

Erschütterungstechnische Untersuchung

Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146 „Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“ in der Stadt Unterschleißheim

Bericht Nr. 700-3768-ER-1

im Auftrag der
Büschl Unternehmensgruppe

München im Februar 2013

 **MÖHLER + PARTNER INGENIEURE AG**

Beratende Ingenieure für Schallschutz und Bauphysik

Internetfassung

Auftraggeber: Büschl Unternehmensgruppe
Baierbrunner Straße 27
81379 München

Auftragsvergabe vom: 28.06.2012

Bericht-Nr.: 700-3768-ER-1

Erschütterungstechnische Untersuchung

Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146

„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“

in der Stadt Unterschleißheim

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratende Ingenieure für Schallschutz und Bauphysik
Paul-Heyse-Str. 27, 80336 München
Messstelle nach § 26 BImSchG auf dem
Gebiet der Geräusche und der Erschütterungen

Bearbeiter: Dipl.-Ing. H. Högg
B. Eng. M. Mühlbacher
B. Sc. M. Crljenkovic

Telefon: 089 / 544 217 -0

Fax: 089 / 544 217 -99

E-Mail: info@mopa.de

Internet: www.mopa.de

Datum der Abgabe: 13.02.2013

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	4
2. Örtliche Gegebenheiten	4
3. Betriebsprogramm.....	6
4. Durchführung der Messungen	7
4.1 Messzeit, Messort, Messprogramm	7
4.2 Messgeräte	10
4.3 Ankopplung der Messaufnehmer	10
5. Beurteilungskriterien	11
5.1 Erschütterungen	11
5.2 Sekundärluftschall.....	15
6. Ergebnisse der messtechnischen Untersuchungen.....	17
7. Beurteilung der Erschütterungen und des Sekundärluftschalls.....	21
8. Prüfung von Schutzmaßnahmen	23
9. Formulierungsvorschlag für den Bebauungsplan	25
10. Zusammenfassung.....	26
11. Grundlagen.....	27
12. Anlagen.....	28

1. Aufgabenstellung

Das zu überplanende bisher gewerblich genutzte Grundstück in Unterschleißheim-Lohhof liegt unmittelbar an der Bahnlinie München - Regensburg, auf der sowohl S-Bahnen, Personenfernverkehr/-nahverkehr sowie Güterzüge verkehren. Von Seiten des Auftraggebers ist vorgesehen, dieses Grundstück mit Wohnnutzungen zu überplanen.

Im Rahmen des erforderlichen Bebauungsplanverfahrens mit Grünordnung Nr. 146 „Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“ in der Stadt Unterschleißheim ist in einer erschütterungstechnischen Untersuchung ist zu klären, ob durch die Bahnlinie erhebliche Belästigungen durch Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen für die geplante Wohnbebauung auftreten können.

Hierzu werden anhand eines durch Messungen vor Ort erhaltenen Datensatzes in einer Prognoseabschätzung die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen ermittelt. Die Beurteilung der Immissionen erfolgt nach den entsprechenden Anhaltswerten der DIN 4150-2 bzw. der Immissionsrichtwerte der TA Lärm. Zudem werden entsprechende Formulierungsvorschläge für die Begründung und Satzung des Bebauungsplans vorge schlagen.

Mit der Durchführung dieser Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG von der Büschl Unternehmensgruppe mit dem Schreiben vom 28.06.2012 beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet „Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“ in der Stadt Unterschleißheim liegt nordwestlich der Alexander-Pachmann-Straße auf dem derzeitigen Gelände der Baywa AG in Unterschleißheim – Lohhof.

Nordwestlich des Plangebiets verläuft die zweigleisige Bahnlinie München – Regensburg mit der unmittelbar angrenzenden S-Bahn-Haltestelle Lohhof.

Beim Gleisoberbau handelt es sich um einen herkömmlichen Schotteroberbau mit Betonschwellen. Die Gleislage im Bereich des Planungsgebiets ist annähernd eben. Etwaige Maßnahmen zum Erschütterungsschutz sind nicht vorhanden.

Auf dem Gelände befinden sich gegenwärtig Lager- und teilweise Verwaltungsgebäude der Baywa AG. Zwischen den vorhandenen Baukörpern ist das Firmengelände nahezu vollständig asphaltiert.

Das geplante Bebauungskonzept mit der Lage der Baukörper zu den Gleisanlagen ist in nachfolgender Abbildung schematisch dargestellt [2].



Abb. 1: Schematische Darstellung des geplanten Bebauungskonzepts, Quelle: [2]

Die Baugrenze entlang der Bahnlinie weist einen Abstand von ca. 24 m zur nächstgelegenen Gleisachse auf. Der Abstand der nächstgelegenen Gleisachse zu der Baugrenze der dahinter liegenden Punkthäuser beträgt mindestens 50 m.

Im rechtskräftigen Bebauungsplans der Stadt Unterschleißheim [1] ist das Grundstück bisher als Mischgebiet (MI) ausgewiesen. Aufgrund der geplanten Nutzungsänderung ist im Entwurf des Bebauungsplans [2] vorgesehen, die Schutzbedürftigkeit in ein allgemeines Wohngebiet (WA) zu ändern.

3. Betriebsprogramm

Das Betriebsprogramm auf der Bahnstrecke München – Regensburg wurde von der DB AG zur Verfügung gestellt [3] und ist untenstehender Tabelle 1 für den Bestands- und Prognosefall zusammengefasst.

Tabelle 1: Belegungsprogramm auf der Bahnstrecke 5500 (München – Regensburg)						
Zuggattung	Bestand 2010		Prognose 2015		Entwurfsge- schwindigkeit [km/h]	Zuglänge [m]
	tags	nachts	tags	nachts		
Gleis 1 München – Regensburg						
Güterverkehr	8	5	51	7	100	bis 700
RE (lokbespannt)	26	3	16	2	140	bis 260
RB (Triebwagen)	9	2	17	4	140	bis 260
S_Bahn	48	12	48	12	140	bis 210
Gleis 2 Regensburg – München						
Güterverkehr	8	5	51	7	100	bis 700
RE (lokbespannt)	26	3	16	2	140	bis 260
RB (Triebwagen)	9	2	17	4	140	bis 260
S_Bahn	48	12	48	12	140	bis 210

Entsprechend dem zur Verfügung gestellten Betriebsprogramm ist im Prognosefall gegenüber dem Bestandsfall mit einem deutlich erhöhten Güterverkehr zu rechnen.

4. Durchführung der Messungen

4.1 Messzeit, Messort, Messprogramm

Die Messungen wurden am 10.07.2012 in der Zeit von ca. 09:30 bis 17:00 Uhr im Bereich des Plangebiets durchgeführt. In Folge der gegenwärtig vorhandenen örtlichen Situation auf dem Plangebiet wurden zusätzliche Messungen zur Ermittlung der Pegelabnahme der Erschütterungen im Erdreich an einem in unmittelbarer Nähe gelegenen Referenzquerschnitt an dem Hollerner Weg östlich der Bundesstraße B13 durchgeführt.

Die Lage der Messpunkte auf dem Plangebiet und am Referenzquerschnitt ist in folgender Tabelle 2 tabellarisch dargestellt. Die Lage der Messpunkte im Plangebiet musste sich aufgrund der vorhandenen Gebäude und der asphaltierten Flächen stark an den örtlichen Gegebenheiten orientieren.

Tabelle 2: Lage der Messpunkte im Bereich des Plangebiets und des Referenzquerschnitts		
Messpunkt	Lage des Messpunkts	Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse ca. [m]
Messpunkte im Bereich des Plangebiets		
MP-1	Geländeoberfläche	26
MP-2	Geländeoberfläche	26
MP-3	Geländeoberfläche	26
MP-4	Geländeoberfläche	26
Messpunkte im Bereich des Referenzquerschnitts		
MP-5	Geländeoberfläche	15
MP-6	Geländeoberfläche	30
MP-7	Geländeoberfläche	45
MP-8	Geländeoberfläche	60

Die Lage der Messpunkte auf dem Plangebiet ist zudem in nachfolgender Abbildung graphisch dargestellt.

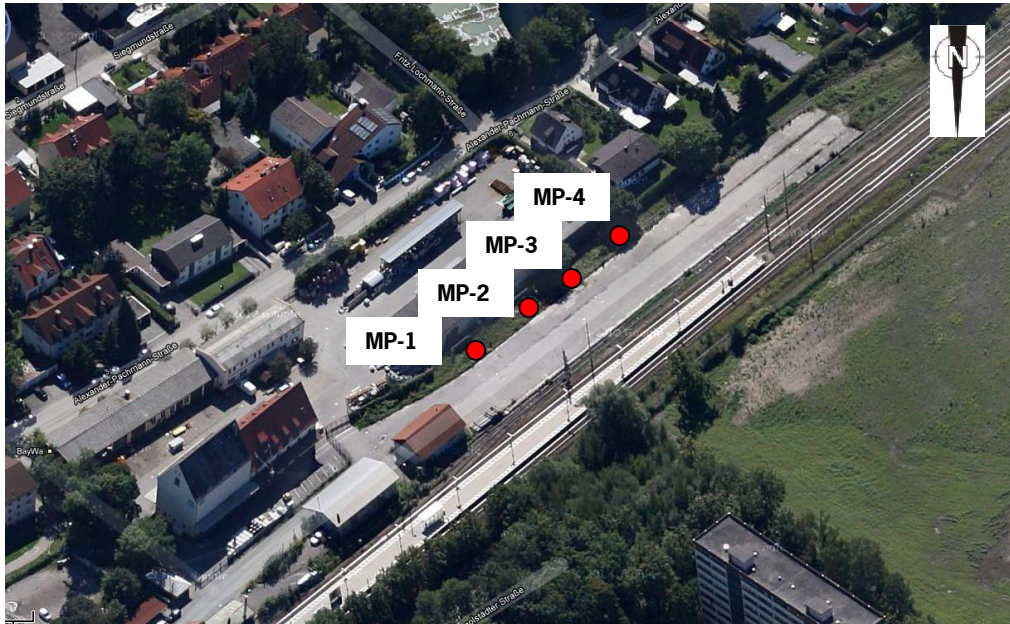


Abb. 2: Darstellung der Messpunkte auf dem Plangebiet (entnommen aus Google Earth)

Die Lage des Referenzquerschnitts ist in nachfolgender Abbildung graphisch dargestellt.



Abb. 3: Darstellung des Messquerschnitts am Referenzmessort (entnommen aus Google Earth)

Anhand der Messungen am Referenzquerschnitt konnten frequenzabhängige Regressionskurven für die Abnahme der Erschütterungspegel im Erdreich ermittelt werden.

Die Anzahl der verwertbaren Vorbeifahrten im Planungsgebiet sowie am Referenzquerschnitt während der Messzeit sowie deren mittlere Geschwindigkeit sind in nachfolgender Tabelle 3 aufgelistet. Als Gleis 1 wurde das dem Planungsgebiet nächstgelegene Richtungsgleis (München – Regensburg) bzw. als Gleis 2 das weiter entfernt liegende Richtungsgleis (Regensburg – München) bezeichnet.

Tabelle 3: Anzahl und mittlere Geschwindigkeit der verwertbaren Zugvorbeifahrten während der Messzeit				
Richtungsgleis	Anzahl / mittlere Geschwindigkeit der verwertbaren Zugvorbeifahrten			
	Güterverkehr	RE (Iokbespannt)	RB (Triebwagen)	S-Bahn
Bereich des Plangebiets				
Gleis 1	1 / 96	4 / 104	4 / 102	10 / 61
Gleis 2	2 / 87	3 / 86	3 / 93	10 / 60
Bereich des Referenzquerschnitts				
Gleis 1	-	3 / 91	-	-
Gleis 2	-	2 / 88	-	-

Anmerkungen:

1. Die Messpunkte im Planungsgebiet sowie am Referenzquerschnitt lagen allesamt im Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsbereich des Bahnhofs Lohhof. Es traten deshalb für die S-Bahnen gegenüber der Entwurfsgeschwindigkeit von $v = 140 \text{ km/h}$ deutlich geringere Fahrgeschwindigkeiten (bis ca. 60 km/h) auf. Eine entsprechende Korrektur aufgrund der Abweichung zwischen Entwurfsgeschwindigkeit und tatsächlicher Geschwindigkeit erscheint nicht erforderlich, da auch im Planfall der Bahnhof Lohhof eine Haltestelle für S-Bahnen darstellt.
2. Sofern bei den weiteren Zuggattungen eine relevante Abweichung von mehr als 25 % von der Entwurfsgeschwindigkeit festgestellt werden konnte, wurde die erhaltenen Terzschnellespektren geschwindigkeitskorrigiert.
3. Auf dem Plangebiet und am Referenzquerschnitt lagen die Fahrgeschwindigkeiten für die Zuggattung „RE (Iokbespannt)“ in einem ähnlichen Bereich, so dass entsprechende Quervergleiche grundsätzlich möglich sind.
4. Die Schwankungsbreite der messtechnisch erfassten Zugvorbeifahrten des Personenverkehrs (RE, RB und S) auf dem Plangebiet und am Referenzquerschnitt waren aufgrund der konstanten Fahrgeschwindigkeiten relativ gering, so dass hier davon ausgegangen werden kann, dass ein repräsentativer Datensatz erfasst werden konnte.

5. Für die Zuggattung des Güterverkehrs konnte betriebsbedingt nur eine eingeschränkte Anzahl von Zugvorbeifahrten erfasst werden. Die Höhe der durch diese Zuggattung verursachten Erschütterungsimmissionen bewegte sich relativ zum Personenverkehr gesehen in einem zu erwartenden Bereich, der mit anderen Bahnstrecken vergleichbar ist.

4.2 Messgeräte

Für die Messungen und Auswertungen wurden folgende Geräte verwendet:

- Beschleunigungsaufnehmer der Fa. PCB , Typ 393A03, Empfindlichkeit 1000 mV/g, Arbeitsfrequenzbereich 0.3 Hz bis 4000 Hz, Messbereich 5 g
- Messdatenerfassung und –konditionierung mit MEDA der Fa. Wölfel
- Signalanalyse Software MEDA der Fa. Wölfel
- Kalibrator, VC 10 der Fa. Metra
- Radarpistole

Die Beschleunigungsaufnehmer wurden vor der Messdurchführung kalibriert. Vor jeder Messung wurden die Messkanäle abgeglichen. Das Einlesen der Kanäle erfolgte simultan. Zu Beginn und nach jeder Messung wurden Nullmessungen durchgeführt.

Die Erschütterungssignale wurden über die beschriebene Messkette synchron aufgenommen und auf Datenträger gespeichert. Parallel zur Messwert-Aufzeichnung wurden bei den Zugvorbeifahrten die Zuggattung und Besonderheiten notiert.

4.3 Ankopplung der Messaufnehmer

Die Ankopplung der Beschleunigungsaufnehmer an der Geländeoberfläche erfolgte über Erdspieße mit einer Länge von $l = 0,5 \text{ m}$ und X-förmigen Querschnitt entsprechend den Anforderungen der DIN 45 669-2 [4]. Die Aufnehmer wurden mit dem Erdspieß mittels eines Adapters verschraubt. Die Erdspieße wurden in ebenen Untergrund geschlagen. Ein Verprellen der Spieße beim Einschlagen wurde weitestgehend vermieden. Der feste Sitz der Erdspieße wurde überprüft. Zudem wurde auf eine zur Ebene möglichst lotrechte Erdspieß-Achse geachtet.

Zur Vermeidung von störenden niederfrequenten Windanregungen wurden die Beschleunigungsaufnehmer an den jeweiligen Messpunkten abgedeckt.

5. Beurteilungskriterien

5.1 Erschütterungen

Durch die Körperschallübertragung bzw. -anregung der Geschossdecken können in Gebäuden Erschütterungen fühlbar wahrgenommen werden.

Bei der Beurteilung von Erschütterungen existieren zurzeit keine gesetzlichen Regelungen. Art und Grad der individuellen Beeinträchtigung durch Erschütterungen hängen vom Ausmaß der Erschütterungsbelastung und verschiedenster situativer Faktoren ab.

- Stärke der Schwingungen (Schwingstärke, KB-Wert),
- Einwirkungsdauer,
- Häufigkeit des Auftretens,
- Art der Erschütterungsquelle (Sichtkontakt, Hörkontakt,...),
- Wohlbefinden der Personen,
- Grad der Gewöhnung.

Die in der Norm DIN 4150 festgelegten Beurteilungsverfahren haben den Zweck, die oben genannten Einflüsse bestmöglich zu berücksichtigen. Im vorliegenden Fall erfolgt die Beurteilung der Erschütterungen gemäß dem Teil 2 dieser Norm: „Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ [5]. Die Beurteilungsgröße für Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden ist dabei die bewertete Schwingstärke KB.

Bei der bewerteten Schwingstärke $KB_f(t)$ -Wert gemäß DIN 4150 Teil 2 handelt es sich um eine der menschlichen Wahrnehmung angepasste Größe für die Erschütterungen. Zur Beurteilung der Erschütterungen wird sowohl die bauliche Nutzung der Umgebung, der so genannte Einwirkungsort, als auch der Tageszeitraum (Tag/Nacht) berücksichtigt. Die Norm trägt damit dem Effekt Rechnung, dass bei gleicher Erschütterungsintensität der Grad der Belästigung z.B. in Wohngebieten oder Krankenhäusern höher eingeschätzt wird als in Gewerbe- oder Industriegebieten.

5.1.1 Beurteilungsgrößen

Hinsichtlich der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150, Teil 2 [5] werden zwei Beurteilungsgrößen gebildet:

- maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}
Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$, der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt und der zu untersuchenden Ursache zuzuordnen ist.
- Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr}
Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} berücksichtigt die Dauer und die Häufigkeit des Auftretens von Erschütterungen. Hinsichtlich der Dauer der Erschütterungsereignisse werden jeweils 30-s-Takte (Taktmaximalwertverfahren) gebildet.

5.1.2 Beurteilungsverfahren

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen selten auftretenden kurzzeitigen bzw. häufigen Einwirkungen, wobei beim Schienenverkehr grundsätzlich von häufigen Einwirkungen auszugehen ist.

Die Beurteilung nach DIN 4150-2 [5] erfolgt für häufige Einwirkungen nach dem im nachfolgenden Flussdiagramm dargestellten Beurteilungsschema:

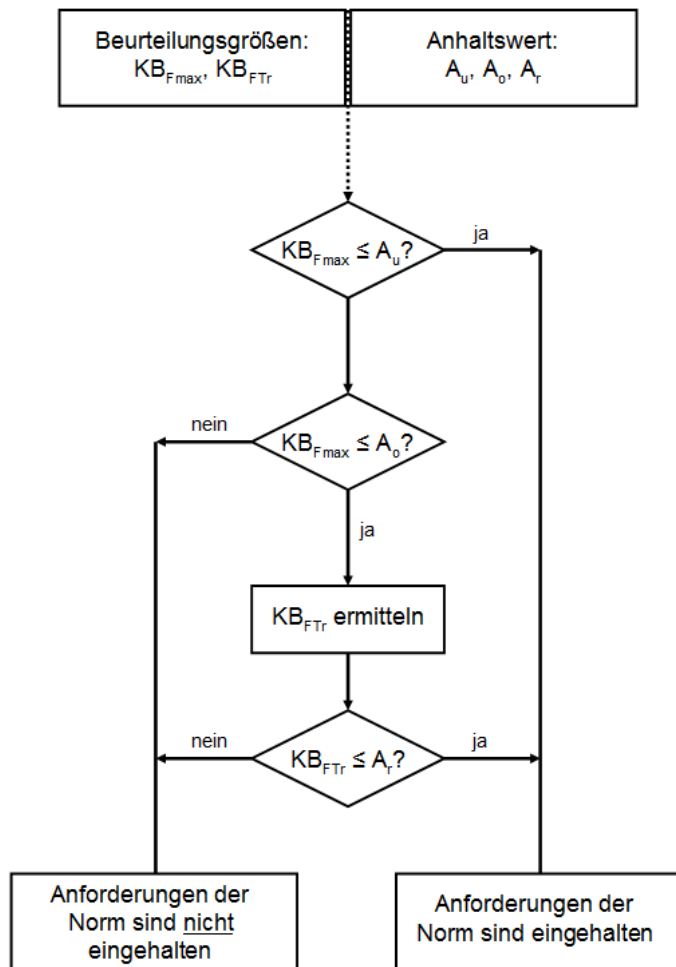


Abb. 4: Flussdiagramm für das Beurteilungsverfahren nach DIN 4150-2 für häufige Einwirkungen [5]

Demnach ergeben sich folgende Beurteilungsgrundsätze:

- Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u , dann sind die Anforderungen der Norm eingehalten.
- Ist der KB_{Fmax} größer als der (obere) Anhaltswert A_o , dann sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als der untere Anhaltswert und kleiner als der obere Anhaltswert A_o , gilt die Anforderung der Norm als eingehalten, wenn der KB_{FTr} kleiner als der Anhaltswert A_r ist.
- Ist der KB_{FTr} größer als der Anhaltswert A_r , gilt die Anforderung der Norm als nicht eingehalten.

5.1.3 Anhaltswerte zur Beurteilung

Als Schutzbedürftigkeit der geplanten Baukörper im Bereich des Plangebiets ist ein allgemeines Wohngebiet (WA) vorgesehen.

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen gelten für Wohngebiete die nachfolgend dargestellten Anhaltswerte A nach Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2 [5].

Tabelle 4: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach Tab. 1 der DIN 4150-2 [5]							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
4	Allgemeine bzw. Reine Wohngebiete	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05

Bei der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus oberirdischen Schienenverkehr gelten folgende Besonderheiten:

- Bei der Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTi} wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.
- Für den Schienenverkehr hat der (obere) Anhaltswert nachts allerdings nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne KB_{FTi} – 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_{FTi} zu berücksichtigen.

Einen Hinweis auf die Fühlbarkeit von Erschütterungseinwirkungen gibt nach DIN 4150-2 [5] 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...“

5.2 Sekundärluftschall

Der innerhalb eines Gebäudes auf Körperschallimmissionen zurückzuführende Luftschall durch Bauwerksschwingungen von Raumbegrenzungsflächen (Wände und vor allem Geschossdecken) wird als sekundärer Luftschall bezeichnet und als tieffrequenter Luftschall wahrgenommen.

Bei der Beurteilung der sekundären Luftschallabstrahlung durch verkehrsbedingte Einwirkungen (z.B. Straßen- und Schienenverkehr) existieren ebenfalls keine spezifischen Regelungen mit einer Festlegung von Richtwerten. Es muss demnach auf Richtlinien aus anderen schalltechnischen Bereichen zurückgegriffen werden, die für die Körperschallübertragung innerhalb von Gebäuden Aussagen treffen.

Im Rahmen der Bauleitplanung bzw. des Genehmigungsverfahrens für Bauvorhaben ist es in Bayern gängige Praxis, die Beurteilung der Einwirkungen durch sekundären Luftschall nach der TA Lärm [6] durchzuführen (diese Richtlinie regelt generell die Geräuschübertragung innerhalb von Gebäuden durch gewerbliche Anlagen). Im vorliegenden Fall werden für das Plangebiet ebenfalls diese Werte angesetzt.

Die genannten Immissionsrichtwerte gelten gebietsunabhängig für schutzbedürftige Räume:

Tabelle 5: Immissionsrichtwerte „Innen“ nach TA Lärm [dB(A)] [6]		
Beurteilungszeitraum	Mittelungspegel L_m	Maximalpegel L_{max}
Tags (6.00 – 22.00 Uhr)	35	45
Nachts (22.00 – 6.00 Uhr)	25	35

Die Anforderungen der Richtlinie gelten demnach als erfüllt, wenn der Mittelungspegel des sekundären Luftschalls im Zeitraum Tag (6.00 – 22.00 Uhr) 35 dB(A) und im Zeitraum Nacht (22.00 – 6.00 Uhr) 25 dB(A) nicht überschreitet. Es soll zudem vermieden werden, dass kurzzeitige Geräuschspitzen (hier der mittlere Maximalpegel bei der Zugvorbeifahrt) den Richtwert um mehr als 10 dB(A) überschreiten.

Durch die Schwingungsanregung der Wände und vor allem Geschossdecken wird sekundärer Luftschall durch die Raumbegrenzungsflächen abgestrahlt. Zwischen der Schwingschnelle in den Raumbegrenzungsflächen, den jeweiligen Abstrahl- und Absorptionsverhältnissen im Raum und den daraus resultierenden Schalldruckpegeln im Raum besteht ein direkter Zusammenhang.

Ein allgemein gültiges Berechnungsverfahren kann jedoch aufgrund des sehr komplexen Wirkungsgefüges der o. g. Zusammenhänge im hier bestimmenden Frequenzbereich unter 100 Hz nicht angegeben werden.

Aufgrund von Erfahrungen kann der sekundäre Luftschall in guter Annäherung nach folgender Formel abgeschätzt werden [7]:

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

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 Betrachtung des sekundären Luftschalls müsste die mittlere Schnellepegelverteilung aller abstrahlenden Flächen mit den zugehörigen Abstrahlgraden und den äquivalenten Absorptionsgraden 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 $\approx 2 \times$ Grundrissfläche G

A $\approx 0,8 \times$ Grundrissfläche G

$\sigma(f_T) = 1$ für Frequenzen $> f_g$. Für tiefere Frequenzen als die Grenzfrequenz f_g erfolgt eine Absenkung

Diese Korrektur wird terzweise zu den Prognosespektren der Erschütterungsimmissionen addiert. Die so ermittelten sekundären Luftschallpegel stellen mittlere Maximalpegel $\overline{L_{A,max}}$ während der Zugvorbeifahrten dar. Die Berechnung erfolgt im Frequenzbereich von 16 Hz bis 315 Hz.

Durch den Ansatz der oben genannten Parameter ergeben sich in der Regel etwas zu hohe Pegel, die somit aber auf der „sicheren Seite“ liegen.

6. Ergebnisse der messtechnischen Untersuchungen

Folgende Annahmen werden für eine Abschätzung der zu erwartenden Deckenschwingungen und der daraus resultierenden KB-Werte getroffen:

Anregung:

An den jeweiligen Messpunkten wird für jede Zugvorbeifahrt das sog. Max-Hold-Terzspektrum mit der Zeitbewertung „FAST“ im Frequenzbereich von 4 Hz bis 315 Hz ausgewertet und je Zuggattung energetisch gemittelt.

Aufgrund der teilweisen Abweichung der messtechnisch ermittelten Fahrgeschwindigkeiten der Vorbeifahrten gegenüber den Entwurfsgeschwindigkeiten (siehe Kapitel 4.1) werden die Terzspektren gemäß nachfolgender Gleichung geschwindigkeitskorrigiert:

$$\Delta_v = 20 \lg \frac{v}{v_0}$$

mit:

v: Zuggeschwindigkeit gemäß Betriebsprogramm

v_0 : arithmetisch mittlere gemessene Zuggeschwindigkeit

Nachfolgende Abbildung 5 zeigt beispielhaft für die Zuggattung „RE (lokbespannt)“ auf der zum Plangebiet nächstgelegenen Gleisachse das energetisch gemittelte, geschwindigkeitskorrigierte Max-Hold-Spektren an den jeweiligen Messpunkten.

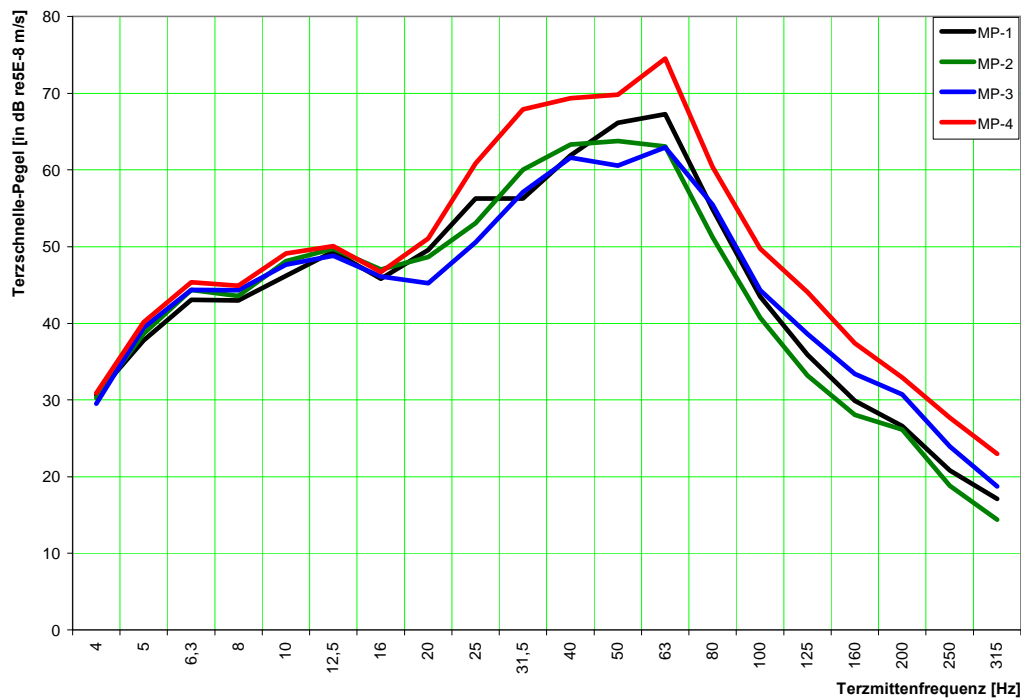


Abb. 5: Max-Hold-Spektren für die Zugattung „RE (lokbespannt)“ auf der zum Plangebiet nächstgelegenen Gleisachse an den jeweiligen Messpunkten

Die nachfolgende Abbildung 6 zeigt für die Zugattung „RE (lokbespannt)“ die entsprechenden Max-Hold-Spektren am Referenzquerschnitt.

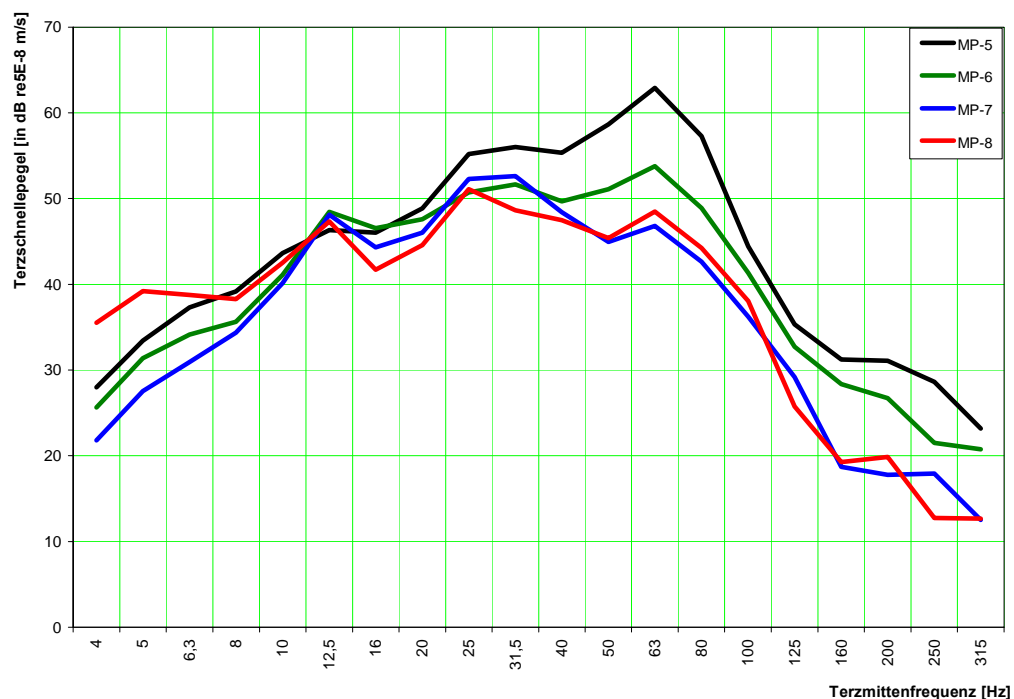


Abb. 6: Max-Hold-Spektren für die Zugattung „RE (lokbespannt)“ auf der nächstgelegenen Gleisachse beim Referenzquerschnitt an den jeweiligen Messpunkten

Wie ein Vergleich der Messungen auf dem Plangebiet und am Referenzquerschnitt zeigt, treten auf dem Plangebiet deutlich höhere Schwingungsimmissionen als am Referenzquerschnitt auf. Diese Tatsache erscheint vorrangig den gegenwärtig vorhandenen örtlichen Gegebenheiten aufgrund der Versiegelung des Untergrunds geschuldet zu sein. Demzufolge erscheint es für eine möglichst realitätsnahe Abbildung der zukünftigen Immissionssituation zweckmässig, die emissionsseitigen Anregungsspektren zu korrigieren.

Diese für die jeweiligen Randbedingungen repräsentativen Spektren werden im Weiteren als Erregerspektren angesetzt, die in die geplanten Baukörper eingeleitet werden.

Einleitung der Erschütterungen vom Erdreich in das Gebäude:

Für die Übertragung der Schwingungen vom Erdreich in das Gebäude sind die dynamischen Eigenschaften der Empfängerstruktur und die Rückwirkung des angrenzenden Bodens bestimmend. Für eine Vorabschätzung ist die Überhöhung der Schwingungen beim Übergang vom Erdreich in das Gebäude abhängig von der Gebäudemasse und der Frequenz [10]. Entsprechend wird die Abnahme der Schnellepegel frequenz- und gebäudemasseabhängig angesetzt.

Erschütterungsausbreitung innerhalb des Gebäudes:

Die Anregung des Gebäudefundaments wird i. d. R. mit überhöhten Schwingschnellen in den Geschossdecken beantwortet. Die durch Resonanz bei den Eigenfrequenzen der Decken auftretenden Vergrößerungsfaktoren erreichen erfahrungsgemäß Werte von 3 bis 8, entsprechend einer Erhöhung der Schnellepegel um 10 bis 18 dB. Die Eigenfrequenzen von Beton-Rohdecken können im Bereich von 15 bis 40 Hz (i. d. R. jedoch zwischen 20 bis 30 Hz) liegen. Die jeweiligen Berechnungen wurden für Rohdecken-Eigenfrequenzen bis ca. 40 Hz durchgeführt, wobei jeweils die Decken-Eigenfrequenz auf die Bodenresonanz gelegt wurde. Es ergeben sich somit über den oben dargestellten Frequenzbereich die höchsten Immissionen. Als Vergrößerungsfaktor wurde 8 (=18dB) gewählt. Die Vergrößerungsfaktoren für die anderen Frequenzen können aus dem Zusammenhang für die Vergrößerungsfunktion eines Ein-Massen-Schwingers

$$V = [(1 + (2D\eta)^2) / ((1 - \eta^2)^2 + (2D\eta)^2)]^{0,5}$$

mit

D = Dämpfungsmaß

η = Erregerfrequenz / Eigenfrequenz

ermittelt werden.

Die Schwingungen des schwimmenden Estrichs bzw. des Gesamtdeckenaufbaus werden ebenfalls durch ein Massen-Schwinger-Modell angenähert. Typische Estrich-Eigenfrequenzen liegen im Bereich 50 bis 80 Hz.

Die resultierenden Deckenschwingungen werden einer Frequenzbewertung (KB-Filterung) unterzogen und energetisch summiert. Die ermittelten KB-Werte sind aufgrund der Auswertung von Max-Hold-Spektren in Näherung als je Schichtung gemittelte KB_{Fmax} - Werte ($KB_{FTm,j}$ - Werte nach DIN 4150, Teil 2) anzusehen.

Die Auswertung der gemessenen Schnellespektren kann in Abhängigkeit von der Zuggattung und vom Abstand der Baukörper zu den Gleisachsen zu den unten dargestellten mittleren $\overline{KB_{FTm,j}}$ - Werten (entsprechend einem mittleren KB_{Fmax} - Wert) bzw. KB_{FTr} - Werten im Beurteilungszeitraum tags / nachts für Rohdecken mit Eigenfrequenzen von 16 bis 40 Hz in Verbindung mit einem schwimmenden Estrich und Estrich Eigenfrequenzen von $f_0 \approx 50 - 80$ Hz führen:

Anmerkung: Bei den Vorbeifahrten der S-Bahnen traten aufgrund der reduzierten Fahrgeschwindigkeiten gegenüber den übrigen Zuggattungen deutlich geringere Immissionen auf, weshalb auf eine explizite Darstellung der entsprechenden Kenngrößen für diese Zuggattungen an dieser Stelle verzichtet wird.

Tabelle 6: Prognostizierte $KB_{FTm,j}$ - Werte sowie KB_{FTr} - Werte tags / nachts auf den Geschossdecken eines fiktiven Gebäudes in konventioneller Bauweise (Massivbauweise mit Stahlbetondecken) anhand der messtechnischen Untersuchungen					
Abstand zur nächstgel. Gleisachse [m]	$KB_{FTm,j}$ - Werte in Abhängigkeit von der Zuggattung			KB_{FTr} - Wert	
	Güterverkehr	RE (lokbespannt)	RE (Triebwagen)	tags	nachts
25	0,20	0,11	0,09	0,04	0,03
50	0,12	0,08	0,05	0,02	0,01

Die Berechnungen des sekundären Luftschalls führen zu den unten aufgelisteten mittleren Geräuschspitzen $\overline{L_{A,max}}$ in Abhängigkeit vom Richtungsgleis bzw. Mittelungspegel $\overline{L_{A,m}}$ an den jeweiligen Messpunkten:

Tabelle 7: Prognostizierte mittlere Geräuschspitzen $\overline{L}_{A,max}$ sowie Mittelungspegel $\overline{L}_{A,m}$ des sekundären Luftschalls [dB(A)] in Räumen eines fiktiven Gebäudes in konventioneller Bauweise (Massivbauweise mit Stahlbetondecken) anhand der messtechnischen Untersuchungen					
Abstand zur nächstgel. Gleisachse [m]	Mittlere Geräuschspitzen des sekundären Luftschalls $\overline{L}_{A,max}$ in Abhängigkeit von der Zuggattung [dB(A)]			Mittelungspegel $\overline{L}_{A,m}$ [dB(A)]	
	Güterverkehr	RE (Iokbespannt)	RE (Triebwagen)	tags	nachts
25	42	37	34	26	20
50	35	32	29	22	16

Fettdruck: Überschreitung der Anforderungen der Immissionsrichtwerte „Innen“ der TA Lärm

7. Beurteilung der Erschütterungen und des Sekundärluftschalls

Die Beurteilung der auf Erschütterungen zurückzuführenden Immissions-Situation erfolgt auf der Grundlage der aus den Messdaten berechneten Mittelwerte. Die Immissionen einzelner Züge können jedoch (z.B. bei schadhafte Zugmaterial) von diesen Mittelwerten abweichen.

Die Aussagen beziehen sich auf die durchgeführten messtechnischen Untersuchungen auf dem Plangebiet sowie am Referenzquerschnitt, die vorliegenden Unterlagen, die vorliegenden Zuggattungen, Geschwindigkeiten sowie pauschale Ansätze für die Reaktion eines Gebäudes in konventioneller Bauweise (Massivbau mit Stahlbetondecken) auf eine Schwingungsanregung.

Erschütterungsimmissionen:

Die Beurteilung erfolgt anhand der Anhaltswerte der DIN 4150-2 [5] für Allgemeine Wohngebiete (WA), die in der Tabelle 4 dargestellt sind. Demnach ist zu erwarten, dass grundsätzlich im gesamten Plangebiet die Anforderungen an den Erschütterungsschutz nach DIN 4150-2 eingehalten werden können.

Hinsichtlich der subjektiven Wahrnehmung lassen die Prognoseberechnungen erwarten, dass erst bei einem Abstand von mehr als ca. 50 m zur nächstgelegenen Gleisachse die Erschütterungsimmissionen für alle Zuggattungen unterhalb der Fühlschwelle von $KB = 0,1$ liegen werden.

Sekundärluftschallimmissionen:

Die Beurteilung des Sekundärluftschalls erfolgt anhand der Immissionsrichtwerte „Innen“ der TA Lärm [6], die in der Tabelle 5 dargestellt sind. Ausgehend von den prognostizierten Mittelungspegeln des Sekundärluftschalls werden im gesamten Bereich der Baugrenzen tags und nachts die Anforderungen der TA Lärm eingehalten. Ebenfalls wird tagsüber im Bereich der Baugrenzen das Maximalpegelkriterium der TA Lärm eingehalten.

Während der Nacht halten jedoch die prognostizierten mittleren Maximalpegel $\overline{L_{A,max}}$ das Maximalpegelkriterium der TA Lärm ($L_{max} = 35 \text{ dB(A)}$) nicht ein. Erst bei einem Abstand von ca. 50 m zur nächstgelegenen Gleisachse ist zu erwarten, dass die Anforderungen an den Sekundärluftschallschutz nach TA Lärm für Wohnnutzungen eingehalten werden können.

Auf Basis dieser Prognoseergebnisse sind in nachfolgender Abbildung 7 schematisch die jeweiligen Bereiche mit einer Überschreitung bzw. der Einhaltung der entsprechenden Anforderungen an den Schutz vor Erschütterungen und Sekundärluftschall dargestellt.

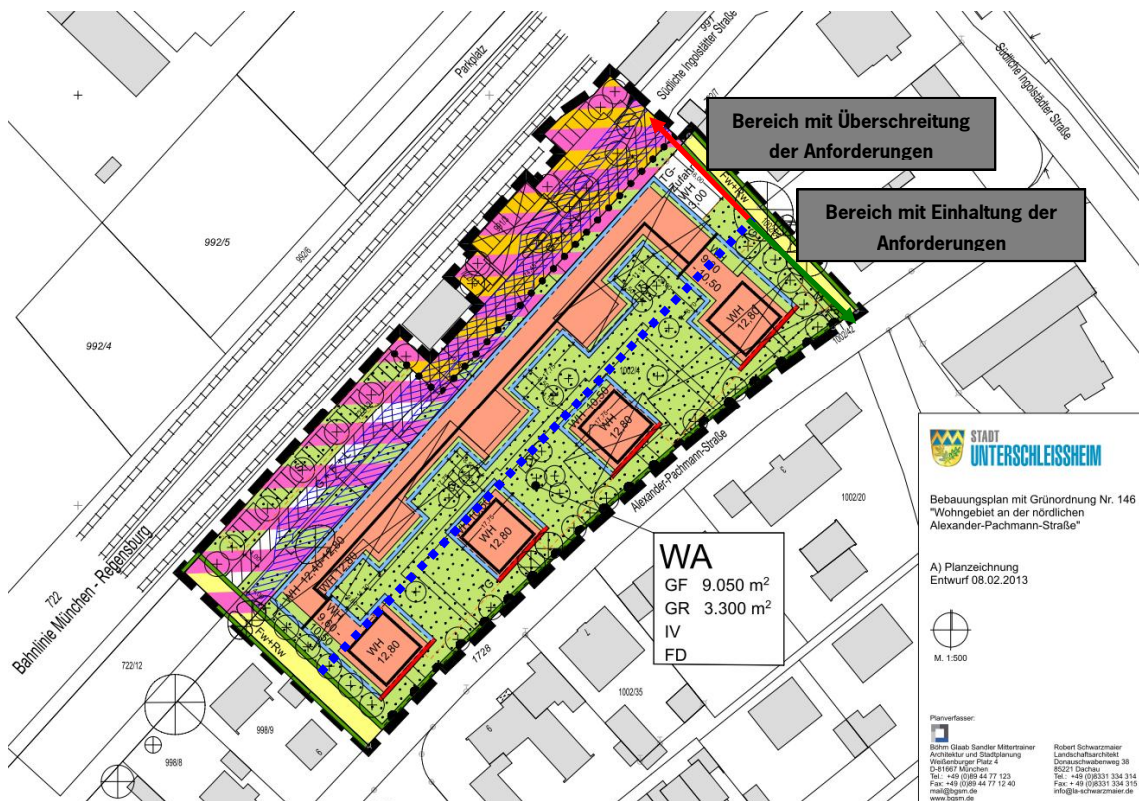


Abb. 7: Schematische Darstellung der Bereiche mit Überschreitung / Einhaltung der Anforderungen

8. Prüfung von Schutzmaßnahmen

Die Prognoseergebnisse anhand der durchgeführten messtechnischen Untersuchungen ergaben, dass auf dem Plangebiet in Folge der geplanten Nutzungsänderungen bis zu einem Abstand von ca. 50 m zur nächstgelegenen Gleisachse die entsprechenden Anforderungen an den Schutz vor Erschütterungen und Sekundärluftschall nicht eingehalten werden.

In Folge dessen werden mögliche Schutzmaßnahmen geprüft, um die Erschütterungs- bzw. Sekundärluftschallimmissionen zu reduzieren.

Schutzmaßnahmen sind prinzipiell an drei Stellen möglich:

- im Gleisbereich (Emissionsort)
- am Gebäude (Immissionsort)
- im Erdreich (Transmissionsbereich)

Emissionsort:

Wirksame Maßnahmen zum Erschütterungsschutz (z.B. Schwellenbesohlung oder der Einbau einer Unterschottermatte auf verdichtetem Untergrund o. ä.) sind im vorliegenden Fall an der bestehenden oberirdischen Strecke nur mit unübersehbarem technischem und wirtschaftlichem Aufwand durchführbar und werden deshalb im vorliegenden Fall nicht weiter verfolgt.

Transmissionsbereich:

Im Transmissionsbereich ist prinzipiell folgende Maßnahme denkbar:

- Herstellung eines Isolierschlitzes zwischen Gleisanlagen und Bauvorhaben

Die Wirksamkeit eines Isolierschlitzes ist mit Unsicherheiten verbunden, die auch bei sorgfältiger Planung nicht ausreichend begrenzt werden können. Insbesondere ist nicht auszuschließen, dass ein möglicher Isolierschlitz unter Umständen auch in das Grundwasser einbinden müsste und somit zum einen die Wirksamkeit verringert wäre als auch im Weiteren die Durchführbarkeit zu prüfen wäre.

Zudem wären für eine ausreichende Wirksamkeit des Isolierschlitzes entsprechende Überstandslängen erforderlich, die in eigentumsrechtliche Belange der Nachbarschaft eingreifen würden. In Folge dessen wird diese Maßnahme im vorliegenden Fall ebenfalls nicht weiter verfolgt.

Immissionsort:

Am Gebäude ist prinzipiell folgende Maßnahme denkbar:

- Elastische Lagerung des Gebäudes

Bei der elastischen Lagerung ist durch eine horizontale Schnittebene der Baukörper komplett vom Untergrund zu entkoppeln. Grundsätzlich gilt bei dieser Maßnahme, dass eine ausreichende quantitative Prognosesicherheit bei der Wirksamkeit dieser Maßnahme möglich ist und diese bereits häufig erprobt wurde.

Die Entkopplung der Baukörper vom Untergrund kann grundsätzlich in verschiedenen Ebenen erfolgen und lässt eine relevante Reduzierung der Erschütterungsimmissionen erwarten. Die mögliche Einbindung der Baukörper in das Grundwasser ist bei der Auswahl von Lagermaterialien ausreichend zu berücksichtigen.

Ausgehend von der Dämmwirkung eines Einmassen-Schwingers mit einem typischen Verlustfaktor sowie auf Basis der durchgeführten Messergebnisse lässt sich die notwendige Abstimmfrequenz der elastischen Lagerung gegenwärtig mit $f_0 \leq 14$ Hz abschätzen.

Neben der schwingungsentkoppelten Lagerung des Gebäudes sind zur Vermeidung von Körperschallbrücken grundsätzlich alle Durchdringungen im Bereich der Lagerebene (z.B. Wasser, Abwasser, Heizung, Fundamente etc.) ebenfalls schwingungsentkoppelt auszuführen.

Ebenfalls sind etwaige Gebäudebereiche, in welche keine schutzbedürftigen Nutzungen vorgesehen sind und somit nicht schwingungsentkoppelt werden müssen, von den eigentlichen zu schützenden Baukörpern horizontal bzw. vertikal zu trennen (z.B. Tiefgaragen).

9. Formulierungsvorschlag für den Bebauungsplan

Begründung

Aufgrund der räumlichen Nähe der geplanten Baufelder zu der oberirdischen Bahnanlage der Bahnlinie München – Regensburg wurden mögliche schwingungsinduzierte Auswirkungen im Rahmen eines erschütterungstechnischen Gutachtens untersucht. Hierbei wurden die zukünftigen Einwirkungen durch Erschütterungen und Sekundärluftschall prognostiziert und nach den einschlägigen Richtlinien und Normen beurteilt.

Die Untersuchungen auf Basis von messtechnischen Untersuchungen im Plangebiet (Möhler + Partner Ingenieure AG, November 2012) kommen zu dem Ergebnis, dass aufgrund des Abstands der Baugrenzen zur vorhandenen Bahnlinie die entsprechenden Anforderungen an den Schutz vor Erschütterungen bzw. Sekundärschall nicht eingehalten werden. Anhand der vorliegenden Erkenntnisse kann an dem Baukörper entlang der Bahnlinie sowie in baulich daran gekoppelten Baukörpern eine erhebliche Belästigung zukünftiger Bewohner nicht ohne Schutz- bzw. Kompensationsmaßnahmen zuverlässig ausgeschlossen werden.

Deshalb wird festgesetzt, dass bei der Errichtung von schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen von Wohnungen technische bzw. konstruktive Maßnahmen vorzusehen sind, die eine Einhaltung der Anhalts- und Richtwerte für Erschütterungs- und Sekundärschallimmissionen sicherstellen.

Satzung (Festsetzungen)

Erschütterungsschutz

1. Im Allgemeinen Wohngebiet WA sind schutzbedürftige Aufenthaltsräume von Wohnungen durch technische bzw. konstruktive Maßnahmen so zu schützen, dass hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen des Bahnbetriebs die einschlägigen Anforderungen der DIN 4150/2 (Erschütterungen im Bauwesen. Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden. Juni 1999) eingehalten werden.
2. Im Allgemeinen Wohngebiet WA sind schutzbedürftige Aufenthaltsräume von Wohnungen hinsichtlich der Sekundärluftschallimmissionen aufgrund des Bahnbetriebs so zu errichten, dass die Immissionsrichtwerte „Innen“ der TA Lärm, Abschnitt 6.2 i. d. F. vom August 1998 aus Körperschallübertragung in Gebäuden eingehalten werden.
Mittelungspegel $L_{m,T/N}$ 35/25 dB(A)
Maximalpegel $L_{max,T/N}$ 45/35 dB(A)

10. Zusammenfassung

Im Rahmen der Überplanung eines gegenwärtig gewerblich genutzten Geländes für Wohnnutzungen in Unterschleißheim-Lohhof wurde aufgrund der Nähe zur Bahnlinie München Regensburg eine erschütterungstechnische Untersuchung durchgeführt.

Die Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass bis zu einem Abstand von ca. 50 m zur nächstgelegenen Gleisachse die entsprechenden Anforderungen an den Schutz vor Erschütterungen bzw. Sekundärluftschall nicht eingehalten werden können. Demzufolge wurden mögliche Schutzmaßnahmen geprüft sowie in einer ersten Abschätzung die dadurch entstehenden Kosten abgeschätzt.

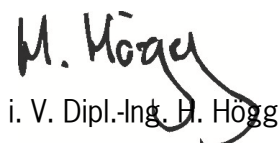
Im Zuge der weiteren Planungen ist die Thematik des Erschütterungsschutzes ausreichend zu berücksichtigen, um den wirtschaftlichen Aufwand für Schutzmaßnahmen möglichst gering halten zu können. Zudem sollten nach dem Rückbau der gegenwärtig bestehenden Gebäude und der versiegelten Flächen zwingend weitergehende messtechnische Untersuchungen durchgeführt werden, um die aufgrund der gegenwärtig vorhandenen örtlichen Situation notwendigen Emissionsansätze zu verifizieren sowie gegebenenfalls das Schutzmaßnahmenkonzept anzupassen.

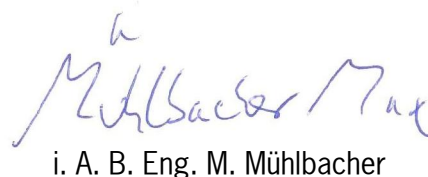
Für die Begründung und Satzung des Bebauungsplans wurden Formulierungsvorschläge ausgearbeitet.

Diese Untersuchung umfasst 28 Seiten und eine Anlage. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ist nur mit Zustimmung von Möhler + Partner gestattet.

München, den 13. Februar 2013

Möhler + Partner Ingenieure AG


i. V. Dipl.-Ing. H. Högg


i. A. B. Eng. M. Mühlbacher

als Qualitätssicherer:


Dipl.-Ing. FH R. Liegl

Internetfassung

11. Grundlagen

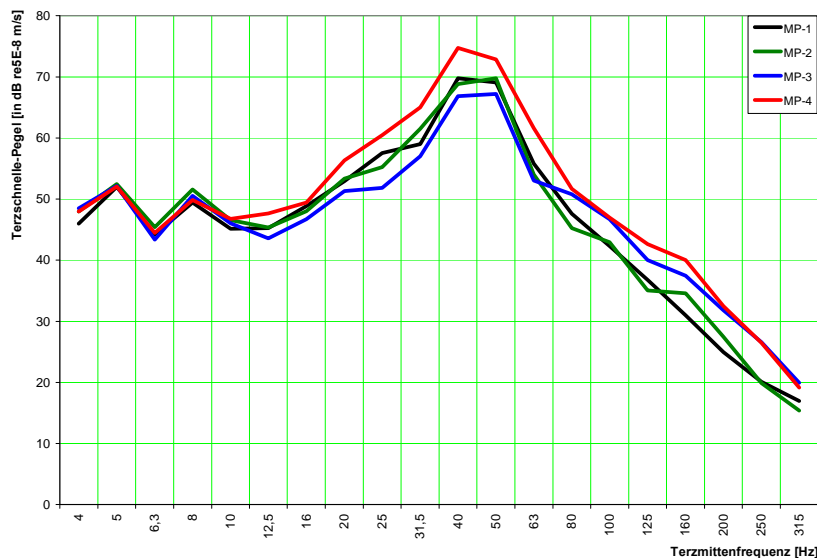
- [1] Bebauungsplan Nr. 89c Alter Lohhofer Ortsteil der Stadt Unterschleißheim, Plandatum: 06.05.1996, Änderungsvermerk: 19.03.2012
- [2] Stadt Unterschleißheim, Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146 „Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“, Entwurfsverfasser: Böhm Glaab Sandler Mittertrainer, Stand: 08.02.2013
- [3] Verkehrsdaten 2010 und Prognose 2015 für die Strecke 5500 München - Regensburg, Deutsche Bahn AG, Betrieblicher Umweltschutz (TUM 1), 20.September 2010
- [4] DIN 45 669, Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 2: Messverfahren, Juni 2005
- [5] DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [6] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998
- [7] Körperschall: Physikalische Grundlagen und technische Anwendungen, L. Cremer und M. Heckl, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1996
- [8] Schutz vor Erschütterungen und sekundärem Luftschall an Schienenverkehrswegen, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2001
- [9] DIN 45 672, Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen
- [10] Melke, 1995, Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs, Prognose und Schutzmaßnahmen, Materialien Nr. 22, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

12. Anlagen

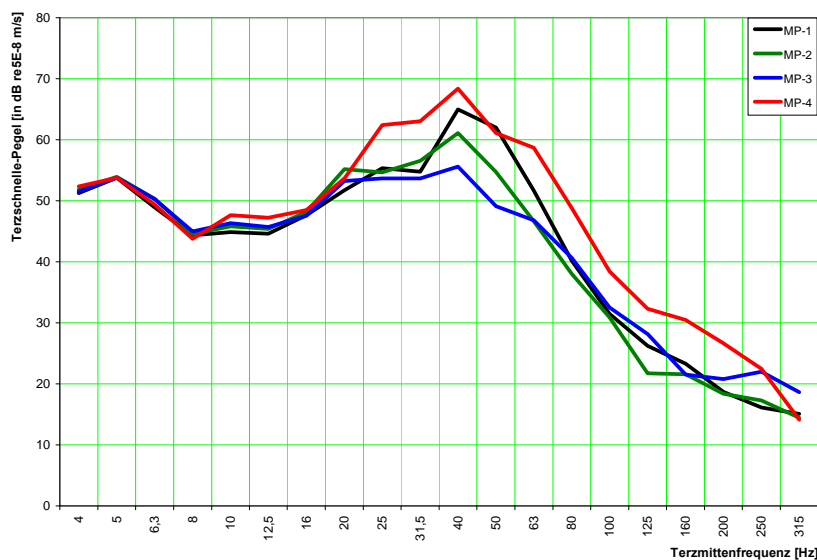
Anlage 1.1 – 1.4: Terzschnellepegel der Zugvorbeifahrten an den jeweiligen Messpunkten auf dem Plangebiet

Anlage 1: Terzschnellepegel der Zugvorbeifahrten an den jeweiligen Messpunkten auf dem Plangebiet

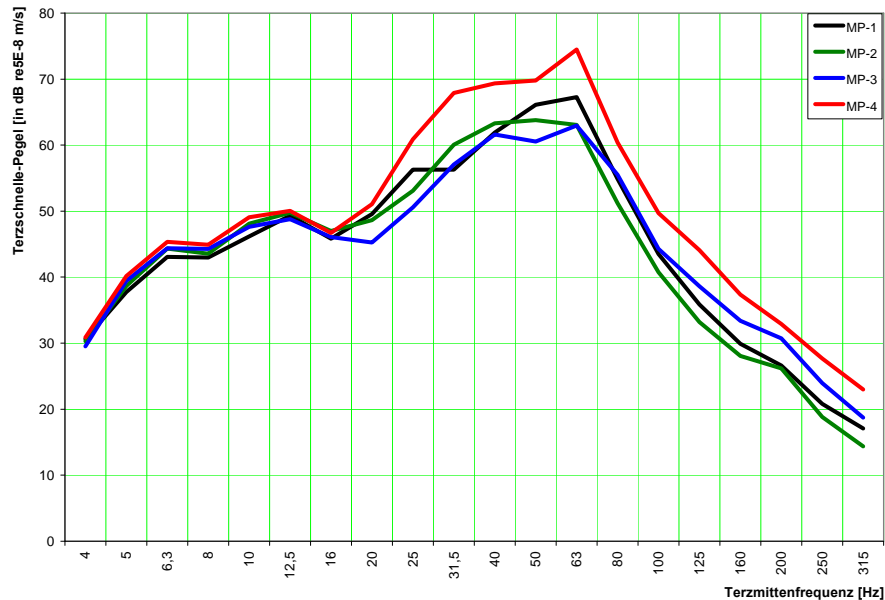
Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146
„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“
in der Stadt Unterschleißheim
Erschütterungen durch oberirdischen Schienenverkehr
der Bahnlinie München - Regensburg
Zuggattung „Güterverkehr“
Max-Hold-Auswertung
Fahrtrichtung Regensburg



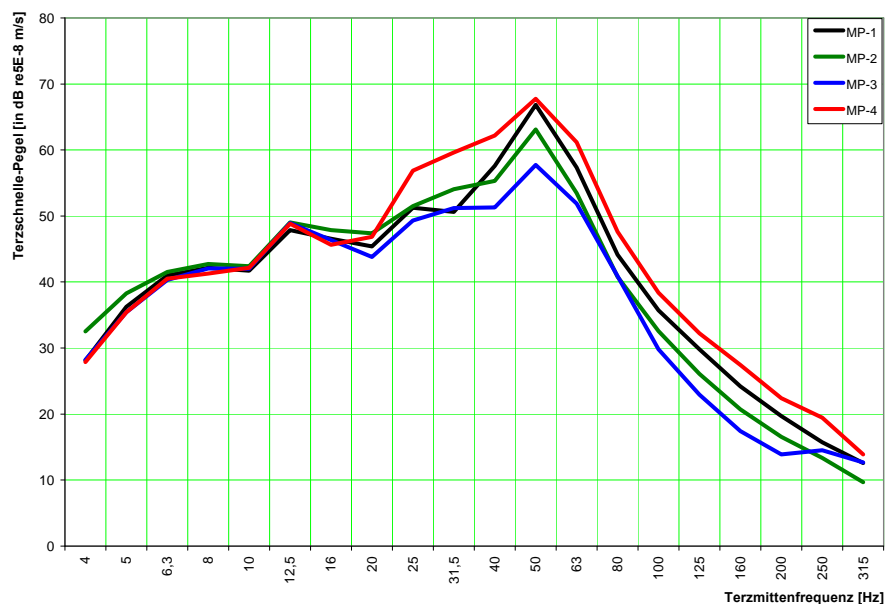
Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146
„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“
in der Stadt Unterschleißheim
Erschütterungen durch oberirdischen Schienenverkehr
der Bahnlinie München - Regensburg
Zuggattung „Güterverkehr“
Max-Hold-Auswertung
Fahrtrichtung München



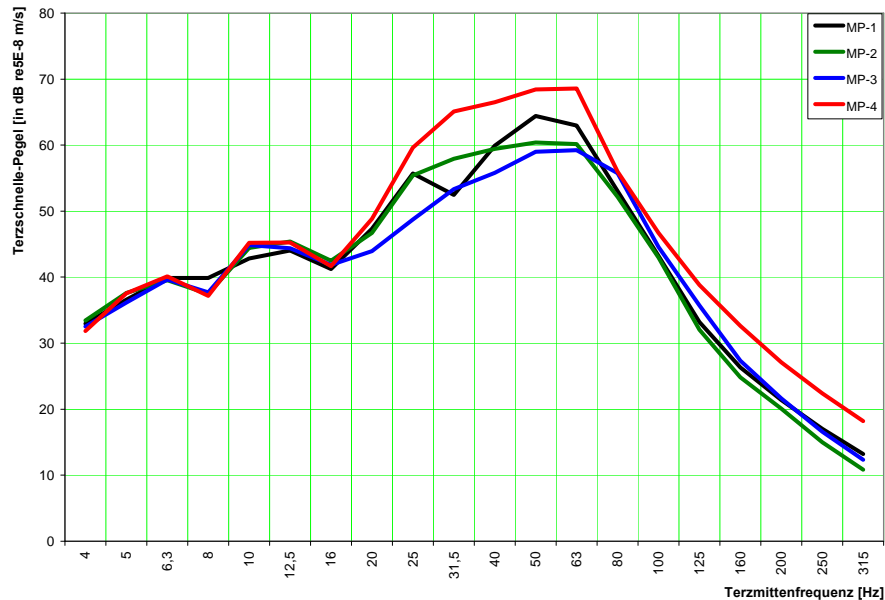
Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146
„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“
in der Stadt Unterschleißheim
Erschütterungen durch oberirdischen Schienenverkehr
der Bahnlinie München - Regensburg
Zuggattung „Regionalexpress - lokbespannt“
Max-Hold-Auswertung
Fahrtrichtung Regensburg



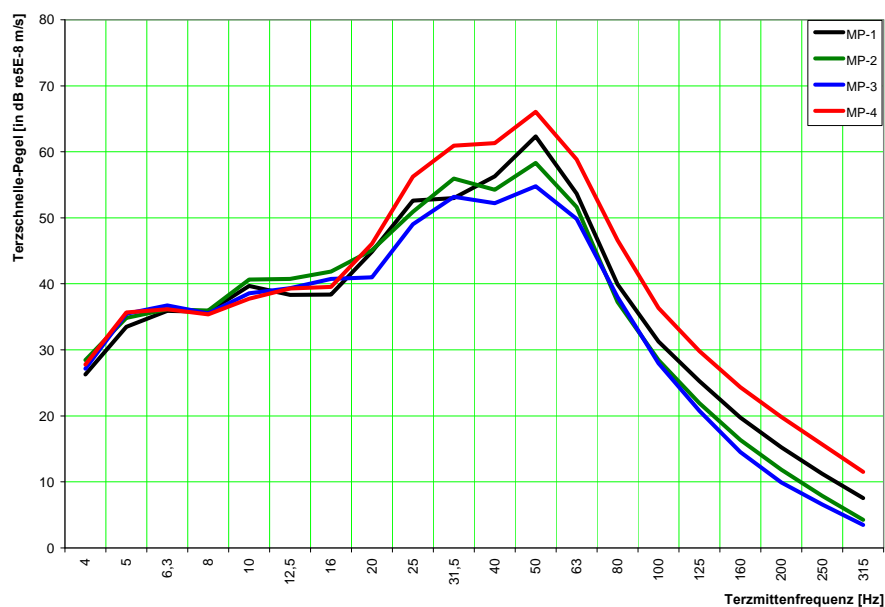
Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146
„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“
in der Stadt Unterschleißheim
Erschütterungen durch oberirdischen Schienenverkehr
der Bahnlinie München - Regensburg
Zuggattung „Regionalexpress - lokbespannt“
Max-Hold-Auswertung
Fahrtrichtung München



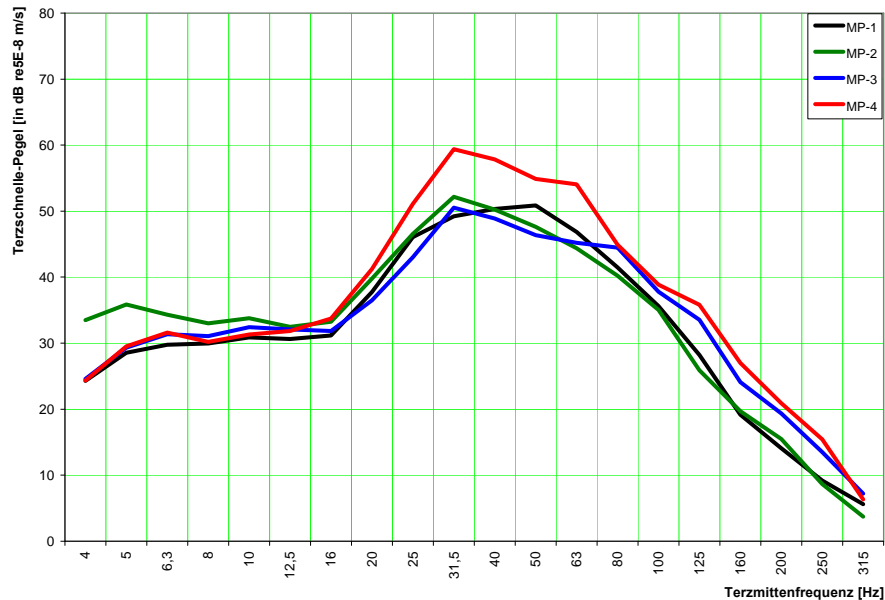
Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146
„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“
in der Stadt Unterschleißheim
Erschütterungen durch oberirdischen Schienenverkehr
der Bahnlinie München - Regensburg
Zuggattung „Regionalbahn - Triebwagen“
Max-Hold-Auswertung
Fahrtrichtung Regensburg



Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146
„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“
in der Stadt Unterschleißheim
Erschütterungen durch oberirdischen Schienenverkehr
der Bahnlinie München - Regensburg
Zuggattung „Regionalbahn - Triebwagen“
Max-Hold-Auswertung
Fahrtrichtung München



Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146
„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“
in der Stadt Unterschleißheim
Erschütterungen durch oberirdischen Schienenverkehr
der Bahnlinie München - Regensburg
Zuggattung „S-Bahn, Typ ET423“
Max-Hold-Auswertung
Fahrtrichtung Regensburg



Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 146
„Wohngebiet Alexander-Pachmann-Straße“
in der Stadt Unterschleißheim
Erschütterungen durch oberirdischen Schienenverkehr
der Bahnlinie München - Regensburg
Zuggattung „S-Bahn, Typ ET423“
Max-Hold-Auswertung
Fahrtrichtung München

