

## **ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG**

<b>VORHABEN:</b>	<b>Bebauungsplan „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“</b>
<b>UMFANG:</b>	Ermittlung und Beurteilung der schieneninduzierten Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall auf geplante Nutzung im Plangebiet durch den Straßenbahnbetrieb in der Unteren Zahlbacher Straße
<b>AUFTRAGGEBER:</b>	<b>wiwi immo GmbH &amp; Co. KG</b> Umbach 4 55116 Mainz
<b>BEARBEITUNG:</b>	<b>KREBS+KIEFER FRITZ AG</b> Hilpertstraße 20   64295 Darmstadt T 06151 885-383   F 06151 885-220
<b>AKTENZEICHEN:</b>	20178155-VSE-1
<b>DATUM:</b>	14.06.2018



Dipl.-Phys. Peter Fritz  
Vorstand

Dieser Bericht umfasst 18 Seiten und 3 Anhänge mit 10 Blättern.

Der Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers bzw. der Stadt Mainz im Zusammenhang mit dem oben genannten Planvorhaben bestimmt. Jede darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Sachverhalt und Aufgabenstellung</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Bearbeitungsgrundlagen</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Anforderungen an den Immissionsschutz</b>	<b>7</b>
4.1	Erschütterungsschutz	7
4.2	Sekundärer Luftschall	9
<b>5</b>	<b>Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise</b>	<b>10</b>
5.1	Prognosemodell	10
5.2	Emissionen	11
5.3	Transmissionen	12
5.3.1	Transferfunktion $T_1$	12
5.3.2	Gebäudeübertragungsfunktion $\Delta L_G$	13
5.4	Betriebsparameter	14
5.5	Immissionen	15
<b>6</b>	<b>Untersuchungsergebnisse</b>	<b>15</b>
6.1	Erschütterungen	16
6.1	Sekundärer Luftschall	17
<b>7</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b>	<b>18</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übertragung von Erschütterungen ..... 11

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen ..... 8  
Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall ..... 10  
Tabelle 3: Betriebsprogramm für das Prognosejahr 2030 ..... 14

## Anhänge

Anhang 1 Lageplan/Angaben zu Immissionsorten  
Anhang 2 Übertragungsfunktionen  
Anhang 3 Beurteilung der Immissionen

## Abkürzungsverzeichnis

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]
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)]
L <sub>vA</sub>	A-bewerteter Körperschallschnellepegel in Fußbodenmitte [dB(A)]
MI	Mischgebiet
N	Anzahl von Zügen
r, R	Abstand
SB	Straßenbahn
StAbw	Standardabweichung
T	Transferfunktion
T <sub>e</sub>	Vorbeifahrtzeit
T <sub>ge</sub>	geometrische Vorbeifahrtzeit
V <sub>gem.</sub>	Gemessene Zuggeschwindigkeit [km/h]
V <sub>max</sub>	Maximal zulässige Streckengeschwindigkeit [km/h]
v <sub>0</sub>	Referenzwert für die Schwingschnelle [5 * 10 <sup>-8</sup> m/s]
WA	Allgemeines Wohngebiet

## 1 Zusammenfassung

Die erschütterungstechnischen Untersuchungen zum Planvorhaben „Untere Zahlbacher Straße“ haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

- ❑ Für die geplanten Wohn- und Geschäftshäuser wurden unter Zugrundelegung der aktuellen Messergebnisse /9/ und der typischen Gebäudeübertragungsfunktionen die Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall prognostiziert und gemäß den derzeit gültigen Regelwerken beurteilt.
- ❑ Die sekundären Luftschallimmissionen unterschreiten sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum in allen Bereichen des Plangebietes die in Anlehnung an die **24. BImSchV** zur Beurteilung herangezogenen Immissionsrichtwerte (**IRW**).
- ❑ Die ermittelten Beurteilungsschwingstärken für den Tag- bzw. Nachtzeitraum belaufen sich für die untersuchten Immissionsorte im WA-Gebiet (**IP01 bis IP04**) und im MI-Gebiet (**IP05, IP06**) auf maximal

**$KB_{FTF} \leq 0,072 / 0,044$  (WA)**

**$KB_{FTF} \leq 0,106 / 0,065$  (MI).**

Die für die geplanten Bebauungen ermittelten Beurteilungsschwingstärken schöpfen im Tag- bzw. im Nachtzeitraum die hier gültigen Anhaltswerte bis zu

**$p_{Tag/Nacht} = 69 \% / 59 \%$  (WA)**

**$p_{Tag/Nacht} = 70 \% / 62 \%$  (MI).**

aus. Somit unterschreiten sie die für WA- bzw. MI-Gebiete geltenden Anforderungen an den Erschütterungsschutz. Erhebliche Belästigungen im Sinne der **DIN 4150-2** infolge schienenverkehrsinduzierter Erschütterungen sind **nicht** zu erwarten.

## 2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die wiwi consult GmbH & Co KG plant zusammen mit der Stadt Mainz die Änderung eines vorhandenen B-Plans als Grundlage für ein neues Bauvorhaben für Wohn- und Geschäftshäuser in der Unteren Zahlbacher Straße in Mainz. Das Plangebiet befindet sich zwischen dem östlich gelegenen Zahlbacher Steg und der westlich gelegenen Unteren Zahlbacher Straße, in der die Straßenbahnlinie 52 verkehrt. Das städtebauliche Konzept sieht eine Aufteilung des Grundstückes in zwei Bereiche vor. Dem nördlichen Teil wird eine überwiegende Wohnnutzung (WA-Gebiet) und dem südlichen Teil eine gemischte Nutzung zugewiesen. Auf dem Bauareal sollen 6 Neubauten entstehen, die sich in einem Mindestabstand von

$$r = 12,5 \text{ m}$$

zur nächstgelegenen Gleisachse befinden.

Im Rahmen dieser erschütterungstechnischen Untersuchung wird geprüft, ob mögliche erschütterungstechnische Konfliktpotentiale hinsichtlich der zukünftigen Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für die geplanten Bebauungen zu erwarten sind und welche Maßnahmen gegebenenfalls zur Konfliktbewältigung bzw. zur Konfliktminimierung in Betracht zu ziehen sind. Die Prognoseberechnungen basieren hierbei auf den Ergebnissen der durchgeführten Emissions- und Ausbreitungsmessungen /9/.

## 3 Bearbeitungsgrundlagen

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

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269)

- 
- /3/ 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04. Februar 1997 in ihrer berichtigten Fassung vom 16. Mai 1997
  - /4/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Juni 2001
  - /5/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Juni 1999
  - /6/ DB-Richtlinie 820.2050, Erschütterungen und sekundärer Luftschall, Entwurf vom 21.09.2016
  - /7/ Bebauungsplan „Untere Zahlbacher Straße (0 69)“, Planstufe I, Maßstab 1:500, Stadtplanungsamt, Landeshauptstadt Mainz, Stand vom 14.07.2017
  - /8/ Prognose des Verkehrsaufkommens für das Prognosejahr 2030, Angaben der Mainzer Verkehrsgesellschaft, Stand 2018
  - /9/ „Durchführung von erschütterungstechnischen Emissions- und Ausbreitungsmessungen an 2 Messquerschnitten im Bereich des Plangebietes“, Messbericht-Erschütterung, KREBS + KIEFER FRITZ AG, Bericht-Nr. 20178155-VME-1 vom 13.11.2017

## 4 Anforderungen an den Immissionsschutz

### 4.1 Erschütterungsschutz

Für die Beurteilung von Einwirkungen durch verkehrsinduzierte Erschütterungsimmissionen gibt es derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen, in denen Grenzwerte festgelegt sind. Daher werden zur Bewertung von Erschütterungsimmissionen die in Fachkreisen als Beurteilungsgrundlage allgemein anerkannten **Anhaltswerte** nach **DIN 4150-2 /5/** 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.

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

- die maximale zeit- und frequenzbewertete Schwingstärke **KB<sub>Fmax</sub>**,
- die Beurteilungsschwingstärke **KB<sub>FTr</sub>**.

Zeile	Einwirkungsort	tags		nachts	
		A <sub>u</sub>	A <sub>r</sub>	A <sub>u</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	0,600	0,300	0,450	0,225
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	0,450	0,225	0,300	0,150
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0,300	0,150	0,225	0,105
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	0,225	0,105	0,150	0,075
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,150	0,075	0,150	0,075

**Tabelle 1:** Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen

Für die Beurteilung schienenverkehrsinduzierter Immissionen nennt die Norm zwei Kriterien. Der untere Anhaltswert **A<sub>u</sub>** ist ein Anhaltswert für den **KB<sub>Fmax</sub>-Wert**. Ist **KB<sub>Fmax</sub>** kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert **A<sub>u</sub>**, so sind die Anforderungen der Norm erfüllt, es gilt als nachgewiesen, dass die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen **nicht** als **erheblich belästigend** einzustufen sind. Übersteigt **KB<sub>Fmax</sub>** den unteren Anhaltswert **A<sub>u</sub>**, so ist die Beurteilungsschwingstärke **KB<sub>FTr</sub>** zu bilden und mit dem Beurteilungsanhaltswert **A<sub>r</sub>** zu vergleichen.

Für oberirdisch geführten Schienenverkehr des ÖPNV nennt die **DIN 4150-2** eine Sonderregelung. Gemäß Ziffer 6.5.3.3 dürfen die  $A_u$ - und  $A_r$ -Werte nach **DIN 4150-2** um den Faktor **1,5** angehoben werden. Mit diesem Faktor wird berücksichtigt, dass die von Stadtbahnstrecken ausgehenden Erschütterungsimmissionen in der Regel als weniger belästigend empfunden werden, als die Erschütterungsimmissionen, die von anderen Verkehrsträgern ausgehen. Dieser Faktor ist bei den in **Tabelle 1** angegebenen Anhaltswerten bereits berücksichtigt.

Für schutzbedürftige Nutzungen, die in Allgemeinen Wohngebiete errichtet werden, sind somit die Anforderungswerte gemäß der **Tabelle 1**, Zeile 4 heranzuziehen. Für schutzbedürftige Nutzungen innerhalb des Mischgebietes sind die Anforderungswerte der **Tabelle 1**, Zeile 3 der Beurteilung zu Grunde zu legen.

## 4.2 Sekundärer Luftschall

Für Einwirkungen aus sekundären Luftschallimmissionen, hervorgerufen von schienengebundenen Verkehrssystemen, existieren derzeit weder vom Gesetzgeber noch in technischen Regelwerken verbindlich vorgegebene Anforderungswerte. Daher ist es erforderlich, sich für eine sachgerechte Beurteilung an andere Gesetze, Verordnungen und Regelwerke auf Grundlage von Plausibilitätsbetrachtungen anzulehnen.

In Anlehnung an **24. BImSchV /3/** werden hinsichtlich der Beurteilung des sekundären Luftschalls die aus den Korrektursummanden D abgeleiteten zulässigen Beurteilungspegel im Innenraum (= Korrektursummand D zuzüglich 3 dB(A)) als Beurteilungsmaßstab herangezogen. Der für den Straßenbahnverkehr noch bis zum 01.01.2019 zulässige Lästigkeitsabschlag von **-5 dB(A)**, der sogenannte Schienenbonus wird berücksichtigt.

Die Gliederung der Raumnutzung entspricht /3/. Für den Korrektursummanden D gemäß /3/, Tabelle 1 gilt

$$D = L_{r,N/T} - 3 \text{ dB.}$$

Zeile	Raumnutzung	$L_{ri,T}$ [dB(A)]	$L_{ri,N}$ [dB(A)]
1	Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden	-	30
2	Wohnräume	40	-
3	Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Operationsräume, wissenschaftliche Arbeitsräume, Leseräume in Bibliotheken, Unterrichtsräume	40	-
4	Konferenz- und Vortragsräume, Büroräume, allgemeine Laborräume	45	-
5	Großraumbüros, Schalterräume, Druckerräume von DV-Anlagen, soweit dort ständige Arbeitsplätze vorhanden sind	50	-
6	Sonstige Räume, die zum nicht nur Vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind	entsprechend der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Nutzung festzusetzen	

$L_{ri,T}$  = Beurteilungspegel innerhalb von Räumen für den Tag

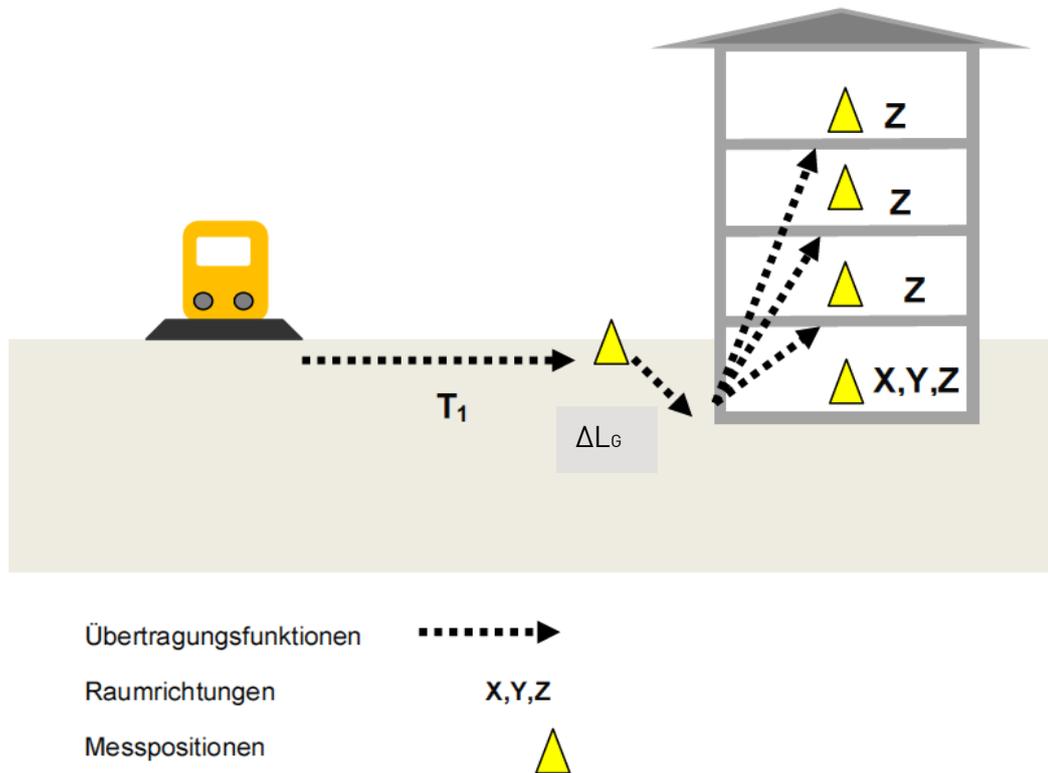
$L_{ri,N}$  = Beurteilungspegel innerhalb von Räumen für die Nacht

**Tabelle 2:** Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall

## 5 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

### 5.1 Prognosemodell

Bei der Prognose der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für schutzwürdige Räume eines Gebäudes wird von der in **Abbildung 1** skizzierten Übertragungskette ausgegangen.



**Abbildung 1:** Übertragung von Erschütterungen

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

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

## 5.2 Emissionen

Bei oberirdischen Schienenverkehrswegen wird die **Emission** (Quellstärke) durch die in einem Abstand von 8 m zur Gleisachse im Erdboden gemessenen Schwing-

---

stärken charakterisiert. Die für die Prognose herangezogenen Emissionsspektren wurden messtechnisch ermittelt /9/.

## 5.3 Transmissionen

Der Übertragungsweg von schienenverkehrsinduzierten Schwingungen auf die für die Beurteilung relevanten Geschosdecken eines Gebäudes wird in einzelne Übertragungsfunktionen (Transferfunktionen) untergliedert.

### 5.3.1 Transferfunktion $T_1$

Die entfernungsbedingte Amplitudenabnahme der Schwingschnelle zwischen Emissionsort und einem Ort im Erdreich unmittelbar vor einem Gebäude wird als Transferfunktion  $T_1$  bezeichnet. Diese basiert im vorliegenden Fall auf den durchgeführten Ausbreitungsmessungen /9/ im Bereich des zu bebauenden Areals in der Unteren Zahlbacher Straße in Mainz. Die berechneten Übertragungsfunktionen für die untersuchten Immissionsorte sind in **Anhang 2.2** tabellarisch dargestellt.

Wie aus dem Messbericht /9/ zu entnehmen ist, wurde im Plangebiet zwei Messquerschnitte ausgewählt, die unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen abbilden sollen. Der erste Messquerschnitt **MQ1** wurde im Einwirkungsbereich einer Kurve, **MQ2** im Einwirkungsbereich einer Geraden ausgewählt. Aufgrund der allgemeinen Erwartung ist zu erwarten, dass die Emissionen im Bereich des Gleisbogens höher als im Bereich des geraden Streckenabschnitts sind. Die Ergebnisse der Erschütterungsmessungen zeigen, dass die Emissionen an dem geraden Streckenabschnitt im Gegenteil höher ermittelt wurde.

Eine Erklärung dafür könnte der Blick auf den im Messquerschnitt **MQ2** vorhandenen Boden liefern. Da die obere Schicht des Bodens aufgrund der vorherigen Nutzung (Auto-Abstellplätze) verfestigt und asphaltiert wurde, wurde an 3 Positionen die feste Schicht bis zum Mutterboden ausgehoben, damit die Erdspieße in den Boden gesetzt werden konnten. Jedoch zeigt die in diesem Bereich ermittelte Ausbreitungsexponente, dass das Vorhandensein einer festen Oberschicht zu einer höheren Dämpfung der Schwingungen führte. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass beim Umrechnen der Emissionen von den Messpositionen auf den 8 m Abstand höhere Emissionen ermittelt werden. Da diese Schicht bei Realisierung des Bauvorhabens entfernt wird, entsprechen die vorhandenen Ausbreitungsbedingungen nicht den zukünftigen. Dementsprechend werden zur Beurteilung der

schieneinduzierten Immissionen die Ausbreitungsexponente und die Emissionen zu Grunde gelegt, die an **MQ1** ermittelt wurden.

Die Berechnung der  $T_1$ -Funktion für die Immissionsorte erfolgt spektral nach der folgenden Gleichung:

$$T_1(f) = 20\log(R_0/R)^{-n(f)} \text{ [dB]}$$

mit:

**R<sub>0</sub>** Bezugsabstand [m]

**R** Abstand Gebäude zur Gleisachse [m]

**n(f)** Exponent der Abnahmebeziehung als Funktion der Frequenz [-]

### 5.3.2 Gebäudeübertragungsfunktion $\Delta L_G$

Die Gebäudeübertragungsfunktion  $\Delta L_G$  beschreibt das Übertragungsverhalten vom Erdreich vor dem Gebäude bis zur Geschossdecke. Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen, im Hinblick auf die Störwirkung von Menschen beim Aufenthalt in Gebäuden, sind die Schwingungseinwirkungen in der Raummitte maßgebend. Die Übertragungsfunktion 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.

Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zu Grunde gelegten Übertragungsfunktionen basieren auf statistischen Auswertungen von Messungen /6/, die im Einwirkungsbereich von Bahnstrecken durchgeführt wurden. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Deckenkonstruktionen der geplanten Wohngebäude ausschließlich um Stahlbetondecken handelt. Des Weiteren sind Festlegungen zu den Deckenspannweiten zu treffen, die sich im Wesentlichen in der ersten Eigenfrequenz der Decke niederschlagen. Hierfür wurden die im Folgenden genannten typischen ersten Deckeneigenfrequenzen für Gebäude in Massivbauweise und Stahlbetondeckenkonstruktionen

$$f_{0,1} = 12,5 \text{ Hz}$$

$$f_{0,2} = 16,0 \text{ Hz}$$

$$f_{0,3} = 20,0 \text{ Hz}$$

$$f_{0,4} = 25,0 \text{ Hz}$$

$$f_{0,5} = 31,5 \text{ Hz}$$

$$f_{0,6} = 40,0 \text{ Hz}$$

untersucht. Die zu Grunde gelegten Übertragungsfunktionen sind in **Anhang 2.3** und **Anhang 2.4** tabellarisch dargestellt.

## 5.4 Betriebsparameter

Für die Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist die Kenntnis der Intensität von Schwingungsimmissionen sowie deren Einwirkdauer erforderlich. Die Intensität am Einwirkungsort wird maßgeblich durch die fahrzeugspezifische Emission sowie die gelände- und gebäudespezifische Übertragung geprägt. Hinsichtlich der Erschütterungen ist bei der Ermittlung der Einwirkdauer das 30-Sekunden-Taktverfahren gemäß **DIN 4150-2 /5/** zu beachten.

Der Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen wird das Betriebsprogramm für das Prognosejahr 2030 /8/ zu Grunde gelegt:

Zugart	Anzahl der Fahrzeuge		v	L
	Tag	Nacht	[km/h]	[m]
Straßenbahn	148	28	50	30

**Tabelle 3: Betriebsprogramm für das Prognosejahr 2030**

Die Einwirkzeit des sekundären Luftschalls wird jeweils auf den Beurteilungszeitraum Tag (06.00 bis 22.00 Uhr) bzw. Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr) bezogen. Sie 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 berücksichtigt

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

mit

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

## 5.5 Immissionen

Als Erschütterungsimmissionen werden die bauwerksbezogenen, gemäß **DIN 4150-2** 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.

Im vorliegenden Fall wurde zur Bestimmung des Beurteilungspegels für den sekundären Luftschall die Richtlinie 820.2050 der DB AG /6/ 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)]

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

## 6 Untersuchungsergebnisse

Die Lage der Immissionsorte sowie der Gleise können den **Anhang 1** entnommen werden. Die Ergebnisse der Immissionsprognose für Erschütterungen und sekundärem Luftschall sind in **Anhang 3** tabellarisch aufgeführt. Die Immissionen werden für alle untersuchten Geschossdeckentypen getrennt für den Tag- und

Nachtzeitraum ausgewiesen und beurteilt. **Grün** hinterlegte Felder bedeuten, dass die jeweils gültigen Anforderungen an den Immissionsschutz erfüllt werden. Bei **rot** hinterlegten Feldern sind die Anforderungen nicht erfüllt. Sind Felder **gelb** hinterlegt, so wird ein zusätzlicher Prüfschritt erforderlich.

Sofern die prognostizierten betriebsbedingten Immissionen das Erfordernis von Schutzmaßnahmen ausweisen, werden diese anschließend diskutiert.

## 6.1 Erschütterungen

Unter Berücksichtigung der gemessenen Erschütterungsemissionen und der angenommenen typischen Gebäudeübertragungsbedingungen ergeben sich die in der Tabelle des **Anhang 3.1** und **Anhang 3.2** ausgewiesenen maximalen bewerteten Schwingstärken im Bereich von

$$KB_{Fmax} = 0,035 \dots 0,431$$

im Tag- bzw. im Nachtzeitraum. Die höchsten Werte wurden an **IP05** ermittelt. Die maximalen Schwingstärken liegen in einem Bereich des menschlichen Empfindens, der als „gut spürbar“ einzustufen ist.

Der für Allgemeine Wohngebiete zulässige untere Anhaltswert wird in **DIN 4150-2** Tabelle 1 für den Tag- bzw. Nachtzeitraum mit

$$A_u = 0,225 / 0,150$$

und für Mischgebiete mit

$$A_u = 0,300 / 0,225$$

angegeben. An **IP02** und **IP04** werden die zulässige Anhaltswerte sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum eingehalten. An **IP01**, **IP03**, **IP05** und **IP06** werden dagegen für mindesten 4 untersuchten Geschossdeckentypen die unteren Anhaltswerte der **DIN 4150-2** im Tag- bzw. im Nachtzeitraum überschritten. Zur Beurteilung, ob diese Erschütterungsimmissionen im Sinne der **DIN 4150-2** als „**erheblich belästigend**“ einzustufen sind, wird ein weiterer Beurteilungsschritt, die Bildung der Beurteilungsschwingstärke **KB<sub>Fr</sub>** erforderlich. Da an **IP02** und **IP04** die Anforderungen an Erschütterungsschutz bereits im 1. Beurteilungsschritt eingehalten sind, wird die Beurteilung für diese Immissionsorte rein informativ dargestellt.

Es ergeben sich Beurteilungsschwingstärken für den Tag bzw. die Nacht von maximal

$$\mathbf{KB_{FTF} \leq 0,054 / 0,033 (IP01)}$$

$$\mathbf{KB_{FTF} \leq 0,072 / 0,044 (IP03)}$$

$$\mathbf{KB_{FTF} \leq 0,106 / 0,065 (IP05)}$$

$$\mathbf{KB_{FTF} \leq 0,094 / 0,058 (IP06)}$$

Der für die schutzbedürftigen Nutzungen im Mischgebiet zulässige Beurteilungsanhaltswert wird in **DIN 4150-2**, Tabelle 1, Zeile 3 (MI-Gebiet) für den Tag- bzw. Nachtzeitraum mit

$$\mathbf{A_r = 0,150 / 0,105}$$

angegeben. Der zulässige Beurteilungsanhaltswert für Immissionsorte **DIN 4150-2**, Tabelle 1, Zeile 4 (WA-Gebiet) beträgt für den Tag- bzw. Nachtzeitraum

$$\mathbf{A_r = 0,105 / 0,075.}$$

Dies bedeutet, dass die für alle untersuchten Deckeneigenfrequenzen prognostizierten Beurteilungsschwingstärken die oben genannten Anhaltswerte sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum deutlich unterschreiten. Die prognostizierten Beurteilungsschwingstärken **KB<sub>FTF</sub>** schöpfen die Beurteilungsanhaltswerte für Gewerbegebiete im Tag- bzw. Nachtzeitraum maximal zu

$$\mathbf{p \leq 70 \% / 62 \%}$$

aus.

Demgemäß werden die Anforderungen der **DIN 4150-2** im ersten Schritt der Beurteilung für die Immissionsorte IP02 und IP04 und im zweiten Schritt der Beurteilung für die Immissionsorte IP01, IP03, IP05 und IP06 erfüllt. Die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen sind somit im Sinne der **DIN 4150-2** als **nicht** „erheblich belästigend“ einzustufen.

## 6.1 Sekundärer Luftschall

In **Anhang 3.1** und **Anhang 3.2** sind die prognostizierten Immissionen aus sekundärem Luftschall ausgewiesen. Für die geplanten Bebauungen wird für den Tagzeitraum der Immissionsrichtwert für eine Wohnnutzung und im Nachtzeitraum

für eine Nutzung als Schlafräum der Beurteilung zu Grunde gelegt. Somit gilt im Tag- bzw. im Nachtzeitraum ein Immissionsrichtwert von

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

Es ergeben sich Beurteilungspegel tags bzw. nachts von bis zu

$$\mathbf{L_{r,Tag/Nacht} = 15,9 / 11,7 \text{ dB(A)}}.$$

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

## 7 Abschließende Bemerkungen

Die erschütterungstechnische Untersuchung für die geplanten Wohn- und Geschäftshäuser in der Unteren Zahlbacher Straße in Mainz zeigt, dass die prognostizierten Erschütterungs- bzw. Luftschallimmissionen die Anforderungen der **DIN 4150-2** bzw. die Anforderungen an die **24. BImSchV** hinsichtlich der sekundären Luftschallimmissionen einhalten. Erhebliche Belästigungen aus den schienenverkehrsinduzierten Immissionen sind nicht zu erwarten. Bauseitige Schutzvorkehrungen zur Minderung der Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen werden an den geplanten Bebauungen in der Unteren Zahlbacher Straße in Mainz nicht erforderlich.

AUFGESTELLT:

  
Dipl.-Phys. Andreas Malizki

GEPRÜFT:

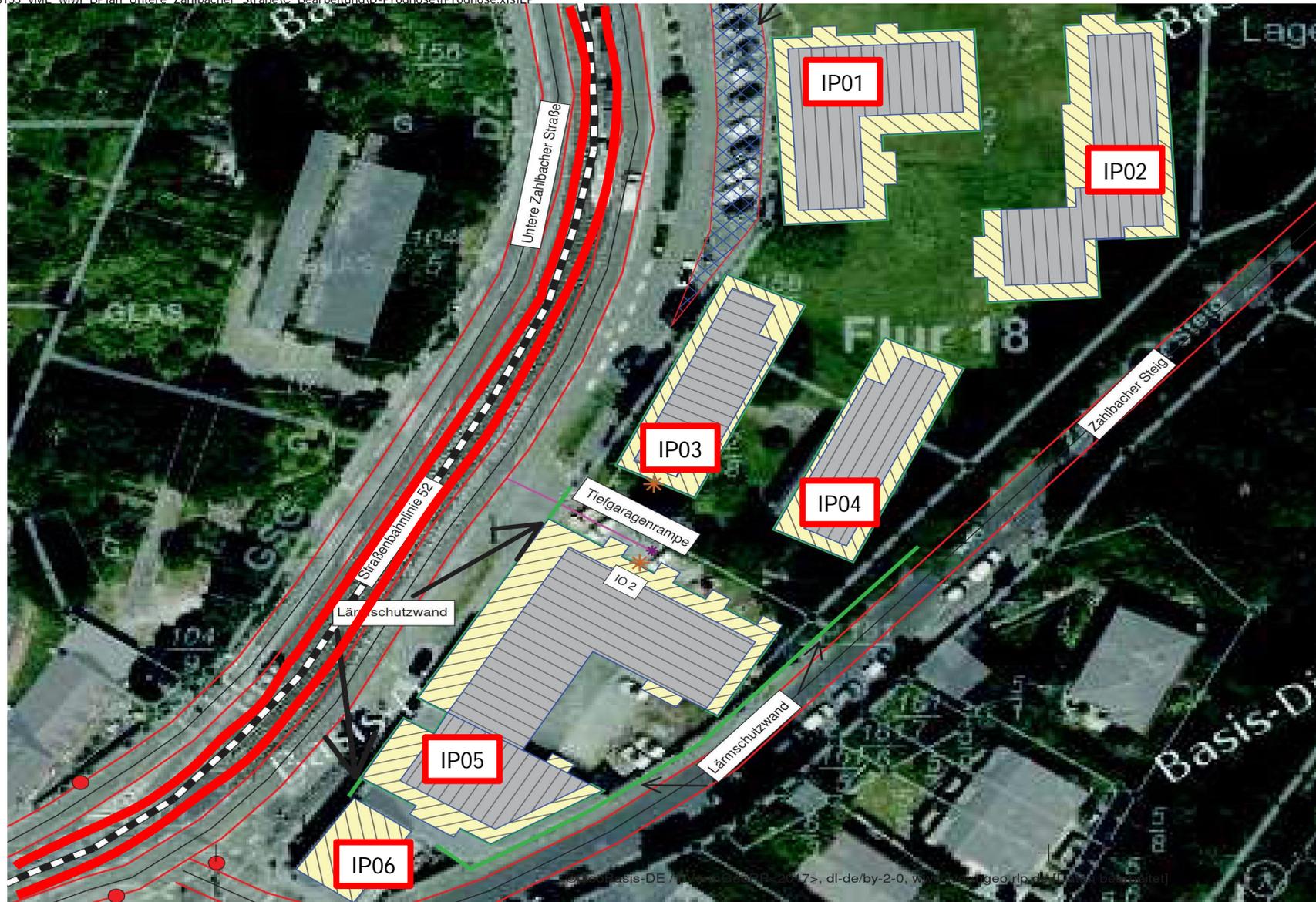
  
Andre Kaminski B.Eng.

# ANHANG

# Erschütterungsprognose

## Lageplan

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\D-Prognose\Prognose.xls\LP



10.11.2017

# Erschütterungsprognose

## Angaben zum Immissionspunkt

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\ID-Prognose\Prognose1.xls\IP

	1	2	3	4	5	6	-								
Nutzung	Schlafraum	Wohnraum	Behandlungsraum u.a.	Büroraum	Schalterraum	Sonstige Räume	Raum nicht vorhanden								
IP	I	Straße	H.-Nr.	PLZ	ORT	Raum	Geschoss	Nutzung	Decke	Abstand vom Gleis zum IP					
										G1	G2	G3	G4	G5	G6
1	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	1	EG	Schlafraum	SBD	19,5	22	-	-	-	-
1	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	2	1.OG	Schlafraum	SBD	19,5	22	-	-	-	-
1	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	3	2.OG	Schlafraum	SBD	19,5	22	-	-	-	-
2	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	1	EG	Schlafraum	SBD	45,5	48	-	-	-	-
2	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	2	1.OG	Schlafraum	SBD	45,5	48	-	-	-	-
2	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	3	2.OG	Schlafraum	SBD	45,5	48	-	-	-	-
3	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	1	EG	Schlafraum	SBD	16,5	18	-	-	-	-
3	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	2	1.OG	Schlafraum	SBD	16,5	18	-	-	-	-
3	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	3	2.OG	Schlafraum	SBD	16,5	18	-	-	-	-
4	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	1	EG	Schlafraum	SBD	37,5	40	-	-	-	-
4	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	2	1.OG	Schlafraum	SBD	37,5	40	-	-	-	-
4	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	3	2.OG	Schlafraum	SBD	37,5	40	-	-	-	-
5	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	1	EG	Schlafraum	SBD	12,5	15	-	-	-	-
5	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	2	1.OG	Schlafraum	SBD	12,5	15	-	-	-	-
5	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	3	2.OG	Schlafraum	SBD	12,5	15	-	-	-	-
6	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	1	EG	Schlafraum	SBD	13,5	16	-	-	-	-
6	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	2	1.OG	Schlafraum	SBD	13,5	16	-	-	-	-
6	1	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	3	2.OG	Schlafraum	SBD	13,5	16	-	-	-	-

14.11.2017

# Erschütterungsprognose

## Anforderungen an den Erschütterungsschutz

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\D-Prognose\Prognose.xls\An-ES

I		1	2	3	4	5	-							
Gebietsnutzung		Industriegebiet	Gewerbegebiet	Mischgebiet	Wohngebiet	Sondergebiet	IP nicht vorhanden							
IP	I	ÖPNV	Straße	H.-Nr.	PLZ	ORT	Gebietsnutzung	A <sub>uT</sub>	A <sub>oT</sub>	A <sub>rT</sub>	A <sub>uN</sub>	A <sub>oN</sub>	A <sub>rN</sub>	GN
1	4	ja	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	Wohngebiet	0,23	3,00	0,11	0,15	0,60	0,08	WA
2	4	ja	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	Wohngebiet	0,23	3,00	0,11	0,15	0,60	0,08	WA
3	4	ja	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	Wohngebiet	0,23	3,00	0,11	0,15	0,60	0,08	WA
4	4	ja	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	Wohngebiet	0,23	3,00	0,11	0,15	0,60	0,08	WA
5	3	ja	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	Mischgebiet	0,30	5,00	0,15	0,23	0,60	0,11	MI
6	3	ja	Untere Zahlbacher Straße	-	55131	Mainz	Mischgebiet	0,30	5,00	0,15	0,23	0,60	0,11	MI

10.11.2017

# Erschütterungsprognose

## Standardfunktionen

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiw\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\D-Prognose\Prognose.xls\SF

I	Decke & f <sub>0</sub>	StAbw	T3-Standardfunktion in dB als Funktion der Frequenz in [Hz]																		
			4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250
12	SBD <sub>8</sub>	MW	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
13	SBD <sub>10</sub>	MW	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
14	SBD <sub>12,5</sub>	MW	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
15	SBD <sub>16</sub>	MW	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
16	SBD <sub>20</sub>	MW	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0
17	SBD <sub>25</sub>	MW	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0
18	SBD <sub>31,5</sub>	MW	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5
19	SBD <sub>40</sub>	MW	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5
20	SBD <sub>50</sub>	MW	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1
21	SBD <sub>62,5</sub>	MW	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3
22	SBD <sub>80</sub>	MW	-2,5	-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9
-	kein Raum vorhanden		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

I	Maßnahme	TSM-Standardfunktion in dB als Funktion der Frequenz in [Hz]																			
		4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
1	ohne Maßnahme	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Lagerung 8Hz	0,0	4,3	7,2	8,0	2,1	-3,6	-8,6	-12,3	-15,5	-18,4	-21,2	-23,5	-25,8	-28,1	-30,1	-32,1	-34,3	-36,3	-38,3	-40,4
3	Lagerung 10Hz	0,0	0,0	4,3	7,2	8,0	2,1	-3,6	-8,6	-12,3	-15,5	-18,4	-21,2	-23,5	-25,8	-28,1	-30,1	-32,1	-34,3	-36,3	-38,3

Frequenz [Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
T(KB)	-4,71	-3,53	-2,53	-1,73	-1,18	-0,79	-0,50	-0,33	-0,21	-0,14	-0,08	-0,05	-0,03	-0,02	-	-	-	-	-	-
T(A)	-	-	-	-	-70,4	-63,4	-56,7	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-	-	-	-	-

10.11.2017

# Erschütterungsprognose

## Transferfunktion 1 (berechnet)

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\ID-Prognose\Prognose1.xls\T-1-R

IP		R <sub>i</sub>	T1 in dB als Funktion der Frequenz in [Hz]																			
			4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
1	Gleis 1	19,5	-1,3	-2,4	-3,7	-3,8	-3,8	-5,3	-7,3	-9,6	-11,9	-13,3	-17,0	-17,0	-17,9	-19,0	-20,2	-16,7	-13,1	-11,9	-11,0	-9,7
1	Gleis 2	22	-1,5	-2,7	-4,2	-4,4	-4,4	-6,0	-8,3	-10,9	-13,5	-15,1	-19,3	-19,3	-20,3	-21,6	-22,9	-18,9	-14,9	-13,5	-12,5	-11,0
1	Gleis 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Gleis 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Gleis 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Gleis 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Gleis 1	45,5	-2,6	-4,6	-7,2	-7,5	-7,5	-10,3	-14,2	-18,7	-23,1	-26,0	-33,2	-33,2	-34,9	-37,1	-39,4	-32,5	-25,5	-23,3	-21,5	-18,9
2	Gleis 2	48	-2,7	-4,8	-7,5	-7,7	-7,7	-10,6	-14,6	-19,2	-23,8	-26,8	-34,2	-34,2	-36,0	-38,3	-40,6	-33,5	-26,3	-24,0	-22,1	-19,5
2	Gleis 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Gleis 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Gleis 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Gleis 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Gleis 1	16,5	-1,1	-1,9	-3,0	-3,1	-3,1	-4,3	-5,9	-7,8	-9,6	-10,8	-13,8	-13,8	-14,5	-15,5	-16,4	-13,5	-10,6	-9,7	-8,9	-7,9
3	Gleis 2	18	-1,2	-2,2	-3,4	-3,5	-3,5	-4,8	-6,6	-8,7	-10,8	-12,1	-15,5	-15,5	-16,3	-17,3	-18,4	-15,2	-11,9	-10,9	-10,0	-8,8
3	Gleis 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Gleis 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Gleis 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Gleis 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

# Erschütterungsprognose

## Transferfunktion 1 (berechnet)

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\ID-Prognose\Prognose1.xls\T-1-R

IP		R <sub>i</sub>	T1 in dB als Funktion der Frequenz in [Hz]																			
			4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
4	Gleis 1	37,5	-2,3	-4,1	-6,4	-6,7	-6,7	-9,1	-12,6	-16,6	-20,6	-23,1	-29,5	-29,5	-31,0	-33,0	-35,0	-28,9	-22,7	-20,7	-19,1	-16,8
4	Gleis 2	40	-2,4	-4,3	-6,7	-6,9	-6,9	-9,5	-13,1	-17,3	-21,4	-24,1	-30,7	-30,7	-32,3	-34,4	-36,5	-30,1	-23,6	-21,6	-19,9	-17,5
4	Gleis 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Gleis 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Gleis 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Gleis 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Gleis 1	12,5	-0,7	-1,2	-1,9	-1,9	-1,9	-2,6	-3,6	-4,8	-5,9	-6,7	-8,5	-8,5	-9,0	-9,5	-10,1	-8,3	-6,6	-6,0	-5,5	-4,9
5	Gleis 2	15	-0,9	-1,7	-2,6	-2,7	-2,7	-3,7	-5,1	-6,8	-8,4	-9,4	-12,0	-12,0	-12,6	-13,4	-14,3	-11,8	-9,2	-8,4	-7,8	-6,8
5	Gleis 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Gleis 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Gleis 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Gleis 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Gleis 1	13,5	-0,8	-1,4	-2,2	-2,3	-2,3	-3,1	-4,3	-5,6	-7,0	-7,8	-10,0	-10,0	-10,5	-11,2	-11,9	-9,8	-7,7	-7,0	-6,5	-5,7
6	Gleis 2	16	-1,0	-1,8	-2,9	-3,0	-3,0	-4,1	-5,7	-7,4	-9,2	-10,4	-13,2	-13,2	-13,9	-14,8	-15,7	-13,0	-10,2	-9,3	-8,6	-7,5
6	Gleis 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Gleis 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Gleis 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Gleis 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

# Erschütterungsprognose

## Transferfunktion 3 (Standardwerte)

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\ID-Prognose\Prognose1.xls\T-3-S

IP	I		T3 in dB als Funktion der Frequenz in [Hz]																			
			4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
1	14	Raum 1	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
1	15	Raum 2	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
1	16	Raum 3	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
2	14	Raum 1	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
2	15	Raum 2	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
2	16	Raum 3	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
3	14	Raum 1	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
3	15	Raum 2	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
3	16	Raum 3	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
4	14	Raum 1	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
4	15	Raum 2	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
4	16	Raum 3	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
5	14	Raum 1	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
5	15	Raum 2	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
5	16	Raum 3	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
6	14	Raum 1	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
6	15	Raum 2	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
6	16	Raum 3	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0

# Erschütterungsprognose

## Transferfunktion 3 (Standardwerte)

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\ID-Prognose\Prognose.xls\T-3-S

IP	I		T3 in dB als Funktion der Frequenz in [Hz]																			
			4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
1	17	Raum 1	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0
1	18	Raum 2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
1	19	Raum 3	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
2	17	Raum 1	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0
2	18	Raum 2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
2	19	Raum 3	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
3	17	Raum 1	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0
3	18	Raum 2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
3	19	Raum 3	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
4	17	Raum 1	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0
4	18	Raum 2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
4	19	Raum 3	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
5	17	Raum 1	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0
5	18	Raum 2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
5	19	Raum 3	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
6	17	Raum 1	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0
6	18	Raum 2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8
6	19	Raum 3	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8

13.11.2017

# Erschütterungsprognose

## Beurteilung der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\ID-Prognose\Prognose\_1\_2018.xls]B-I

eingehalten      Prüfung durch  $A_r$       nicht eingehalten

IP	Straße	H.-Nr.	PLZ	Ort	Nutzung	GN	$R_{min}$ [m]	$f_0$ [Hz]	$KB_{Fmax}$		$KB_{FTR}$		Auslastung		$L_r$	
									Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	20	12,5	0,097	0,097	0,000	0,000	0%	0%	6,4	2,2
1	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	20	16	0,152	0,152	0,039	0,024	38%	32%	6,9	2,7
1	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	20	20	0,198	0,198	0,051	0,031	49%	42%	7,8	3,6
2	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	46	12,5	0,034	0,034	0,000	0,000	0%	0%	-2,6	-6,8
2	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	46	16	0,058	0,058	0,000	0,000	0%	0%	-1,8	-6,0
2	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	46	20	0,065	0,065	0,000	0,000	0%	0%	-0,4	-4,6
3	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	17	12,5	0,124	0,124	0,032	0,020	31%	27%	8,5	4,3
3	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	17	16	0,188	0,188	0,049	0,030	47%	41%	9,0	4,8
3	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	17	20	0,249	0,249	0,065	0,040	62%	54%	9,8	5,6
4	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	38	12,5	0,042	0,042	0,000	0,000	0%	0%	-0,6	-4,8
4	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	38	16	0,071	0,071	0,000	0,000	0%	0%	0,1	-4,1
4	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	38	20	0,083	0,083	0,000	0,000	0%	0%	1,3	-2,9
5	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	13	12,5	0,191	0,191	0,047	0,029	31%	27%	11,3	7,1
5	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	13	16	0,273	0,273	0,068	0,042	45%	40%	11,8	7,6
5	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	13	20	0,370	0,370	0,092	0,056	61%	54%	12,5	8,3
6	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	14	12,5	0,169	0,169	0,042	0,026	28%	24%	10,5	6,2
6	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	14	16	0,245	0,245	0,062	0,038	41%	36%	11,0	6,7
6	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	14	20	0,331	0,331	0,083	0,051	55%	48%	11,7	7,5

14.06.2018

# Erschütterungsprognose

## Beurteilung der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall

K:\B\_Projekte\2017\8155\_VME\_wiwi\_BPlan\_Untere\_Zahlbacher\_Straße\C\_Bearbeitung\ID-Prognose\Prognose\_2\_2018.xls]B-I

eingehalten      Prüfung durch  $A_r$       nicht eingehalten

IP	Straße	H.-Nr.	PLZ	Ort	Nutzung	GN	$R_{min}$ [m]	$f_0$ [Hz]	$KB_{Fmax}$		$KB_{FTR}$		Auslastung		$L_r$	
									Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	20	25	0,212	0,212	0,054	0,033	52%	44%	9,0	4,8
1	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	20	31,5	0,190	0,190	0,048	0,030	46%	39%	10,0	5,8
1	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	20	40	0,174	0,174	0,043	0,027	41%	36%	11,0	6,8
2	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	46	25	0,058	0,058	0,000	0,000	0%	0%	0,9	-3,3
2	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	46	31,5	0,046	0,046	0,000	0,000	0%	0%	1,6	-2,6
2	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	46	40	0,035	0,035	0,000	0,000	0%	0%	1,8	-2,4
3	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	17	25	0,276	0,276	0,072	0,044	69%	59%	10,9	6,7
3	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	17	31,5	0,255	0,255	0,066	0,041	63%	54%	12,0	7,8
3	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	17	40	0,242	0,242	0,062	0,038	59%	51%	13,1	8,9
4	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	38	25	0,077	0,077	0,000	0,000	0%	0%	2,7	-1,5
4	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	38	31,5	0,063	0,063	0,000	0,000	0%	0%	3,5	-0,7
4	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	WA	38	40	0,050	0,050	0,000	0,000	0%	0%	3,9	-0,3
5	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	13	25	0,431	0,431	0,106	0,065	70%	62%	13,5	9,3
5	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	13	31,5	0,416	0,416	0,101	0,062	67%	59%	14,6	10,4
5	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	13	40	0,426	0,426	0,101	0,062	68%	59%	15,9	11,7
6	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	14	25	0,381	0,381	0,094	0,058	63%	55%	12,7	8,5
6	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	14	31,5	0,363	0,363	0,089	0,055	59%	52%	13,8	9,6
6	Untere Zahlbacher Str.	-	55131	Mainz	Schlafraum	MI	14	40	0,364	0,364	0,087	0,054	58%	51%	15,0	10,8

14.06.2018