

Müller-BBM GmbH  
Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5  
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0  
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner  
Telefon +49(89)85602 3177  
Andreas.Lackner@mbbm.com

16. Juli 2021  
M160762/02 Version 1 LCK/SCHJ

## **Gemeinde Weßling – Vorhabenbezogener B-Plan „Wohngebiet Schulstraße – sozialgerechtes Wohnen“**

### **Erschütterungstechnische Untersuchung**

**Bericht Nr. M160762/02**

Auftraggeber:

St. Ulrichswerk der Diözese Augsburg  
GmbH  
Siedlungs- und Wohnungsunternehmen  
Jesuitengasse 21  
86152 Augsburg

Bearbeitet von:

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner  
M. Sc. Lisanne Meinerzhagen

Berichtsumfang:

Insgesamt 15 Seiten

Müller-BBM GmbH  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk,  
Dr. Alexander Ropertz,  
Stefan Schierer, Elmar Schröder

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>2 Verwendete Unterlagen</b>	<b>5</b>
<b>3 Messtechnische Untersuchung</b>	<b>5</b>
3.1 Lage der Messpunkte	6
3.2 Streckenbelastung	6
<b>4 Beurteilungskriterien</b>	<b>6</b>
4.1 Erschütterungen	6
4.2 Sekundärer Luftschall	9
<b>5 Prognose der Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen</b>	<b>10</b>
5.1 Vorgehensweise	10
5.2 Ergebnisse der <i>KB</i> -Wert-Prognose	12
5.3 Ergebnisse der sekundären Luftschall-Prognose	13
<b>6 Beurteilung der prognostizierten Immissionen</b>	<b>13</b>
6.1 Allgemeines	13
6.2 Erschütterungen	14
6.3 Sekundärer Luftschall	14
<b>7 Maßnahmen westlicher Gebäudekomplex</b>	<b>14</b>

## Zusammenfassung

Die Gemeinde Weißling plant, in der Ortsmitte auf der Fläche mit der Flur-Nr. 327 den vorhabenbezogenen Bebauungsplan „Wohngebiet Schulstraße – sozialgerechtes Wohnen“ aufzustellen. Das Bebauungsplangebiet soll als Allgemeines Wohngebiet (WA) ausgewiesen werden.

In ca. 30 m Abstand Richtung Westen verläuft die Bahnlinie München – Herrsching, deren Geräuschimmissionen und Erschütterungen auf das Bebauungsplangebiet einwirken.

In der erschütterungstechnischen Untersuchung (Bericht Nr. M160762/01 vom 28.01.2021) wurden die Einwirkungen der Erschütterungen auf das Plangebiet ermittelt.

Nun hat sich die Planung des Bebauungsplangebietes geändert – der westliche Gebäuderiegel entfällt, die neue Planung sieht zwei Gebäudekörper vor, die beide senkrecht zur Bahntrasse angeordnet sind.

Aufgrund der Nähe der Bahnstrecke zum Baugrundstück kann weiterhin mit Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen in einer künftigen Bebauung gerechnet werden. Auf der Basis der Untersuchungsergebnisse aus [10] soll die neue Planung aus erschütterungstechnischer Sicht beurteilt werden.

Die Untersuchung kam zu folgendem Ergebnis:

### **Erschütterungen:**

Die prognostizierten Erschütterungen können die Anforderungen nach DIN 4150 Teil 2 für Allgemeine Wohngebiete im gesamten Plangebiet einhalten. Zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen sind keine Maßnahmen erforderlich.

### **Sekundärer Luftschall:**

Die prognostizierten sekundären Luftschallimmissionen können die Anforderungen an den Maximalpegel zum Nachtzeitraum ( $L_{\max} \leq 35 \text{ dB(A)}$ ) im westlichen, gleisnahen Gebäudekomplex nicht pauschal einhalten. Im Bereich des zweiten östlichen Gebäudekomplexes können die Anforderungen hingegen eingehalten werden.

Um einen ausreichenden Schutz vor sekundären Luftschallimmissionen zu erreichen, sind deshalb im Bereich des westlichen Gebäudekomplexes Maßnahmen zur Minderung dieser Immissionen vorzusehen.

**Maßnahmen für den gleisnahen Gebäudekomplex:**

Zur Reduzierung der sekundären Luftschallimmissionen sollten die **Estrichabstimmfrequenz** im westlichen Gebäudekomplex Werte von  $f_E \geq 50 \text{ Hz}$  aufweisen. Unter den vorgegebenen Estrichabstimmfrequenzen können sowohl die Erschütterungs- als auch die sekundären Luftschallimmissionen die entsprechenden Anforderungen einhalten.

Die Ausführungen in Abschnitt 7 sind zu beachten.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Weßling plant, in der Ortsmitte auf der Fläche mit der Flur-Nr. 327 den vorhabenbezogenen Bebauungsplan „Wohngebiet Schulstraße – sozialgerechtes Wohnen“ aufzustellen. Das Bebauungsplangebiet soll als Allgemeines Wohngebiet (WA) ausgewiesen werden.

In ca. 30 m Abstand Richtung Westen verläuft die Bahnlinie München – Herrsching, deren Geräuschimmissionen und Erschütterungen auf das Bebauungsplangebiet einwirken.

In der erschütterungstechnischen Untersuchung (Bericht Nr. M160762/01 vom 28.01.2021) wurden die Einwirkungen der Erschütterungen auf das Plangebiet ermittelt.

Nun hat sich die Planung des Bebauungsplangebietes geändert – der westliche Gebäuderiegel entfällt, die neue Planung sieht zwei Gebäudekörper vor, die beide senkrecht zur Bahntrasse angeordnet sind.

Aufgrund der Nähe der Bahnstrecke zum Baugrundstück kann weiterhin mit Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen in einer künftigen Bebauung gerechnet werden. Auf der Basis der Untersuchungsergebnisse aus [10] sollte die neue Planung aus erschütterungstechnischer Sicht beurteilt werden.

## 2 Verwendete Unterlagen

- [1] DIN 45669-1 – Messung von Schwingungsimmissionen –  
Teil 1: Schwingungsmesser – Anforderungen und Prüfungen. Juni 2020
- [2] DIN 45669-2 – Messung von Schwingungsimmissionen –  
Teil 2: Messverfahren. Juni 2005
- [3] DIN°45672 – Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienen-  
verkehrswegen. Dezember 2009
- [4] DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen –  
Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden. Juni 1999
- [5] VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den  
Menschen, Beurteilung; Mai 1987 (zurückgezogen September 2002)
- [6] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzge-  
setz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom  
26. August 1998, GMBI 1998, Nr. 26, S. 503
- [7] Borgmann, R.; Schutz vor Erschütterungen und sekundärem Luftschall an  
Schienenverkehrswegen; Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für  
Umweltschutz (LfU), Heft 147, 2001
- [8] Entwurf der Planzeichnung, Vorhabenbezogener B-Plan „Wohngebiet  
Schulstraße – sozialgerechtes Wohnen“, Ingenieurbüro VOGG, 09.06.2020
- [9] Zugzahlen Strecke 5541 Abschnitt Weßling bis Steinebach, IST-Zustand und  
Prognose 2030
- [10] Müller-BBM Bericht Nr. M160762/01 Erschütterungstechnische Untersuchung  
vom 28.01.2021

## 3 Messtechnische Untersuchung

Alle Informationen zur durchgeführten Messung sind in [10] ausführlich dokumentiert.

### 3.1 Lage der Messpunkte

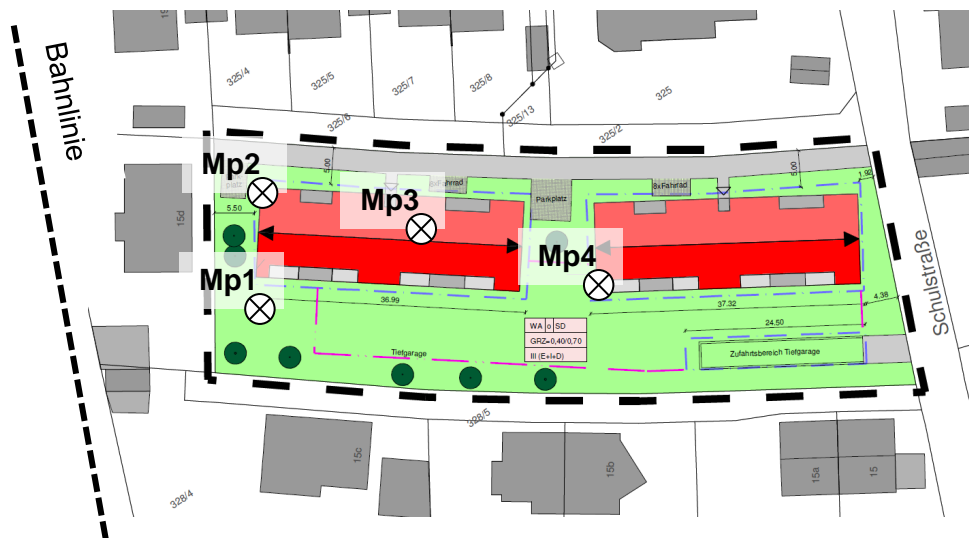


Abbildung 1. Lage der Messpunkte.

### 3.2 Streckenbelastung

In Tabelle 1 ist die Streckenbelastung der Schienenverkehrsstrecke 5541 für den Prognosehorizont 2030 [9] aufgeführt. Die Zugzahlen sind für beide Fahrtrichtungen zusammengefasst und weiterhin gültig.

Tabelle 1. Streckenbelastung der Schienenverkehrsstrecke 5541 für den Prognosehorizont 2030 [9].

Zugart	Anzahl der Züge: Tag (06:00 bis 22:00 Uhr)	Anzahl der Züge: Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr)
S-Bahnverkehr	88	16

## 4 Beurteilungskriterien

### 4.1 Erschütterungen

Zur Beschreibung der Einwirkung von Erschütterungen auf den Menschen wird die bewertete Schwingstärke  $KB_F(t)$  nach DIN 45669-1 [1] herangezogen.

Die Beurteilung erfolgt nach DIN 4150-2 [4] 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  $KB_F(t)$ , der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt.

Die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse. Diese wird mit Hilfe eines Taktmaximalwertverfahrens (Taktzeit = 30 sec) für die Beurteilungszeiten Tags (06:00 bis 22:00 Uhr; 16 Std.) und Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr; 8 Std.) ermittelt.

Die Beurteilung erfolgt entsprechend nachstehend beschriebener Vorgehensweise:

Ermittlung der maximal bewerteten Schwingstärke  $KB_{Fmax}$ . Vergleich von  $KB_{Fmax}$  mit den Anhaltswerten  $A_u$  und  $A_o$  der DIN 4150-2 [4] (siehe 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  $KB_{FTr}$  nicht größer als  $A_r$  nach Tabelle 2 ist.

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

Zeile	Einwirkungsort	Tag			Nacht		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
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 – 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 vorliegenden Untersuchung werden die Anhaltswerte der Zeile 4 aus Tabelle 2 (Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. Reine Wohngebiete § 3 BauNVO, Allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)) herangezogen.

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  $KB_{FTr}$ ).
- Für oberirdische Schienenwege des ÖPNV gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen  $A_u$ - und  $A_r$ -Werte nach Tabelle 2.
- Bei der Ermittlung von  $KB_{FTr}$  wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.
- 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 einzelne  $KB_{FTr}$ -Werte bei oberirdischen Strecken gebietsunabhängig über  $A_o = 0,6$ , so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z. B. Flachstellen an Rädern) und diese möglichst rasch zu beheben. Diese hohen Werte sind bei der Berechnung von  $KB_{FTr}$  zu berücksichtigen.
- Bei städtebaulichen Planungen von Baugebieten sollten die Anhaltswerte nach Tabelle 2 eingehalten werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anhaltswerte indikatorischen Charakter haben und eine Beurteilung jeweils im Einzelfall – auch unter Berücksichtigung der Messunsicherheit – zu erfolgen hat.

In den Erläuterungen zur Norm DIN 4150-2 [4] wird bezüglich „gerade spürbarer“ Erschütterungen angemerkt:

*„Einen Hinweis auf die Fühlbarkeit der Erschütterungseinwirkung gibt die Größe  $KB_{Fmax}$ . Die Fühlschwelle liegt bei den meisten Menschen im Bereich zwischen  $KB = 0,1$  und  $KB = 0,2$ . In der Umgebungssituation „Wohnung“ werden auch bereits gerade spürbare Erschütterungen als störend empfunden. Erschütterungseinwirkungen um  $KB = 0,3$  werden beim ruhigen Aufenthalt in Wohnungen überwiegend bereits als gut spürbar und entsprechend stark störend wahrgenommen.“*



In der VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3<sup>1</sup> [5] werden Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung angegeben:

Tabelle 3. Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung.

<b>KB-Werte</b>	<b>Beschreibung der Wahrnehmung</b>
< 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

## 4.2 Sekundärer Luftschall

### 4.2.1 Allgemeines zur Beurteilung von sekundären Luftschallimmissionen

Durch Erschütterungswirkungen verursacht strahlen schwingende Raumbegrenzungsflächen (Wände, Geschossdecken) Luftschall ab. Bei ausreichend hohen Pegeln kann dieser „sekundäre Luftschall“ vom Menschen hörbar wahrgenommen werden.

Für die Beurteilung der sekundären Luftschallimmissionen aus Schienenverkehrsanlagen liegen derzeit weder eingeführte Regelwerke noch rechtlich verbindliche Richtwerte vor. Es wird daher Hilfsweise auf Regelwerke, die Anforderungen an Innenraumpegel angeben und auf die darin genannten Anhaltswerte zur Beurteilung zurückgegriffen.

Die Richtwerte der TA-Lärm [6] in Verbindung mit den Empfehlungen des LfU Bayern [7] gewährleisten im Rahmen der derzeit in Betracht gezogenen Regelwerke den besten Schutz der betroffenen Anlieger.

### 4.2.2 Beurteilungskriterien nach TA Lärm

Das LfU Bayern [7] empfiehlt zur Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen eine differenzierte Anwendung der TA Lärm [6]. In der TA Lärm sind die nachfolgend genannten Immissionsrichtwerte „innen“ für Körperschallübertragung in Wohnräume aufgeführt.

<sup>1</sup> 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 allgemein gültig verwendet werden.

Tabelle 4. Immissionsrichtwerte „innen“ nach TA Lärm.

Bezugszeitraum	Mittelungspegel $\bar{L}_m$ in dB(A)	Maximalpegel $L_{max}$ in dB(A)
Tag (06:00 bis 22:00 Uhr; 16 Std.)	35	45
Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr; 8 Std.)	25	35

Die genannten Anhaltswerte gelten für Wohn- und Schlafräume unabhängig von der Gebietsausweisung. Hierbei dürfen einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen die Immissionsrichtwerte  $L_m$  um nicht mehr als 10 dB übersteigen bzw. dürfen die Maximalpegel  $L_{max}$  nicht überschritten werden.

Entsprechend den Empfehlungen des LfU Bayern [7] ist zur Beurteilung der sekundären Luftschallimmissionen für eine Wohnnutzung die TA Lärm und die darin genannten Anhaltswerte bzw. Immissionsrichtwerte heranzuziehen. Die Beurteilung erfolgt nach dem Mittelungspegel  $L_m$ . Bei mehr als fünf Zugfahrten nachts ist zusätzlich das Maximalwertkriterium für die „Nachtzeit“ anzuwenden.

## 5 Prognose der 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.

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.

Die Prognoseberechnungen werden im Frequenzbereich durchgeführt. Die Korrekturspektren werden terzweise zu den auf dem Baugelände gewonnenen Schnellepegel-Terzspektren nach Abschnitt 3 addiert. Diese Spektren werden im Nachfolgenden als „Prognosespektren“ bezeichnet.

- Erschütterungsimmissionen

Der *KB*-Wert wird aus den Terzspektren bzw. Prognosespektren berechnet. Die Prognosespektren werden hierzu terzweise einer Korrektur unterzogen, die der *KB*-Bewertung des Erschütterungszeitsignals nach [1] entspricht. Zur Ermittlung des  $KB_{F_{max,prog}}$ -Wertes wird der Summenwert des *KB*-korrigierten Terzspektrums gebildet. Die Beurteilungs-*KB*-Werte ( $KB_{F_{Tr,prog}}$ ) werden unter Berücksichtigung der in Abschnitt 3.2 aufgeführten Streckenbelastung für die Tag- und Nachtzeit berechnet.

- Sekundäre Luftschallimmissionen

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

Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Schwingschnelle auf den Raumbegrenzungsflächen, den jeweiligen Abstrahl- und Absorptionsverhältnissen und den daraus resultierenden Schalldruckpegeln im Raum. Ein allgemein gültiges 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:

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

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.

Für raumakustische Verhältnisse in Wohnräumen und mit Wohnräumen vergleichbar ausgestatteten Räumen können zur Abschätzung folgende Erfahrungswerte für S, A und  $\sigma$  angesetzt werden:

$$\begin{aligned}
 S &\approx 2 \times \text{Grundrissfläche } G \\
 A \text{ (fT)} &\approx 0,8 \times \text{Grundrissfläche } G \\
 &\quad \text{(wird in der Näherung als konstant angesetzt)} \\
 \sigma \text{ (fT)} &= \text{Abstrahlgrade für Betonbauteile – frequenzabhängig}
 \end{aligned}$$

Die Korrektur wird terzweise zu den Prognosespektren addiert. Die so ermittelten sekundären Luftschallpegel stellen Maximalpegel  $L_{\max, \text{prog}}$  dar. Die Mittelungspegel ( $L_{m, \text{prog}}$ ) wurden unter Berücksichtigung der in Abschnitt 3.2 aufgeführten Streckenbelastung für die Tag- und Nachtzeit berechnet. Die Berechnung erfolgt im Frequenzbereich von 4 bis 315 Hz.

## 5.2 Ergebnisse der KB-Wert-Prognose

Die prognostizierten  $KB_{F_{\max, \text{prog}}}$ - und  $KB_{F_{Tr, \text{prog}}}$ -Werte für verschiedene mögliche Deckeneigenfrequenzen und Estrichabstimmfrequenzen sind in den Anhängen B und C in [10] zusammengestellt<sup>2</sup>.

Die für die Beurteilung maßgebenden  $KB_{F_{\max, \text{prog}}}$ - und  $KB_{F_{Tr, \text{prog}}}$ -Werte sind in Tabelle 5 aufgelistet. In den Tabellen sind jeweils die höchsten Werte der Prognose eingetragen, welche sich aus einer Variation der baulastdynamischen Parameter (Anhänge B und C, [10]) ergeben. Die angegebenen Werte sind somit als Obergrenze der möglichen Immissionen zu verstehen und stellen eine „Worst-Case“ Abschätzung für den Fall eines Zusammentreffens besonders ungünstiger baulastdynamischer Parameter dar.

Tabelle 5. KB-Werte  $KB_{F_{\max, \text{prog}}}$  und  $KB_{F_{Tr, \text{prog}}}$  aus [10] Anhang B und C.

Messpunkt	Abstand a [m]*	$KB_{F_{\max, \text{prog}}}$	$KB_{F_{Tr, \text{prog}}}$ **	
			Tag	Nacht
Mp1	30	0,10	-	-
Mp2	30	0,07	-	-
Mp3	55	0,04	-	-
Mp4	85	0,02	-	-

\* Der Abstand a bezieht sich auf das nächstgelegene Bahngleis (Gleismitte)

\*\* Wenn  $KB_{F_{\max}} \leq 0,1$  Berechnung  $KB_{F_{tm}}$  bzw.  $KB_{F_{Tr}}$  entfällt.

<sup>2</sup> In den Anhängen sind auch Berechnungsergebnisse für Decken- bzw. Estrich-eigenfrequenzen enthalten, die oberhalb der zu erwartenden Deckeneigenfrequenzen liegen. Die in der Beurteilung berücksichtigten Berechnungsergebnisse sind in den Tabellen der Anhänge durch Fettdruck hervorgehoben.

### 5.3 Ergebnisse der sekundären Luftschall-Prognose

Die prognostizierten  $L_{\max, \text{prog}}$ - und  $L_{\text{m, prog}}$ - Pegelwerte für verschiedene mögliche Deckeneigenfrequenzen und Estrichabstimmfrequenzen sind in den Anhängen B und C in [10] zusammengestellt<sup>2</sup>.

Die für die Beurteilung maßgebenden  $L_{\max, \text{prog}}$ - und  $L_{\text{m, prog}}$ -Pegelwerte sind in Tabelle 6 aufgelistet. Als Ergebnis sind jeweils die höchsten Pegelwerte der Prognose aufgeführt, welche sich aus einer Variation der baodynamischen Parameter (Anhang B und C) ergeben. Die angegebenen Werte sind somit als Obergrenze der möglichen Immissionen zu verstehen und stellen eine „Worst-Case“ Abschätzung für den Fall eines Zusammentreffens besonders ungünstiger baodynamischer Parameter dar.

Tabelle 6. Sekundäre Luftschallpegel  $L_{\max, \text{prog}}$  und  $L_{\text{m, prog}}$  in dB (A) aus [10] Anhang B und C.

Messpunkt	Abstand a [m]*	$L_{\max, \text{prog}}$ dB(A)	$L_{\text{m, prog}}$ dB(A)	
			Tag	Nacht
Mp1	30	36	18	13
Mp2	30	32	15	10
Mp3	55	28	10	5
Mp4	85	23	5	1

\* Der Abstand a bezieht sich auf das nächstgelegene Bahngleis (Gleismitte)

## 6 Beurteilung der prognostizierten Immissionen

### 6.1 Allgemeines

Die folgende Beurteilung geht von den Bedingungen aus, welche bei der Messung vorgelegen haben.

Durch die ausschließliche „Worst-Case“ Betrachtung bei der Prognoseberechnung ergeben sich Immissionswerte, die in der Realität etwas unterschritten werden dürften. Bei einzelnen Zugfahrten (z. B. bei schadhaftem Zugmaterial mit Flachstellen an Rädern etc.) können jedoch gelegentlich höhere Immissionswerte erreicht werden.

Zu berücksichtigen ist auch, dass die tatsächliche Gestörtheit durch die Einwirkung von sekundären Luftschallimmissionen wesentlich vom jeweiligen Umfeld abhängt. Insbesondere bei einer sehr hochwertigen Nutzung, bei welcher ein erheblicher Aufwand zur Minderung primärer Luftschalleinwirkungen von außen (Fassadenschalldämmung, baulicher Schallschutz im Gebäude etc.) betrieben wird, können in ruhigen Zeitphasen oder in abgeschirmten Räumen sehr niedrige Grundgeräuschpegel erreicht werden. Damit können sekundäre Schallereignisse, welche deutlich unter den Anhaltswerten liegen, hörbar wahrgenommen werden. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Einhaltung der einschlägigen 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 Abend- und Nachtstunden und bei niedrigen Umgebungsgeräuschen.

## 6.2 Erschütterungen

Unter Vorliegen ungünstiger baudynamischer Parameter werden folgende Erschütterungsimmissionen erhalten:

- $KB_{F_{\max, \text{prog}}}$                       0,02 bis 0,10  $\leq$  0,10 =  $A_{u, \text{Nacht}}$

Entsprechend [5] können diese Erschütterungen als „nicht spürbar“ bis „gerade spürbar“ klassifiziert werden.

Die prognostizierten Erschütterungen können sowohl die Anforderungen an die maximale Schwingstärke  $KB_{F_{\max}}$  als auch an die Beurteilungsschwingstärken  $KB_{F_{Tr}}$  (nach DIN 4150 Teil 2 für Wohngebiete) auf dem gesamten Plangebiet einhalten. Daher sind keine Maßnahmen zur Minderung der Immissionen notwendig.

## 6.3 Sekundärer Luftschall

Die prognostizierten sekundären Luftschallimmissionen erreichen unter ungünstigen baudynamischen Parametern folgende Pegelwerte:

- $L_{\max, \text{prog}}$                       = 23 bis 36 dB(A)
- $L_{m, \text{prog}}$  (Tag)                = 5 bis 18 dB(A)
- $L_{m, \text{prog}}$  (Nacht)              = 1 bis 13 dB(A)

Die prognostizierten sekundären Luftschallimmissionen können die Anforderungen ( $L_{\max} \leq 35$  dB(A); tags  $L_m \leq 35$  dB(A) und nachts  $L_m \leq 25$  dB(A)) für den Maximalpegel nachts am zu den Gleisen nächstgelegenen Gebäudekomplex knapp nicht einhalten. An den zwei gleisabgewandten Gebäudekomplexen können die Anforderung eingehalten werden.

Um einen ausreichenden Schutz vor sekundären Luftschallimmissionen zu erreichen, sind deshalb am gleisnahen Gebäudekomplex Maßnahmen zur Minderung dieser Immissionen vorzusehen.

## 7 Maßnahmen westlicher Gebäudekomplex

Wie die Berechnungsblätter für die Immissionsprognose in Anhang B und C, [10] zeigen, sind für gewisse Bauteil-/Estrichkombinationen deutlich günstigere Immissionswerte zu erwarten. Zur Reduzierung der sekundären Luftschallimmissionen sollte die Estrichabstimmfrequenz Werte von  $f_E \geq 50$  Hz aufweisen:

### Sekundärer Luftschall:

- $L_{\max, \text{prog}}$                       = 31 bis 33 dB(A)  $\leq$  35 dB(A)
- $L_{m, \text{prog}}$  (Tag)                = bis zu 15 dB(A) < 35 dB(A)
- $L_{m, \text{prog}}$  (Nacht)              = bis zu 11 dB(A) < 25 dB(A)

Unter den vorgegebenen Estrichabstimmfrequenzen können die sekundären Luftschallimmissionen die Anforderungen einhalten.

Da am Messpunkt 3 bereits eine Einhaltung aller erschütterungstechnisch relevanten Richtwerte pauschal anzunehmen ist, wäre es auch ausreichend, wenn die Vorgabe an die Estrichabstimmfrequenz lediglich im westlichen Teil des westlichen Gebäudeabschnitts erfüllt wird. In diesem Fall wäre jedoch eine Gebäudetrennfuge vorzusehen, wenn im östlichen Teil des westlichen Gebäudes von den Vorgaben abgewichen werden soll (Variante 2). Es wird allerdings empfohlen, die Vorgaben an den Estrich, für den gesamten westlichen Gebäudekomplex vorzusehen, da diese in der Regel bereits mit einem Standartestrichaufbau erfüllt werden können (Vorzugsvariante, Variante 1). Beide Varianten sind nachfolgend dargestellt.

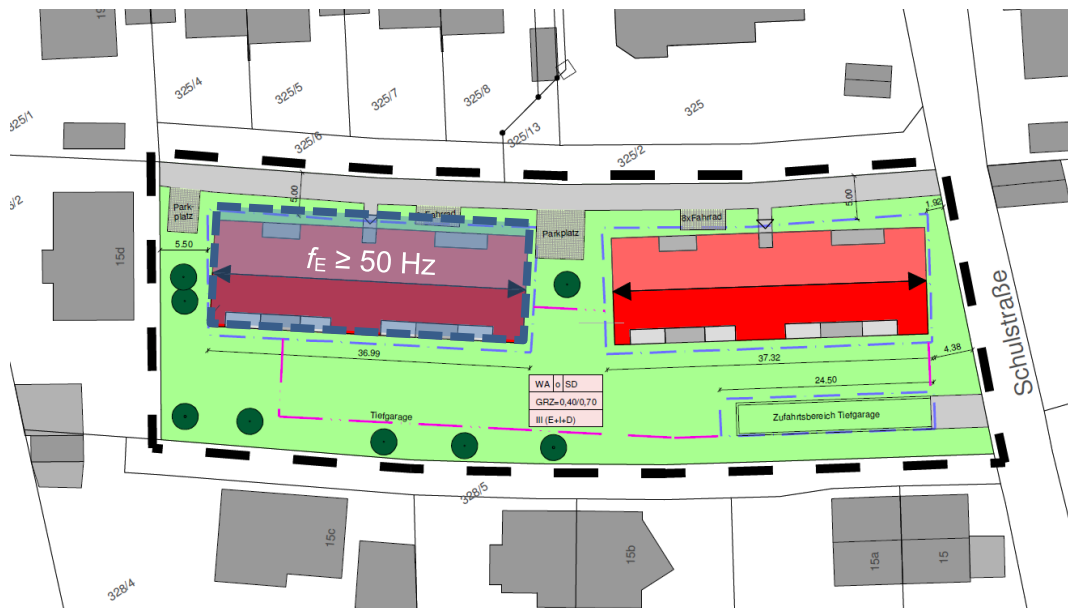


Abbildung 2. Variante 1: westliches Gebäude gesamt  $f_E \geq 50$  Hz.

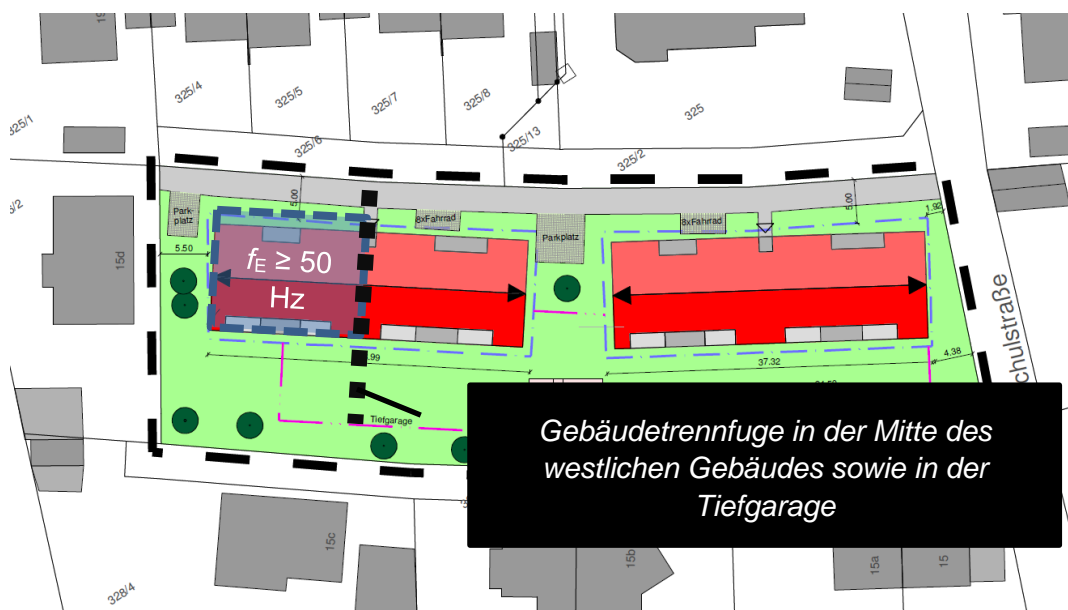


Abbildung 3. Variante 2: westliches Gebäude mit  $f_E \geq 50$  Hz und Gebäudetrennfuge.

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\160\W160762\W160762\_02\_Ber\_1D.DOCX:16. 07. 2021