Beurteilung nach 24. BImSchV												
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>s</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	14,3	7,6	14,5	7,7	14,6	7,9	-25,7	-22,4	-25,5	-22,3	-25,4	-22,1
2	7,0	4,5	7,1	4,6	7,4	4,8	-33,0	-25,5	-32,9	-25,4	-32,6	-25,2
3	7,9	4,8	8,0	4,9	8,2	5,1	-32,1	-25,2	-32,0	-25,1	-31,8	-24,9
4	13,1	11,0	13,2	11,1	13,4	11,2	-26,9	-19,0	-26,8	-18,9	-26,6	-18,8
5	6,2	0,6	6,4	0,9	6,8	1,3	-33,8	-29,4	-33,6	-29,1	-33,2	-28,7
7	6,4	4,2	6,5	4,4	6,8	4,6	-33,6	-25,8	-33,5	-25,6	-33,2	-25,4
Gesamt	18,3	14,4	18,4	14,6	18,6	14,8	-21,7	-15,6	-21,6	-15,4	-21,4	-15,2

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen

### sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil B)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 12,5 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 16,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 20,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>r,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>r,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt												
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,31	0,31	0,27	0,27	0,28	0,28	?	N	?	N	?	N
2	0,37	0,37	0,31	0,31	0,28	0,28	?	N	?	N	?	N
3	0,36	0,36	0,29	0,29	0,26	0,26	?	N	?	N	?	N
4	0,26	0,26	0,23	0,23	0,17	0,17	?	N	?	N	?	?
5	0,10	0,10	0,09	0,09	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J
7	0,09	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J
Gesamt	0,37	0,37	0,31	0,31	0,28	0,28	?	N	?	N	?	N

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt												
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	38%	31%	33%	28%	15%	24%
2	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	38%	39%	32%	33%	15%	21%
3	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	44%	42%	34%	33%	14%	19%
4	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	76%	82%	67%	73%	49%	54%
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gesamt	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	100%	100%	86%	100%	57%	60%

Beurteilung nach 24. BImSchV												
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>s</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	15,0	8,2	15,4	8,6	16,1	9,3	-25,0	-21,8	-24,6	-21,4	-23,9	-20,7
2	7,9	5,2	8,5	5,9	9,3	6,6	-32,1	-24,8	-31,5	-24,1	-30,7	-23,4
3	8,5	5,5	9,1	6,0	9,7	6,6	-31,5	-24,5	-30,9	-24,0	-30,3	-23,4
4	13,7	11,6	14,2	12,0	14,5	12,3	-26,3	-18,4	-25,8	-18,0	-25,5	-17,7
5	7,4	1,9	8,3	2,8	8,9	3,4	-32,6	-28,1	-31,7	-27,2	-31,1	-26,6
7	7,3	5,1	8,0	5,8	8,8	6,6	-32,7	-24,9	-32,0	-24,2	-31,2	-23,4
Gesamt	19,0	15,1	19,5	15,7	20,1	16,2	-21,0	-14,9	-20,5	-14,3	-19,9	-13,8

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen U-Bahn / TRAM

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil B)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 6,3 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 8,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 10,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt												
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?
2	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?
3	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?
4	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?
5	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	J	J	J	J	J	J
7	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	J	J	J	J	J	J
Gesamt	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt												
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gesamt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Beurteilung nach 24. BImSchV												
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	3,8	2,3	3,9	2,4	4,1	2,6	-36,2	-27,7	-36,1	-27,6	-35,9	-27,4
2	3,8	2,2	3,9	2,2	4,1	2,5	-36,2	-27,8	-36,1	-27,8	-35,9	-27,5
3	3,8	2,2	3,9	2,2	4,1	2,5	-36,2	-27,8	-36,1	-27,8	-35,9	-27,5
4	-9,6	-1,8	-9,5	-1,7	-9,3	-1,5	-49,6	-31,8	-49,5	-31,7	-49,3	-31,5
5	2,1	-11,4	2,2	-11,3	2,4	-11,1	-37,9	-41,4	-37,8	-41,3	-37,6	-41,1
7	2,1	-14,4	2,2	-14,3	2,3	-14,1	-37,9	-44,4	-37,8	-44,3	-37,7	-44,1
Gesamt	10,2	7,6	10,3	7,7	10,5	7,9	-29,8	-22,4	-29,7	-22,3	-29,5	-22,1

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen U-Bahn / TRAM

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil B)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 12,5 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 16,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 20,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,11	0,11	0,09	0,09	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
2	0,11	0,11	0,09	0,09	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
3	0,11	0,11	0,09	0,09	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
4	0,11	0,11	0,09	0,09	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
5	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
7	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,11	0,11	0,09	0,09	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	4,2	2,7	4,5	3,0	5,0	3,5	-35,8	-27,3	-35,5	-27,0	-35,0	-26,5	
2	4,2	2,6	4,5	2,9	5,0	3,4	-35,8	-27,4	-35,5	-27,1	-35,0	-26,6	
3	4,2	2,6	4,5	2,9	5,0	3,4	-35,8	-27,4	-35,5	-27,1	-35,0	-26,6	
4	-9,2	-1,4	-8,9	-1,1	-8,4	-0,6	-49,2	-31,4	-48,9	-31,1	-48,4	-30,6	
5	2,6	-10,9	2,9	-10,5	3,4	-10,1	-37,4	-40,9	-37,1	-40,5	-36,6	-40,1	
7	2,5	-13,9	2,9	-13,6	3,4	-13,1	-37,5	-43,9	-37,1	-43,6	-36,6	-43,1	
Gesamt	10,6	8,0	11,0	8,3	11,4	8,8	-29,4	-22,0	-29,0	-21,7	-28,6	-21,2	

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen

### sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Hochhäuser (Gebäudeteil C)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 6,3 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 8,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 10,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt												
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,47	0,47	0,42	0,42	0,34	0,34	?	N	?	N	?	N
2	0,62	0,62	0,66	0,66	0,49	0,49	?	N	?	N	?	N
3	0,62	0,62	0,64	0,64	0,52	0,52	?	N	?	N	?	N
4	0,28	0,28	0,30	0,30	0,27	0,27	?	N	?	N	?	N
5	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	J	?	J	?	J	?
7	0,13	0,13	0,13	0,13	0,11	0,11	J	?	J	?	J	?
Gesamt	0,62	0,62	0,66	0,66	0,52	0,52	?	N	?	N	?	N

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt												
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	45%	45%	42%	41%	38%	34%
2	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	51%	56%	56%	61%	46%	49%
3	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	58%	60%	64%	65%	57%	57%
4	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,04	84%	91%	88%	95%	80%	88%
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gesamt	0,09	0,07	0,09	0,07	0,08	0,06	129%	140%	129%	140%	114%	120%

Beurteilung nach 24. BImSchV												
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	14,0	7,2	14,1	7,3	14,3	7,5	-26,0	-22,8	-25,9	-22,7	-25,7	-22,5
2	6,9	4,3	7,0	4,4	7,3	4,7	-33,1	-25,7	-33,0	-25,6	-32,7	-25,3
3	7,6	4,5	7,7	4,6	7,9	4,9	-32,4	-25,5	-32,3	-25,4	-32,1	-25,1
4	12,7	10,5	12,8	10,6	13,0	10,9	-27,3	-19,5	-27,2	-19,4	-27,0	-19,1
5	6,0	0,5	6,3	0,8	6,7	1,2	-34,0	-29,5	-33,7	-29,2	-33,3	-28,8
7	6,1	3,9	6,3	4,1	6,7	4,5	-33,9	-26,1	-33,7	-25,9	-33,3	-25,5
Gesamt	18,0	14,1	18,1	14,2	18,3	14,5	-22,0	-15,9	-21,9	-15,8	-21,7	-15,5

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.  
 Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.  
 Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Hochhäuser (Gebäudeteil C)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 12,5 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 16,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 20,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>r,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>r,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,31	0,31	0,28	0,28	0,30	0,30	?	N	?	N	?	N	
2	0,37	0,37	0,31	0,31	0,28	0,28	?	N	?	N	?	N	
3	0,36	0,36	0,29	0,29	0,26	0,26	?	N	?	N	?	N	
4	0,27	0,27	0,24	0,24	0,18	0,18	?	N	?	N	?	?	
5	0,10	0,10	0,09	0,09	0,07	0,07	J	?	J	J	J	J	
7	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,37	0,37	0,31	0,31	0,30	0,30	?	N	?	N	?	N	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	39%	32%	35%	29%	16%	26%	
2	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	39%	40%	33%	34%	16%	21%	
3	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	44%	43%	35%	34%	15%	19%	
4	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	79%	86%	70%	76%	52%	56%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	100%	100%	86%	100%	57%	60%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	14,8	7,9	15,2	8,4	16,0	9,2	-25,2	-22,1	-24,8	-21,6	-24,0	-20,8	
2	7,8	5,1	8,5	5,8	9,3	6,6	-32,2	-24,9	-31,5	-24,2	-30,7	-23,4	
3	8,3	5,2	8,9	5,8	9,5	6,5	-31,7	-24,8	-31,1	-24,2	-30,5	-23,5	
4	13,4	11,3	14,0	11,8	14,3	12,2	-26,6	-18,7	-26,0	-18,2	-25,7	-17,8	
5	7,5	1,9	8,4	2,9	9,2	3,6	-32,5	-28,1	-31,6	-27,1	-30,8	-26,4	
7	7,2	5,0	8,0	5,9	8,9	6,8	-32,8	-25,0	-32,0	-24,1	-31,1	-23,2	
Gesamt	18,8	14,9	19,3	15,5	20,0	16,1	-21,2	-15,1	-20,7	-14,5	-20,0	-13,9	

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen U-Bahn / TRAM

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Hochhäuser (Gebäudeteil C)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 6,3 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 8,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 10,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt												
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?
2	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?
3	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?
4	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?
5	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	J	J	J	J	J	J
7	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	J	J	J	J	J	J
Gesamt	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	J	J	J	?	J	?

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt												
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gesamt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Beurteilung nach 24. BImSchV												
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	3,2	1,7	3,3	1,8	3,6	2,1	-36,8	-28,3	-36,7	-28,2	-36,4	-27,9
2	3,2	1,6	3,3	1,7	3,6	1,9	-36,8	-28,4	-36,7	-28,3	-36,4	-28,1
3	3,2	1,6	3,3	1,7	3,6	1,9	-36,8	-28,4	-36,7	-28,3	-36,4	-28,1
4	-10,2	-2,4	-10,1	-2,3	-9,8	-2,0	-50,2	-32,4	-50,1	-32,3	-49,8	-32,0
5	1,7	-11,8	1,8	-11,7	2,0	-11,5	-38,3	-41,8	-38,2	-41,7	-38,0	-41,5
7	1,7	-14,8	1,8	-14,7	1,9	-14,5	-38,3	-44,8	-38,2	-44,7	-38,1	-44,5
Gesamt	9,7	7,0	9,8	7,1	10,0	7,4	-30,3	-23,0	-30,2	-22,9	-30,0	-22,6

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen sekundärer Luftschall und Erschütterungen U-Bahn / TRAM

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Hochhäuser (Gebäudeteil C)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 12,5 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 16,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 20,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,12	0,12	0,09	0,09	0,07	0,07	J	?	J	J	J	J	
2	0,12	0,12	0,09	0,09	0,07	0,07	J	?	J	J	J	J	
3	0,12	0,12	0,09	0,09	0,07	0,07	J	?	J	J	J	J	
4	0,12	0,12	0,09	0,09	0,07	0,07	J	?	J	J	J	J	
5	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
7	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,12	0,12	0,09	0,09	0,07	0,07	J	?	J	J	J	J	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	3,7	2,2	4,0	2,5	4,5	3,0	-36,3	-27,8	-36,0	-27,5	-35,5	-27,0	
2	3,7	2,1	4,0	2,4	4,5	2,9	-36,3	-27,9	-36,0	-27,6	-35,5	-27,1	
3	3,7	2,1	4,0	2,4	4,5	2,9	-36,3	-27,9	-36,0	-27,6	-35,5	-27,1	
4	-9,7	-1,9	-9,4	-1,6	-8,9	-1,1	-49,7	-31,9	-49,4	-31,6	-48,9	-31,1	
5	2,2	-11,2	2,6	-10,9	3,1	-10,4	-37,8	-41,2	-37,4	-40,9	-36,9	-40,4	
7	2,2	-14,3	2,6	-13,9	3,0	-13,4	-37,8	-44,3	-37,4	-43,9	-37,0	-43,4	
Gesamt	10,2	7,5	10,5	7,8	11,0	8,3	-29,8	-22,5	-29,5	-22,2	-29,0	-21,7	

  Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.  
  Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.  
  Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen mit Minderungsmaßnahme (3 Hz Lagerung) sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil D)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R1: 8,0 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R2: 10,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R3: 12,5 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,60	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,18	0,18	0,12	0,12	0,10	0,10	?	?	J	?	J	J	
2	0,24	0,24	0,16	0,16	0,12	0,12	?	?	?	?	J	?	
3	0,23	0,23	0,17	0,17	0,12	0,12	?	?	?	?	J	?	
4	0,10	0,10	0,07	0,07	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
5	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
7	0,06	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,24	0,24	0,17	0,17	0,12	0,12	?	?	?	?	J	?	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	9%	15%	0%	0%	0%	0%	
2	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	9%	14%	6%	10%	0%	0%	
3	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	9%	14%	6%	10%	0%	0%	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	14%	20%	14%	20%	0%	0%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	1,4	-5,6	1,8	-5,2	2,5	-4,6	-38,6	-35,6	-38,2	-35,2	-37,5	-34,6	
2	-4,7	-7,6	-4,0	-6,9	-3,5	-6,4	-44,7	-37,6	-44,0	-36,9	-43,5	-36,4	
3	-4,4	-7,6	-3,6	-6,8	-3,3	-6,5	-44,4	-37,6	-43,6	-36,8	-43,3	-36,5	
4	0,7	-1,5	1,6	-0,6	2,5	0,3	-39,3	-31,5	-38,4	-30,6	-37,5	-29,7	
5	-2,7	-8,2	-1,7	-7,2	-0,8	-6,3	-42,7	-38,2	-41,7	-37,2	-40,8	-36,3	
7	-3,4	-5,6	-2,4	-4,6	-1,8	-4,0	-43,4	-35,6	-42,4	-34,6	-41,8	-34,0	
Gesamt	6,3	2,4	7,0	3,3	7,7	4,0	-33,7	-27,6	-33,0	-26,7	-32,3	-26,0	

  Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.  
  Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.  
  Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen mit Minderungsmaßnahme (3 Hz Lagerung) sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil D)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R1: 16,0 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R2: 20,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Holzbalken      Deckeneigenfrequenz R3: 25,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,60	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	J	J	J	J	J	J	
2	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J	
3	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J	
4	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	J	J	J	J	J	J	
7	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	2,9	-4,2	3,5	-3,4	4,7	-2,2	-37,1	-34,2	-36,5	-33,4	-35,3	-32,2	
2	-3,0	-5,9	-2,5	-5,4	-2,2	-5,1	-43,0	-35,9	-42,5	-35,4	-42,2	-35,1	
3	-2,9	-6,2	-2,7	-5,8	-2,5	-5,6	-42,9	-36,2	-42,7	-35,8	-42,5	-35,6	
4	3,2	1,0	3,1	0,9	2,9	0,7	-36,8	-29,0	-36,9	-29,1	-37,1	-29,3	
5	0,0	-5,5	0,1	-5,4	0,2	-5,3	-40,0	-35,5	-39,9	-35,4	-39,8	-35,3	
7	-0,9	-3,0	-0,3	-2,5	-0,5	-2,7	-40,9	-33,0	-40,3	-32,5	-40,5	-32,7	
Gesamt	8,4	4,6	8,6	4,9	9,0	5,0	-31,6	-25,4	-31,4	-25,1	-31,0	-25,0	

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.  
 Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.  
 Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen mit Minderungsmaßnahme (3 Hz Lagerung) sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil B)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 6,3 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 8,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 10,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,60	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,22	0,22	0,15	0,15	0,10	0,10	?	?	?	?	J	?	
2	0,26	0,26	0,21	0,21	0,14	0,14	?	?	?	?	J	?	
3	0,26	0,26	0,21	0,21	0,14	0,14	?	?	?	?	J	?	
4	0,11	0,11	0,09	0,09	0,06	0,06	J	?	J	J	J	J	
5	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
7	0,06	0,06	0,05	0,05	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,26	0,26	0,21	0,21	0,14	0,14	?	?	?	?	J	?	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	12%	19%	8%	13%	0%	0%	
2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	10%	16%	8%	13%	0%	0%	
3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	10%	16%	8%	13%	0%	0%	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	14%	20%	14%	20%	0%	0%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	-4,6	-11,4	-4,3	-11,1	-3,6	-10,4	-44,6	-41,4	-44,3	-41,1	-43,6	-40,4	
2	-10,9	-13,6	-10,5	-13,2	-9,6	-12,3	-50,9	-43,6	-50,5	-43,2	-49,6	-42,3	
3	-10,6	-13,8	-10,2	-13,3	-9,1	-12,2	-50,6	-43,8	-50,2	-43,3	-49,1	-42,2	
4	-5,8	-8,0	-5,1	-7,3	-4,0	-6,1	-45,8	-38,0	-45,1	-37,3	-44,0	-36,1	
5	-10,5	-16,0	-9,7	-15,2	-8,4	-13,9	-50,5	-46,0	-49,7	-45,2	-48,4	-43,9	
7	-11,2	-13,4	-10,4	-12,6	-9,2	-11,3	-51,2	-43,4	-50,4	-42,6	-49,2	-41,3	
Gesamt	-0,2	-4,1	0,3	-3,5	1,3	-2,5	-40,2	-34,1	-39,7	-33,5	-38,7	-32,5	

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen mit Minderungsmaßnahme (3 Hz Lagerung) sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Mehrgeschossig (Gebäudeteil B)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 12,5 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 16,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 20,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,60	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt												
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	J	J	J	J	J	J
2	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J
3	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J
4	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	J	J	J	J	J	J
5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	J	J	J	J	J	J
7	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	J	J	J	J	J	J
Gesamt	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	J	J	J	J	J	J

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt												
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gesamt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Beurteilung nach 24. BImSchV												
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]					
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	-2,8	-9,6	-2,1	-9,0	-1,3	-8,0	-42,8	-39,6	-42,1	-39,0	-41,3	-38,0
2	-8,9	-11,7	-8,2	-11,0	-7,6	-10,4	-48,9	-41,7	-48,2	-41,0	-47,6	-40,4
3	-8,8	-12,0	-8,3	-11,5	-7,9	-11,0	-48,8	-42,0	-48,3	-41,5	-47,9	-41,0
4	-2,9	-5,0	-2,2	-4,4	-2,5	-4,7	-42,9	-35,0	-42,2	-34,4	-42,5	-34,7
5	-7,3	-12,8	-6,4	-11,9	-6,4	-11,9	-47,3	-42,8	-46,4	-41,9	-46,4	-41,9
7	-8,4	-10,6	-7,2	-9,4	-6,7	-8,9	-48,4	-40,6	-47,2	-39,4	-46,7	-38,9
Gesamt	2,1	-1,6	2,9	-0,8	3,2	-0,6	-37,9	-31,6	-37,1	-30,8	-36,8	-30,6

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.  
 Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.  
 Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen mit Minderungsmaßnahme (Pfahlgründung) sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Hochhäuser (Gebäudeteil C)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 6,3 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 8,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 10,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>f,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>f,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,60	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,26	0,26	0,23	0,23	0,18	0,18	?	?	?	?	?	?	
2	0,35	0,35	0,37	0,37	0,27	0,27	?	?	?	?	?	?	
3	0,35	0,35	0,36	0,36	0,29	0,29	?	?	?	?	?	?	
4	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15	0,15	?	?	?	?	?	?	
5	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	J	J	J	J	J	J	
7	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,35	0,35	0,37	0,37	0,29	0,29	?	?	?	?	?	?	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	14%	23%	12%	20%	10%	16%	
2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	18%	25%	19%	26%	15%	20%	
3	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	33%	34%	36%	36%	32%	31%	
4	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	47%	51%	49%	53%	44%	48%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	57%	60%	71%	80%	57%	60%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>s</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	7,7	1,0	7,9	1,2	8,3	1,5	-32,3	-29,0	-32,1	-28,8	-31,7	-28,5	
2	1,1	-1,6	1,2	-1,4	1,6	-1,0	-38,9	-31,6	-38,8	-31,4	-38,4	-31,0	
3	1,5	-1,6	1,7	-1,4	2,0	-1,1	-38,5	-31,6	-38,3	-31,4	-38,0	-31,1	
4	6,2	4,0	6,5	4,3	6,9	4,7	-33,8	-26,0	-33,5	-25,7	-33,1	-25,3	
5	0,5	-5,0	1,0	-4,6	1,7	-3,9	-39,5	-35,0	-39,0	-34,6	-38,3	-33,9	
7	0,2	-2,0	0,6	-1,6	1,2	-1,0	-39,8	-32,0	-39,4	-31,6	-38,8	-31,0	
Gesamt	11,8	7,9	12,0	8,1	12,4	8,5	-28,2	-22,1	-28,0	-21,9	-27,6	-21,5	

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.

## Beurteilung der Immissionen mit Minderungsmaßnahme (Pfahlgründung) sekundärer Luftschall und Erschütterungen NV / GV / FV / S

Gebäude: Rudolfstr. 18, 10245 Berlin      Gebäudetyp: Hochhäuser (Gebäudeteil C)  
 Raum R1: Schlafen      Deckenart R1: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R1: 12,5 Hz  
 Raum R2: Schlafen      Deckenart R2: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R2: 16,0 Hz  
 Raum R3: Schlafen      Deckenart R3: Stahlbeton      Deckeneigenfrequenz R3: 20,0 Hz

Anforderungen sek. Luftschall [dB(A)]						Anforderungen Erschütterungen [KB]						
IRW <sub>R1,T</sub>	IRW <sub>R1,N</sub>	IRW <sub>R2,T</sub>	IRW <sub>R2,N</sub>	IRW <sub>R3,T</sub>	IRW <sub>R3,N</sub>	GN	A <sub>u,T</sub>	A <sub>o,T</sub>	A <sub>r,T</sub>	A <sub>u,N</sub>	A <sub>o,N</sub>	A <sub>r,N</sub>
40	30	40	30	40	30	WA	0,15	3,00	0,07	0,10	0,60	0,05

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 1. Beurteilungsschritt													
Gleis	Maximale bewertete Schwingstärke KB <sub>Fmax</sub>						Anforderungen eingehalten?						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	0,14	?	?	J	?	J	?	
2	0,20	0,20	0,17	0,17	0,14	0,14	?	?	?	?	J	?	
3	0,20	0,20	0,15	0,15	0,13	0,13	?	?	?	?	J	?	
4	0,15	0,15	0,13	0,13	0,09	0,09	J	?	J	?	J	J	
5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	J	J	J	J	J	J	
7	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	J	J	J	J	J	J	
Gesamt	0,20	0,20	0,17	0,17	0,14	0,14	?	?	?	?	J	?	

Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 - 2. Beurteilungsschritt													
Gleis	Beurteilungsschwingstärke KB <sub>FTr</sub>						Ausschöpfung KB <sub>FTr</sub> [%]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	9%	14%	0%	0%	0%	0%	
2	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	8%	12%	6%	10%	0%	0%	
3	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	7%	12%	6%	9%	0%	0%	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gesamt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	14%	20%	14%	20%	0%	0%	

Beurteilung nach 24. BImSchV													
Gleis	sekundärer Luftschall Beurteilungspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]						Differenz zum IRW [dB(A)]						
	Raum R1		Raum R2		Raum R3		Raum R1		Raum R2		Raum R3		
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
1	8,9	2,0	9,5	2,7	10,4	3,7	-31,1	-28,0	-30,5	-27,3	-29,6	-26,3	
2	2,3	-0,4	3,1	0,4	4,0	1,2	-37,7	-30,4	-36,9	-29,6	-36,0	-28,8	
3	2,5	-0,6	3,2	0,1	3,9	0,8	-37,5	-30,6	-36,8	-29,9	-36,1	-29,2	
4	7,7	5,5	8,5	6,3	8,8	6,6	-32,3	-24,5	-31,5	-23,7	-31,2	-23,4	
5	2,7	-2,8	3,9	-1,6	4,5	-1,0	-37,3	-32,8	-36,1	-31,6	-35,5	-31,0	
7	2,0	-0,2	3,2	1,1	4,2	2,0	-38,0	-30,2	-36,8	-28,9	-35,8	-28,0	
Gesamt	13,1	9,2	13,9	10,1	14,6	10,7	-26,9	-20,8	-26,1	-19,9	-25,4	-19,3	

- Die Anforderungen der Norm sind eingehalten.
- Der untere Anhaltswert A<sub>u</sub> wird überschritten, die Prüfung im 2. Beurteilungsschritt ist erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten.