


Müller-BBM GmbH
Niederlassung Hamburg
Bramfelder Str. 110 B / 3. Stock
22305 Hamburg

Telefon +49(40)692145 0
Telefax +49(40)692145 11



01. August 2013
M108714/01 ZB/NMY

Erschütterungstechnische Untersuchung für den vorhabenbezogenen Bebauungsplanentwurf Neustadt 42

Prognose der aus U- und S- Bahnvorbeifahrten zu erwartenden Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen

Bericht Nr. M108714/01

Auftraggeber:

**Euroland Hafentor 7
Grundstücksgesellschaft mbH & Co. KG
ABC Straße 45
20354 Hamburg**

Bearbeitet von:



Berichtsumfang:

**Insgesamt 53 Seiten, davon
24 Seiten Textteil,
3 Seiten Anhang A,
9 Seiten Anhang B und
17 Seiten Anhang C**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Situation und Aufgabenstellung	3
1.2	Örtliche Situation	3
1.3	Zugzahlen	5
2	Normative Grundlagen	5
2.1	Erschütterungen	5
2.2	Sekundärer Luftschall	9
3	Messtechnische Untersuchungen	12
3.1	Datum und Ort der Messungen	12
3.2	Lage der Messpunkte	12
3.3	Verwendete Messgeräte	14
3.4	Durchführung der Messungen	15
3.5	Messunsicherheiten	15
4	Auswertung	15
4.1	Verarbeitung der Messsignale	15
4.2	Messergebnisse	15
5	Prognose der im Bauvorhaben zu erwartenden Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen	16
5.1	Vorgehensweise	16
5.2	<i>KB</i> -Wert-Berechnungen	16
5.3	Berechnung des sekundären Luftschalls	18
6	Beurteilung der prognostizierten Immissionssituation	20
6.1	Vorbemerkung	20
6.2	Erschütterungen	20
6.3	Sekundäre Luftschallimmissionen	21
7	Maßnahmen und Empfehlungen	21
7.1	Allgemeines	21
7.2	Mögliche Maßnahmen	21
7.3	Empfehlungen für Maßnahmen	22
8	Zitierte Unterlagen	24

1 Einleitung

1.1 Situation und Aufgabenstellung

Die Euroland Projektierungen GmbH plant den Neubau eines Wohn- und Geschäftshauses im Bereich zwischen der Jugendherberge Stintfang und der Straße „Hafentor“ in Hamburg. Die planungsrechtlichen Grundlagen sollen mit dem vorhabenbezogenen Bebauungsplan Neustadt 42 des Bezirksamtes Hamburg – Mitte geschaffen werden. Die zu überbauende Fläche wird an seiner Südseite von der Straße „Johannisbollwerk“ und der U-Bahnbrücke mit dem Bahnhof „Landungsbrücken“ begrenzt. Im nördlichen Teil des Plangebietes ist die Überbauung des S-Bahntunnels der S-Bahn-Hamburg GmbH mit den S-Bahnlinien S 1 und S 3 vorgesehen.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist auch der Schutz der geplanten Wohnnutzungen vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen beziehungsweise sekundärem Luftschall sicherzustellen. Aufgrund der örtlichen Situation ist davon auszugehen, dass in dem geplanten Gebäudekomplex in Teilbereichen durch Erschütterungen und damit verbundene sekundäre Luftschallimmissionen Belästigungen der zukünftigen Nutzer auftreten können.

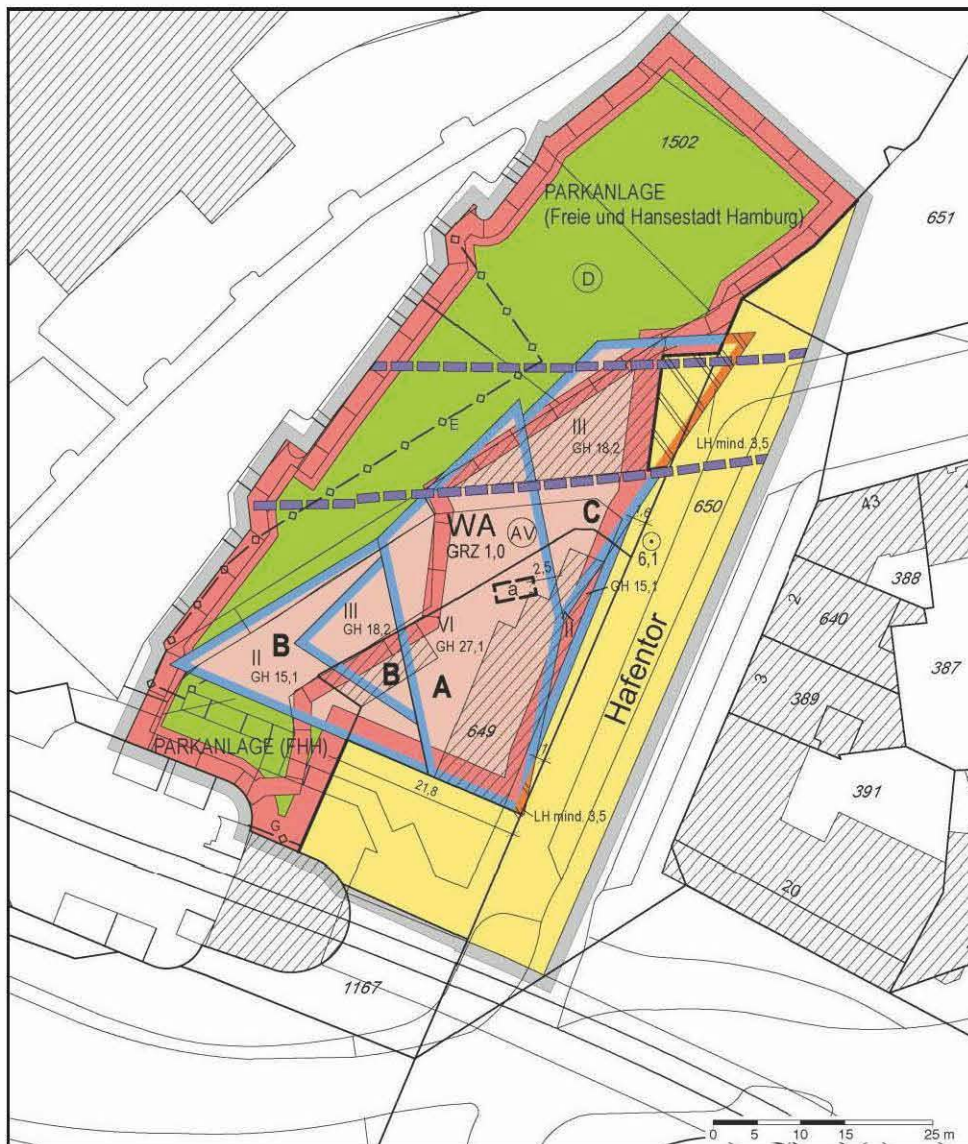
Im Rahmen der im vorliegenden Bericht beschriebenen erschütterungstechnischen Untersuchung werden die möglichen Immissionen prognostiziert und nach einschlägigem Regelwerk beurteilt. Sofern notwendig, werden Maßnahmen vorgeschlagen, die einen ausreichenden Schutz vor Erschütterungen und sekundären Luftschallimmissionen sicherstellen.

1.2 Örtliche Situation








Gegenstand des städtebaulichen Konzepts für das Bebauungsplangebiet Neustadt 42 ist eine kleinteilige Nutzungsmischung, die Wohnen insbesondere für ältere Menschen und Menschen mit Behinderungen wie auch ergänzende öffentliche Einrichtungen sowie Büroflächen und Versorgungseinrichtungen vorsieht.


Die Art der Nutzung soll im vorhabenbezogenen Bebauungsplan als Allgemeines Wohngebiet festgesetzt werden, für dessen erschütterungstechnische Beurteilung die Immissionsrichtwerte für allgemeine Wohngebiete heranzuziehen sind.

Der aktuelle Bebauungsplanentwurf [1] mit den zugehörigen Festsetzungen wird in der nachfolgenden Abbildung 1 dargestellt; das aktuelle Baukonzept [2] zeigt die nachfolgende Abbildung 2.





Festsetzungen

-  Grenze des räumlichen Geltungsbereichs des vorhabenbezogenen Bebauungsplans
-  **WA** Allgemeines Wohngebiet
- GRZ 1,0 Grundflächenzahl, als Höchstmaß
z.B. II Zahl der Vollgeschosse, als Höchstmaß
- z.B. GH 15,1 Gebäudehöhe (Oberkante Attika) über NN
- LH mind. 3,5 Lichte Höhe, als Mindestmaß über Straßenhöhe
-  Auskragung
-  Baugrenze
-  Baulinie
-  Straßenverkehrsfläche
-  Straßenbegrenzungslinie

-  Grünfläche (Freie und Hansestadt Hamburg)
- z.B. **a, A** Besondere Festsetzungen, (siehe § 2)

--- Sonstige Abgrenzung

Nachrichtliche Übernahmen

-  Unterirdische Bahnanlage
-  Denkmalschutz Ensemble

Kennzeichnungen





-  6,1 Straßenhöhe bezogen auf NN
-  Vorhandene Gebäude
-  Archäologische Vorbehaltsfläche
-  Vorhandene unterirdische Leitungen
- E Elektrizität
- G Gas

Abbildung 1 Entwurf vorhabenbezogener Bebauungsplan Neustadt 42 mit Festsetzungen

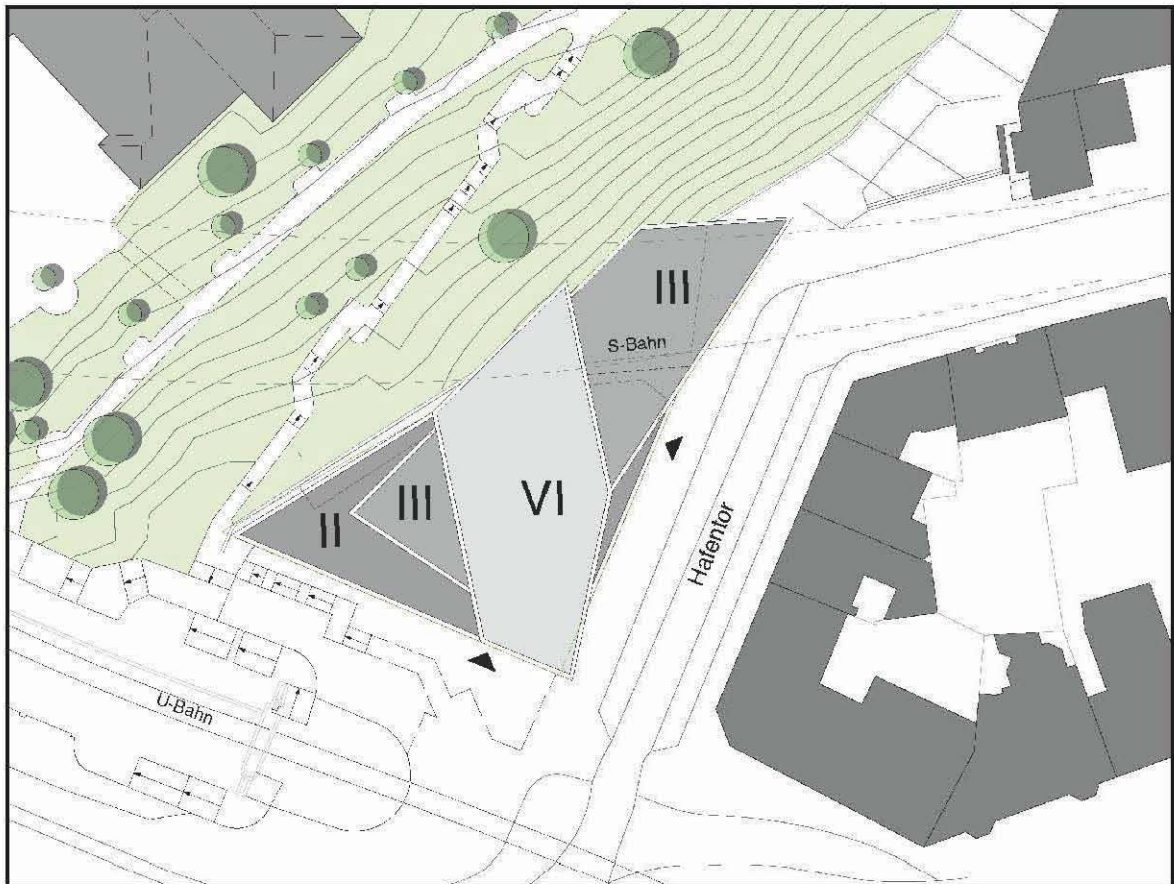


Abbildung 2: Bebauungskonzept für das Vorhabengebiet Bebauungsplan Neustadt 42

1.3 Zugzahlen

Gemäß der aktuellen Fahrpläne der Hamburger Hochbahn für den U-Bahnhof Landungsbrücken bzw. der DB S-Bahn GmbH für den S-Bahnhof Landungsbrücken ist von folgenden Zugzahlen (Montag bis Freitag) für die Strecke der Hochbahn bzw. die der S-Bahn auszugehen:

Tabelle 1. Zugzahlen für die U-Bahnstrecke U 3 und die S-Bahnstrecken

Zugart	Anzahl der Züge	
	Tag (06:00 – 22:00 Uhr)	Nacht (22:00 – 06:00 Uhr)
Hochbahn (beide Richtungen)	368	49
S-Bahnen (beide Richtungen)	416	75

2 Normative Grundlagen

2.1 Erschütterungen

2.1.1 Allgemeines

Im Gegensatz zum Lärm liegen für die Beurteilung von Erschütterungen keine gesetzlich festgeschriebenen Grenzwerte vor. In Ermangelung von gesetzlichen Vorga-

ben wird regelmäßig auf die Normenreihe der DIN 4150 (Erschütterung im Bauwesen [3]) als antizipiertes Sachverständigengutachten zur Konkretisierung des Begriffs der schädlichen Umwelteinwirkung zurückgegriffen. Der Teil 2 dieser Norm beinhaltet dabei Anhaltswerte, bei deren Einhalten eine erhebliche Belästigung Betroffener nicht zu erwarten ist. Diese Anhaltswerte dürfen jedoch nicht schematisch angewandt werden und müssen jeweils den konkreten Einzelfall berücksichtigen.

2.1.2 Beurteilungskriterien nach DIN 4150-2

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen wird die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ herangezogen.

Die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ ist dabei nach DIN 45 669 [4] als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0.125 sec, "FAST") definiert.

Die Beurteilung erfolgt nach DIN 4150 Teil 2 anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

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

Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$, welche während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt.

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse. Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} wird mit Hilfe eines Taktmaximalwertverfahrens (Taktzeit = 30 sec) ermittelt.

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} ergibt sich dabei nach folgender Gleichung:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{T_r}} \quad (1)$$

mit

T_r = Beurteilungszeit (tags 16 Std., nachts 8 Std.)

T_e = Einwirkzeit

KB_{FTm} = Taktmaximal-Effektivwert. Dieser ergibt sich aus der Wurzel aus den Mittelwerten der quadrierten Taktmaximalwerte (KB_{Fmax} -Werte) der Einzelereignisse (hier Zugfahrten).

Dabei werden Ruhezeiten tags (werktags von 06:00 bis 07:00 Uhr und von 19:00 bis 22:00 Uhr, sonn- und feiertags von 06:00 bis 22:00 Uhr) mit dem Faktor 2 bewertet.

Die Beurteilung erfolgt nach nachstehend beschriebener Vorgehensweise:

Ermittlung der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} und Vergleich mit den Anhaltswerten A_u und A_o nach Tabelle 2:

- Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u , dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.

- Ist KB_{Fmax} größer als der (obere) Anhaltswert A_o , dann ist die Anforderung nicht eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als A_u , aber kleiner, höchstens gleich A_o , gilt die Anforderung dieser Norm dann als eingehalten, wenn die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} nicht größer als A_r nach Tabelle 2 ist.

Die in der DIN 4150-2 angegebenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 (Tabelle 1) für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vgl. Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. Reine Wohngebiete § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. Krankenhäuser, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung – BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 – 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen worden ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

In der ehemaligen VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3¹ [12] werden Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung angegeben:

Tabelle 3. Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung.

KB-Werte	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
0,1	Fühlschwelle
0,1 - 0,4	gerade spürbar
0,4 - 1,6	gut spürbar
1,6 - 6,3	stark spürbar

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr erfolgt anhand der Anhaltswerte nach Tabelle 2. Bei der Ermittlung von KB_{FTT} ist der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht anzuwenden.

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Schienenverkehr gelten folgende Besonderheiten:

- Die Beurteilung erfolgt anhand der Kriterien A_u (für KB_{Fmax}) und A_r (für KB_{FTT}). Die (oberen) Anhaltswerte A_o erhalten beim Schienenverkehr eine andere Bedeutung (siehe unten).
- Bei der Ermittlung von KB_{FTT} wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.
- Für unterirdischen Schienenverkehr jeder Art gelten die Anhaltswerte A_u und A_r nach Tabelle 2.
- Für oberirdische Schienenwege des ÖPNV (ausschließlicher Verkehr von Straßenbahn, Stadtbahn, U-Bahn, S-Bahn ohne Fernverkehr) gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen A_u - und A_r -Werte.
- Für den Schienenverkehr hat der (obere) Anhaltswert A_o nachts *nicht* die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts bei oberirdischen Verkehrsanlagen einzelne KB_{FTT} -Werte gebietsunabhängig über $A_o = 0,6$, bei unterirdischen Verkehrsanlagen einzelne KB_{FTT} -Werte für die Gebiete nach Zeilen 3-5 über $A_o = 0,3$, so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z. B. Flachstellen an Rädern) und diese sind möglichst rasch zu be-

¹ Die VDI 2057, Blatt 3, wurde im September 2002 zurückgezogen, da im Zuge der Anpassung der Arbeitsrichtlinien an das europäische Recht sich für diesen Bereich die Bewertungsverfahren geändert haben. Der in der zurückgezogenen Richtlinie beschriebene Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und der subjektiven Wahrnehmung von Erschütterungseinwirkungen kann aber weiterhin allgemeingültig verwendet werden.

heben. Diese hohen Werte sind bei der Berechnung von $KB_{FT,r}$ zu berücksichtigen.

- Bei städtebaulichen Planungen sollen die Anhaltswerte A_u und A_r nach Tabelle 2 eingehalten werden.

2.2 Sekundärer Luftschall

Die Bewertung von Sekundärluftschallimmissionen, die durch Körperschallübertragung aus gewerblichen Anlagen verursacht werden, ist rechtlich verbindlich durch die Vorgaben der TA Lärm [5] geregelt.

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen aus öffentlichen Verkehrsanlagen liegen derzeit ebenso wie bei den Erschütterungen weder eingeführte Regelwerke noch verbindlichen Richtwerte vor. Es wird daher ersatzweise auf Regelwerke, die Anforderungen an Innenraumpegel angeben, zurückgegriffen und die darin genannten Anhaltswerte zur Beurteilung herangezogen. Für den Einsatz der jeweiligen Regelwerke bestehen dabei selbst bei den Fachkräften der Länder- und Bundesbehörden und den Gerichten deutlich kontroverse Ansichten.

Als Anhaltspunkte für die Beurteilung des sekundären Luftschalls kommen derzeit folgende Regelwerke in Betracht:

- TA Lärm [5],
- 24. BImSchV [6],
- VDI 2719 [7].

Die genannten Richtlinien unterscheiden sich in der Beurteilung des Innengeräuschpegels und wenden unterschiedliche Richtwerte an. In der TA Lärm und VDI 2719 werden sowohl die Mittelungspegel als auch die Maximalpegel für die Beurteilung herangezogen. In den aus der 24. BImSchV abgeleiteten Anforderungen werden dagegen nur die Mittelungspegel bewertet. Die Bezugszeiträume sind für alle gleich, Tag: 06:00 bis 22:00 Uhr und Nacht: 22:00 bis 06:00 Uhr.

Die TA Lärm ist ein Regelwerk, das zur Beurteilung von Gewerbelärm geschaffen wurde, behandelt jedoch als einziges Regelwerk die Übertragung von Körperschall in ein Gebäude. Das Umweltbundesamt und eine Vielzahl von Umweltämtern der Länder und ähnlicher Behörden empfehlen daher auch zur Beurteilung von Sekundärluftschallimmissionen aus Schienenverkehr in Wohnungen die ersatzweise Anwendung der TA Lärm (z. B. LfU Bayern [11]). In der Bauleitplanung ist die Anwendung der Anforderungen der TA Lärm weitverbreiteter Konsens.

In der TA Lärm sind die nachfolgend genannten Immissionsrichtwerte „innen“ für Körperschallübertragung in schutzbedürftige Räume aufgeführt.

Tabelle 4. Immissionsrichtwerte „innen“ nach TA Lärm.

Bezugszeitraum	Mittelungspegel \bar{L}_m in dB(A)	Maximalpegel L_{max} in dB(A)
Tag	35	45
Nacht	25	35

Die genannten Anhaltswerte gelten unabhängig von der Gebietsausweisung.

Gemäß der Empfehlung in [11] soll die Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen in Wohnungen auf die Kriterien des Mittelungspegels abgestellt werden. Wenn nachts mehr als fünf Zugfahrten stattfinden, soll auch auf das Maximalwertkriterium abgestellt werden.

Zum Teil kommt auch die VDI 2719 zum Einsatz. Diese weist in ihrer Anforderung an verträgliche Innenraumpegel Differenzierungen entsprechend den Gebietsausweisungen und entsprechend den in den Räumen stattfindenden Nutzungen auf. Deshalb wird diese Richtlinie bevorzugt für die Bewertung von Sekundärluftschallimmissionen bei gewerblichen Nutzungen eingesetzt.

Tabelle 5. Anhaltswerte für Innengeräuschpegel nach VDI-Richtlinie 2719, Tabelle 6.

Raumart, Nutzungszeit	Gebiet	Mittelungspegel \bar{L}_m in dB(A) *	Mittlerer Maximalpegel \bar{L}_{max} in dB(A) *
Schlafräume, nachts (lauteste Nachtstunde zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr)	Reine und Allgemeine Wohngebiete	25 – 30	35 – 40
	Sonstige Gebiete	30 – 35	40 – 45
Wohnräume tagsüber	Reine und Allgemeine Wohngebiete	30 – 35	40 – 45
	Sonstige Gebiete	35 – 40	45 – 50
Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber:	Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konferenz- und Vortragsräume, Arztpraxen, Operationsräume, Kirchen, Aulen	30 – 40	40 – 50
	Büros für mehrere Personen	35 – 45	45 – 55
	Großraumbüros, Gaststätten, Schalterräume, Läden	40 – 50	50 – 60

* Der jeweils höhere Wert stellt die Mindestanforderung dar.
Der mittlere Maximalpegel \bar{L}_{max} in dB ist das energetische Mittel der Schallpegelspitzen.

Bei Schienenverkehrsvorhaben, für deren Genehmigung das Eisenbahnbundesamt (EBA) zuständig ist, stellt diese Behörde zur Beurteilung des sekundären Luftschalls

i. d. R. auf Anforderungen für Innenraumpegel, die sich aus der 24. BImSchV ableiten lassen, ab.

Die 24. BImSchV macht Angaben über das erforderliche Schalldämm-Maß der Außenbauteile eines Gebäudes in Abhängigkeit vom Außenpegel (Direktschall). Zur Bestimmung von Fenster-Schallschutzklassen (aus dem Fenster-Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$) zum Schutz vor Außenlärm (Direktschall) werden Korrektursummanden D angegeben.

Aus dem Vergleich mit den allgemeinen Formeln für das bewertete Schalldämm-Maß in der VDI 2719 ergibt sich näherungsweise:

$$L_i = D + 3 \text{ dB(A)}.$$

L_i ist der A-bewertete Innenschallpegel in dB(A), der im zu beurteilenden Raum nicht überschritten werden sollte bzw. durch das bewertete Schalldämm-Maß der Außenfläche erreicht werden kann.

Die Korrektursummanden D sind also um 3 dB(A) reduzierte, einzuhaltende Innengeräuschpegel (A-bewertete Mittelungspegel) gemäß den angegebenen Raumnutzungen für schutzbedürftige Aufenthaltsräume.

Tabelle 6. Korrektursummanden D nach 24. BImSchV.

Raumnutzung	Korrektursummand D in dB(A)
Räume, die überwiegend zum Schlafen benutzt werden	27
Wohnräume	37
Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Operationsräume, wissenschaftliche Arbeitsräume, Leseräume in Bibliotheken, Unterrichtsräume	37
Konferenz- und Vortragsräume, Büroräume, allgemeine Laborräume	42
Großraumbüros, Schalterräume, Druckerräume von DV-Anlagen, soweit dort ständig Arbeitsplätze vorhanden sind	47
Sonstige Räume, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind	entsprechend der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Nutzung

Demnach betragen die Anforderungen an den Innengeräuschpegel (Mittelungspegel über die Beurteilungszeiten):

- in Wohnräumen 40 dB(A) am Tag,
- in Schlafräumen 30 dB(A) in der Nacht,
- in Behandlungs- und Unterrichtsräumen 40 dB(A),
- in Konferenz-, Vortrags- und Büroräumen 45 dB(A).

Der Vergleich der verschiedenen Anforderungen zeigt, dass durch die aus der 24. BImSchV abgeleiteten Anforderungen, insbesondere durch das Fehlen der Maximalpegelkriterien, nur ein geringerer Schutz der betroffenen Anwohner erreicht wer-

den kann, insbesondere da der Maximalpegel bei sekundären Luftschallimmissionen aus Zugfahrten in der Regel die maßgebliche Einwirkungsgröße darstellt.

In den meisten Fällen wird bei der Bewertung der sekundären Luftschallimmissionen nach diesem Regelwerk auch noch der Schienenbonus von 5 dB nach der 16. BImSchV [8] in Ansatz gebracht, was zu einer weiteren erheblichen Verminderung der Schutzziele für die betroffenen Anrainer führt.

Trotz der eindeutigen Empfehlungen aus dem Bereich der Umweltbehörden (UBA, Landesämter etc.) zeigt sich derzeit jedoch eine eindeutige Tendenz in der Rechtsprechung bis hin zum Bundesverwaltungsgericht zur Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen aus Schienenverkehr nach den abgeleiteten Anforderungen der 24. BImSchV.

3 Messtechnische Untersuchungen

3.1 Datum und Ort der Messungen

Die Erschütterungsmessungen wurden am 25.07.2013 in der Zeit von 09:00 Uhr bis 12:10 Uhr durchgeführt.

3.2 Lage der Messpunkte

Insgesamt wurden acht Messpunkte in dem Vorhabengebiet angeordnet. Die Wahl der Messstellen erfolgte so, dass die geplante Bebauung mit den möglichen minimalen Abständen zu den U- und S – Bahngleisen möglichst repräsentativ erfasst wird.

Die Lage der Messpunkte kann der folgenden Abbildung 3 und eine Messstellenbeschreibung der nachfolgenden Tabelle 7 entnommen werden.

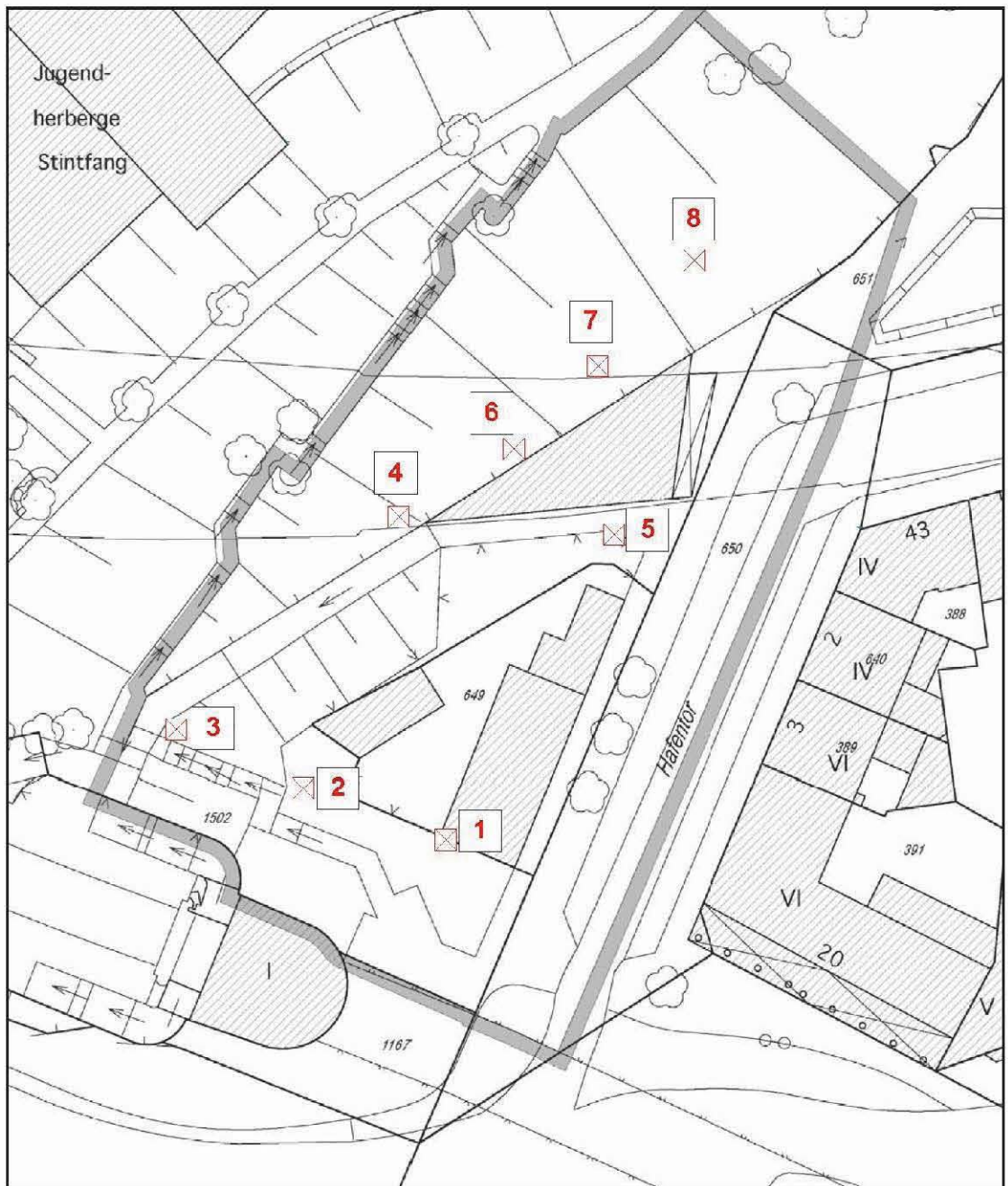


Abbildung 3 Lage der Messpunkte in dem Vorhabengebiet B – Planentwurf Neustadt 42

Tabelle 7. Beschreibung der Messpunktanordnung

Messpunkt	Horizontale Entfernungen zu den Gleisen
MP 1	16 m bis zum nächsten U-Bahngleis; 33 m bis S - Bahntunnel
MP 2	17 m bis zum nächsten U-Bahngleis; 26 m bis S - Bahntunnel
MP 3	18 m bis zum nächsten U-Bahngleis; 19 m bis S - Bahntunnel
MP 4	Südwand S - Bahntunnel, 43 m bis zum nächsten U-Bahngleis
MP 5	3 m von Südwand S - Bahntunnel, 48 m bis zum nächsten U-Bahngleis
MP 6	mittig oberhalb S - Bahntunnel, 53 m bis zum nächsten U-Bahngleis
MP 7	Nordwand S - Bahntunnel, 63 m bis zum nächsten U-Bahngleis
MP 8	10 m von Nordwand S - Bahntunnel, 75 m bis zum nächsten U-Bahngleis

Für jeden Messpunkt wurde insgesamt 70 Minuten lang die Vorbeifahrten von Hochbahn- und S-Bahn-Zügen in westlicher und östlicher Richtung erfasst. Die Erschütterungsimmissionen in dem Vorhabengebiet werden von den Ein- bzw. Ausfahrten in den U – bzw. S – Bahnhof in östlicher Richtung bestimmt. Bei der Auswertung wurde nicht zwischen Ein- und Ausfahrtgleis differenziert.

3.3 Verwendete Messgeräte

Die zur Vermessung verwendeten Messgeräte sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Diese wurden vor und nach der Messung auf ihre einwandfreie Funktion überprüft. Im Rahmen des hauseigenen Qualitätssicherungssystems werden die Geräte zusätzlich in regelmäßigen Abständen überwacht und kalibriert.

Tabelle 8. Verwendete Messgeräte.

Gerät	Hersteller	Typ	Seriennummer
Schwingbeschleunigungsaufnehmer, Empfindlichkeit 0,1 V/ms ⁻²	PCB	393A03	MP. 1: 21395
			MP. 2: 21396
			MP. 3: 21397
			MP. 4: 21398
			MP. 5: 21409
			MP. 6: 21475
			MP. 7: 6211
			MP. 8: 6227
Kalibrator für Schwingungsaufnehmer	Metra	VC 12	960186
Messdatenerfassungssystem MKII	Mecal		
Bestehend aus:			
- Controller		PQ11	1004M6685
- Messdateneingangskarte		SC42	0405M8121
- Messkarteneingangsmodule		ICP422	0106M1403
		ICP422	0905M9187
Messwernerfassungs- und Auswertesoftware	Müller-BBM	PAK	Version 5.7 SR3

3.4 Durchführung der Messungen

Zur Messwerterfassung wurden piezoelektrische Schwingbeschleunigungsaufnehmer mit einer Empfindlichkeit von $0,1 \text{ V/ms}^{-2}$ verwendet. Die Beschleunigungsaufnehmer wurden über Aluminiumplättchen mittels eines elektrisch isolierenden Klebstoffes auf Stahlspieße/-sonden angebracht, welche in den Boden eingeschlagen wurden. Da bei der Einleitung und Ausbreitung von Eisenbahnerschütterungen in Gebäude horizontale (x, y) Schwingungskomponenten erfahrungsgemäß eine untergeordnete Rolle spielen, wurde nur die vertikale (z) Schwingungsrichtung erfasst.

Die beschleunigungsproportionalen Messsignale wurden während jeder Einzelmessung mittels Kabelverbindung zeitgleich für alle Messpunkte über ein Messdatenerfassungssystem (Verstärker, Filter, 16-Bit-AD-Wandler) in eine mobile Rechenanlage eingespeist und auf Festplatte gespeichert. Die verwendete Abtastrate betrug 2048 Hz, damit betrug die maximale Signalnutzfrequenz 800 Hz.

Die aufgezeichneten Zeitrohdaten wurden nach der Messung über digitale Terzfilter mit der Zeitbewertung "FAST" über die gesamte Aufzeichnungszeit gefiltert (für die weitere Auswertung wurden die Terzmittenfrequenzen 4 Hz bis 315 Hz verwendet).

3.5 Messunsicherheiten

Die für die Schwingungsmessungen in Verbindung mit den MKII-Modulen und der PAK-Analysesoftware eingesetzten Geräte entsprechen den Vorgaben für Schwingungsmesser nach DIN 45669 [4]. Entsprechend den zulässigen Abweichungen der Schwingungsmessgeräte und den Erfahrungswerten der DIN 4150-2 [3] treten bei der Ermittlung von Schwingungsgrößen messtechnisch bedingte Unsicherheiten von ca. 15 % auf.

4 Auswertung

4.1 Verarbeitung der Messsignale

Die als Terzspektren vorliegenden Beschleunigungssignale wurden für Messabschnitte von 10 Minuten Dauer und jeden Messpunkt in Form von Max-Hold-Terzspektren zusammengefasst und zur Schwingschnelle integriert. Damit wurde jeweils die Obergrenze der maximalen Schnellepegel der Zugfahrten in den jeweils ausgewerteten Zeitabschnitten festgehalten.

Aus den Ergebnissen der übrigen einzelnen ausgewerteten Zeitabschnitte wurden energetische Mittelwerte der einzelnen Max-Hold-Terzspektren berechnet.

4.2 Messergebnisse

Im Anhang A auf den Seiten 2 und 3 sind für das Untersuchungsgebiet die Schnellepegel-Terzspektren im Frequenzbereich zwischen 4 Hz und 630 Hz für die einzelnen untersuchten Messpunkte dargestellt.

Die Spektren in relativer Nähe zu der U – Bahnbrücke bzw. U – Bahnhof (MP 1 – MP 3) weisen ein relativ breites Frequenzmaximum von 10 bis 80 Hz auf. Die Frequenz-

maxima bei 10 und 12,5 Hz sind auf die Schwingungsübertragung von der U-Bahnhofkonstruktion auf den Hang zurückzuführen.

An den Messpunkten in großer Nähe zum S-Bahntunnel (MP 4 bis MP 8) sind die Frequenzbänder von 31,5 bis 125 Hz pegelbestimmend. Sie werden durch den S – Bahnverkehr vom Bahnhof Landungsbrücken in Richtung Osten hervorgerufen. Am Messpunkt 5 ist wiederum die relative Pegelspitze in den Frequenzbändern 10 und 12,5 Hz auffällig.; sie ist auf den Fahrzeugverkehr auf der in 10 m Entfernung gelegenen Straße „Hafentor“ zurückzuführen.

5 Prognose der im Bauvorhaben zu erwartenden Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen

5.1 Vorgehensweise

Zur Prognose der Immissionswerte im Gebäude muss die Reaktion des Gebäudes auf die von außen einwirkenden Erschütterungen betrachtet werden. Hierzu sind Annahmen über das Eigenschwingverhalten der einzelnen Bauteile (insbesondere für das Gebäude als Ganzes auf dem Erdreich sowie für Decken und schwimmende Estriche) erforderlich. Die grundsätzliche Vorgehensweise wird in [9] beschrieben.

Das Eigenschwingverhalten der einzelnen Bauteile wird mit idealisierten Korrekturspektren angenähert, die anhand baulastdynamischer Modelle entwickelt wurden.

Hierbei werden Korrekturspektren angesetzt für:

- den Übergang Erdreich – Fundament,
- die Erschütterungsförderung im Gebäude,
- die Übertragung auf Decken verschiedener Bauarten, Deckenstärken und Spannweiten, d. h. verschiedener Eigenfrequenzen,
- das Eigenschwingverhalten schwimmender Estriche.

Diese Korrekturspektren werden terzweise zu den auf dem Baugelände gewonnenen Schnellepegel-Terzspektren nach Abschnitt 4.2 addiert. Als Ergebnis liegen Schnellepegel im Gebäude auf Geschossdecken unterschiedlicher Eigenfrequenzen mit verschiedenen Fußbodenaufbauten vor.

Die so ermittelten Spektren werden im Nachfolgenden als „Prognosespektren“ bezeichnet.

5.2 *KB*-Wert-Berechnungen

5.2.1 Berechnungsverfahren *KB*-Werte

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen werden sogenannte KB_F -Werte herangezogen. Das KB_F -Signal ist gemäß DIN 45 669 durch eine Frequenzbewertung und gleitende Effektivwertbildung des Schnellesignals definiert. Die gleitende Effektivwertbildung erfolgt mit der Zeitkonstante 0,125 Sekunden („FAST“). Als maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} bezeichnet man den höchsten Wert des Zeitverlaufes von $KB_F(t)$, der während der Einwirkung eines Erschütterungsereignisses auftritt.

Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} wird unter Berücksichtigung der Einwirkungszeit aus dem Effektivwert KB_{FT_m} aller im Beurteilungszeitraum (tags: 06:00 bis 22:00 Uhr, nachts: 22:00 bis 06:00 Uhr) einwirkenden Erschütterungen berechnet.

Die Prognoseberechnungen werden im Frequenzbereich durchgeführt. In diesem Fall kann der KB -Wert ersatzweise aus dem Schnellepegel-Terzspektrum berechnet werden. Dazu werden die Spektren nach Abschnitt 5.1 terzweise einer Korrektur unterzogen, die der KB -Bewertung des Erschütterungszeitsignals entspricht. Zur Ermittlung des $KB_{F_{max}}$ -Werts wird der Summenpegel des KB -korrigierten Schnellepegelspektrums eines Einzelereignisses delogarithmiert. Der KB_{FT_m} -Wert entspricht dem delogarithmierten Wert des Summenpegels des KB -korrigierten energetischen Mittelwertes der Schnellepegel-Terzspektren.

Die so ermittelten KB -Werte weisen systematisch geringfügig höhere Werte auf als die nach DIN 45669 direkt aus dem Zeitsignal ermittelten. Der Grund liegt darin, dass der $KB_{F_{max}}$ -Wert aus dem Zeitsignal sich exakt auf einen Zeitpunkt des Zeitsignals bezieht, während das Maximalwertspektrum seine Energieanteile in den einzelnen Frequenzbändern aus unterschiedlichen Zeitpunkten beziehen kann.

Die Abweichungen bei den genannten Näherungen, speziell bei Zugverkehr, sind im Allgemeinen so gering, dass diese Verfahrensweise berechtigt ist. Zudem liegen die so ermittelten, mit dem $KB_{F_{max}}$ -Wert vergleichbaren Schwingschnellen auf der „sicheren Seite“.

5.2.2 Ergebnisse der KB -Wert-Prognose

Die Ergebnisse der KB -Wert-Berechnungen ($KB_{F_{max}}$) für die zu erwartenden Deckeneigenfrequenzen und die möglichen Estrich-Abstimmfrequenzen sind im Anhang B zusammengestellt².

Die prognostizierte Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{FT_r,prog}$ wird aus den energetischen Mittelwerten der Schwingschnelle unter Berücksichtigung der in der Langzeitmessung ermittelten erschütterungsrelevanten Zugfahrten an den einzelnen Messpunkten berechnet, falls das Beurteilungskriterium A_u überschritten wird. Die detaillierten Ergebnisse der Berechnungen sind im Anhang C zusammengestellt.

Die in die Beurteilung eingehenden $KB_{F_{max,prog}}$ - und $KB_{FT_r,prog}$ -Werte sind in nachfolgender Tabelle 9 aufgelistet.

Für die Ermittlung des $KB_{FT_r,prog}$ -Wertes wird vom jeweils höchsten Wert der Prognoseergebnisse ausgegangen, welcher sich aus der Variation der für das vorliegende Bauvorhaben angesetzten baudynamischen Parameter (Anhang B) ohne Einschränkungen der Bauformen ergibt.

² Die Eigenfrequenzen der Deckenbauteile im modernen Hochbau liegen typischerweise im Frequenzbereich zwischen 16 und 25 Hz. In den Berechnungen wurden auch noch extremere Bauformen mit Eigenfrequenzen bis herunter zu 12 Hz und herauf zu 30 Hz berücksichtigt. In den Anhängen B und C sind auch Berechnungsergebnisse für Decken- bzw. Estricheigenfrequenzen enthalten, die unter- bzw. oberhalb der genannten Deckeneigenfrequenzen liegen. Die in der Beurteilung berücksichtigten Berechnungsergebnisse sind in den Tabellen durch Fettdruck hervorgehoben.

Die angegebenen Werte sind somit als Obergrenze der möglichen Immissionswerte zu verstehen und stellen eine „worst-case“-Abschätzung für den Fall eines Zusammentreffens besonders ungünstiger baodynamischer Parameter dar. Wie aus den Berechnungsblättern im Anhang B zu ersehen ist, sind dabei auch deutlich geringere Immissionswerte möglich.

Tabelle 9. $KB_{Fmax,prog}$ und $KB_{FTr,prog}$ für den U - und S- Bahnverkehr gemäß Tabelle 1

Messpunkte, Abstände zu den Gleisen	KB-Werte		
	$KB_{Fmax,prog}$	$KB_{FTr,prog}$ ^{a)}	
		Tag	Nacht
MP 01, Abst. s. Tabelle 7	0,05 – 0,07	$\leq 0,03$ ^{b)}	$\leq 0,03$ ^{b)}
MP 02, Abst. s. Tabelle 7	0,09 – 0,12	$\leq 0,05$	$\leq 0,03$
MP 03, Abst. s. Tabelle 7	0,14 – 0,21	$\leq 0,09$	$\leq 0,05$
MP.04, Abst. s. Tabelle 7	0,08 – 0,26	$\leq 0,12$	$\leq 0,07$
MP.05, Abst. s. Tabelle 7	0,17 – 0,37	$\leq 0,17$	$\leq 0,10$
MP.06, Abst. s. Tabelle 7	0,12 – 0,31	$\leq 0,14$	$\leq 0,09$
MP.07, Abst. s. Tabelle 7	0,10 – 0,29	$\leq 0,13$	$\leq 0,08$
MP 08, Abst. s. Tabelle 7	0,06 – 0,13	$\leq 0,06$	$\leq 0,04$

^{a)} aus „worst-case“-Abschätzung

^{b)} Da $KB_{Fmax} < 0,1$ und damit $< A_u$, (s. Zeile 4 in Tabelle 2) entfällt die Bewertung des KB_{FTr} -Kriteriums.

5.3 Berechnung des sekundären Luftschalls

5.3.1 Berechnungsverfahren Sekundärluftschalls

Bauwerksschwingungen werden von Raumbegrenzungsflächen (Wände und vor allem Geschosdecken) abgestrahlt und können als tieffrequenter Luftschall wahrgenommen werden.

Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Schwingschnelle auf den Raumbegrenzungsflächen, den jeweiligen Abstrahl- und Absorptionsverhältnissen im Raum und den daraus resultierenden Schalldruckpegeln im Raum. Ein allgemeingültiges Berechnungsverfahren kann jedoch aufgrund des sehr komplexen Wirkungsgefüges der o. g. Zusammenhänge im hier bestimmenden Frequenzbereich unter 100 Hz derzeit nicht angegeben werden.

Aufgrund von Erfahrungen basierend auf einer Vielzahl messtechnischer Untersuchungen kann der sekundär abgestrahlte Luftschall in guter Näherung nach folgender Formel abgeschätzt werden:

$$L_{pA}(f_T) = L_{vA}(f_T) + 10 \log 4 S/A(f_T) + 10 \log \sigma(f_T) \text{ in dB(A).}$$

Dabei bedeuten:

$L_{pA}(f_T)$	=	Terzpegel des A-bewerteten Schalldrucks im Raum,
$L_{vA}(f_T)$	=	Terzpegel der A-bewerteten Schwingschnelle der Raumbegrenzungsflächen, bezogen auf $5 \cdot 10^{-8}$ m/s,
S	=	Größe der schwingerregten Fläche in m^2 ,
$A(f_T)$	=	äquivalente Absorptionsfläche des Raumes in m^2 ,
$\sigma(f_T)$	=	Abstrahlgrad,
f_T	=	Terzmittenfrequenz.

Für eine genauere Abschätzung des sekundären Luftschalls müsste die mittlere Schnellepegelverteilung aller abstrahlenden Flächen mit den zugehörigen Abstrahlgraden und den äquivalenten Absorptionsflächen bekannt sein.

Aufgrund von Erfahrungswerten für raumakustische Verhältnisse in Wohnräumen und mit Wohnräumen vergleichbar ausgestatteten Räumen können zur Abschätzung folgende Werte für S , A und σ angesetzt werden:

S	\approx	2 x Grundrissfläche G ,
$A(f_T)$	\approx	0,8 x Grundrissfläche G (wird in der Näherung als konstant angesetzt),
$\sigma(f_T)$	=	1 für Frequenzen > 63 Hz. Für tiefere Frequenzen (< 63 Hz) erfolgt eine Absenkung.

Diese Korrektur wird terzweise zu den Prognosespektren nach Abschnitt 5.1 addiert. Die so ermittelten sekundären Luftschallpegel stellen mittlere Maximalpegel \bar{L}_{\max} während der Zugfahrten dar. Die Berechnung erfolgt im Frequenzbereich von 4 bis 315 Hz.

Bei Ansatz der oben genannten Parameter ergeben sich in der Regel etwas zu hohe Pegel, die Prognose liegt somit auf der „sicheren Seite“.

5.3.2 Ergebnisse der Sekundärluftschallberechnung

Aus den Prognosespektren gemäß Abschnitt 5.1 lassen sich für das geplante Bauvorhaben mittlere Maximalpegel $\bar{L}_{\max, \text{prog}}$ ableiten. Hieraus werden – analog zur Vorgehensweise bei den Berechnungen der KB -Werte im Sinne einer „Worst-case“-Abschätzung – die Mittelungspegel ermittelt.

Tabelle 10. Mittlere Maximalpegel $L_{\max, \text{prog}}$ und Mittelungspegel L_m für den U- und S-Bahnverkehr gemäß Tabelle 1

Messpunkte, Abstände zu den Gleisen	Sekundärer Luftschall	
	$L_{\max, \text{prog}}$ [dB(A)]	Mittelungspegel \bar{L}_m in dB(A) ^{a)} Tag/Nacht
MP 01, Abst. s. Tabelle 7	28 – 35	25/19
MP 02, Abst. s. Tabelle 7	34 – 42	32/26
MP 03, Abst. s. Tabelle 7	37 – 46	36/30
MP 04, Abst. s. Tabelle 7	47 – 55	46/41
MP 05, Abst. s. Tabelle 7	52 – 61	51/47
MP 06, Abst. s. Tabelle 7	53 – 62	52/48
MP 07, Abst. s. Tabelle 7	48 – 57	47/43
MP 08, Abst. s. Tabelle 7	41 – 50	40/35

^{a)} aus „worst-case“-Abschätzung

6 Beurteilung der prognostizierten Immissionssituation

6.1 Vorbemerkung

Die folgende Beurteilung geht von den Bedingungen aus, welche bei der Messung vorgelegen haben. Sie setzt voraus, dass sich der entsprechende Streckenzustand und das erfasste Wagenmaterial nicht wesentlich ändern.

Zur Berechnung der Erschütterungsimmissionen (*KB*-Werte) und sekundären Luftschallimmissionen und zu deren Beurteilung wurden die nach Abschnitt 5.1 berechneten Prognosespektren herangezogen. Bei einzelnen Zugfahrten (z. B. bei schadhaftem Zugmaterial mit Flachstellen an Rädern etc.) können jedoch gelegentlich höhere Immissionswerte erreicht werden. Erfahrungsgemäß ergeben sich bei der Prognoseberechnung Immissionswerte, die in der Realität etwas unterschritten werden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Einhaltung einschlägiger Anhaltswerte nicht ausschließt, dass die Zugfahrten als Erschütterungen spürbar wahrgenommen werden können bzw. als einzelne Schallereignisse zu hören sind. Dies gilt vor allem für die Zeiten mit sehr niedrigen Umgebungsgeräuschen.

6.2 Erschütterungen

Die prognostizierten Erschütterungen sind in der geplanten zu überbauenden Fläche unterschiedlich ausgeprägt. Während sie in Abständen ≥ 10 m vom S – Bahntunnel nicht oder eben spürbar sind, sind sie in Abständen < 10 m zum S – Bahntunnel eindeutig spürbar.

Die Anforderung an die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} für eine Nutzung entsprechend eines Allgemeines Wohngebietes gemäß Zeile 4 in Tabelle 2 ist für die Tages-

und Nachtzeit an den Messpunkten MP 3, MP 4, MP 5, MP 6 und MP 7 nicht eingehalten.

Für einen ausreichenden Schutz vor Erschütterungen werden Maßnahmen zur Minderung dieser Immissionen in diesem Bereich notwendig.

6.3 Sekundäre Luftschallimmissionen

Die Anforderungen an den Beurteilungspegel L_m für die Tageszeit von 35 dB(A) und für die Nachtzeit von 25 dB(A) werden im Vorhabengebiet mit Ausnahme der Messpunkte MP 1 und MP 2 nicht sicher eingehalten werden.

Die Maximalpegelanforderungen nachts (35 dB(A)) werden im Vorhabengebiet mit Ausnahme des MP 1 an allen weiteren Messpunkten überschritten.

Für einen ausreichenden Schutz vor sekundären Luftschallimmissionen werden daher Maßnahmen zur Minderung dieser Immissionen für den gesamten in Abbildung 2 dargestellten Gebäudekomplex notwendig.

7 Maßnahmen und Empfehlungen

7.1 Allgemeines

Aufgrund der prognostizierten Überschreitungen der Anforderungen für Erschütterungen und für sekundäre Luftschallimmissionen sind Maßnahmen zur Minderung dieser Immissionen vorzusehen.

7.2 Mögliche Maßnahmen

Maßnahmen zur Minderungen der Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen sind prinzipiell an drei Stellen möglich:

- am Emissionsort (Gleis),
- am Übertragungsort (Boden) und
- am Immissionsort (Gebäude).

Maßnahmen am Gleiskörper, falls die Oberbauverhältnisse dafür geeignet sind, gehören zu den effektivsten Maßnahmen. Solche Maßnahmen sind z. B. der nachträgliche Einbau von Unterschottermatten. Solche Maßnahmen können aber nur in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Verkehrsträgern geplant und entschieden werden. Häufig stehen rechtliche Bedenken seitens der Betreiber und betriebliche Probleme gegen die Durchführung solcher Maßnahmen. Wenngleich solche Maßnahmen in Einzelfällen verwirklicht wurden, zeigt die Erfahrung, dass in der Regel Maßnahmen an bestehenden Bahnstrecken ausscheiden.

Maßnahmen am Übertragungsweg entlang von Bahnstrecken erreichen generell nur sehr geringe Minderungen und sind in ihrer Wirksamkeit mit großen Unsicherheiten behaftet. Zudem sind diese Maßnahmen mit erheblichen Kosten verbunden, so dass sie technisch und wirtschaftlich nicht zu vertreten sind.

Für Bauvorhaben an einer bestehenden Bahnstrecke sind daher meist nur Maßnahmen am Immissionsort erfolgversprechend. Als Maßnahme am Immissionsort kommen konstruktive Vorkehrungen bei der Bauausführung und/oder die elastische Auflagerung eines Gebäudes in Betracht.

Konstruktive Vorkehrungen bei der Bauausführung

Die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen in einem Gebäude werden im Wesentlichen durch die Anregung der Eigenfrequenzen schwingfähiger Gebäudeteile (vor allem Deckenbauteile und Fußbodenaufbauten) verursacht. Der konstruktiven Beeinflussung der Deckenbauteile sind im Bereich des normalen Hochbaues aufgrund der statischen Belange sehr enge Grenzen gesetzt. Die Fußbodenaufbauten lassen häufig größere Gestaltungsspielräume zu. So kann durch eine geschickte Auswahl von Estrichaufbauten häufig eine deutliche Beeinflussung der sekundären Luftschallimmissionen und damit ein Einhalten der geforderten Anhaltswerte erreicht werden.

Elastische Auflagerung eines Gebäudes

Mit einer elastischen Auflagerung eines Gebäudes können bei einer entsprechenden Auslegung deutliche Minderungen von Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen erreicht werden.

Es ist unbedingt zu beachten, dass die elastische Auflagerung eines Gebäudes einen erheblichen Eingriff in Statik und Bauablauf darstellt. Sie muss unter fachlicher Beratung und in enger Abstimmung mit dem Tragwerksplaner geplant und korrekt durchgeführt werden, damit die volle Effektivität der Maßnahme gewährleistet ist.

Mit Lagerungssystemen auf der Basis von Elastomerwerkstoffen können Abstimmfrequenzen von ca. 10 Hz, bei Einsatz besonders hochwertiger Materialien auch bis zu 8 Hz erreicht werden. Dabei sind überschlägig Kosten von ca. 20 € bis 25 € je Tonne aufgelagerter Gebäudemasse anzusetzen. Dies bedeutet erfahrungsgemäß eine Erhöhung der Rohbaukosten um ca. 10 % bis 25 %.

Werden tiefere Abstimmfrequenzen notwendig, so kommen nur noch Lagerungssysteme auf der Basis von Stahlfedern in Frage. Mit solchen Lagerungssystemen werden Abstimmfrequenzen bis ≤ 4 Hz erreicht. Solche Lagerungssysteme sind deutlich aufwendiger als Lagerungssysteme auf der Basis von Elastomerwerkstoffen. Hier sind überschlägig Kosten von ca. 35,00 € bis 45,00 € je Tonne aufgelagerter Gebäudemasse anzusetzen. Dies bedeutet erfahrungsgemäß eine Erhöhung der Rohbaukosten um ca. 30 % bis 45 %.

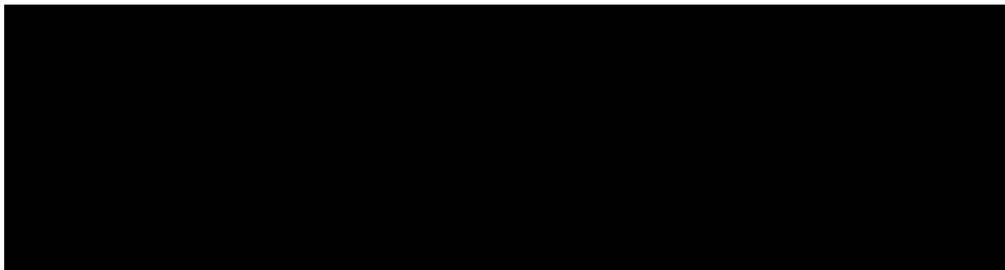
7.3 Empfehlungen für Maßnahmen

Es sollte mit den beiden Verkehrsträgern abgeklärt werden, in wieweit Chancen zur Realisierung von Maßnahmen im Bahnbereich bestehen. Falls sich hier Möglichkeiten abzeichnen muss gewährleistet sein, dass Maßnahmen bei beiden Verkehrsträgern durchgeführt werden. Die Abwicklung der Maßnahmen muss mit den Verkehrsträgern vertraglich geregelt werden. Falls solche Maßnahmen durchgeführt werden, sind zusätzliche Messungen in den jeweiligen Bahnbereichen zur exakten Abstimmung der Maßnahmen erforderlich.

Alternativ sind Gebäudelagerungen auf Elastomerbasis mit einer möglichst tiefen Abstimmfrequenz von ca. 8 Hz zu planen. Zur Optimierung der Lagerungen halten wir weiterführende Messungen nach Fertigstellung der Abfangbauwerke des S- Bahntunnels oder spezieller Tiefgründungen für zwingend erforderlich.

Auf Grund der Höhe der Überschreitungen kann nicht mit Sicherheit gewährleistet werden, dass trotz dieser Maßnahmen die strengsten Anforderungen an den sekundären Luftschall für die Nachtzeiten erreicht werden. Geringfügige Überschreitungen dieser Werte müssten dann toleriert werden.

Auf alle Fälle sollte daher nach Fertigstellung der Rohbauten eine Verbesserung der Immissionssituation durch eine Optimierung der Abstimmung der schwimmenden Estrichsysteme versucht werden. Dies kann durch messtechnische Feststellung der erreichten Schwingungswerte auf den Rohdecken und einer darauf aufbauenden Auslegung der Estrichsysteme erreicht werden.



Durch die DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

8 Zitierte Unterlagen

Diesem Bericht liegen zugrunde:

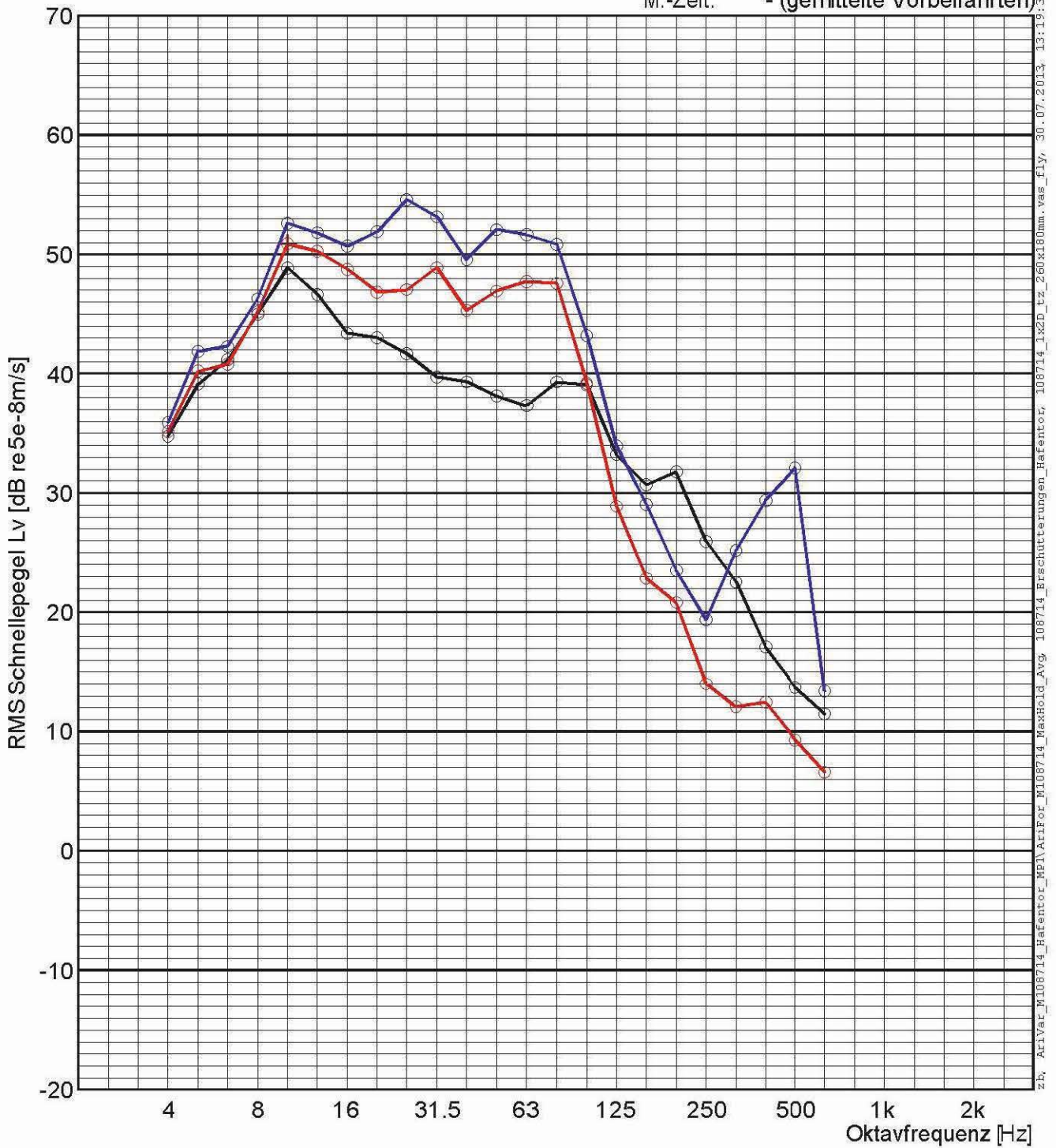
- [1] Vorhabenbezogener Bebauungsplan Neustadt 42 (Entwurf – Stand 27.06.2013) übermittelt vom Büro Claussen-Seggelke, Stadtplaner SRL
- [2] Dinse, Feest, Zurl Architekten „Neubau am Hafentor / St. Pauli – Konzeptstudie“ Planungsstand 04.02.2013
- [3] DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen
Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen; Juni 2001
Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden; Juni 1999
Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999
- [4] DIN 45669: Messung von Schwingungsimmissionen.
Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung; September 2010
Teil 2: Messverfahren; Juni 2005
- [5] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI 1998, Nr. 26, S. 503
- [6] Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (24. BImSchV) vom 4. Februar 1997 (BGBl. I, Nr. 8, vom 12.02.1997, S. 172; ber. BGBl. I, Nr. 33, vom 02.06.1997, S. 1253), zuletzt geändert am 23. September 1997 durch Artikel 3 der Magnetschwebbahnverordnung (BGBl. I, Nr. 64, vom 25.09.1997, S. 2329)
- [7] VDI-Richtlinie 2719: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen. August 1987
- [8] Verkehrslärmschutzverordnung – Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036); Geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 19. September 2006 (BGBl. I S. 2146)
- [9] VDI 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren; Januar 2013
- [10] Körperschall- und Erschütterungsschutz; Leitfaden für den Planer; Beweissicherung, Prognose, Beurteilung und Schutzmaßnahmen; Deutsche Bahn AG, diverse Ausgaben (nicht alle Ausgaben öffentlich zugänglich)
- [11] Borgmann, R.; Schutz vor Erschütterungen und sekundärem Luftschall an Schienenverkehrswegen; Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (LfU), Heft 147, 2001
- [12] VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3; Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen, Beurteilung; Mai 1987 (zurückgezogen September 2002)
- [13] Müller-BBM-Messungen vom 25.07.2013.

Anhang A

**Schnellepegel-Terzspektren Erschütterungsmessungen
Vorhabengebiet Bebauungsplanentwurf Neustadt 42**

M108714
 Erschütterungsmessungen
 Hafentor 7, Hamburg

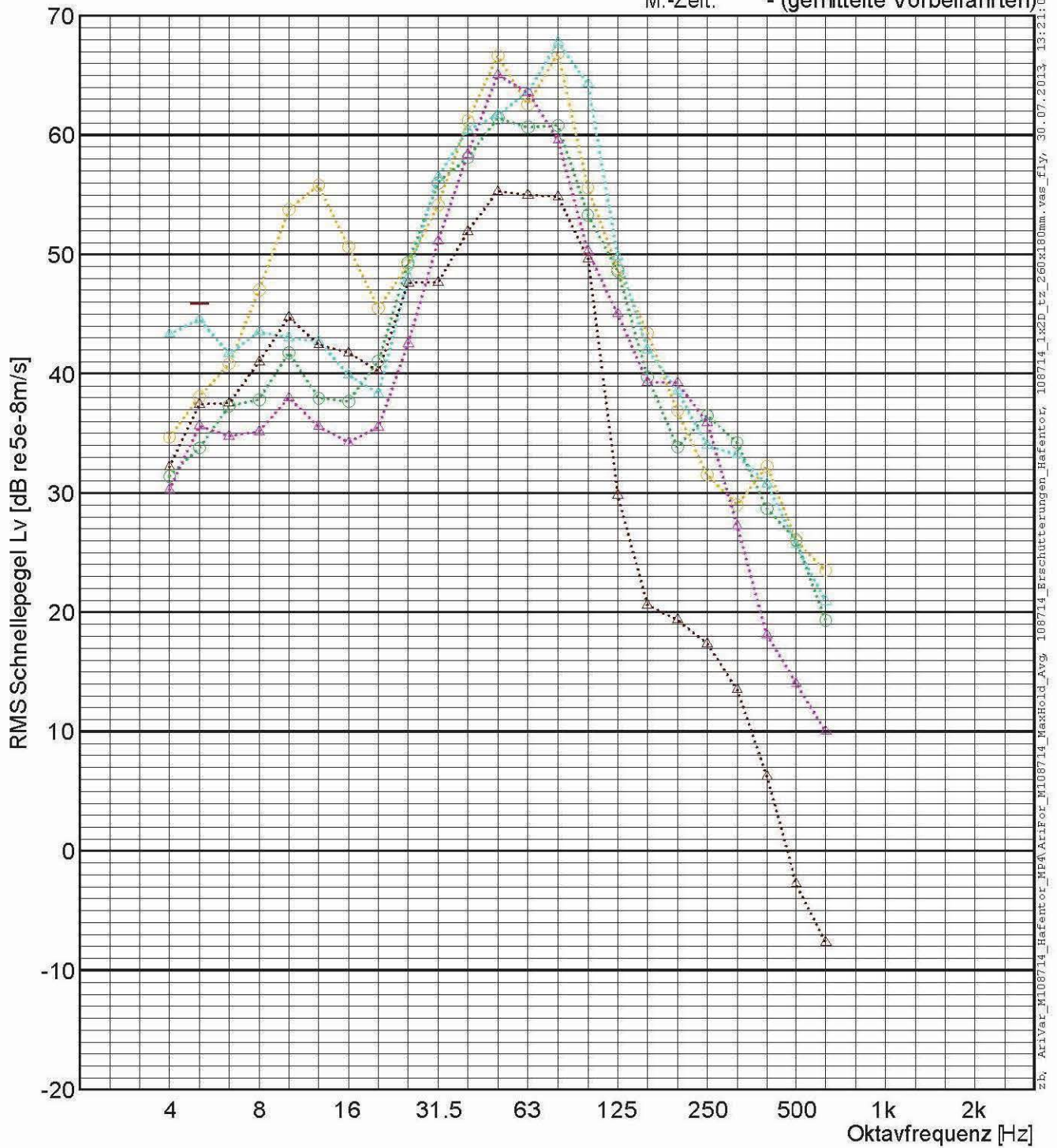
M.-Datum: 25.07.2013
 M.-Zeit: - (gemittelte Vorbeifahrten)



- MP1
- MP2
- MP3

M108714
 Erschütterungsmessungen
 Hafentor 7, Hamburg

M.-Datum: 25.07.2013
 M.-Zeit: - (gemittelte Vorbeifahrten)



- MP4
- MP5
- MP6
- MP7
- MP8

Anhang B

**Prognoseberechnungen
Vorhabengebiet Bebauungsplanentwurf Neustadt 42**

**Maximale bewertete Schwingstärke
und Maximalpegel**

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt	MP01
Abstand [m]	siehe Messpunkteplan
Zugart	Hochbahn
Fahrtrichtung	Alle Richtungen
Beschreibung	Messpunkt 1

KB-Werte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.04	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
Maximalwert		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Minimalwert		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Sekundärluftschall-Pegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	27	27	28	30	32	32	29
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	27	28	29	30	32	33	30
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	28	28	29	31	33	33	30
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	28	29	30	31	33	34	31
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	29	30	30	32	34	34	31
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	30	30	31	33	35	35	32
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	32	34	33	34	36	36	33
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	35	36	38	36	37	38	36
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	38	38	40	42	40	40	39
Maximalpegel	dB(A)	30	30	31	33	35	35	32
Minimalpegel	dB(A)	28	28	29	31	33	33	30

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt	MP02
Abstand [m]	siehe Messpunkteplan
Zugart	Hochbahn
Fahrtrichtung	Alle Richtungen
Beschreibung	Messpunkt 2

KB-Werte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.09	0.11	0.12	0.09	0.09	0.09	0.09
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.09	0.10	0.13	0.13	0.10	0.09	0.09
Maximalwert		0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Minimalwert		0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09

Sekundärluftschall-Pegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	33	33	35	39	40	35	33
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	33	34	36	39	40	35	33
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	34	34	36	40	41	36	34
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	34	35	37	40	41	36	34
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	35	35	37	41	42	37	35
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	36	37	38	42	42	38	37
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	38	40	40	42	43	40	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	42	43	46	45	45	43	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	48	48	49	52	49	48	48
Maximalpegel	dB(A)	36	37	38	42	42	38	37
Minimalpegel	dB(A)	34	34	36	40	41	36	34

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt	MP03
Abstand [m]	siehe Messpunkteplan
Zugart	Hochbahn
Fahrtrichtung	Alle Richtungen
Beschreibung	Messpunkt 3

KB-Werte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.20	0.20	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.16	0.20	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.15	0.19	0.22	0.16	0.15	0.15	0.15
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.16	0.16	0.22	0.21	0.16	0.16	0.16
Maximalwert		0.20	0.20	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20
Minimalwert		0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14

Sekundärluftschall-Pegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	36	37	40	43	43	39	37
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	37	38	40	43	43	39	37
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	37	38	41	44	44	40	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	38	39	41	44	44	40	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	39	40	42	45	45	41	39
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	40	41	43	46	46	42	41
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	42	44	44	46	47	44	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	47	48	51	49	49	47	47
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	52	52	54	56	53	52	52
Maximalpegel	dB(A)	40	41	43	46	46	42	41
Minimalpegel	dB(A)	37	38	41	44	44	40	38

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt	MP04
Abstand [m]	siehe Messpunkteplan
Zugart	S-Bahn
Fahrtrichtung	Alle Richtungen
Beschreibung	Messpunkt 4

KB-Werte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.08	0.12	0.14	0.13	0.10	0.08	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.08	0.13	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.08	0.13	0.16	0.14	0.11	0.09	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.09	0.14	0.17	0.15	0.12	0.09	0.09
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.12	0.17	0.20	0.18	0.15	0.12	0.12
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.21	0.24	0.26	0.25	0.23	0.21	0.21
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.29	0.44	0.34	0.33	0.31	0.29	0.29
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.39	0.51	0.61	0.42	0.41	0.40	0.39
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.43	0.45	0.64	0.60	0.44	0.43	0.43
Maximalwert		0.21	0.24	0.26	0.25	0.23	0.21	0.21
Minimalwert		0.08	0.13	0.16	0.14	0.11	0.09	0.08

Sekundärluftschall-Pegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	46	47	49	52	53	49	47
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	47	47	50	52	53	49	48
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	47	48	50	53	54	50	48
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	48	48	51	53	54	50	49
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	48	49	51	54	55	51	49
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	49	49	52	54	55	51	50
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	51	53	53	55	56	53	52
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	56	57	60	58	59	57	56
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	61	61	63	65	62	61	61
Maximalpegel	dB(A)	49	49	52	54	55	51	50
Minimalpegel	dB(A)	47	48	50	53	54	50	48

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt	MP05
Abstand [m]	siehe Messpunkteplan
Zugart	S-Bahn
Fahrtrichtung	Alle Richtungen
Beschreibung	Messpunkt 5

KB-Werte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.17	0.21	0.28	0.21	0.22	0.17	0.17
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.23	0.27	0.33	0.27	0.27	0.23	0.23
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.22	0.26	0.33	0.26	0.27	0.22	0.22
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.17	0.23	0.31	0.23	0.24	0.17	0.17
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.17	0.23	0.33	0.23	0.24	0.17	0.17
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.22	0.27	0.37	0.27	0.29	0.22	0.22
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.37	0.60	0.49	0.41	0.42	0.38	0.37
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.68	0.82	1.10	0.70	0.71	0.68	0.68
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.69	0.71	1.11	0.86	0.73	0.69	0.69
Maximalwert		0.22	0.27	0.37	0.27	0.29	0.22	0.22
Minimalwert		0.17	0.23	0.31	0.23	0.24	0.17	0.17

Sekundärluftschall-Pegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	51	51	54	55	59	52	51
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	51	51	55	55	59	53	52
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	52	52	55	56	60	53	52
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	52	52	56	56	60	54	53
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	53	53	56	57	61	54	53
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	53	54	57	57	61	55	54
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	55	57	58	58	62	56	55
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	61	62	65	62	64	62	61
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	64	64	67	67	66	64	64
Maximalpegel	dB(A)	53	54	57	57	61	55	54
Minimalpegel	dB(A)	52	52	55	56	60	53	52

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt	MP06
Abstand [m]	siehe Messpunkteplan
Zugart	S-Bahn
Fahrtrichtung	Alle Richtungen
Beschreibung	Messpunkt 6

KB-Werte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.11	0.16	0.17	0.18	0.19	0.13	0.11
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.11	0.17	0.17	0.19	0.20	0.13	0.11
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.12	0.17	0.18	0.20	0.21	0.14	0.12
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.12	0.18	0.19	0.21	0.22	0.14	0.12
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.14	0.20	0.21	0.23	0.24	0.16	0.14
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.23	0.28	0.29	0.30	0.31	0.25	0.23
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.36	0.56	0.40	0.41	0.42	0.37	0.36
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.45	0.62	0.66	0.50	0.51	0.46	0.45
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.52	0.55	0.72	0.78	0.58	0.53	0.52
Maximalwert		0.23	0.28	0.29	0.30	0.31	0.25	0.23
Minimalwert		0.12	0.17	0.18	0.20	0.21	0.14	0.12

Sekundärluftschall-Pegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	52	52	53	56	60	58	53
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	53	53	54	56	60	58	53
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	53	53	54	57	61	59	54
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	54	54	55	57	61	59	54
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	54	54	55	58	62	60	55
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	55	55	56	58	62	60	55
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	56	57	57	59	63	61	56
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	59	59	62	61	64	62	59
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	64	64	65	68	66	65	64
Maximalpegel	dB(A)	55	55	56	58	62	60	55
Minimalpegel	dB(A)	53	53	54	57	61	59	54

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt	MP07
Abstand [m]	siehe Messpunkteplan
Zugart	S-Bahn
Fahrtrichtung	Alle Richtungen
Beschreibung	Messpunkt 7

KB-Werte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.09	0.13	0.21	0.17	0.11	0.09	0.09
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.10	0.14	0.22	0.18	0.11	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.10	0.14	0.23	0.19	0.12	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.11	0.15	0.24	0.20	0.13	0.11	0.11
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.12	0.16	0.26	0.21	0.14	0.12	0.12
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.16	0.20	0.29	0.24	0.17	0.16	0.16
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.27	0.43	0.38	0.34	0.29	0.27	0.27
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.55	0.64	0.90	0.58	0.55	0.55	0.55
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.63	0.64	0.96	0.85	0.64	0.63	0.63
Maximalwert		0.16	0.20	0.29	0.24	0.17	0.16	0.16
Minimalwert		0.10	0.14	0.23	0.19	0.12	0.10	0.10

Sekundärluftschall-Pegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	47	48	52	54	52	48	48
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	48	48	52	55	53	49	48
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	48	49	53	55	53	49	49
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	49	49	53	56	54	50	49
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	49	50	54	56	54	50	50
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	50	50	54	57	55	51	50
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	52	54	55	58	56	52	52
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	59	60	64	61	60	59	59
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	64	64	66	68	64	64	64
Maximalpegel	dB(A)	50	50	54	57	55	51	50
Minimalpegel	dB(A)	48	49	53	55	53	49	49

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt	MP08
Abstand [m]	siehe Messpunkteplan
Zugart	S-Bahn
Fahrtrichtung	Alle Richtungen
Beschreibung	Messpunkt 8

KB-Werte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.06	0.08	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.07	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.06	0.08	0.09	0.09	0.07	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.06	0.08	0.09	0.09	0.07	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.08	0.10	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.10	0.12	0.13	0.13	0.11	0.11	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.13	0.21	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.20	0.25	0.30	0.21	0.20	0.20	0.20
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.22	0.23	0.32	0.31	0.22	0.22	0.22
Maximalwert		0.10	0.12	0.13	0.13	0.11	0.11	0.10
Minimalwert		0.06	0.08	0.09	0.09	0.07	0.06	0.06

Sekundärluftschall-Pegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	40	41	43	46	47	44	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	41	41	44	47	47	45	41
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	41	42	44	47	48	45	41
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	42	42	45	48	48	46	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	42	43	45	48	49	46	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	43	43	46	49	50	47	43
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	45	47	47	50	50	48	45
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	50	51	54	52	53	51	50
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	55	55	57	59	56	56	55
Maximalpegel	dB(A)	43	43	46	49	50	47	43
Minimalpegel	dB(A)	41	42	44	47	48	45	41

Anhang C

**Prognoseberechnungen
Vorhabengebiet Bebauungsplanentwurf Neustadt 42**

**Beurteilungsschwingstärke
und Mittelungspegel**

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP01**
Beurteilungswerte: **Tag**

KBFTTr-Beurteilungswerte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	16	17	18	20	22	22	19
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	17	18	18	20	22	23	19
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	17	18	19	21	23	23	20
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	18	19	20	21	23	24	20
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	19	19	20	22	24	24	21
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	20	20	21	23	24	25	22
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	21	24	22	24	25	26	23
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	24	26	27	26	27	27	25
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	28	28	30	32	29	30	28

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP01**
Beurteilungswerte: **Nacht**

KBFTTr-Beurteilungswerte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	11	11	12	14	16	16	13
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	11	12	13	14	16	17	14
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	12	12	13	15	17	17	14
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	12	13	14	16	17	18	15
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	13	14	14	16	18	19	15
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	14	15	15	17	19	19	16
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	16	18	17	18	20	20	18
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	19	20	22	20	21	22	20
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	22	22	24	26	24	24	23

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP02**
Beurteilungswerte: **Tag**

KBFTTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.04	0.04	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	22	23	25	29	29	25	23
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	23	24	25	29	30	25	23
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	23	24	26	30	30	26	24
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	24	25	26	30	31	26	24
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	25	25	27	31	31	27	25
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	26	27	28	31	32	28	26
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	28	30	29	32	33	29	28
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	32	33	36	34	35	33	32
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	37	37	39	42	39	38	37

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP02**
Beurteilungswerte: **Nacht**

KBFTTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	17	17	19	23	24	19	17
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	17	18	20	23	24	20	18
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	18	18	20	24	25	20	18
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	18	19	21	24	25	21	19
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	19	20	21	25	26	21	19
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	20	21	23	26	26	22	21
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	22	24	24	27	27	24	22
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	26	27	30	29	29	27	26
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	32	32	33	36	33	32	32

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP03**
Beurteilungswerte: **Tag**

KBFTr-Beurteilungswerte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.07	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.06	0.08	0.09	0.07	0.07	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.07	0.07	0.10	0.09	0.07	0.07	0.07

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	26	27	29	32	33	29	27
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	27	27	30	33	33	29	27
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	27	28	30	33	34	30	28
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	28	28	31	34	34	30	28
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	29	29	32	34	35	31	29
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	30	31	33	35	36	32	31
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	32	34	34	36	36	33	32
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	37	37	41	39	39	37	37
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	42	42	43	46	42	42	42

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP03**
Beurteilungswerte: **Nacht**

KBFTTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	21	21	24	27	27	23	21
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	21	22	24	27	28	23	21
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	22	22	25	28	28	24	22
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	22	23	25	28	29	24	22
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	23	24	26	29	29	25	23
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	25	25	27	30	30	26	25
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	26	28	28	31	31	28	26
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	31	32	35	33	33	32	31
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	36	36	38	40	37	36	36

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP04**
Beurteilungswerte: **Tag**

KBFTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.04	0.05	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.04	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.04	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.04	0.06	0.08	0.07	0.06	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.06	0.08	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.14	0.20	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.18	0.24	0.28	0.19	0.19	0.18	0.18
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.20	0.21	0.29	0.28	0.21	0.20	0.20

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	36	37	39	42	43	39	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	37	37	40	43	44	39	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	37	38	40	43	44	40	39
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	38	38	41	44	45	40	39
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	38	39	41	44	45	41	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	39	40	42	45	46	42	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	41	43	43	46	47	43	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	46	47	50	48	49	47	47
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	51	51	53	55	52	52	51

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP04**
Beurteilungswerte: **Nacht**

KBFTTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.02	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.03	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.08	0.12	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.11	0.14	0.17	0.12	0.11	0.11	0.11
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.12	0.12	0.18	0.17	0.12	0.12	0.12

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	32	33	35	38	39	35	33
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	32	33	36	38	39	35	34
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	33	34	36	39	40	36	34
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	33	34	37	39	40	36	35
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	34	35	37	40	41	37	35
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	35	35	38	40	41	37	36
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	37	39	39	41	42	39	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	42	43	46	44	45	43	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	47	47	49	51	48	47	47

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP05**
Beurteilungswerte: **Tag**

KBFTTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.08	0.10	0.13	0.10	0.10	0.08	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.11	0.12	0.15	0.12	0.13	0.11	0.11
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.10	0.12	0.15	0.12	0.12	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.08	0.10	0.14	0.10	0.11	0.08	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.08	0.11	0.15	0.11	0.11	0.08	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.10	0.13	0.17	0.13	0.13	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.17	0.28	0.23	0.19	0.20	0.17	0.17
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.31	0.38	0.51	0.32	0.33	0.31	0.31
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.32	0.33	0.51	0.40	0.34	0.32	0.32

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	41	41	44	45	49	43	41
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	41	42	45	45	49	43	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	42	42	45	46	50	44	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	42	43	46	46	50	44	43
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	43	43	46	47	51	45	43
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	43	44	47	47	51	45	44
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	45	47	48	48	52	46	45
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	51	52	56	53	55	52	51
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	54	54	57	58	56	55	54

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP05**
Beurteilungswerte: **Nacht**

KBFTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.05	0.06	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.06	0.07	0.09	0.07	0.08	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.06	0.07	0.09	0.07	0.08	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.05	0.06	0.09	0.06	0.07	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.05	0.06	0.09	0.06	0.07	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.06	0.08	0.10	0.08	0.08	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.10	0.17	0.14	0.12	0.12	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.19	0.23	0.31	0.20	0.20	0.19	0.19
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.19	0.20	0.31	0.24	0.20	0.19	0.19

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	36	37	40	41	45	38	37
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	37	37	41	41	45	39	37
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	37	38	41	42	46	39	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	38	38	42	42	46	40	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	39	39	42	43	47	40	39
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	39	39	43	43	47	41	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	41	43	44	44	48	42	41
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	47	48	51	48	50	47	47
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	50	50	53	53	52	50	50

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP06**
Beurteilungswerte: **Tag**

KBFTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.05	0.07	0.08	0.08	0.09	0.06	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.05	0.08	0.08	0.09	0.09	0.06	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.05	0.08	0.08	0.09	0.10	0.06	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.06	0.08	0.09	0.09	0.10	0.07	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.07	0.09	0.10	0.10	0.11	0.08	0.07
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.11	0.13	0.13	0.14	0.14	0.11	0.11
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.17	0.26	0.19	0.19	0.20	0.17	0.17
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.21	0.29	0.31	0.23	0.24	0.21	0.21
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.24	0.25	0.33	0.36	0.27	0.25	0.24

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	42	43	44	46	50	48	43
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	43	43	44	47	50	48	43
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	43	44	45	47	51	49	44
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	44	44	45	48	51	49	44
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	44	45	46	48	52	50	45
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	45	45	46	49	52	50	45
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	46	47	47	49	53	51	47
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	49	50	52	51	54	53	49
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	54	54	55	58	57	56	54

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP06**
Beurteilungswerte: **Nacht**

KBFTTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.03	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.03	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.03	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.05	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.06	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.07
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.10	0.16	0.11	0.12	0.12	0.10	0.10
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.13	0.17	0.19	0.14	0.14	0.13	0.13
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.15	0.15	0.20	0.22	0.16	0.15	0.15

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	38	38	39	42	46	44	39
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	39	39	40	42	46	44	39
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	39	39	40	43	47	45	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	40	40	41	43	47	45	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	40	40	41	44	48	46	41
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	41	41	42	44	48	46	41
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	42	43	43	45	49	47	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	45	45	47	47	50	48	45
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	50	50	51	54	52	51	50

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP07**
Beurteilungswerte: **Tag**

KBFTTr-Beurteilungswerte

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	0.04	0.06	0.09	0.08	0.05	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	0.04	0.06	0.10	0.08	0.05	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	0.05	0.07	0.11	0.09	0.06	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	0.05	0.07	0.11	0.09	0.06	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	0.05	0.08	0.12	0.10	0.06	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	0.07	0.09	0.13	0.11	0.08	0.07	0.07
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	0.13	0.20	0.17	0.16	0.13	0.13	0.13
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	0.25	0.30	0.42	0.27	0.26	0.25	0.25
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	0.29	0.30	0.44	0.39	0.29	0.29	0.29

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

		Estricheigenfrequenzen [Hz]						
		ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10 Hz	37	38	42	45	43	39	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12 Hz	38	38	43	45	43	39	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16 Hz	38	39	43	46	44	40	39
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20 Hz	39	39	44	46	44	40	39
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25 Hz	39	40	44	47	45	41	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30 Hz	40	40	45	47	45	41	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40 Hz	42	44	46	48	46	43	42
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50 Hz	49	50	54	51	51	50	49
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63 Hz	54	54	56	58	55	54	54

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP07**
Beurteilungswerte: **Nacht**

KBFTTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.03	0.04	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.03	0.04	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.03	0.04	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.03	0.04	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.03	0.05	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.04	0.06	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.08	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08	0.08
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.15	0.18	0.25	0.16	0.15	0.15	0.15
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.18	0.18	0.27	0.24	0.18	0.18	0.18

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	33	34	38	40	38	34	34
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	34	34	38	41	39	35	34
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	34	35	39	41	39	35	35
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	35	35	39	42	40	36	35
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	35	36	40	42	40	36	36
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	36	36	40	43	41	37	36
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	37	39	41	44	42	38	38
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	45	45	50	47	46	45	45
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	50	50	52	54	50	50	50

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP08**
Beurteilungswerte: **Tag**

KBFTTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.06	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.09	0.12	0.14	0.10	0.09	0.09	0.09
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.10	0.10	0.15	0.14	0.10	0.10	0.10

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	31	31	34	36	37	34	31
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	31	32	34	37	38	35	31
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	32	32	35	37	38	35	32
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	32	33	35	38	39	36	32
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	33	33	36	38	39	36	33
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	33	34	36	39	40	37	33
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	35	37	37	40	41	38	35
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	40	41	44	43	43	42	40
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	45	45	47	50	47	46	45

**Erschütterungstechnische Untersuchung für den Bebauungsplanentwurf
Hafentor 7**

**Prognose der aus Zugvorbeifahrten zu erwartenden
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen
Ohne Lagerung**

Messpunkt **MP08**
Beurteilungswerte: **Nacht**

KBFTr-Beurteilungswerte

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	0.04	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	0.05	0.07	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	0.06	0.06	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06

Lm - Sekundärluftschall-Mittelungspegel

in dB(A)

			Estricheigenfrequenzen [Hz]						
			ohne	40	50	63	80	100	125
Decke mit Eigenfrequenzen von	8-10	Hz	26	27	29	32	33	30	26
Decke mit Eigenfrequenzen von	10-12	Hz	27	27	30	33	33	30	27
Decke mit Eigenfrequenzen von	12-16	Hz	27	28	30	33	34	31	27
Decke mit Eigenfrequenzen von	16-20	Hz	28	28	31	34	34	31	28
Decke mit Eigenfrequenzen von	20-25	Hz	28	29	31	34	35	32	28
Decke mit Eigenfrequenzen von	25-30	Hz	29	29	32	35	35	33	29
Decke mit Eigenfrequenzen von	30-40	Hz	31	33	33	36	36	34	31
Decke mit Eigenfrequenzen von	40-50	Hz	36	37	40	38	39	37	36
Decke mit Eigenfrequenzen von	50-63	Hz	41	41	43	45	42	42	41