Messstelle nach §29b BImSchG



Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

zur Änderung des Bebauungsplanes "Misch- und Wohngebiet am Bahnhof" in der Gemeinde Bodenwöhr, Landkreis Schwandorf

<u>Hinweis:</u> Dieses Gutachten ersetzt das Gutachten mit der Auftragsnummer 6659.0/2019-FB vom 19.06.2019

Erschütterungsschutz fällt nicht in den Geltungsbereich der DAkkS-Akkreditierung

Gemeinde Bodenwöhr

Auftraggeber: Schwandorfer Str. 20

92439 Bodenwöhr

Abteilung: Immissionsschutz

Auftragsnummer: 6659.1 / 2019 - FB

Datum: 23.08.2019

Sachbearbeiter: Florian Bradl, Dipl. Ing. (FH)

Telefonnummer: 08254 / 99466-21

E-Mail: florian.bradl@ib-kottermair.de

Berichtsumfang: 48 Seiten

Inhaltsverzeichnis

∠ usa	ımmentas	sung	3
1.	Empfeh	lungen für Satzung und Begründung	5
2.	Aufgab	enstellung	7
3.	Ausgan	gssituationgssituation	8
3.3	ı. Örtli	- iche Gegebenheiten	8
3.2		dokumentation zur Ortseinsicht am 25.04.2019	
4.		- und Grundlagenverzeichnis	
4.3	l. Rec	htliche (Beurteilungs-)Grundlagen	9
4.2		men und Berechnungsgrundlagen	
4.3		nerische und sonstige Grundlagen	
5.	Immiss	ionsschutzrechtliche Vorgaben	10
5.3	L. Allg	emeine Anforderungen an den Schallschutz	10
6.	_	lung Schallschutz	
6.1	L. Allg	emeines	21
6.2	2. Bere	echnungssoftware	22
6.3	3. Grui	ndsätzliche Aussagen über die Mess- und Prognoseunsicherheit	22
6.4	1. Imn	nissionsorte	23
6.5	5. Schi	ienenverkehrslärmemissionen	24
7.	Beurtei	lung Erschütterungsschutz	25
7.	L. Allg	emeines	25
7.2	2. Mes	sungen	26
7.3	-	gnosewerte	
7.4	1. Prog	gnose des sekundären Luftschalls	29
		Anlagenverzeichnis	
		_	
	lage 1	Entwurf Bebauungsplan	
	lage 2	Verkehrsprognose DB 2030	
	lage 3.1	Gebäudelärmkarte Verkehrslärm Tagzeit	
	lage 3.2	Gebäudelärmkarte Verkehrslärm Nachtzeit	
	lage 3.3	Immissionsorte laufende Nummern	
	lage 3.4	Pegeltabelle Verkehrslärm	
	lage 4	Lärmpegelbereiche nach DIN 4109:2016-07	
	lage 5	Rechenlaufinformationen	
	lage 6.1 lage 6.2	Messpunkte Erschütterungsmessungen	
ΑΠ	iage 0.2	Ergebnistabellen Erschütterungen	42

Zusammenfassung

Die Gemeinde Bodenwöhr im Landkreis Schwandorf plant die Änderung des Bebauungsplanes "Misch- und Wohngebiet am Bahnhof" im Ortsteil Blechhammer. Das Plangebiet befindet sich südlich der Bahnstrecke Schwandorf - Cham und soll laut Aussage des Investors als Allgemeines Wohngebiet ausgewiesen werden /16/.

Im Rahmen der Untersuchung werden die Verkehrslärm- sowie Erschütterungsimmissionen im Plangebiet berechnet und bewertet.

Hinsichtlich der vorangegangenen schalltechnischen Untersuchung zum Bebauungsplan vom 19.06.2019 ergeben sich Änderungen im Bebauungsplanentwurf, die eine Neubewertung des Planungsgebiets erforderlich machen.

Beurteilung der Verkehrslärmimmissionen

Die Beurteilung der vom Schienenverkehr emittierten Geräusche erfolgt nach DIN 18005 /4/ in Verbindung mit der 16. BImSchV /2/ und der Richtlinie Schall 03 /7/. Die Orientierungswerte der DIN 18005 /4/ für Allgemeine Wohngebiete (WA) werden an den in der Anlage 3.1 und Anlage 3.2 dargestellten Fassaden um bis zu 9 / 17 dB(A) (Tag / Nacht) überschritten. Die Grenzwerte der 16. BImSchV /2/ werden um bis zu 5 / 13 dB(A) (Tag / Nacht) überschritten. Die Ergebnisse sind auch in der Anlage 3.4 übersichtlich dargestellt.

Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen

Auf Grund der Schienenverkehrslärmimmissionen vor allem zur Nachtzeit muss an den betroffenen Plangebäuden durch Grundrissorientierung sichergestellt werden, dass vor den für Lüftungszwecke vorgesehenen Fenstern von schutzbedürftigen Räumen im Sinne der DIN 4109:2016-07 /5/, Teil 1, Kapitel 3.16 (Wohn-, Schlaf- und Ruheräumen sowie Kinderzimmern, Wohnküchen) die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV /2/ von 59 / 49 dB(A) (Tag / Nacht) eingehalten sind.

Wo eine solche schalltechnisch günstige Orientierung nicht möglich und die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV überschritten sind, sind bauliche Maßnahmen wie z. B. Schallschutzfenster in Verbindung mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung bzw. Glasvorbauten (Prallscheiben, Schiebeläden, kalte Wintergärten, Laubengang etc.) vorzusehen.

Die Lärmpegelbereiche nach DIN 4109:2016-07 /5/ sind in Anlage 4 dargestellt.

Beurteilung der Erschütterungen

Die DIN 4150-2 nennt für Allgemeine Wohngebiete einen unteren Anhaltswert A_u von 0,15 / 0,15 0(Tag / Nacht). Diese werden vom Bahnverkehr im Plangebiet in einem Abstand von mindestens 29 m zur Gleismitte unterschritten.

Auf Grund der geringen Erschütterungseinwirkungen (KB $_{Fmax} \leq 0,1$) wird die Beurteilungsschwingstärke KB $_{FTr}$ nicht berechnet bzw. ist "null" zu setzen.

Hinsichtlich der vorgesehenen Wohnnutzungen müssen somit keine erschütterungsmindernden Maßnahmen durchgeführt werden.

Gebäudeschäden sind an den Plangebäuden nicht zu erwarten.

Beurteilung Sekundärer Luftschall

Die Einwirkungen durch sekundären Luftschall sind im Kapitel 7.4 dargestellt.

Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall an den Plangebäuden unterschreiten den im Kapitel 5.8 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel L_m von 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) um mindestens 14,7 / 9,6 dB(A) (Tag / Nacht). Es ist nicht mit Belästigungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.

Zusammenfassend lässt sich somit die Aussage treffen, dass auf der Basis der vorliegenden Planungsgrundlagen und Rechenvorgaben aus schalltechnischer Sicht die Änderung des Bebauungsplanes grundsätzlich möglich ist, wenn nachfolgende Empfehlungen in die weitere Planung einfließen.

Altomünster, 23.08.2019

Andreas Kottermair Beratender Ingenieur Florian Bradl Dipl.- Ing. (FH)

F. Bradl

1. Empfehlungen für Satzung und Begründung

Hinweise für den Planzeichner:

Die Anforderungen des Rechtsstaatsprinzips an die Verkündung von Normen stehen einer Verweisung auf nicht öffentlich zugängliche DIN- Vorschriften in den textlichen Festsetzungen eines Bebauungsplanes nicht von vornherein entgegen (BVerwG, Beschluss vom 29. Juli 2010- 4BN 21.10-Buchholz 406.11 §10 BauGB Nr. 46 Rn 9ff.). Verweist eine Festsetzung aber auf eine solche Vorschrift und ergibt sich erst aus dieser Vorschrift, unter welchen Voraussetzungen ein Vorhaben planungsrechtlich zulässig ist, muss der Plangeber sicherstellen, dass die Planbetroffenen sich auch vom Inhalt der DIN-Vorschrift verlässlich und in zumutbarer Weise Kenntnis verschaffen können. Den rechtstaatlichen Anforderungen genügt die Gemeinde, wenn sie die in Bezug genommene DIN- Vorschrift bei der Verwaltungsstelle, bei der auch der Bebauungsplan eingesehen werden kann, zur Einsicht bereithält und hierauf in der Bebauungsplanurkunde hinweist (BVerwG, Beschluss vom 29.Juli 2010- 4BN21.10- a.a.O. Rn 13).

Für die **Bebauungsplansatzung** werden folgende Festsetzungen vorgeschlagen:

Grundrissorientierung:

Es ist durch Grundrissorientierung sicherzustellen, dass vor den für Lüftungszwecke vorgesehenen Fenstern von schutzbedürftigen Räumen im Sinne des Punktes 3.16 der DIN 4109-1:2016-07 ("Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen") (Wohn-, Schlaf- und Ruheräumen sowie Kinderzimmern, Wohnküchen) die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV von 59 dB(A) tags und 49 dB(A) nachts eingehalten sind.

Die entsprechenden, für Lüftungszwecke geeigneten Fassadenseiten sind in der Anlage 3.1 und Anlage 3.2 der schall- und erschütterungstechnischen Untersuchung der Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Altomünster vom 23.08.2019 - 6659.1 / 2019 - FB dargestellt.

Passive Schallschutzmaßnahmen:

Verfügen entsprechende schutzbedürftige Räume über keine nach den vorgenannten Vorgaben zu orientierenden und für Lüftungszwecke geeigneten Fensterflächen, so sind an den entsprechenden Fassadenseiten Schallschutzfenster einzubauen und sicherzustellen, dass auch bei geschlossenen Fenstern an diesen schutzbedürftigen Räumen die erforderlichen Luftwechselraten eingehalten sind (kontrollierte Wohnraumlüftung). Alternativ ist auch der Einbau anderer passiver Schallschutzmaßnahmen (z.B. kalte Wintergärten oder vollständig verglaste Balkone, Schiebeläden bzw. Prallscheiben etc.) zulässig.

Die vorgeschlagenen passiven Schallschutzmaßnahmen stehen im Einklang mit Art. 45 der Bayerischen Bauordnung BayBO, wonach Aufenthaltsräume ausreichend belüftet werden müssen.

 Nachweis nach DIN 4109:2016-07 zum baulichen Schallschutz (Schallschutz im Hochbau):

Im Zuge der Baugenehmigungsverfahren bzw. Freistellungsverfahren sind zwingend Schallschutznachweise nach DIN 4109:2016-07 "Schallschutz im Hochbau" bei den Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte der 16. BIm-SchV zu erstellen. Diese müssen rechnerisch nachweisen, dass die Anforderungen an die Luftschalldämmung aller Außenbauteile zum Schutz vor Außenlärm, abhängig vom maßgeblichen Außenlärmpegel (Abschnitt 7.1 der DIN 4109-1:2016-07 "Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen") bei den Fassaden der geplanten Wohnungen eingehalten sind.

Die Lärmpegelbereiche sind in der Anlage 4 der schalltechnischen Untersuchung der Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Altomünster vom 23.08.2019 - 6659.1 / 2019 - FB dargestellt.

In die **Begründung** können folgende Hinweise aufgenommen werden:

- Nach § 1 Abs. 6 BauGB sind bei Aufstellung und Änderung von Bebauungsplänen insbesondere die Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu berücksichtigen.
- Für den vorliegenden Bebauungsplan wurde deshalb die schalltechnische Untersuchung mit der Projektnummer 6659.1 / 2019 FB der Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Altomünster vom 23.08.2019 angefertigt, um die Lärmimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten quantifizieren und beurteilen zu können, ob die Anforderungen des § 50 BImSchG für die benachbarte schützenswerte Bebauung hinsichtlich des Schallschutzes erfüllt sind. Zur Beurteilung können die Orientierungswerte des Beiblattes 1 zur DIN 18005 "Schallschutz im Städtebau", Teil 1 sowie die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV herangezogen werden. Die Definition der schützenswerten Bebauung richtet sich nach der Konkretisierung im Beiblatt 1 zur DIN 18005 "Schallschutz im Städtebau".
- Die Berechnungen der Beurteilungspegel ergaben für den Schienenverkehrslärm eine hohe Lärmbelastung sowie Überschreitungen der zutreffenden Orientierungswerte der DIN 18005 bzw. Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV, so dass bauliche und/oder passive Schallschutzmaßnahmen ergriffen werden müssen.
- Hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls sind keine Einwirkungen auf den Menschen zu erwarten.

Hinweis durch Text:

Die in den Festsetzungen des Bebauungsplanes genannten DIN-Normen und weiteren Regelwerke werden zusammen mit diesem Bebauungsplan während der üblichen Öffnungszeiten in der Bauverwaltung der Gemeinde Bodenwöhr, Schwandorfer Str. 20, 92439 Bodenwöhr zu jedermanns Einsicht bereitgehalten. Die betreffenden DIN-Vorschriften sind auch archivmäßig hinterlegt bei Deutschen Patentamt.

Textvorschlag für die **Abwägung** der Gemeinde Bodenwöhr, wenn von den Orientierungswerten der DIN 18005 hin zu den Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV abgewogen wird:

■ Die Gemeinde Bodenwöhr kann u.E. die Lärmsituation des Verkehrslärms bis zu den Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV abwägen, da die Verkehrsbelastung der Bundesbahnstrecke Schwandorf - Cham bereits zum jetzigen Zeitpunkt auf einem Niveau ist, dass eine Abwägung der Immissionsschutzbelange zu den Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV gerechtfertigt erscheinen lässt. Aktive Schallschutzmaßnahmen zur Einhaltung der Orientierungswerte der DIN 18005, Teil 1 werden aus städtebaulichen Gründen ("erdrückende" Wirkung der aktiven Lärmschutzmaßnahme, notwendige Überstandslängen der aktiven Lärmschutzmaßnahme etc.) und wegen des enormen Platzbedarfs und der Kosten nicht weiter verfolgt. Außerdem sind in der unmittelbaren Nachbarschaft bestehende Wohnbebauungen vorhanden.¹

2. Aufgabenstellung

Die Gemeinde Bodenwöhr im Landkreis Schwandorf plant die Änderung des Bebauungsplanes "Misch- und Wohngebiet am Bahnhof" im Ortsteil Blechhammer. Das Plangebiet befindet sich südlich der Bahnstrecke Schwandorf - Cham und soll laut Aussage des Investors als Allgemeines Wohngebiet ausgewiesen werden /16/.

Vor diesem Hintergrund ist durch unser Beratendes Ingenieurbüro durchzuführen:

- ☑ eine detaillierte Untersuchung der Schienenverkehrslärmimmissionen im Hinblick auf die geplante Nutzung.
- ☑ erschütterungstechnische Untersuchung (Prognose für Erschütterungen und sekundiren Luftschall) bezüglich des Bahnverkehrs und die Bewertung der Ergebnisse.
- ☑ die Dimensionierung einer Variante von Schallschutzmaßnahmen im Falle von Überschreitungen bzw. erforderlichenfalls planerische Änderungen vorzuschlagen.

¹ Meinung/Interpretation des Verfassers

3. Ausgangssituation

3.1. Örtliche Gegebenheiten



Quelle: Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung /12/

Die umliegende Nutzung gliedert sich in:

- Wohnen (westlich, südlich)
- (Klein-)Gewerbe (nördlich)

Verkehrsbelastungen ergeben sich durch die nördlich verlaufende Bahnstrecke Schwandorf - Cham.

Das umliegende Gelände ist weitgehend eben, sodass in der Topografie keine schallabschirmenden Geländeformen begründet sind.

3.2. Bilddokumentation zur Ortseinsicht am 25.04.2019



Bild 1 Plangebiet Nordostansciht



Bild 2 Bahnlinie Richtung Westen



Bild 3 Bahnlinie Richtung Osten

4. Quellen- und Grundlagenverzeichnis

4.1. Rechtliche (Beurteilungs-)Grundlagen

- /1/ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) i.d.F. der Bekanntmachung vom 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Art. 3, G v. 18.07.2017 (BGBl. I S. 2771)
- /2/ Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV vom 12.06.1990 (BGBl. I S. 1036), zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 18.12.2014 I 2269 (Nr. 61)
- /3/ Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26. August 1998, geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)

4.2. Normen und Berechnungsgrundlagen

- /4/ DIN-Richtlinie 18005-1, "Schallschutz im Städtebau", Teil 1 Berechnungsverfahren, Beuth Verlag, Berlin, vom Juli 2002, mit Beiblatt 1 "Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung", vom Mai 1987
- /5/ DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau", Teil 1 ff., Stand: 07/16
- /6/ DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- /7/ Richtlinie zur Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege, Schall 03, Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV vom 12.06.1990 (BGBl. I S. 1036), zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 18.12.2014 I 2269 (Nr. 61), Anlage 2
- /8/ DIN 4150-2 (Einwirkungen von Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden), Juni 1999
- /9/ DIN 4150-3:2016-12 (Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen), Dezember 2016
- /10/ Körperschall- und Erschütterungsschutz, DB Systemtechnik, Deutsche Bahn AG, Leitfaden für den Planer, August 1996 (Berichtigt Februar 1999)

4.3. Planerische und sonstige Grundlagen

- /11/ SoundPLAN-Manager, Version 8.0, Braunstein + Berndt GmbH, 71522 Backnang Berechnungssoftware mit Systembibliothek
- /12/ Verkehrszahlen Deutsche Bahn AG, E-Mail vom 13.06.2019
- /13/ Ortseinsicht 25.04.2019 durch den Unterzeichner
- /14/ Erschütterungsmessungen durch den Sachbearbeiter, 25.04.2019
- /15/ Entwurf Bebauungsplan "Misch- und Wohngebiet am Bahnhof", Stand vom 26.07.2019, E-Mail vom 02.08.2019
- /16/ Telefonat mit Frau Haßler, Schönbeck Immobilien GmbH, 18.06.2019: Gesamtes Plangebiet soll als Allgemeines Wohngebiet bewertet werden
- /17/ Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, München:
 - TopMaps Digitale Ortskarte 1:10 000
 - Digitale Flurkarte, Digitales Geländemodell Online-Bestellung 13.06.2019

5. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben

5.1. Allgemeine Anforderungen an den Schallschutz

Im Beiblatt 1 zur DIN 18005, Teil 1 /4/ sind schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung angegeben. Ihre Einhaltung oder Unterschreitung, bereits am Rand der Bauflächen oder überbaubaren Grundstücken, ist wünschenswert, um die mit der Eigenart des betreffenden schutzwürdigen Gebietes verbundene Erwartung auf angemessenen Schutz vor Lärmbelastungen zu erfüllen.

Als Indiz für das Vorliegen schädlicher Umwelteinwirkungen dienen die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV, /2/).

5.2. Anforderungen nach DIN 18005-1, Beiblatt 1

Je nach Schutzbedürftigkeit gelten nach /4/ folgende Orientierungswerte:

Gebietscharakter	Orientierungswert (OW)					
Gebietscharaktei	Tag	Nacht				
reine Wohngebiete (WR)	50 dB(A)	35 (40) dB(A)				
allgemeine Wohngebiete (WA)	55 dB(A)	40 (45) dB(A)				
Dorf-/Mischgebiet (MD/MI)	60 dB(A)	45 (50) dB(A)				
Kern-/Gewerbegebiet (MK/GE)	65 dB(A)	50 (55) dB(A)				

Der höhere Wert für die Nacht () gilt für Verkehrslärm

Die Nachtzeit dauert von 22:00 - 06:00 Uhr

Hinweis: Die DIN sieht keine Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit vor;

5.3. Anforderungen nach 16. BImSchV - Verkehrslärmschutzverordnung

Je nach Schutzbedürftigkeit gelten nach /2/ folgende Immissionsgrenzwerte:

Gebietscharakter	Immissionsgrenzwerte				
Gebietscharakter	Tag Nacht				
Krankenhaus, Schule, Kur-/Altenheim	57 dB(A)	47 dB(A)			
Allgemeine/ reine Wohngebiete (WA/WR)	59 dB(A)	49 dB(A)			
Kern-/Dorf-/Mischgebiet (MK/MD/MI)	64 dB(A)	54 dB(A)			
Gewerbegebiet (GE)	69 dB(A)	59 dB(A)			
Die Nachtzeit dauert von 22:00 – 06:00 Uhr					

5.4. Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109

Die DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" /5/ gilt u.a. zum Schutz von schutzbedürftigen Räumen gegen Außenlärm wie Verkehrslärm und Lärm aus Gewerbe- und Industriebetrieben, die in der Regel baulich nicht mit den Aufenthaltsräumen verbunden sind.

Für die Festlegung der erforderlichen Luftschalldämmung von Außenbauteilen wurden in der DIN-Norm Lärmpegelbereiche festgelegt, denen der jeweils vorhandene oder zu erwartende "maßgebliche Außenlärmpegel" (La) zuzuordnen ist.

Rührt die Geräuschbelastung von mehreren Quellen her, so ist der resultierende Außenlärmpegel $L_{a,res}$ aus den einzelnen maßgeblichen Außenlärmpegeln $L_{a,i}$ gemäß nachstehender Gleichung zu ermitteln.

$$L_{\text{a,res}} = 10 \lg \sum_{i=1}^{n} (10^{0,1L_{\text{a,i}}}) \text{ (dB)}$$

Für die Bestimmung des "maßgeblichen Außenlärmpegels" bei Verkehrslärm (Straßen und Schiene) sind gemäß Punkt 4.4.5.2 und 4.4.5.3 (Teil 2: Rechnerische Nachweise zur Erfüllung der Anforderungen) für den Tagzeitraum (06:00 - 22:00 Uhr) und für den Nachtzeitraum (22.00 - 06.00 Uhr) 3 dB(A) dem nach der 16. BImSchV berechneten Beurteilungspegel hinzuzurechnen.

Beträgt die Differenz der Beurteilungspegel zwischen Tag und Nacht weniger als 10 dB(A), so ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel aus einem 3 dB(A) erhöhten Nacht-Beurteilungspegel zum Schutz des Nachtschlafes sowie einem Zuschlag von 10 dB(A).

Für die Bestimmung des "maßgeblichen Außenlärmpegels" bei Gewerbe- und Industrieanlagen ist gemäß Punkt 4.4.5.6 (Teil 2: Rechnerische Nachweise zur Erfüllung der Anforderungen) 3 dB(A) dem nach TA Lärm, für die jeweilige Gebietskategorie, angegebenen Tag-Immissionsrichtwert hinzuzurechnen. Besteht im Einzelfall eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm, dann sollte der tatsächliche Beurteilungspegel bestimmt und zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels 3 dB(A) addiert werden.

Beträgt die Differenz der Beurteilungspegel zwischen Tag und Nacht weniger als 15 dB(A), so ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel aus einem 3 dB(A) erhöhten Nacht-Beurteilungspegel zum Schutz des Nachtschlafes sowie einem Zuschlag von 15 dB(A).

5.5. Anforderungen nach DIN 4150-2

Einwirkungen von Erschütterungen auf Menschen

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

Die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ ist dabei nach DIN 45669 als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0,125 s, "FAST") definiert.

Die Beurteilung erfolgt nach DIN 4150-2 /8/ anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

- KB_{Fmax} maximale bewertete Schwingungsstärke
- KB_{FTr} 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 berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse.

Sie wird mit Hilfe des Taktmaximalverfahrens (Taktzeit = 30 s) ermittelt.

Die Beurteilungsschwingstärke ergibt sich dabei nachfolgender Gleichung:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{T_r}}$$

mit

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

T_e = Einwirkzeit

KB_{FTm} = Taktmaximal-Effektivwert

Die Beurteilung erfolgt entsprechend nachfolgender Vorgehensweise:

Es ist die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} zu ermitteln und mit den Anhaltswerten A_u und A_o nach Tabelle 1 /8/ zu vergleichen:

- $KB_{Fmax} \le (unterer)$ Anhaltswert $A_u \rightarrow Anforderung der Norm eingehalten$
- $KB_{Fmax} \le$ (oberer) Anhaltswert $A_0 \rightarrow$ Anforderung der Norm eingehalten
- $A_u < KB_{Fmax} \le A_o$, Anforderung der Norm eingehalten, wenn die die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} nicht größer als nach Tabelle 1 /8/ist.

Die in der DIN 4150-2 angegebenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen (z.B. hochwertige Büroräume) sind in Tabelle 1 /8/ aufgelistet:

Einwirkungsorte	(6	Tag - 22 Ul	hr)	Nacht (22 - 6 Uhr)		
in deren Umgebung untergebracht sind	A _u	Ao	Ar	A _u	Ao	Ar
vorwiegend gewerbliche Anlagen (Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6,0	0,15	0,2	0,4	0,1
weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen (Kern-, Misch-, Dorfgebiete §§ 7,6,5 BauNVO)	0,2	5,0	0,1	0,15	0,3	0,07
vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen (Kleinsiedlungsgebiete, reine/allgemeine Wohngebiete §§ 2,3,4 BauNVO)	0,15	3,0	0,07	0,1	0,2	0,05

Tabelle 1 Anhaltswerte DIN 4150-2 (1999), Tab.1, Zeile 2 bis 4 /8/

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr erfolgt anhand der Anhaltswerte nach Tabelle 1/8/. Bei der Ermittlung von KB_{FTr} ist der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht anzuwenden.

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Schienenverkehr gelten folgende Besonderheiten:

- Die Beurteilung erfolgt anhand der Kriterien A_u (für KB_{Fmax}) und A_r (für KB_{FTr}) Die (oberen) Anhaltswerte A_o erhalten beim Schienenverkehr eine andere Bedeutung (siehe unten).
- Bei der Ermittlung von KB_{FTr} wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.
- Für unterirdischen Schienenverkehr jeder Art gelten die Anhaltswerte Au und Ar nach Tabelle 1 /8/.
- Für den Schienenverkehr hat der (obere) Anhaltswert Ao nachts 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 Ao = 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 1 /8/ eingehalten werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anhaltswerte indikatorischen Charakter haben und eine Beurteilung jeweils im Einzelfall zu erfolgen hat.

Bezug auf die Spürbarkeit der Erschütterungen:

Der Zusammenhang zwischen der KB-bewerteten Schwinggeschwindigkeit und der subjektiven Wahrnehmung wird in der Fachliteratur folgendermaßen beschrieben:

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

5.6. Anforderungen nach DIN 4150-3

Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen:

Hinsichtlich der Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen nennt die DIN 4150-3:2016-12 /9/ Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Bauwerken (Risse in Putz und Wänden usw.) nicht eintreten.

Für die Beurteilung sind die größten horizontalen Schwinggeschwindigkeiten maßgebend, die in der Regel in der obersten Deckenebene auftreten. Der Beurteilung wird der größere Wert der beiden horizontalen Einzelkomponenten zugrunde gelegt.

Die DIN 4150-3:2016-12 /9/ nennt in der Tabelle 4 Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit:

Tabelle 4 — Anhaltswerte für $\nu_{\rm i,\ max}$ zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Gebäude

		Anhaltswerte für $v_{ m i,n}$	nax in mm/s
	Gebäudeart	Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen	Decken, vertikal, alle Frequenzen
Spalte Zeile	1	2	3
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen <u>und</u> besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10 ª
ANMERKUN usgeschlos	IG Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach sen werden.	Zeile 1, Spalte 2 können leid	chte Schäden nic

Tabelle 2 Tabelle aus DIN 4150-3:2016-12

Wird der zutreffende Anhaltswert eingehalten, treten nach den bisherigen Erfahrungen keine Schäden im Sinne einer Gebrauchswertverminderung auf, die direkt von den Erschütterungen ausgelöst werden.

Zu beachten ist dabei noch, dass es bei unzureichender Fundamentierung und ungünstigen Untergrundverhältnissen zu unterschiedlichen Setzungen und damit zu Rissbildungen im tragenden Mauerwerk kommen kann, die in ihrer Fortschreitung durch Erschütterungen bzw. Bahnerschütterungen beschleunigt werden können.

5.7. Körperschall und Erschütterungsschutz

Das Ziel einer Erschütterungsprognose ist für die Räume der zu betrachtenden Gebäude

- a) die Ermittlung
 - der KB-Werte
 - der sekundären Luftschallpegel
- b) die Beurteilung nach einschlägigen Richtlinien.

Bei den spektralen (terzweisen) Berechnungen der KB-Werte aus dem Eisenbahnbetrieb ist ein Frequenzbereich von 4 Hz bis 80 Hz ausreichend. Der Frequenzbereich unter 4 Hz ist vernachlässigbar, da der Emissionspegel in diesem Frequenzbereich keine Energie bestimmenden Pegelanteile enthält. Zur Erfassung des sekundären Luftschallpegels sollte sicherheitshalber der auszuwertende Frequenzbereich bis 315 Hz erweitert werden.

Die derzeitigen Vorgehensweisen bei Körperschallprognosen basieren auf messtechnischen Ergebnissen und theoretischen Überlegungen, wobei das Gesamtsystem in mehrere entkoppelte Teilsysteme unterteilt wird:

- Quelle mit der Ankopplung an den Erdboden
- Ausbreitung der Schwingungen im Erdboden bis vor ein Gebäude
- Übergang der Schwingungen vom Erdboden auf die Fundamente
- Übergang der Schwingungen von den Fundamenten auf die Gebäudestrukturen bzw. Kellerwände.

Die schwingungstechnisch relevanten Kenngrößen solcher Teilbereiche sind, wenn auch noch nicht vollständig, bei der DB AG vorhanden. Nach dem derzeitigen Erfahrungsstand können durch die analytisch-messtechnischen Prognosen die unsystematischen Fehler zwischen den prognostizierten und den tatsächlich auftretenden Einwirkungen auf Werte kleiner 50% reduziert werden.

Die unvermeidbaren unsystematischen Fehler werden im Prognoseverfahren in der Regel durch entsprechende Sicherheitszuschläge berücksichtigt. Zur Erstellung einer Erschütterungsprognose müssen zunächst die o. g. Ausgangsdaten der entkoppelten Teilsysteme, die bahn-, boden- und gebäudespezifisch sind, ermittelt werden:

- Erschütterungs-Emissionspegel: L_E(f)
- Pegelabnahme im Boden: Δ L_B(f)
- Übertragungsfaktoren (gebäudespezifisch): Δ L_G(f).

Alle diese Ausgangsgrößen sind spektral zu ermitteln.

Im Allgemeinen werden Prognoseberechnungen für folgende Fälle durchgeführt:

- bestehende Wohngebiete, ohne Vorbelastung
- bestehende Wohngebiete, mit Vorbelastung
- geplante Wohngebiete an bestehenden Bahnanlagen
- geplante Wohngebiete an geplanten Bahnanlagen.

Zur Berechnung von Erschütterungs-Immissionen innerhalb von Gebäuden müssen die Übertragungsverhältnisse der Erschütterungssignale von der Quelle bis zum Immissionsort spektral verfolgt werden. Zur Berechnung von Erschütterungs-Immissionen werden die Körperschall-Schnellepegel L_{ν} in dem zu betrachtenden Aufenthaltsraum als Ausgangsgröße für die KB-Werte und für die sekundären Luftschallpegel herangezogen. Die Berechnungen werden spektral von 1 Hz bis 315 Hz durchgeführt.

Für die Bestimmung der KB-Werte wird, wie mehrfach erwähnt, der Frequenzbereich bis 80 Hz herangezogen (gemäß DIN 4150, Teil 2).

Die Berechnung der KB-Werte (pro Zuggattung) erfolgt durch die Frequenzbewertung (Filterung) der Körperschall-Schnelle gemäß Gleichung 1 der DIN 4150, Teil 2.

$$KB(f) = \frac{v_{Raum}(f)}{\sqrt{1 + (\frac{f_0}{f})^2}}$$

$$mit \ v_{Raum}(f) = 10^{\frac{L_{v-Raum}}{20}} * v_0$$

Darin bedeuten:

v_{Raum}(f): ermittelte Körperschall-Schnelle (in mm/s) in dem zu betrachtenden Raum

 v_0 : Bezugsschnelle ($v_0 = 5*10^{-8} \text{ m/s}$)

f₀: 5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpassfilters)

f: Terzmittenfrequenz (in Hz)

L_{v-Raum}(f): Körperschall-Schnellepegel (in dB) auf dem Fußboden des zu betrachten-

den Raumes (nach Gleichung 4)

Die Berechnung muss spektral (terzweise) von 1 Hz bis 80 Hz für jede Zuggattung durchgeführt werden. Der gesamte KB-Wert pro Zuggattung KB $_{\text{Zug}}$ ergibt sich aus der energetischen Addition der spektralen KB-Werte:

$$KB_{Zug} = \sqrt{\sum_{f=1Hz}^{80Hz} KB^2(f)}$$

Bemerkung:

Bei der Verwendung des Emissionspegels L_E (f), der mit der Max-Hold-Methode und mit der Zeitbewertung Fast ausgewertet wurde, entspricht der hier berechnete KB-Wert dem maximalen KB-Wert (KB_{Fmax}).

Die Beurteilung der Schwingstärke KB_{FTr} wird mit dem Taktmaximalverfahren (30 sec) ermittelt. Dabei ist die Streckenbelastung für jede Zuggattung, ohne Zuschläge für Ruhezeiten, getrennt für die Zeiträume Tag bzw. Nacht wie folgt zu berücksichtigen:

Tag:

$$KB_{FTr-Zug/Tag} = \sqrt{(KB_{Zug})^2 * \frac{N_T * 30}{57600}}$$

Nacht:

$$KB_{FTr-Zug/Nacht} = \sqrt{(KB_{Zug})^2 * \frac{N_N * 30}{28800}}$$

Darin bedeuten:

 N_T : Anzahl der Züge einer betrachteten Zuggattung (Zeitraum 6 Uhr bis 22 Uhr) N_N : Anzahl der Züge einer betrachteten Zuggattung (Zeitraum 22 Uhr bis 6 Uhr)

Die gesamte Beurteilungsschwingstärke für den Zeitraum Tag (KB_{FTr}-Tag) bzw. für den Zeitraum Nacht (KB_{FTr}-Nacht) ergibt sich aus der energetischen Addition aller Beurteilungsschwingstärken der einzelnen Zuggattungen für den Zeitraum Tag bzw. Nacht.

Tag:

$$KB_{Zug} = \sqrt{\sum_{Zug=1}^{N_{ZT}} (KB_{FTr-Zug/Tag})^2}$$

Nacht:

$$KB_{Zug} = \sqrt{\sum_{Zug=1}^{N_{ZN}} (KB_{FTr-Zug/Nacht})^2}$$

Darin bedeuten:

 N_{ZT} : Anzahl der verkehrenden Zuggattungen (Zeitraum 6 Uhr bis 22 Uhr) N_{ZN} : Anzahl der verkehrenden Zuggattungen (Zeitraum 22 Uhr bis 6 Uhr)

Sekundärer Luftschallpegel

Der sekundäre Luftschallpegel L_{sek-Zug} pro Zuggattung wird gemäß der Studie "Zur Ermittlung des sekundären Luftschalls" berechnet. Als Ausgangsgröße gilt der berechnete Körperschall-Schnellepegel L_V, der für die Schwingung des Fußbodens des zu betrachtenden Raumes als repräsentativ gilt.

Der für jede Zuggattung ermittelte spektrale Körperschall-Schnellepegel L_{V-Raum} (f) wird entsprechend der A-Filterung bewertet L_{V-Raum} (f).

Daraus wird dann der Gesamtpegel durch energetische Addition aller Terzpegel im Frequenzbereich von 20 Hz bis 315 Hz gebildet $L_{v (A)-Raum/Zuq}$.

Gemäß der Studie "Zur Ermittlung des sekundären Luftschalls" werden die Berechnungen des sekundären Luftschallpegels wie folgt unterteilt nach:

Zuggruppen:

- Fernbahn
- S-Bahn

Gebäudearten:

- mit Betondeckenaufbau
- mit Holzdeckenaufbau

Es gelten folgende Regressionsbeziehungen:

- für Fernbahn / Betondecke

$$L_{sek} = 26.2 + 0.46 * L_{vA}$$

- für Fernbahn / Holzbalkendecke

$$L_{sek} = 24.5 + 0.59 * L_{vA}$$

für S-Bahn / Betondecke

$$L_{sek} = 17.6 + 0.62 * L_{vA}$$

für S-Bahn / Holzbalkendecke

$$L_{sek} = 27.5 + 0.34 * L_{vA}$$

Darin bedeuten:

L_{vA}: zugspezifischer, A-bewerteter Körperschall-Schnellepegel

Für die Ermittlung der Beurteilungspegel für die Zeiträume Tag/Nacht werden die Streckenbelastungen unter Berücksichtigung der einzelnen Zuggattungen und die dazugehörigen Vorbeifahrzeiten t_{Zug} angesetzt.

Die Berechnungen der Beurteilungspegel pro Zuggattung erfolgen gemäß folgenden Gleichungen:

Tag:

$$L_{A,m-Tag} = L_{sek} + 10 lg \frac{t_{Zug} * N_T}{57600} [dB]$$

Nacht:

$$L_{A,m-Nacht} = L_{sek} + 10 lg \frac{t_{Zug} * N_N}{28800} [dB]$$

Darin bedeuten:

 N_T : Anzahl der Zugereignisse (Zeitraum 6 Uhr bis 22 Uhr) N_N : Anzahl der Zugereignisse (Zeitraum 22 Uhr bis 6 Uhr)

Der gesamte Beurteilungspegel für alle Zuggattungen und für die Zeiträume Tag/Nacht ergibt sich aus der energetischen Addition aller Beurteilungspegel.

Tag

$$L_{A,m-Tag,ges.} = 10 \text{ lg} \sum_{Zug=1}^{N_{ZT}} 10^{\frac{L_{m-Tag}}{10}} [dB]$$

Nacht

$$L_{A,m-Nacht,ges.} = 10 \lg \sum_{Zug=1}^{N_{ZN}} 10^{\frac{L_{m-Nacht}}{10}} [dB]$$

5.8. Sekundärer Luftschall

Beim sekundären Luftschall handelt es sich um ein tieffrequentes Geräusch, das z. B. infolge von Schwingungsanregung aus dem Zugverkehr von den Gebäudeteilen (Wände, Decken usw.) abgestrahlt wird und das keine identifizierbare Schalleinfallsrichtung hat. Maß für den sekundären Luftschall ist der über den jeweiligen Beurteilungszeitraum (Tag / Nacht) gemittelte A-bewertete Innenschallpegel. Für den sekundären Luftschall existieren bisher keine gesetzlichen Regelungen im Sinne von Immissionsgrenzwerte. Deshalb werden zur Beurteilung des sekundären Luftschalls oft Grenz- oder Anhaltswerte herangezogen, die eigentlich für den von außen über Fenster und Wände eindringenden Verkehrslärm (primärer Luftschall) gelten.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) geht bei seiner Beurteilung der Lärmsituation an Schienenwegen von den Kriterien der TA Lärm /2/ aus, da diese die besondere Problematik des Sekundärschalls bei Körperschallübertragung beinhaltet. Danach gilt in Wohn- und Schlafräumen ein mittlerer Schallpegel des Körperschalls für alle Gebietsnutzungen ein Mittelungspegel von 35 / 25 dB(A) (Tag / Nacht).

Der durch Gebäudeschwingungen verursachte sekundäre Luftschall hängt neben den für Erschütterungen relevanten Faktoren auch ab von

der Größe und dem Abstrahlgrad der schwingenden Flächen und

den Absorptionseigenschaften des betreffenden Raumes

Der von schwingenden Raumbegrenzungsflächen abgestrahlte sekundäre Luftschall wird nach Geräusch-Richtlinien beurteilt.

Der Innenschallpegel wird beschrieben mit:

$$L_p = L_v + 10\lg\frac{4S}{A} + 10\lg\sigma$$

wobei L_v der Schwinggeschwindigkeitspegel auf der schwingenden Fläche, A die äquivalente Absorptionsfläche des Raumes, S die Größe der schwingenden Fläche, σ der Abstrahlgrad, und L_p der Schalldruckpegel im Raum sind.

In der Information Körperschall-Erschütterungen der Deutschen Bahn AG /10/ wird ein Zusammenhang zwischen dem sekundären Luftschall und dem Körperschallschnellepegel angegeben, der durch statistische Auswertungen von Messergebnissen gewonnen wurde. Die Prognose des sekundären Luftschalls baut somit auf den zu erwartenden Körperschall bzw. den entsprechenden Erschütterungen auf, wobei für den sekundären Luftschall der Frequenzbereich von 20 Hz bis 315 Hz maßgebend ist.

6. Beurteilung Schallschutz

6.1. Allgemeines

Für die Bauleitplanung sind (anders als z. B. für die Errichtung oder wesentliche Änderung eines Verkehrsweges nach der 16. BImSchV (Verkehrslärmschutzverordnung) keine konkreten Grenzwerte zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche normativ festgelegt. Verschiedene technische Regelwerke, insbesondere die DIN 18005 enthalten Orientierungswerte für die Zumutbarkeit von Lärmbelastungen. Diese gelten nach der ständigen Rechtsprechung der Verwaltungsgerichte grundsätzlich auch im Rahmen der Bauleitplanung. Da es sich allerdings gerade nicht um konkrete Grenzwerte handelt, ist die <u>Grenze</u> des Zumutbaren von den Trägern der Bauleitplanung (und den Gerichten) letztlich immer anhand einer umfassenden Würdigung aller Umstände des <u>Einzelfalls</u> und insbesondere der speziellen Schutzwürdigkeit des jeweiligen Baugebiets zu bestimmen. Die Orientierungswerte geben (nur) Anhaltspunkte für die Zumutbarkeit von Lärmbeeinträchtigungen im Regelfall.

Die Anforderungen an gesunde Wohnverhältnisse sind bei der Aufstellung eines Bebauungsplanes in der Regel gegeben, wenn die Orientierungswerte der DIN 18005 an schutzbedürftigen Gebäuden in Geltungsbereich des Bebauungsplanes eingehalten werden. Andererseits ist in der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes (BVerwG) anerkannt, dass die Überschreitung der Orientierungswerte nicht zwangsläufig bedeutet, dass die Anforderungen an gesunde Wohnverhältnisse nicht eingehalten werden. Vielmehr kann im Einzelfall auch eine Überschreitung dieser Orientierungswerte mit dem Abwägungsgebot vereinbar sein. Dies ist in der Rechtsprechung anerkannt für Überschreitungen um 5 dB(A) und sogar um bis zu 10 dB(A).

vgl. BVerwG, Urteil vom 22.03.2007 – 4CN 2/06, juris; BVerwG, Beschluss vom 18.12.1990 -4 N 6.88, juris

Voraussetzung ist aber, dass es hinreichend gewichtige Gründe gibt, schutzbedürftige Bebauung trotz der vorhandenen Lärmbelastung an dem konkreten Standort zu realisieren. Dazu gehört, dass Maßnahmen des aktiven Schallschutzes nicht möglich oder aus hinreichend gewichtigen Gründen nicht vorzugswürdig sind. Darüber hinaus muss jedenfalls im Innern der Gebäude angemessener Lärmschutz gewährleistet werden.

Durch Festsetzungen im Bebauungsplan, gestützt auf §9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB, ist es möglich, durch bauliche Schallschutzmaßnahmen (lärmabgewandte Orientierung der schutzbedürftigen Räume) bzw. passive Schallschutzmaßnahmen (Verwendung schallschützender Außenbauteile) im Inneren von schutzbedürftigen Räumen einen angemessenen Schallschutz zu erhalten. Auch kommt unter Umständen eine geschlossene Riegelbebauung in Betracht, um die rückwärtigen Grundstücksflächen effektiv abzuschirmen. In jedem Fall ist aber zu beachten, dass in einem durch Verkehrslärm vorbelasteten Bereich ein erhöhter Rechtfertigungsbedarf besteht. Dabei gilt, dass die für die Planung streitenden Belange umso gewichtiger sein müssen, je stärker die Verkehrslärmbelastung

im Plangebiet bzw. je größer die dadurch belastete Fläche ist. Eine solche Bauleitplanung kommt aber insbesondere dann- trotzdem- in Betracht, wenn keine oder keine auch nur annähernd ähnlich geeignete Fläche für die weitere Siedlungsentwicklung zur Verfügung steht.

Die Beurteilungspegel für den Schienenverkehr werden nach den Rechenregeln der DIN ISO 9613-2 /6/ in Zusammenhang mit Schall 03-2012 /7/ erzeugt.

6.2. Berechnungssoftware

Unter Verwendung des EDV-Programms "SoundPLAN" wird ein digitales Geländemodell zur Schallausbreitungsrechnung erzeugt.

Neben den Geräuschquellen und Immissionsorten werden die untersuchten und die umliegenden Gebäude, an denen die Schallstrahlen gebeugt und reflektiert werden, digital nachgebildet.

6.3. Grundsätzliche Aussagen über die Mess- und Prognoseunsicherheit

<u>Messunsicherheit</u>

Die Messunsicherheit ist von der Güte der verwendeten Prüfmittel und insbesondere von der Durchführung vor Ort abhängig. Zur Minimierung von Fehlerquellen werden:

- ausschließlich Schallpegelmesser der Genauigkeitsklasse 1 nach DIN EN 60651, DIN EN 60804 und DIN 45657 mit einer Toleranz von ± 0,7 dB verwendet. Dies garantieren auch die entsprechenden Eichscheine.
 - Bei (Abnahme-) Messungen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz werden grundsätzlich nur geeichte Schallpegelmesser eingesetzt.
 - Mit Verweis auf DIN 45645-1, Ziffer 8 kann im Normalfall bei einem Vertrauensniveau von 0.8 mit einer Messunsicherheit bei Klasse 1 Geräten von \pm 1 dB gerechnet werden.
 - Die Pegelkonstanz der verwendeten Kalibratoren der Klasse 1 nach DIN EN 60942 kann mit \pm 0,1 dB angegeben werden.
- bei der Durchführung der Messungen vor Ort die geltenden vorgegebenen Standards (DIN-Normen, VDI etc.) eingehalten und insbesondere deren (Qualitäts-) Anforderungen eingehalten.

Die Gesamtmessunsicherheit liegt somit bei höchstens ± 1 dB.

Sofern geltende Standards wie z.B. die DIN EN ISO 3744 konkrete Verfahren zur Messunsicherheit vorgeben, werden diese angewandt.

Um den bestimmungsgemäßen Betrieb genauer zu verifizieren, werden im Vorfeld von schalltechnischen Messungen Genehmigungsbescheid(e) gesichtet und die Messplanung mit Betreiber und Genehmigungsbehörde abgestimmt. Damit, und in Verbindung mit der entsprechenden langjährigen Erfahrung der Messstellenleitung, können fundiertes Vorwissen und eine gute Übersicht über den Anlagenbetrieb gewonnen werden. Ebenso

werden vor Messbeginn Informationen über die wesentlichen Bedingungen der Messsituation durch eine Betriebsbegehung mit den Firmenverantwortlichen eingeholt.

Um Ungereimtheiten oder dem Vorwurf der Parteilichkeit zu begegnen, werden im Einzelfall auch ohne Kenntnis bzw. Information des Betreibers am Messtag stichprobenartig zusätzliche Messungen vorgenommen oder der Anlagenbetrieb über die eigentliche Messaufgabe hinaus beobachtet.

Prognoseunsicherheit

Die Genauigkeit ist abhängig von u. a. den zugrunde gelegten Eingangsdaten (Schallleistungspegel, Vermessungsamtdaten etc.). Zur Minimierung von Fehlerquellen werden:

- digitale Flurkarten (DFK) sowie ein digitales Geländemodell (DGM) über die (Bayerische) Vermessungsverwaltung bezogen zumindest aber vom Planer in digitaler Form (dxf-Format) angefordert.
- softwarebasierte Prognosemodelle erstellt. Hierzu wird auf den SoundPLAN-Manager der Braunstein + Berndt GmbH, 71522 Backnang zurückgegriffen. Eine Konformitätserklärung des Softwareentwicklers nach DIN 45687:2006-05 SoftwareErzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmissionen im Freien Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen liegt vor.
- für die schalltechnischen Eingangsdaten Schallleistungspegel aus Literatur und Fachstudien und/oder Herstellerangaben und/oder eigenen Messungen herangezogen. Diese Daten sind hinreichend empirisch und/oder durch eine Vielzahl von Einzelereignissen verifiziert und/oder von renommierten Institutionen verfasst.

Für die Schallausbreitungsrechnung verweist die TA Lärm auf die Regelungen der DIN ISO 9613-2, die einem Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 entspricht. In Tabelle 5 gibt die DIN ISO 9613-2 eine geschätzte Genauigkeit von höchstens \pm 3 dB an, was bei einem Vertrauensintervall von 95 % einer Standardabweichung von 1,5 dB entspricht.

Die Beurteilungspegel werden für den jeweils ungünstigsten Betriebszustand – Maximalauslastung, Voll- und Parallelbetrieb, maximale Einwirkzeit (24h) usw. – ermittelt. Eine gegebenenfalls Prognoseunsicherheit nach oben hin ist dadurch hinreichend kompensiert, so dass die Ergebnisse auf der sicheren Seite liegen.

6.4. Immissionsorte

Als maßgebliche Immissionsorte werden die Fassaden der geplanten Wohngebäude (PG 1 bis PG 29, vgl. Anlage 1) nachgebildet und den Orientierungs- bzw. Immissionsgrenzwerten für ein WA-Gebiet gegenübergestellt.

Die Immissionsorthöhe wird bei Gebäuden in SoundPLAN im Allgemeinen für das Erdgeschoss auf Geländehöhe +2,4 m, jedes weitere Stockwerk +2,8 m festgelegt.

Die Ergebnisse sind in Form von Gebäudelärmkarten dargestellt. Für die maßgeblichen, quellzugewandten Fassadenpunkte ist der jeweils lauteste Pegel je Fassade dargestellt.

6.5. Schienenverkehrslärmemissionen

Direkt nördlich des Plangebiets verläuft die Bahnstrecke Schwandorf - Cham. Diese befahren nach Auskunft der DB Netz AG /12/ (vgl. Anlage 2) im Abschnitt Blechhammer im Jahr 2030 (Tag / Nacht) 48 / 4 Züge des Personenverkehrs sowie 5 / 4 Züge des Güterverkehrs.

Es ergibt sich nachfolgende Prognose-Situation:

Schwandorf-Cham (Richtung: Si	AD			· A	Absc	:hnitt: 1	Km: 0+	000
	Zugart	Anzah	l Züge	Geschwin-	Länge	Länge		Emissi	spegel L'w [dB(A)]			
Name		Tag	nachts	digkeit	je Zug	Max		Tag			nachts	
				km/h	m		0 m	4 m	5 1	m 0 m	4 m	5 m
1 GZ-V		2,0	1,0	100	729		74,8	58,2	÷	, ,,,	58,2	-
2 GZ-V		1,0	1,0	100	729	S=0	71,8	55,2	-	74,8	58,2	~
3 IC-E		8,0	2.0	120	331	**	77,4	57,8	-		45.4	
4 RV-V		15,0	2,0	120	69	-	72,0	51,1	ä	00,2	45,4	E
5 RV-V		2,0	1,0 5,0	150	69		64,8	43,1 62,4	-	01/0	43,1 61,4	-
- Gesa	Int	28,0	achen-	Kurvenfah	r- Gleisb		80,7 Vorkel	nrungen o	. 1	78,3 Sonstige		icke
	F-1-1-1	74			8 8,88				-			
kilometer	Fahrbahnart		tand	geräusch			Quietschgeräusche		ne	Geräusche	KBr	KLM
km	c1		2	dB		dB		dB		dB	dB	dB
0+000	Standardfahrbahn	:	=		= 85		- -				-	=
0+964	Standardfahrbahn	Claire 1	-	Di-ht					A 1	- -	- Name O 1	200
Schwandor	The state of the s	Gleis: 1	2.300	Richtung: C	100.00	-		120 0 0		100000000000000000000000000000000000000	Km: 0+	JUU
1	Zugart		l Züge	Geschwin-	Länge		Emissionspegel L'w [dE					
	Name	Tag	nachts	digkeit	je Zug	Max		Tag			nachts	
				km/h	m		0 m	4 m	5 1	101	4 m	5 m
1 GZ-V	- -	1,0	1,0	100	729	-	71,8	55,2	72	7 1,0	58,2	2
2 GZ-V		1,0	1,0	100	729	·=:	71,8	55,2	-	74,8	58,2	7.
3 IC-E		8,0 14,0	-	120	331	S-20	77,4	57,8	-	-	-	-
1857 (1888-111.18	4 RV-VT 1		1,0	120	69	-	71,7	50,8		63,2	42,4	-
	5 RV-VT 2		3,0	150	69	-	61,7	40,1 61,5	-		61.3	-
- Gesa		25,0	ächen-	Kurvenfah	r- Gleisb	rome	80,0		_	Sonstige		icke
Control Contro		10.0200.00.00		Access a continuenta	1344/161/465							1
	kilometer Fahrbahnart		tand	geräusch			Quietschgeräusche		ne	Geräusche	KBr	KLM
km	c1	c2		dB	d	В	dB			dB	dB	dB
0+000	Standardfahrbahn	÷		-	-		-		-		-	
0+963	Standardfahrbahn		-	- 2				÷			-	

Bild 4 Schienenverkehr Gleis 1 und 2

7. Beurteilung Erschütterungsschutz

Das Planungsgebiet befindet südlich der Bahnlinie Schwandorf - Cham. Das Bahngleis ist von der nächsten Bestandsbebauung (Bahnhofstraße 25) ca. 28 m entfernt und im gesamten Bereich auf Betonschwellen und Schotterbett gelagert.

Nach den Prognosezugzahlen für das Jahr 2030 der DB Netz AG /12/ (s. Anlage 2) werden auf dem betreffenden Streckenabschnitt insgesamt verkehren (Tag / Nacht):

- 48 / 4 Regionalzüge
- 5 / 4 Güterzüge

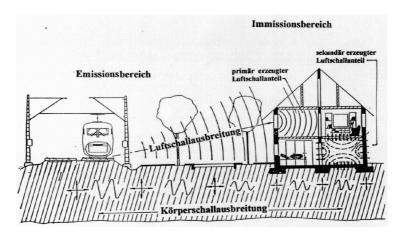
Durch die Nähe zur Bahnstrecke wirken Erschütterungsimmissionen aus dem Zugverkehr auf das Bauvorhaben ein.

7.1. Allgemeines

Die Stärke der Erschütterungen in Gebäuden an einer Bahnstrecke hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Maßgeblich sind vor allem:

- die technischen und betrieblichen Parameter der eingesetzten Fahrzeuge (Masse, Länge, Geschwindigkeit u.a.).
- die Güte des Gleisauf- und Gleisunterbaus.
- die Übertragungseigenschaften des Geländes zwischen dem Gleis und dem betroffenen Gebäude.
- die Anregungs- und Übertragungseigenschaften der Gebäudeelemente (Fundamente, Mauern, Decken, Eigenfrequenzen).
- das Betriebsprogramm der Strecke, d.h. die Zugzahlen am Tag (6 22 Uhr) und in der Nacht (22 - 6 Uhr).

Die vielen für die Erschütterungssituation verantwortlichen Einzelparameter lassen sich auf drei große Teilbereiche unterteilen: Emission (Anregung), Transmission (Ausbreitung im Untergrund) und Immission (Einleitung und Auswirkung im Gebäude).



<u>Schaubild:</u> Entstehung und Ausbreitung von Erschütterungen an Schienenverkehrswegen /10/

Innerhalb von Gebäuden treten die größten Schwingungen in der Regel auf der Decke im obersten Geschoss auf. Dabei lassen sich Decken mit großer Spannweite normalerweise leichter zu Schwingungen anregen als Decken mit kleiner Spannweite. Zudem sind Holzbalkendecken erschütterungsempfindlicher als massive Stahlbetondecken.

Vorgaben für ein spektrales Prognoseverfahren für Erschütterungen aus dem Schienenverkehr sind in der VDI-Richtlinie 3837 vom März 2006 und in der Information für Körperschall-Erschütterungen, Ausgabe August 1996 mit Überarbeitung vom Februar 1999 der Deutschen Bahn AG zu finden. Danach gilt:

$$L_v(f) = L_E(f) - \Delta L_B(f) - \Delta L_G(f)$$

wobei $L_E(f)$ der Erschütterungs-Emissionspegel, $\Delta L_B(f)$ die Pegeländerung bei der Übertragung im Boden, $\Delta L_G(f)$ die Pegeländerung bei der Übertragung vom Gelände ins Gebäude (Übertragungsfaktoren) und $L_v(f)$ der Erschütterungspegel im Gebäude sind. Die Übertragung von Erschütterungen ist stark abhängig von den Frequenzen der Schwingungen (Terzfrequenzband).

Diese komplexen Zusammenhänge erschweren Prognosen, die allein auf Rechnungen basieren. Für abgesicherte Prognosen sind deshalb Erschütterungsmessungen sehr hilfreich. Hierdurch lassen sich die Emissionen und das Übertragungsverhalten der Erschütterungen exakter ermitteln. Außer Ausbreitungsmessungen auf der vorgesehenen Baufläche eignen sich besonders gut Messungen an Referenzgebäuden mit etwa den gleichen Gegebenheiten (gleiche oder vergleichbare Emissionsquellen, Bodenbeschaffenheiten, Bausubstanzen).

7.2. Messungen

Am 25.04.2019 wurden im Zeitraum zwischen ca. 09.00 Uhr und 14.00 Uhr Erschütterungsmessungen im Referenzgebäude (Bahnhofstraße 25) bei den Zugvorbeifahrten durchgeführt.

Bei dem Referenzgebäude handelt es sich um ein unterkellertes Einfamilienhaus mit Betondecken zum Erdgeschoß und 1. Obergeschoß. Die ausgewählten Messpunkte befanden sich am Fundament (MP 1), im Erdgeschoß (MP 2) und im 1. Obergeschoß (MP 3).

Messpunkt 1 (MP 1)

Referenzgebäude, Keller, bahnzugewandt, Fundamentnähe

Messpunkt 2 (MP 2)

Referenzgebäude, Erdgeschoß, bahnzugewandt, Raummitte

Messpunkt 3 (MP 3)

Referenzgebäude, 1. Obergeschoß, bahnzugewandt, Raummitte

Die fotografische Dokumentation ist in Anlage 6.1 ersichtlich.

Mit dem Schwingungsmessgerät System 9800 der Firma Beitzer (Messtechnik für Akustik und Schwingungstechnik – Genauigkeitsklasse 1) wurden bei den Zugvorbeifahrten die Schwinggeschwindigkeiten an den vier Messpunkten in jeweils den drei Raumrichtungen x-Komponente (horizontal, senkrecht zu den Gleisen), y-Komponente (horizontal, parallel zu den Gleisen) und z-Komponente (vertikal) aufgezeichnet. Die verwendete Messeinrichtung dient zugleich der Messung und der Auswertung mechanischer Schwingungen. Die Messwerte und alle daraus abgeleiteten Größen einschließlich der Zeitverläufe genügen der DIN 45669 und dem derzeit anzuwendenden Beurteilungsverfahren, wie sie in der DIN 4150 /8/, /9/ beschrieben sind.

Mit der Messeinrichtung können Erschütterungen im Frequenzbereich zwischen 1 und 315 Hz erfasst werden, wobei für die Beurteilung der Erschütterungen nach DIN 4150, Teil 2 und Teil 3 der Frequenzbereich von 1 bis 80 Hz maßgebend ist. Bei der Ermittlung des sekundären Luftschalls wird der Frequenzbereich bis 315 Hz herangezogen.

Im gesamten Messzeitraum wurden 19 Züge messtechnisch erfasst. Somit können die Messwerte von 10 Regionalzügen, 4 Regionalexpress-Zügen und 3 Güterzügen für Auswertung und Prognose herangezogen werden.

Bei den Messungen wurden der Maximalwert der Schwingschnelle v_{max} in mm/s und der Maximaleffektivwert KB_{Fmax} ermittelt.

Der Einfluss von zufälligen Erschütterungsereignissen wurde minimiert, indem für jeden Messpunkt die Einzelergebnisse energetisch gemittelt wurden.

Die Maximalwerte der Schwinggeschwindigkeit und der KB-Werte der Einzelmessungen sind in der Anlage 6.2 (Ergebnistabellen bzw. Messprotokolle) und die gemittelten Werte in der nachfolgenden Tabelle 3 enthalten:

			gemittelte S	chwinggesch	windigkeit v _{max}	gemittelte KB-Werte KB _{Fmax}			
MP	Züge	Anzahl		Komponente	е		Komponente		
			Х	У	Z	Х	У	Z	
	VT	10	0,02	0,06	0,04	0,01	0,02	0,02	
1	RE	4	0,08	0,15	0,12	0,03	0,06	0,05	
	G	3	0,02	0,07	0,06	0,01	0,02	0,02	
	VT	10	0,02	0,04	0,05	0,01	0,01	0,02	
2	RE	4	0,08	0,10	0,15	0,03	0,04	0,06	
	G	3	0,03	0,04	0,06	0,01	0,01	0,02	
	VT	10	0,06	0,08	0,08	0,03	0,03	0,03	
3	RE	4	0,17	0,22	0,25	0,07	0,09	0,11	
	G	3	0,07	0,09	0,11	0,03	0,03	0,04	

Tabelle 3: Mittlere Scheitelwerte der Schwinggeschwindigkeit und der KB_{Fmax}-Werte

Die größte Schwinggeschwindigkeit sowie KB_{Fmax} wurde an der y-Komponente des Messpunkts MP 3 mit $v_{max} = 0,30$ mm/s, sowie KB_{Fmax} = 0,13 (siehe Messung 17, Anlage 6.2) gemessen.

7.3. Prognosewerte

Ausgehend von den am Messpunkt MP 3 ermittelten Messwerten wird für das Bauvorhaben eine Prognoseberechnung für die zu erwartenden Erschütterungen durchgeführt. Zugrunde liegen die Prognosezugzahlen für das Jahr 2030 der DB Netz AG /12/ (s. Anlage 2) für diesen Streckenabschnitt.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die daraus prognostizierten KB_{Fmax}- und KB_{FTr}-Werte für Allgemeine Wohngebiete aufgeführt. Betrachtet wird das erste Plangebäude (PG 1), das mit etwa 29 m Entfernung zur Gleismitte eine zum Referenzgebäude vergleichbare Lage hat.

Immissionsort	Zugart	Anzah	nl Züge	Maximale bewertete Schwingstärke Deckenebene	Beurte	ilungs- gstärke	
				KB _{Fmax}	KB _{FTr} 1)		
		Tag	Nacht	ND-max	Tag	Nacht	
Plangebäude 1	VT	32	4	0,07	0,00	0,00	
(ca. 29 m vom	RE	16	0	0,09	0,00	0,00	
Bahngleis entfernt)	G	5	4	0,04	0,00	0,00	
Gesamt		53	8		0,00	0,00	

¹⁾ Bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} sind Taktmaximalwerte KB_{FTi} ≤ 0,1 gleich Null zu setzen, da solche Erschütterungen i. d. R. nicht fühlbar sind (siehe DIN 4150 – Teil 2, Anhang D, Erläuterungen zu Abschnitt 3.5.3). Das bedeutet auch, dass bei Werten von KB_{Fmax} ≤ 0,1 die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} = 0 ist.

Tabelle 4: Prognosewerte der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} und der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr}

Die Ergebnisse der Prognoseberechnung (KB_{Fmax} -Werte) in der Tabelle 4 zeigen, dass die unteren Anhaltswerte A_u der DIN 4150-2 von 0,15 / 0,10 (Tag / Nacht) für Allgemeine Wohngebiete unterschritten werden.

Auf Grund der geringen Erschütterungseinwirkungen ($KB_{Fmax} \le 0,1$) wird die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} , bei der die Häufigkeit der Zugvorbeifahrten mit einbezogen wird, nicht berechnet bzw. ist "null" zu setzen.

Somit müssen hinsichtlich der vorgesehenen Wohnnutzung keine erschütterungsmindernden Maßnahmen durchgeführt werden.

Die Anforderungen der DIN 4150-Teil 2 werden eingehalten, d. h. die Anhaltswerte werden nicht überschritten.

Gebäudeschäden sind an den Plangebäuden nicht zu erwarten:

Aus der am Messpunkt MP 3 gemessenen Schwinggeschwindigkeit von $v_{max} = 0.12$ mm/s (z-Komponente) lässt sich für Plangebäude die Aussage treffen, dass keine Gebäudeschäden (Rissbildungen usw.) durch Bahnerschütterungen zu erwarten sind.

Der Anhaltswert hinsichtlich Gebäudeschäden für Wohngebäude liegt gemäß Tabelle 3 der DIN 4150-Teil 3 bei einer Schwinggeschwindigkeit von 5 mm/s.

7.4. Prognose des sekundären Luftschalls

Ausgehend von den am Messpunkt MP 3 ermittelten Pegelspektren wurden die A-bewerteten Körperschallschnellepegel bestimmt. Anschließend wurde in Verbindung mit den Prognosezugzahlen für 2030 /12/ und den gemessenen Erschütterungswerten eine Prognose für den sekundären Luftschall für das zukünftige bahnnächste Gebäude erstellt. Die prognostizierten Luftschallpegel und die sich daraus ergebenden Beurteilungspegel sind in der nachfolgenden Tabelle 5 aufgeführt.

		Anzahl Züge		Sekundärer	Beurteilungs-		
Immissionsort	Zugart			nl Züge Luftschallpegel		gel	
11111113310113011	Zugart			I . [dp(A)]	L _m [dB(A)]		
	Tag Nacht Lsek		L _{sek} [dB(A)]	Tag	Nacht		
Plangebäude 1	VT	32	4	37,65	18,1	12,1	
(ca. 29 m vom	RE	16	0	39,68	14,9	0,0	
Bahngleis entfernt)	G	5	4	36,14	10,3	12,3	
Gesamt		53	8		20,3	15,4	

Tabelle 5: Prognosewerte des sekundären Luftschalls (Lsek [dB(A)] und Lm [dB(A)])

Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall an den Plangebäuden unterschreiten den im Kapitel 5.8 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel L_m von 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) um mindestens 14,7 / 9,6 dB(A) (Tag / Nacht). Somit ist nicht mit Belästigungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.

Anlage 1 Entwurf Bebauungsplan



Anlage 2 Verkehrsprognose DB 2030

gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030 (KW 12/2019) des Bundes ergeben sich folgende Werte Strecke 5800

Altenschwand bis Neubäu Abschnitt

Bodenwöhr Nord Bf von km 19,4 Bereich

bis km 20,4

			Anzahl							
		Fahrzeugk	ategorie							
			Anzahl							
		Fahrzeugk	ategorie							
ab 01/2015			Anzahl	80	8					
hall03 gültig		Fahrzeugk	ategorie	10-Z18	10-Z18					
Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015	yverband		Anzahl	30	30	12				
_	shall03 im Zu	Fahrzeug	kategorie	10-Z5	10-Z5	9Z-6				
	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband	tegorien gem S		Anzahl	1	1	.1	2	2	
	Fahrzeugkat	Fahrzeugk	ategorie	8_A6	8_A6	8_A4	6_A4	6_A8	Richtungen	
	v_max		km/h	100	100	120	120	150	Summe beider Richtungen	
	Anzahl		Nacht	2	2	0	က	-	8	
030	Anzahl		Tag	က	2	16	59	3	53	
Prognose 2030	Zugart	1	Traktion	GZ-V	GZ-V	IC-E	RV-VT	RV-VT		
				_						

Erläuterungen und Legende

1. v_max abgeglichen mit VzG 2019

Bei *Streckenneu- und Ausbauprojekte*n wird die jeweilige Fahrzeughöchstgeschwindigkeit angegeben. Der Abgleich mit den zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeiten erfolgt durch die Projektleitung.

Auf die in der Prognose 2030 ermittelten SGV -Zugzahlen hat das BMVI eine Grundlast aufgeschlagen, mit der Lokfahrten, Mess-, Baustellen-, Schadwagen usw. abgebildet werden.

Die Bezeichnung der Fahrzeugkategorie setzt sich wie folgt zusammen:
 Nr. der Fz-Kategorie -Variante bzw. -Zeilennummer in Tabelle Beiblatt 1_Achszahl (bei Tfz, E- und V-Triebzügen-außer bei HGV)

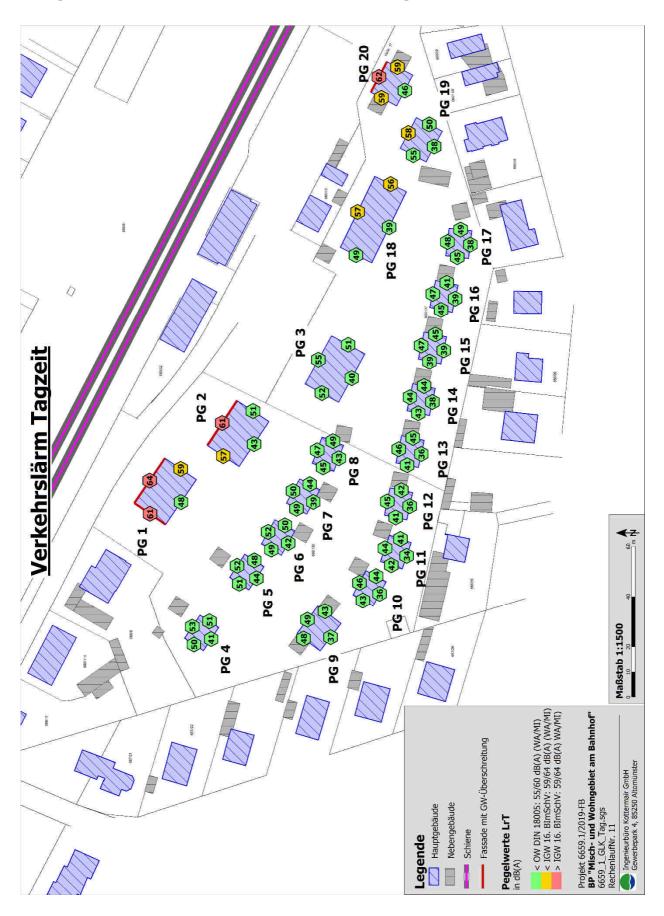
4. Für Brücken, schienengleiche BÜ und enge Gleisradien sind ggf. die entsprechenden Zuschläge zu berücksichtigen.

Legende Traktionsarten:

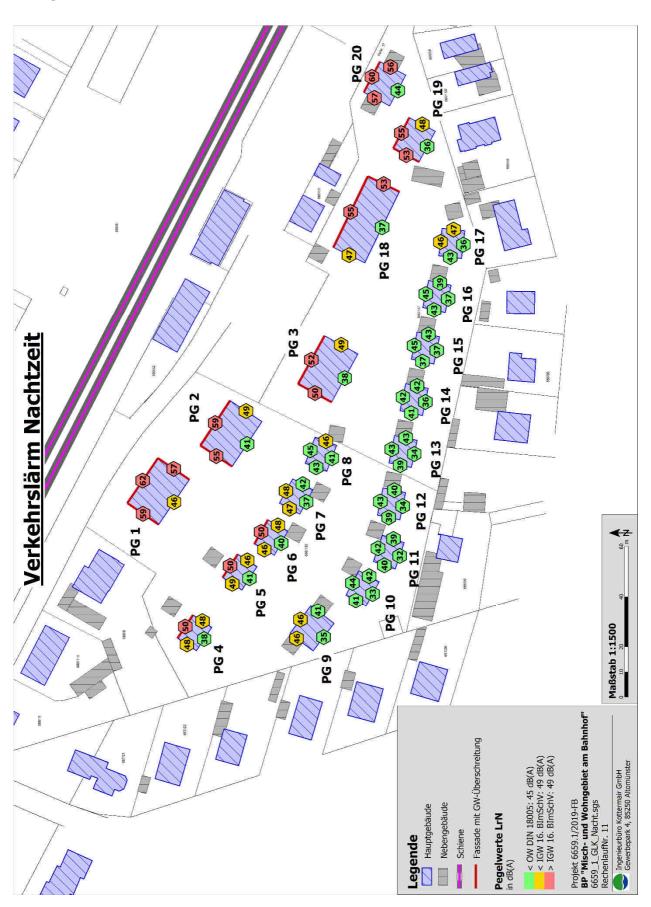
Zugarten:

- E = Bespannung mit E-Lok
- V = Bespannung mit Diesellok
- ET, - VT = Elektro- / Dieseltriebzug
GZ = Güterzug
RV = Regionalzug
S = Elektrotriebzug der S-Bahn ...
IC = Intercityzug (auch Railjet)
ICE, TGV = Elektrotriebzug des HGV
NZ = Nachtreisezug
AZ = Saison- oder Ausflugszug
D = sonstiger Femreisezug, auch Dritte
LR, LICE = Leerreisezug, auch Dritte

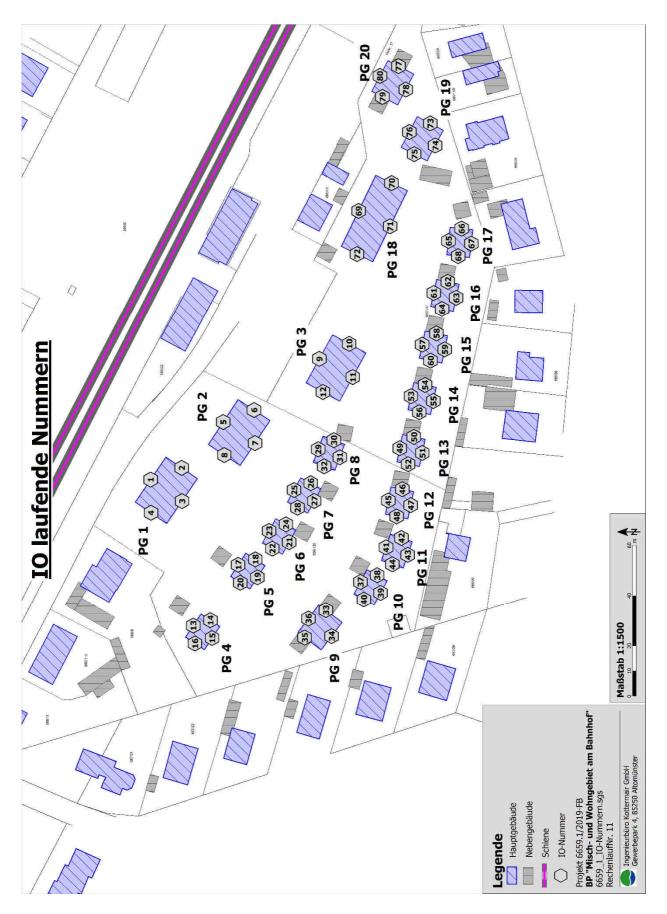
Anlage 3.1 Gebäudelärmkarte Verkehrslärm Tagzeit



Anlage 3.2 Gebäudelärmkarte Verkehrslärm Nachtzeit



Anlage 3.3 Immissionsorte laufende Nummern



Anlage 3.4 Pegeltabelle Verkehrslärm

SA SA	-						kehr		8005		mSchV
Nr.	Etage	HR	Nutz-		ow,n		Lr,N	Diff,T	Diff,N	Diff,T	Diff,N
			ung	1	dB(A)]	[dB(A)]		dB(A)]		dB(A)
Imm	issionso	rt: P	G 1								
1	EG	NO	WA	55	45	60	58	5	13	1	9
1	1. OG	NO	WA	55	45	62	60	7	15	3	11
1	2. OG	NO	WA	55	45	64	61	9	16	5	12
1	3. OG	NO	WA	55	45	64	62	9	17	5	13
2	EG	SO	WA	55	45	55	53	0	8	-4	4
2	1. OG	SO	WA	55	45	57	55		10	-2	6
2 3 3 3	2. OG	SO	WA	55	45	58	56	2	11	-1	7
2	3. OG	SO	WA	55	45	59	57	4	12	0	8
3	EG	SW	WA	55	45	47	44	-8	-1	-12	-5
3	1. OG	SW	WA	55	45	48	45	-7	0	-11	-4
3	2. OG	SW	WA	55	45	48	46	-7	1	-11	-3
3	3. OG	SW	WA	55	45	40	37	-15	-8	-19	-12
4	EG	NW	WA	55	45	57	55	2	10	-2	6
4	1. OG	NW	WA	55	45	59	57	4	12	0	8
4		NW	WA								
4	2. OG			55	45	60	58	5 6	13 13	1 2	9
	3. OG	NW	WA	55	45	61	58	0	13	_ Z	9
	issionso	_		T				-	15.0		- 72
5	EG	NO	WA	55	45	57	55	2	10	-2	6
5	1. OG	NO	WA	55	45	59	57	4	12	0	8
5	2. OG	NO	WA	55	45	60	58	5	13	1	9
5	3. OG	NO	WA	55	45	61	59	6	14	2	10
6	EG	SO	WA	55	45	48	46	-7	1	-11	-3
6	1. OG	SO	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
6	2. OG	SO	WA	55	45	50	48	-5	3	-9	-1
6	3. OG	SO	WA	55	45	51	49	-4	4	-8	0
7	EG	SW	WA	55	45	42	40	-13	-5	-17	-9
7	1. OG	SW	WA	55	45	43	41	-12	-4	-16	-8
7	2. OG	SW	WA	55	45	40	38	-15	-7	-19	-11
7	3. OG	SW	WA	55	45	38	35	-17	-10	-21	-14
8	EG	NW	WA	55	45	54	52	-1	7	-5	3
8	1. OG	NW	WA	55	45	56	53	1	8	-3	4
8	2. OG	NW	WA	55	45	56	54	1	9	-3	5
8	3. OG	NW	WA	55	45	57	55	2	10	-2	6
	issionso			33	ן דו		- 33		10		0
				Lee	ar I		F0.				-
9	EG	NO	WA	55	45	52	50	-3	5	-7	1
9	1. OG	NO	WA	55	45	53	51	-2	6	-6	2
9	2. OG	NO	WA	55	45	54	52	-1	7	-5	3
9	3. OG	NO	WA	55	45	55	52	0	7	-4	3
10	EG	SO	WA	55	45	48	46	-7	1 2 2 4	-11	-3
10	1. OG	SO	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
10	2. OG	SO	WA	55	45	50	47	-5	2	-9	-2
10	3. OG	SO	WA	55	45	51	49	-4		-8	0
11	EG	SW	WA	55	45	39	37	-16	-8	-20	-12
11	1. OG	SW	WA	55	45	40	38	-15	-7	-19	-11
11	2. OG	SW	WA	55	45	36	34	-19	-11	-23	-15
11	3. OG	SW	WA	55	45	36	34	-19	-11	-23	-15
12	EG	NW	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
12	1. OG	NW	WA	55	45	50	48	-5	3	-9	-1
12	2. OG	NW	WA	55	45	51	49	-4	4	-8	0
12	3. OG	NW	WA	55	45	52	50	-3	5	-7	1

						Verkehr		DIN 18005		16. BImSchV	
Nr.	Etage	HR	Nutz-	OW.T	OW,N		Lr,N	Diff.T	Diff,N	Diff.T	Diff,N
111011111			una		dB(A)]		dB(A)]		dB(A)]		dB(A)]
Immissionsort: PG 4											
13	EG	NO	WA	55	45	47	45	-8	0	-12	-4
13	1. OG	NO	WA	55	45	53	50	-2	5	-6	1
14	EG	SO	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
14	1. OG	SO	WA	55	45	50	48	-5	3	-9	-1
15	EG	SW	WA	55	45	38	36	-17	-9	-21	-13
15	1. OG	SW	WA	55	45	40	38	-15	-7	-19	-11
16	EG	NW	WA	55	45	47	45	-8	0	-12	-4
16	1. OG	NW	WA	55	45	50	48	-5	3	-9	-1
Immissionsort: PG 5											
17	EG	NO	WA	55	45	48	46	-7	1	-11	-3
17	1. OG	NO	WA	55	45	52	50	-3	5	-7	1
18	EG	SO	WA	55	45	47	45	-8	0	-12	-4
18	1. OG	SO	WA	55	45	48	46	-7	1	-11	-3
19	EG	SW	WA	55	45	43	41	-12	-4	-16	-8
19	1. OG	SW	WA	55	45	44	41	-11	-4	-15	-8
20	EG	NW	WA	55	45	50	47	-5	2	-9	-2
20	1. OG	NW	WA	55	45	51	49	-4	4	-8	0
	issions		277733	re.	45	40	20	4.5	-	10	- 22
21	EG	SW	WA	55	45	40	38	-15	-7	-19	-11
21	1. OG	SW	WA	55	45	42	40	-13	-5	-17	-9
22	EG	NW	WA	55	45	47	45	-8	0	-12	-4
22	1. OG	NW	WA	55	45	48	46	-7	1	-11	-3
23	EG	NO	WA	55	45	51	49	-4	4	-8	0
23 24	1. OG	NO SO	WA WA	55 55	45 45	52 50	50 48	-3 -5	5	-7	1 -1
24	EG 1. OG	SO	WA	55	45	50	47	-5	3 2	-9 -9	-2
	issions			1 33	73	30	7.7			- 3	- 4
25	EG	NO	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
25	1. OG	NO	WA	55	45	50	48	-5	3	-9	-1
26	EG	SO	WA	55	45	43	41	-12	-4	-16	-8
26	1. OG	SO	WA	55	45	44	41	-11	-4	-15	-8
27	EG	SW	WA	55	45	38	35	-17	-10	-21	-14
27	1. OG	SW	WA	55	45	39	37	-16	-8	-20	-12
28	EG	NW	WA	55	45	48	46	-7	1	-11	-3
28	1. OG	NW	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
Imm	issionso	ort: P	G 8								
29	EG	N	WA	55	45	46	44	-9	-1	-13	-5
29	1. OG	N	WA	55	45	47	45	-8	0	-12	-4
30	EG	0	WA	55	45	47	45	-8	0	-12	-4
30	1. OG	0	WA	55	45	49	46	-6	1	-10	-3
31	EG	S	WA	55	45	41	39	-14	-6	-18	-10
31	1. OG	S	WA	55	45	43	41	-12	-4	-16	-8
32	EG	W	WA	55	45	44	42	-11	-3	-15	-7
32	1. OG	W	WA	55	45	45	43	-10	-2	-14	-6
Immissionsort: PG 9											
33	1. OG	SO	WA	55	45	43	41	-12	4	-16	-8
34	EG	SW	WA	55	45	35	33	-20	-12	-24	-16
34	1. OG	SW	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
35 36	1. OG EG	NW	WA WA	55 55	45 45	48 47	46 45	-7 -8	0	-11 -12	-3 -4
36	1. OG	NO	WA	55	45	49	45 46	-8 -6	1	-12	-4
20	1.00	INO	VVA	1 22	TU	77.2	TU	- 0		10	-

Legende:

Nr. Laufende Nummer Immissionsort

HR Himmelsrichtung Nutzung Gebietscharakter

OW Orientierungswert nach DIN 18005 – Tag bzw. Nacht

Lr Außenpegel am Immissionsort – Tag

diff Unter-/Überschreitung des Orientierungs-/Grenzwertes – Tag bzw. Nacht

Anlage 3.4 Pegeltabelle Verkehrslärm

					Verkehr		DIN 18005		16. BImSchV		
Nr.	Etage				Lr,T Lr,N		Diff,T Diff,N		Diff,T Diff,N		
			ung	[dB(A)]			dB(A)]	[dB(A)]		[dB(A)]	
Immissionsort: PG 10											
37	EG	NO	WA	55	45	44	41	-11	-4	-15	-8
37	1. OG	NO	WA	55	45	46	44	-9	-1	-13	-5
38	EG	SO	WA	55	45	38	36	-17	-9	-21	-13
38	1. OG	SO	WA	55	45	44	42	-11	-3	-15	-7
39	EG	SW	WA	55	45	36	33	-19	-12	-23	-16
39	1. OG	SW	WA	55	45	35	33	-20	-12	-24	-16
40	EG	NW	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
40	1. OG	NW	WA	55	45	43	40	-12	-5	-16	-9
Immissionsort: PG 11											
41	EG	N	WA	55	45	41	39	-14	-6	-18	-10
41	1. OG	N	WA	55	45	44	42	-11	-3	-15	-7
42	EG	0	WA	55	45	36	34	-19	-11	-23	-15
42	1. OG	0	WA	55	45	41	39	-14	-6	-18	-10
43	EG	S	WA	55	45	34	32	-21	-13	-25	-17
43	1. OG	s	WA	55	45	34	32	-21	-13	-25	-17
44	EG	w	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
44	1. OG	W	WA	55	45	42	40	-13	-5	-17	-9
Immissionsort: PG 12											
45	EG	N	WA	55	45	41	39	-14	-6	-18	-10
45	1. OG	N	WA	55	45	45	43	-10	-2	-14	-6
46	EG	0	WA	55	45	35	33	-20	-12	-24	-16
46	1. OG	o	WA	55	45	42	40	-13	-5	-17	-9
47	EG	S	WA	55	45	35	32	-20	-13	-24	-17
47	1. OG	s	WA	55	45	36	34	-19	-11	-23	-15
48	EG	w	WA	55	45	36	34	-19	-11	-23	-15
48	1. OG	w	WA	55	45	41	39	-14	-6	-18	-10
	issionso										
49	EG	N	WA	55	45	42	40	-13	-5	-17	-9
49	1. OG	N	WA	55	45	46	43	-9	-2	-13	-6
50	EG	0	WA	55	45	43	40	-12	-5	-16	-9
50	1. OG	o	WA	55	45	45	43	-10	-2	-14	-6
51	EG	S	WA	55	45	35	33	-20	-12	-24	-16
51	1. OG	S	WA	55	45	36	33	-19	-12	-23	-16
52	EG	w	WA	55	45	36	34	-19	-11	-23	-15
52	1. OG	w	WA	55	45	41	39	-14	-6	-18	-10
	issionso										
53	EG	N	WA	55	45	42	40	-13	-5	-17	-9
53	1. OG	N	WA	55	45	44	41	-11	-4	-15	-8
54	EG	0	WA	55	45	36	34	-19	-11	-23	-15
54	1. OG	o	WA	55	45	44	42	-11	-3	-15	-7
55	EG	S	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
55	1. OG	s	WA	55	45	38	36	-17	-9	-21	-13
56	EG	w	WA	55	45	43	40	-12	-5	-16	-9
56	1. OG	w	WA	55	45	43	41	-12	-4	-16	-8

								2.00		112 10	
20.4		508	5.81				kehr		8005		mSchV
Nr.	Etage	HR	Nutz-	Contract of the Contract of th	ow,n		Lr,N		Diff,N		Diff,N
		_	ung	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
Immissionsort: PG 15											
57	EG	N	WA	55	45	46	44	-9	-1	-13	-5
57	1. OG	N	WA	55	45	47	45	-8	0	-12	-4
58	EG	0	WA	55	45	43	40	-12	-5	-16	-9
58	1. OG	0	WA	55	45	45	43	-10	-2	-14	-6
59	EG	S	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
59	1. OG	S	WA	55	45	39	37	-16	-8	-20	-12
60	EG	W	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
60	1. OG	W	WA	55	45	39	37	-16	-8	-20	-12
Immissionsort: PG 16											
61	EG	N	WA	55	45	46	44	-9	-1	-13	-5
61	1. OG	N	WA	55	45	47	45	-8	0	-12	-4
62	EG	0	WA	55	45	38	35	-17	-10	-21	-14
62	1. OG	0	WA	55	45	41	39	-14	-6	-18	-10
63	EG	S	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
63 64	1. OG	W	WA	55	45	39 45	37	-16	-8	-20	-12 -7
64	EG 1. OG	W	WA WA	55 55	45 45	45	42 43	-10 -10	-3 -2	-14 -14	-6
	issions		•	25	45	45	1 43	-10	-Z	-14	=0
141,000		N	WA		45	47	-44	-8	-	-12	-
65 65	EG	N	WA	55	45 45	47 48	44 46	-8 -7	-1 1	-12	-5
66	1. OG EG	O	WA	55 55	45	46	44	-9	-1	-11	-3 -5
66	1. OG	0	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
67	EG EG	S	WA	55	45	38	36	-17	-9	-21	-13
67	1. OG	S	WA	55	45	38	36	-17	-9	-21	-13
68	EG EG	W	WA	55	45	44	41	-11	-4	-15	-8
68	1. OG	W	WA	55	45	45	43	-10	-2	-14	-6
	issions					,,10,		10			
69	EG	NO	WA	55	45	48	46	-7	1	-11	-3
69	1. OG	NO	WA	55	45	55	53	ó	8	-4	4
69	2. OG	NO	WA	55	45	57	55	2	10	-2	6
70	EG	SO	WA	55	45	52	50	-3	5	-7	1
70	1. OG	so	WA	55	45	54	51	-1	6	-5	2
70	2. OG	SO	WA	55	45	56	53	1	8	-3	4
71	EG	SW	WA	55	45	39	37	-16	-8	-20	-12
71	1. OG	SW	WA	55	45	38	36	-17	-9	-21	-13
71	2. OG	SW	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
72	EG	NW	WA	55	45	45	43	-10	-2	-14	-6
72	1. OG	NW	WA	55	45	48	46	-7	1	-11	-3
72	2. OG	NW	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
Imm	issions	ort: P	G 19								
73	EG	SO	WA	55	45	46	44	-9	-1	-13	-5
73	1. OG	SO	WA	55	45	49	47	-6	2	-10	-2
73	2. OG	SO	WA	55	45	50	48	-5	3	-9	-1
74	EG	SW	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
74	1. OG	SW	WA	55	45	37	35	-18	-10	-22	-14
74	2. OG	SW	WA	55	45	38	35	-17	-10	-21	-14
75	EG	NW	WA	55	45	50	48	-5	3	-9	-1
75	1. OG	NW	WA	55	45	53	51	-2	6	-6	2
75	2. OG	NW	WA	55	45	55	53	0	8	-4	4
76 76	EG	NO NO	WA WA	55	45 45	53	51 54	-2	6	-6	2 5
76	1. OG 2. OG	NO	WA	55 55	45	56 58	55	1 3	9 10	-3 -1	6
10	2.00	INO	WWA	22	45	20	22	3	10	*1	0

Legende:

Nr. Laufende Nummer Immissionsort

HR Himmelsrichtung Nutzung Gebietscharakter

OW Orientierungswert nach DIN 18005 – Tag bzw. Nacht

Lr Außenpegel am Immissionsort – Tag

diff Unter-/Überschreitung des Orientierungs-/Grenzwertes – Tag bzw. Nacht

Anlage 3.4 Pegeltabelle Verkehrslärm

		7			Verkehr		DIN 1	DIN 18005		mSchV	
Nr.	Etage	HR	Nutz-	OW,T	OW,N	Lr,T	Lr,N	Diff,T	Diff,N	Diff,T	Diff,N
			ung	I	dB(A)]	Ī	dB(A)]	Į.	dB(A)]	f	dB(A)]
Imm	issionso	rt: P	G 20								
77	1. OG	SO	WA	55	45	57	55	2	10	-2	6 7
77	2. OG	so	WA	55	45	59	56	4	11	0	7
78	EG	SW	WA	55	45	44	42	-11	-3	-15	-7
78	1. OG	SW	WA	55	45	46	44	-9	-1	-13	-5
78	2. OG	SW	WA	55	45	45	43	-10	-2	-14	-6
79	1. OG	NW	WA	55	45	58	56	3	11	-1	7
79	2. OG	NW	WA	55	45	59	57	4	12	0	8 8
80	EG	NO	WA	55	45	59	57	4	12	0	8
80	1. OG	NO	WA	55	45	61	59	6	14	2	10
80	2. OG	NO	WA	55	45	62	60	7	15	3	11

Legende:

Nr. Laufende Nummer Immissionsort

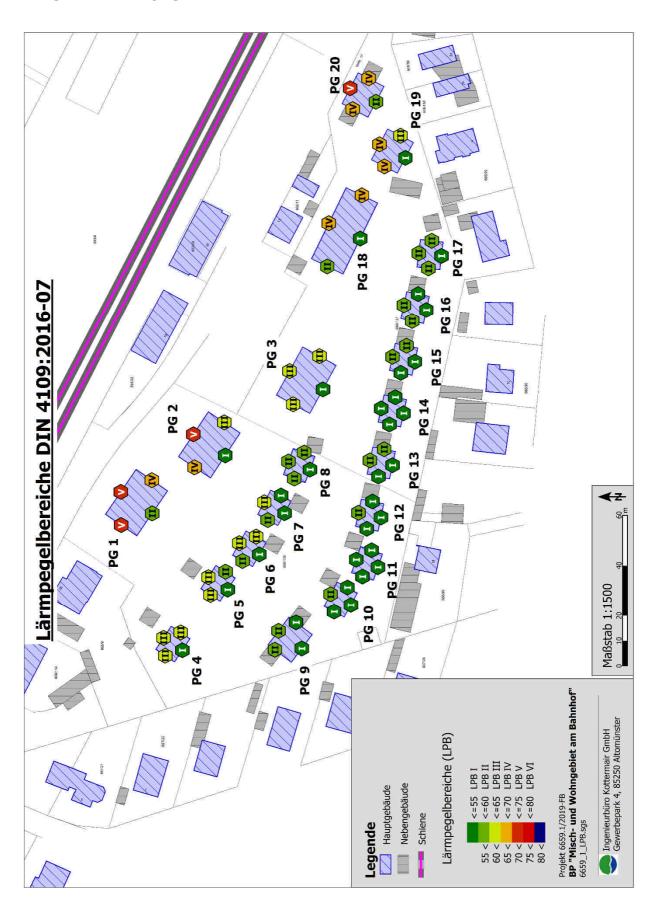
HR Himmelsrichtung Nutzung Gebietscharakter

OW Orientierungswert nach DIN 18005 – Tag bzw. Nacht

Lr Außenpegel am Immissionsort – Tag

diff Unter-/Überschreitung des Orientierungs-/Grenzwertes – Tag bzw. Nacht

Anlage 4 Lärmpegelbereiche nach DIN 4109:2016-07



Anlage 5 Rechenlaufinformationen

Schönek Immobilien GmbH BP "Misch- und Wohngebiet am Bahnhof"

Rechenlaufinformationen

Rechenlaufbeschreibung

 Rechenart:
 Gebäudelärmkarte

 Titel:
 6659_1_Schiene

 Gruppe:
 Laufdatei:

 Ergebnisnummer:
 11

Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 4)

 Berechnungsbeginn:
 23.08.2019 13:11:44

 Berechnungsende:
 23.08.2019 13:11:58

 Rechenzeit:
 00:10:364 [m:s:ms]

Anzahl Punkte: 80
Anzahl berechneter Punkte: 80

Kernel Version: SoundPLAN 8.0 (12.03.2019) - 32 bit

Rechenlaufparameter

Reflexionsordnung 1

Maximaler Reflexionsabstand zum Empfänger 200 m

Maximaler Reflexionsabstand zur Quelle50 mSuchradius5000 mFilter:dB(A)Zulässige Toleranz (für einzelne Quelle):0,100 dB

Bodeneffektgebiete aus Straßenoberflächen erzeugen: Nein

5 dB Bonus für Schiene ist gesetzt Nein

Richtlinien:

Schiene: Schall 03-2012
Emissionsberechnung nach: Schall 03-2012

Begrenzung des Beugungsverlusts:
einfach/mehrfach

Schall 03-2012

20,0 dB /25,0 dB

Seitenbeugung: Veraltete Methode

Minderung
Bewuchs:

Bewuchs: Keine Dämpfung
Bebauung: Keine Dämpfung
Industriegelände: Keine Dämpfung

Bewertung: DIN 18005 Verkehr (1987)

Gebäudelärmkarte:

Ein Immissionsort in der Mitte der Fassade Reflexion der "eigenen" Fassade wird unterdrückt

Geometriedaten

ProjektNr.: 6659.1/2019-FB
RechenlaufNr.: 11

Rewerbepark 4, 85250 Altomünster

Seite 1 von 1
Gewerbepark 4, 85250 Altomünster

SoundPLAN 8.0

Rechenlaufinformationen Anlage 5

Schönek Immobilien GmbH BP "Misch- und Wohngebiet am Bahnhof" Rechenlaufinformationen Geländemodell

Rechenlaufbeschreibung

Rechenart: Digitales Geländemodell

Titel: 6659_0_DGM Gruppe: Laufdatei: RunFile.runx Ergebnisnummer:

Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 0)

17.06.2019 15:10:11 Berechnungsbeginn: Berechnungsende: Kernel Version:

17.06.2019 15:10:14 SoundPLAN 8.0 (12.03.2019) - 32 bit

Geometriedaten

6659_0_Schiene.geo 6659_0_DGM.sit 17.06.2019 15:09:50 13.06.2019 15:22:34 - enthält: 6659_0_DGM.geo 13.06.2019 15:18:56

ProjektNr.: 6659.0/2019-FB RechenlaufNr.: 99 Ingenieurbüro Kottermair GmbH Gewerbepark 4, 85250 Altomünster Seite 1 von 1

SoundPLAN 8.0

Anlage 6.1 Messpunkte Erschütterungsmessungen



Bild 5: Referenzgebäude Nordwestansicht



Bild 6: Referenzgebäude Nordostansicht



Bild 7: Messpunkt 1



Bild 8: Messpunkt 2



Bild 9: Messpunkt 3

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

	6659_0_BO	DENWOEHR - I	Messung N	Nr 1 2019-0	4-25 09:	28:30 Uhr	ID=2		
	uı	nb		frequ	enzbewe	rtet			
	m	ıax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
x - MP 1	2	0,021 mm/s	KB	0,00	7	0,0	02		8
у	3	0,063 mm/s	KB	0,02	4	0,0	05		8
z	4	0,038 mm/s	KB	0,01	8	0,0	04		8
x - MP 2	5	0,022 mm/s	KB	0,00	8	0,0	02		8
у	6	0,032 mm/s	KB	0,01	3	0,0	03		8
z	7	0,050 mm/s	KB	0,01	9	0,0	05		8
x - MP 3	8	0,053 mm/s	KB	0,02	4	0,0	08		8
у	9	0,073 mm/s	KB	0,02	5	0,0	07		8
z	10	0,068 mm/s	KB	0,03	3	0,0	10		8
Mess -richtunខ្	g								
-punkt		vmax-W	erte	KBFmax-V	Verte (KB-	Effektiv)			
	6659_0_BO	DENWOEHR - I	Messung N	lr 2 2019-0	4-25 09:	53:25 Uhr	ID=3		
	uı	nb		frequenzbewertet					
	m	ıax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
	2	0,019 mm/s	KB	0,00	8	0,0	03		8
	3	0,058 mm/s	KB	0,01	9	0,0	05		8
	4	0,042 mm/s	KB	0,02	1	0,0	05		8
	5	0,018 mm/s	KB	0,00	7	0,0	03		8
	6	0,033 mm/s	KB	0,01	4	0,0	04		8
	7	0,051 mm/s	KB	0,02	1	0,0	06		8
	8	0,060 mm/s	KB	0,02	9	0,0	09		8
	9	0,083 mm/s	KB	0,03	4	0,0	08		8
	10	0,087 mm/s	KB	0,03	4	0,0	11		8

6659_0_BO	DENWOEHR - N	/lessung l	Nr 3 2019-04-25	5 09:55:06 Uhr	ID=4			
ur	ıb		frequenzbewertet					
m	ax		F-max FT	Γ-m rms	Flags	VA		
2	0,025 mm/s	KB	0,01	0,0	004		8	
3	0,084 mm/s	KB	0,026	0,0	009		8	
4	0,071 mm/s	KB	0,027	0,0	009		8	
5	0,030 mm/s	KB	0,01	0,0	004		8	
6	0,055 mm/s	KB	0,015	0,0	006		8	
7	0,068 mm/s	KB	0,024	0,0	009		8	
8	0,070 mm/s	KB	0,029	0,0	11		8	
9	0,097 mm/s	KB	0,038	0,0	15		8	
10	0 109 mm/s	KB	0.043	0.0	116		8	

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

6659_0_BO	DENWOEHR - N	/lessung N	Nr 4 2019-04	-25 10:0	05:17 Uhr	ID=5		
ur	nb		frequenzbewertet					
m	ax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,026 mm/s	KB	0,01		0,0	03		8
3	0,065 mm/s	KB	0,025		0,0	07		8
4	0,064 mm/s	KB	0,026		0,0	06		8
5	0,026 mm/s	KB	0,009		0,0	03		8
6	0,044 mm/s	KB	0,015		0,0	04		8
7	0,076 mm/s	KB	0,026		0,0	07		8
8	0,088 mm/s	KB	0,032		0,0	07		8
9	0,087 mm/s	KB	0,037		0,0	09		8
10	0,123 mm/s	KB	0,047		0,0	11		8

6659_0_I	BODENWOEHR -	Messung I	Nr 5 2019-04-25 10	:20:07 Uhr ID=6				
	unb		frequenzbewertet					
	max		F-max FT-m	rms Flags	VA			
2	0,028 mm/s	KB	0,011	0,003		8		
3	0,063 mm/s	KB	0,026	0,006		8		
4	0,042 mm/s	KB	0,018	0,005		8		
5	0,027 mm/s	KB	0,011	0,003		8		
6	0,032 mm/s	KB	0,014	0,004		8		
7	0,059 mm/s	KB	0,02	0,005		8		
8	0,092 mm/s	KB	0,041	0,009		8		
9	0,075 mm/s	KB	0,031	0,009		8		
10	0,087 mm/s	KB	0,037	0,011		8		

6659_0_BC	DENWOEHR - N	/lessung N	Nr 6 2019-04-25	5 10:43:21 Uhr	ID=7			
uı	nb		frequenzbewertet					
m	iax		F-max FT	Γ-m rms	Flags	VA		
2	0,022 mm/s	KB	0,007	0,00	4		8	
3	0,074 mm/s	KB	0,027	0,00	7		8	
4	0,038 mm/s	KB	0,015	0,00	6		8	
5	0,018 mm/s	KB	0,006	0,00	3		8	
6	0,032 mm/s	KB	0,012	0,00	4		8	
7	0,040 mm/s	KB	0,017	0,00	6		8	
8	0,048 mm/s	KB	0,024	0,00	9		8	
9	0,075 mm/s	KB	0,026	0,01	0		8	
10	0,071 mm/s	KB	0,026	0,01	2		8	

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

6659_0_BO	DENWOEHR - N	/lessung l	Nr 7 2019-0	4-25 11:0	01:32 Uhr	ID=8		
un	nb		frequenzbewertet					
m	max			FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,077 mm/s	KB	0,03	5	0,0	09		8
3	0,177 mm/s	KB	0,06	1	0,0	16		8
4	0,130 mm/s	KB	0,059	9	0,0	16		8
5	0,092 mm/s	KB	0,03	7	0,0	09		8
6	0,093 mm/s	KB	0,042	2	0,0	12		8
7	0,177 mm/s	KB	0,064	4	0,0	16		8
8	0,189 mm/s	KB	0,07	5	0,0	21		8
9	0,207 mm/s	KB	0,09	5	0,0	28		8
10	0,278 mm/s	KB	0,11	5	0,0	31		8

6659_0	ВС	DENWOEHR - I	Messung I	Nr 8 2019-04	1-25 11:	25:22 Uhr	ID=9		
	unb			freque	enzbewei	tet			
	max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
	2	0,087 mm/s	KB	0,038	3	0,0	09		8
	3	0,135 mm/s	KB	0,054	ļ	0,0	15		8
	4	0,119 mm/s	KB	0,051	L	0,0	13		8
	5	0,074 mm/s	KB	0,032	2	0,0	09		8
	6	0,090 mm/s	KB	0,032	<u>)</u>	0,0	11		8
	7	0,183 mm/s	KB	0,059)	0,0	16		8
	8	0,180 mm/s	KB	0,065	;	0,0	19		8
	9	0,199 mm/s	KB	0,069)	0,0	23		8
1	0	0,229 mm/s	KB	0,104	ļ.	0,0	26		8

6659_0_BC	DENWOEHR - N	lessung l	Nr 9 2019-04	-25 11:	33:10 Uhr	ID=10		
u	nb		freque					
m	nax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,022 mm/s	KB	0,007		0,0	03		8
3	0,069 mm/s	KB	0,021		0,0	06		8
4	0,037 mm/s	KB	0,017		0,0	05		8
5	0,021 mm/s	KB	0,007		0,0	03		8
6	0,034 mm/s	KB	0,012		0,0	04		8
7	0,065 mm/s	KB	0,019	1	0,0	06		8
8	0,068 mm/s	KB	0,026	i	0,0	09		8
9	0,063 mm/s	KB	0,025		0,0	09		8
10	0,074 mm/s	KB	0,037		0,0	13		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

6659_0_BO	DENWOEHR - N	Messung Nr	10 2019-	04-25 11	:56:22 Uh	r ID=11		
ur	nb		frequenzbewertet					
m	ax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,013 mm/s	KB	0,00	7	0,0	03		8
3	0,050 mm/s	KB	0,01	6	0,0	04		8
4	0,032 mm/s	KB	0,01	4	0,0	04		8
5	0,015 mm/s	KB	0,00	6	0,0	02		8
6	0,027 mm/s	KB	0,0	1	0,0	03		8
7	0,031 mm/s	KB	0,01	3	0,0	04		8
8	0,036 mm/s	KB	0,01	9	0,0	07		8
9	0,069 mm/s	KB	0,02	7	0,0	07		8
10	0,064 mm/s	KB	0,02	2	0,0	09		8

6659_0_BO	DENWOEHR - N	/lessung N	Nr 11 2019-0)4-25 1 2	::02:46 Uh	r ID=12		
ur	nb		freque	nzbewei	rtet			
m	ax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,030 mm/s	KB	0,011		0,0	06		8
3	0,078 mm/s	KB	0,026	;	0,0	11		8
4	0,075 mm/s	KB	0,027	,	0,0	13		8
5	0,029 mm/s	KB	0,011		0,0	06		8
6	0,047 mm/s	KB	0,016	i	0,0	08		8
7	0,073 mm/s	KB	0,027	,	0,0	13		8
8	0,078 mm/s	KB	0,027	,	0,0	12		8
9	0,117 mm/s	KB	0,035		0,0	17		8
10	0,134 mm/s	KB	0,050)	0,0	20		8

6659_0_BO	DENWOEHR - N	/lessung	Nr 12 2019-0	4-25 1	2:13:50 Uhr	ID=13		
ur	nb		freque	nzbewe	ertet			
m	ax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,022 mm/s	KB	0,008		0,00	3		8
3	0,087 mm/s	KB	0,026		0,00	7		8
4	0,066 mm/s	KB	0,027		0,00	6		8
5	0,021 mm/s	KB	0,008		0,00	3		8
6	0,040 mm/s	KB	0,015		0,00	4		8
7	0,084 mm/s	KB	0,028		0,00	7		8
8	0,061 mm/s	KB	0,026		0,00	7		8
9	0,087 mm/s	KB	0,035		0,00	9		8
10	0,131 mm/s	KB	0,052		0,01	2		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

6659_0_BO	DENWOEHR - N	Messung N	r 13 2019-	04-25 12	:23:07 Uhi	ID=14		
uı	unb			frequenzbewertet				
m	iax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,029 mm/s	KB	0,012	2	0,00	05		8
3	0,064 mm/s	KB	0,022	2	0,00	07		8
4	0,052 mm/s	KB	0,025	5	0,00	08		8
5	0,028 mm/s	KB	0,012	2	0,00	04		8
6	0,048 mm/s	KB	0,016	6	0,00	05		8
7	0,056 mm/s	KB	0,022	2	0,00	07		8
8	0,064 mm/s	KB	0,029	9	0,0	11		8
9	0,085 mm/s	KB	0,043	3	0,0	14		8
10	0,101 mm/s	KB	0,038	8	0,0	15		8

6659_0	0_BC	DENWOEHR -	Messung N	Nr 14 2019-0	4-25 1	2:45:10 Uhr	ID=15		
	unb			freque	nzbewe	ertet			
	m	nax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
	2	0,020 mm/s	KB	0,008		0,003	3		8
	3	0,056 mm/s	KB	0,019		0,006	5		8
	4	0,039 mm/s	KB	0,016		0,006	5		8
	5	0,018 mm/s	KB	0,008		0,003	3		8
	6	0,038 mm/s	KB	0,011		0,004	1		8
	7	0,037 mm/s	KB	0,016		0,006	5		8
	8	0,051 mm/s	KB	0,028		0,009	Ð		8
	9	0,070 mm/s	KB	0,026		0,008	3		8
<u> </u>	10	0,104 mm/s	KB	0,035		0,012	2		8

6659_0_BC	DENWOEHR - N	/lessung N	Nr 15 2019-0	4-25 1	2:59:45 Uhi	ID=16		
u	unb			nzbewe	ertet			
m	nax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,015 mm/s	KB	0,005		0,0)3		8
3	0,047 mm/s	KB	0,016		0,0)7		8
4	0,039 mm/s	KB	0,016		0,0)5		8
5	0,013 mm/s	KB	0,005		0,0)3		8
6	0,024 mm/s	KB	0,009		0,0)4		8
7	0,042 mm/s	KB	0,015		0,0	06		8
8	0,049 mm/s	KB	0,018		0,0	08		8
9	0,058 mm/s	KB	0,027		0,0	10		8
10	0,077 mm/s	KB	0,028		0,0	11		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

6659_0_BO	DENWOEHR - N	Viessung N	lr 16 2019-	04-25 13	:20:05 Uh	r ID=17		
ur	nb	frequ	enzbewei	rtet				
m	ax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,078 mm/s	KB	0,02	7	0,0	08		8
3	0,118 mm/s	KB	0,04	5	0,0	13		8
4	0,105 mm/s	KB	0,04	4	0,0	13		8
5	0,072 mm/s	KB	0,02	7	0,0	08		8
6	0,076 mm/s	KB	0,034	4	0,0	11		8
7	0,107 mm/s	KB	0,04	1	0,0	13		8
8	0,119 mm/s	KB	0,05	2	0,0	18		8
9	0,158 mm/s	KB	0,050	6	0,0	22		8
10	0,189 mm/s	KB	0,07	5	0,0	23		8

6659_0_B	ODENWOEHR - N	Messung N	r 17 2019-0	4-25 1	3:28:28 Uhr	ID=18		
ι	unb			nzbewe	ertet			
r	max		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,075 mm/s	KB	0,035		0,01	.1		8
3	0,161 mm/s	KB	0,063		0,0)2		8
4	0,141 mm/s	KB	0,058		0,01	.9		8
5	0,074 mm/s	KB	0,032		0,01	.1		8
6	0,125 mm/s	KB	0,05		0,01	.5		8
7	0,140 mm/s	KB	0,062		0,02	.1		8
8	0,188 mm/s	KB	0,074		0,02	.6		8
9	0,304 mm/s	KB	0,132		0,03	5		8
10	0,291 mm/s	KB	0,123		0,03	57		8

6659_0_BC	DENWOEHR - N	/lessung N	Nr 18 2019-04	l-25 1	13:33:58 Uhr	ID=19		
u	unb			zbew	ertet			
m	nax		F-max I	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,017 mm/s	KB	0,008		0,003	3		8
3	0,061 mm/s	KB	0,02		0,006	5		8
4	0,040 mm/s	KB	0,02		0,006	5		8
5	0,020 mm/s	KB	0,007		0,003	3		8
6	0,036 mm/s	KB	0,013		0,004	1		8
7	0,052 mm/s	KB	0,019		0,006	5		8
8	0,073 mm/s	KB	0,029		0,010)		8
9	0,077 mm/s	KB	0,029		0,009	Ð		8
10	0,077 mm/s	KB	0,040		0,013	3		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

6659_	_0_B0	ODENWOEHR -	Messung	Nr 19 2019-04	l-25	13:58:34 Uhr	ID=20		
	unb			frequen	ızbew	ertet			
	n	nax		F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
	2	0,019 mm/s	KB	0,009		0,003	3		8
	3	0,064 mm/s	KB	0,021		0,006	j		8
	4	0,037 mm/s	KB	0,019		0,006	j		8
	5	0,018 mm/s	KB	0,008		0,003	}		8
	6	0,036 mm/s	KB	0,013		0,004	ļ		8
	7	0,040 mm/s	KB	0,018		0,006	j		8
	8	0,062 mm/s	KB	0,028		0,009)		8
	9	0,081 mm/s	KB	0,031		0,009)		8
	10	0,074 mm/s	KB	0,033		0,012	2		8