Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

zur Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 50 „Bahnhofstraße Süd" in der Gemeinde Rohrbach, Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm

Hinweis: Erschütterungsschutz fällt nicht in den Geltungsbereich der DAkkS-Akkreditierung

---

Auftraggeber:	Gemeinde Rohrbach Hofmarkstraße 2 85296 Rohrbach
Abteilung:	Immissionsschutz
Auftragsnummer:	8886.1 / 2024 - FB
Datum:	28.01.2025
Sachbearbeiter:	Florian Bradl, Dipl.-Ing. (FH)
Telefonnummer:	08254 / 99466-21
E-Mail:	florian.bradl@ib-kottermair.de
Berichtsumfang:	50 Seiten

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **3**
1. Empfehlungen für Satzung und Begründung **5**
2. Aufgabenstellung **8**
3. Ausgangssituation **8**
3.1. Örtliche Gegebenheiten 8
3.2. Bilddokumentation zur Ortseinsicht am 14.01.2025 8
4. Quellen- und Grundlagenverzeichnis **10**
4.1. Rechtliche (Beurteilungs-)Grundlagen 10
4.2. Normen und Berechnungsgrundlagen 10
4.3. Planerische und sonstige Grundlagen 10
5. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben **11**
5.1. Anforderungen nach DIN 18005-1, Beiblatt 1 11
5.2. Anforderungen nach 16. BImSchV - Verkehrslärmschutzverordnung 11
5.3. Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 12
5.4. Anforderungen nach DIN 4150-2 13
5.5. Anforderungen nach DIN 4150-3 15
5.6. Körperschall und Erschütterungsschutz 16
5.7. Sekundärer Luftschall 21
6. Grundsätzliche Aussagen über die Mess- und Prognoseunsicherheit **22**
7. Verkehrslärmimmissionen **24**
7.1. Allgemeines 24
7.2. Immissionsorte 25
7.3. Schienenverkehrslärmemissionen 25
7.4. Straßenverkehrslärmemissionen 26
7.5. Geräuschemissionen aus dem Pkw-Parkverkehr 27
8. Erschütterungsschutz **28**
8.1. Allgemeines 28
8.2. Messungen 29
8.3. Prognosewerte 31
8.4. Prognose des sekundären Luftschalls 32

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lageplan Bebauungsplan 33
Anlage 2 Bebauungskonzept 34
Anlage 3 Verkehrsprognose DB 2030 35
Anlage 4.1 Gebäudelärmkarte Verkehrslärm 36
Anlage 4.2 Pegeltabelle Verkehrslärm 37
Anlage 5 Lärmpegelbereiche nach DIN 4109:2018-01 38
Anlage 6 Rechenlaufinformationen 40
Anlage 7.1 Messpunkte Erschütterungsmessungen 43
Anlage 7.2 Ergebnistabellen Erschütterungen 44

Zusammenfassung

Die Gemeinde Rohrbach plant die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 50 „Bahnhofstraße Süd" in der Gemeinde Rohrbach, Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm.
Im Rahmen der schall- und erschütterungstechnischen Untersuchung sind die Verkehrslärmimmissionen durch die Bahnlinie München-Treuchtlingen sowie der Kreisstraße PAF 21 und der P&R-Parkplätze zu untersuchen und darzustellen. Weiterhin erfolgt eine Prognose der Erschütterungsimmissionen aus der Bahnlinie.

Beurteilung der Verkehrslärmimmissionen
Die Beurteilung der vom Schienen- und Straßenverkehr emittierten Geräusche erfolgt nach DIN 18005 /4/ in Verbindung mit der 16. BImSchV /2/ und der Richtlinie Schall 03 /7/ für den Schienenverkehr bzw. der RLS 19 /8/ für den Straßenverkehr.
Die Orientierungswerte der DIN 18005 /4/ für Urbane Gebiete (MU) werden an den in der Anlage 4.1 dargestellten Fassaden zur Tagzeit um mindestens 1 dB(A) unterschritten, zur Nachtzeit um bis zu 8 dB(A) überschritten.
Die Grenzwerte der 16. BImSchV /2/ werden zur Tagzeit um mindestens 5 dB(A) unterschritten, zur Nachtzeit um bis zu 4 dB(A) überschritten.
Die Lärmsanierungswerte von 70 / 60 dB(A) (Tag / Nacht) werden zur Nachtzeit um bis zu 2 dB(A) überschritten.
Die Ergebnisse sind auch in der Anlage 4.2 übersichtlich in Tabellenform dargestellt.

Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen
Aktive Lärmschutzmaßnahmen an der Bundesbahnstrecke bestehen bereits; eine weitere Erhöhung scheidet aus finanzieller Sicht aus. Auch sind weitere aktive Schallschutzmaßnahmen am Rand des Baugebietes auf Grund der erforderlichen großen Überstandslängen, der vorherrschenden Geländesituation sowie des Abstands nicht zielführend und werden somit nicht weiterverfolgt.
Es werden deshalb bauliche und passive Schallschutzmaßnahmen vorgeschlagen.

Auf Grund der Verkehrslärmimmissionen muss an den Ostfassaden der Plangebäude im gesamten Plangebiet durch weitgehende Grundrissorientierung sichergestellt werden, dass vor den für Lüftungszwecke vorgesehenen Fenstern von schutzbedürftigen Räumen im Sinne der DIN 4109:2018-01 /5/, Teil 1, Kapitel 3.16 (Wohn-, Schlaf- und Ruheräumen sowie Kinderzimmern, Wohnküchen, Büroräume) die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV /2/ von 64 / 54 dB(A) (Tag / Nacht) eingehalten sind.
Wo eine solche schalltechnisch günstige Orientierung nicht möglich und die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV überschritten sind, sind passive und bauliche Schallschutzmaßnahmen wie z. B. Schallschutzfenster in Verbindung mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung oder alternativ Glasvorbauten (kalte Wintergärten etc.) vorzusehen.
Die maßgeblichen Außenlärmpegel nach DIN 4109-1:2018-01 /5/ zum baulichen Schallschutz (Schallschutz im Hochbau) sind in der Anlage 5 dargestellt.

Beurteilung der Erschütterungen

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen erfolgt in Kapitel 8.3.

Die DIN 4150-2 nennt für Mischgebiete (MI; „Urbane Gebiete" (MU) sind in der Norm nicht eingeführt) einen unteren Anhaltswert A_u von 0,20 / 0,15 (Tag / Nacht). Diese werden vom Bahnverkehr im Plangebiet in einem Abstand von 50 m zur Gleismitte unterschritten.

Auf Grund der geringen Erschütterungseinwirkungen ($KB_{Fmax} \leq 0,1$) 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 möglichen Wohnnutzung keine erschütterungsmindernden Maßnahmen durchgeführt werden.

Beurteilung Sekundärer Luftschall

Die Einwirkungen durch sekundären Luftschall sind im Kapitel 8.4 dargestellt.

Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall an den Plangebäuden unterschreiten den im Kapitel 5.7 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel L_m von 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) um mindestens 12,0 / 2,6 dB(A).

Zusammenfassend lässt sich somit die Aussage treffen, dass die Aufstellung des Bebauungsplanes grundsätzlich möglich ist, wobei das Plangebiet aber durch Verkehrslärmimmissionen belastet ist und somit bauliche bzw. passive Schallschutzmaßnahmen getroffen und festgesetzt werden müssen.

Aus fachlicher Sicht ist daher im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens ein Schallschutznachweis nach DIN 4109:2018-01 „Schallschutz im Hochbau" erforderlich.

Altomünster, 28.01.2025

Andreas Kottermair
Dipl.-Ing. (FH)
(Stv. Fachlich Verantwortlicher)

Florian Bradl
Dipl.-Ing. (FH)
(Fachkundiger Mitarbeiter)

1. Empfehlungen für Satzung und Begründung

Hinweise für den Planzeichner:

- Fassaden mit Überschreitung der Orientierungswerte der DIN 18005 bzw. der 16. BImSchV, an denen passive Schallschutzmaßnahmen erforderlich sind, sind im Plan hervorzuheben und mit dem zugehörigen maßgeblichen Außenlärmpegel gemäß Anlage 5 zu bezeichnen.
- Die Textvorschläge für die Satzung und Begründung werden unter der Vorgabe erstellt, dass aktive Schallschutzmaßnahmen (Vollschutz aller Geschosse) im vorliegenden Fall auf Grund der örtlichen Gegebenheiten (fehlende notwendige Überstandslängen, Städtebauliche Gesichtspunkte, Eigentumsverhältnisse usw.) nicht zielführend sind und deshalb hier nicht weiterverfolgt werden.
- Ein Nachweis der Luftschalldämmung von Außenbauteilen ist nach den Technischen Baubestimmungen des Freistaates Bayern, Ausgabe Juni 2022, Anlage A 5.2/1 erforderlich, wenn
  a) der Bebauungsplan festsetzt, dass Vorkehrungen zum Schutz vor Außenlärm am Gebäude zu treffen sind (§9 Abs.1 Nr.24 BauGB)
     oder
  b) der „maßgebliche Außenlärmpegel" (Abschnitt 4.4.5 der DIN 4109-2:2018-01) auch nach den vorgesehenen Maßnahmen zur Lärmminderung gleich oder höher ist als
     - 61 dB(A) bei Aufenthaltsräumen in Wohnungen, Übernachtungsräumen, Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen sowie bei Bettenräumen in Krankenhäusern und Sanatorien
     - 66 dB(A) bei Büroräumen
- 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:

▲▲▲▲ Planzeichen für Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

- Schutzbedürftige Räume (Wohn-, Schlaf- und Ruheräume sowie Kinderzimmer) i.S.d. DIN 4109-1:2018-01 („Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen") in Gebäuden, für deren Außenfassaden Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen gemäß Planzeichen festgesetzt wurden, sind möglichst so anzuordnen, dass sie über Fenster in Außenfassaden belüftet werden, an denen die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV eingehalten sind (Grundrissorientierung).

- Soweit eine Grundrissorientierung nicht für alle schutzbedürftigen Räume möglich ist, ist passiver bzw. baulicher Schallschutz vorzusehen. Dabei müssen alle Außenfassaden des Gebäudes ein gesamtes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R`_{w,ges}$ i.S.v. Ziff. 7.1 der DIN 4109-1:2018-01 aufweisen, das sich für die unterschiedlichen Raumarten ergibt. Fenster von schutzbedürftigen Räumen an den mit Planzeichen gekennzeichneten Fassaden sind mit schallgedämmten Lüftungseinrichtungen auszustatten, die sicherstellen, dass auch im geschlossenen Zustand die erforderlichen Außenluftvolumenströme eingehalten werden (kontrollierte Wohnraumlüftung). Alternativ ist auch der Einbau anderer Schallschutzmaßnahmen (z.B. nicht zum dauerhaften Aufenthalt genutzte Wintergärten, verglaste Vorbauten etc.) zulässig.

- An Fassaden mit einem maßgeblichen Außenlärmpegel ≥ 61 dB(A) ist nach der BayTB (Bayerische Technische Baubestimmungen) ein Nachweis der Luftschalldämmung von Außenbauteilen (Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräumen) erforderlich. Für Büroräume gilt ein maßgeblicher Außenlärmpegel ≥ 66 dB(A).

- Die maßgeblichen Außenlärmpegel ergeben sich auch aus der Anlage 5 der schalltechnischen Untersuchung der Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Auftragsnummer 8886.1 / 2024 - FB, vom 28.01.2025, die der Begründung des Bebauungsplans beigefügt ist, wobei die konkreten maßgeblichen Außenlärmpegel an die Eingabeplanung des (Wohn-)Gebäudes (konkrete Lage und Höhe des geplanten Baukörpers innerhalb der Baugrenzen) anzupassen sind.

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.

- Die Gemeinde Rohrbach hat deshalb die Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Altomünster, damit beauftragt, die Lärm- und Erschütterungsimmissionen im Geltungsbereich des Bebauungsplans sachverständig zu untersuchen.

- Nach der schalltechnischen Untersuchung der Ingenieurbüro Kottermair GmbH werden im Geltungsbereich des Bebauungsplans durch den Verkehrslärm die Orientierungswerte der DIN 18005 und die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV für ein Urbanes Gebiet überschritten. Die Überschreitungen durch den auf das Plangebiet einwirkenden Verkehrslärm müssen nach den Ergebnissen der schalltechnischen Untersuchung der Ingenieurbüro Kottermair GmbH durch bauliche- und/ oder passive Schallschutzmaßnahmen ausgeglichen werden. Diese Schallschutzmaßnahmen werden im Bebauungsplan auch festgesetzt.

- Hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls sind keine unzulässigen Einwirkungen auf den Menschen zu erwarten.

Hinweise durch Text:

- Im Baugenehmigungsverfahren bzw. im Genehmigungsfreistellungsverfahren ist zwingend der Schallschutznachweis nach DIN 4109-1:2018-01 für die Gebäude (alle Fassadenseiten) mit Wohnnutzungen zu führen.

- Die in den Festsetzungen des Bebauungsplanes genannten DIN-Normen und weitere Regelwerke werden zusammen mit diesem Bebauungsplan während der üblichen Öffnungszeiten in der Bauverwaltung der Gemeinde Rohrbach, Hofmarkstraße 2, 85296 Rohrbach, zu jedermanns Einsicht bereitgehalten. Die betreffenden DIN-Vorschriften sind auch archivmäßig hinterlegt bei Deutschen Patent- und Markenamt.

2. Aufgabenstellung

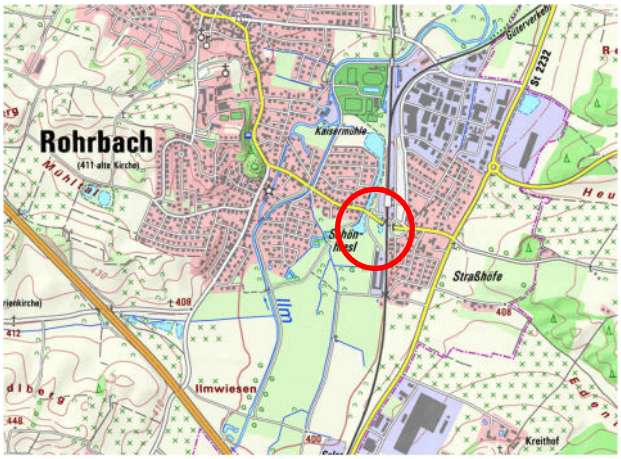
Die Gemeinde Rohrbach plant die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 50 „Bahnhofstraße Süd" in der Gemeinde Rohrbach, Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm.

Vor diesem Hintergrund ist durch unser Ingenieurbüro durchzuführen:

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

3. Ausgangssituation

3.1. Örtliche Gegebenheiten



Quelle: BayernAtlas /20/

Die umliegende Nutzung gliedert sich in:

- P&R-Parkplätze (nördlich)
- Kreisstraße PAF 21 (nördlich)
- Bundesbahnstrecke München-Treuchtlingen (östlich)

Das umliegende Gelände ist weitgehend eben, sodass sich aus der Topografie keine schallabschirmende Geländeformen ergeben.

3.2. Bilddokumentation zur Ortseinsicht am 14.01.2025

Bild 1: Plangebiet SO-Ansicht

Bild 2: Plangebiet SW-Ansicht

Bild 3: Bahnstrecke Richtung Norden

Bild 4: Bahnstrecke Richtung Süden

Bild 5: P&R Nordwest

Bild 6: P&R Nordost

Bild 7: Bahnhofstraße (PAF 21)

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. 11 Abs. 3 vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202)
/2/ Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV - vom 12.06.1990 (BGBl. I S. 1036), zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 4.11.2020 I 2334
/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 18005:2023-07, „Schallschutz im Städtebau - Grundlagen und Hinweise für die Planung" vom Juli 2023, mit Beiblatt 1 „Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung" vom Juli 2023
/5/ DIN 4109:2018-01 „Schallschutz im Hochbau", Teil 1 ff, Stand 01/2018
/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/ Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS 19, Stand: 2019 - In Kraft getreten: 01.03.2021
/9/ Verkehrsmengenzahlen zur Verkehrsbelegung der relevanten Straßen aus der Grundlage „Straßenverkehrszählung 2023" Verkehrsmengen Atlas Bayern im Rahmen des Bayerischen Straßeninformationssystem BAYSIS, Stand vom Jahr 2023
/10/ Parkplatzlärmstudie – 6. überarbeitete Auflage, Bayerische Landesamt für Umwelt, Augsburg, August 2007
/11/ DIN 4150-2 (Einwirkungen von Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden), Juni 1999
/12/ DIN 4150-3:2016-12 (Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen), Dezember 2016
/13/ Körperschall- und Erschütterungsschutz, DB Systemtechnik, Deutsche Bahn AG, Leitfaden für den Planer, August 1996 (Berichtigt Februar 1999)

4.3. Planerische und sonstige Grundlagen

/14/ SoundPLAN-Manager, Version 9.0, SoundPLAN GmbH,
71522 Backnang - Berechnungssoftware mit Systembibliothek
/15/ Verkehrszahlen Deutsche Bahn AG, E-Mail vom 16.12.2024
/16/ Bebauungsentwurf, Stand 08.07.2024, Zerr Architektur, Ingolstadt, E-Mail vom 16.01.2024
/17/ Lageplan Bebauungsplan, Stand 17.01.2025, Eichenseher Ingenieure, Pfaffenhofen a.d. Ilm, E-Mail vom 17.01.2025
/18/ Ortseinsicht am 14.01.2025 durch den Sachbearbeiter
/19/ Erschütterungsmessung durch den Sachbearbeiter am 14.01.2025
/20/ Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, München
- BayernAtlas – topografische Karte
- Digitale Flurkarte, Digitales Geländemodell – online-Bestellung vom 18.11.2024

5. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben

5.1. Anforderungen nach DIN 18005-1, Beiblatt 1

Je nach Schutzbedürftigkeit gelten für Beurteilungspegel nach /4/ folgende Orientierungswerte:

Gebietscharakter	Orientierungswert (OW)	
	Tag	Nacht
Reine Wohngebiete (WR)	50 dB(A)	35 (40) dB(A)
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS), Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplatzgebiete	55 dB(A)	40 (45) dB(A)
Friedhöfe, Kleingarten-, Parkanlagen	55 dB(A)	55 (55) dB(A)
Besondere Wohngebiete (WB)	60 dB(A)	40 (45) dB(A)
Dorf-/Mischgebiet (MD/MI), Dörfliche Wohngebiete (MDW), Urbane Gebiete (MU)	60 dB(A)	45 (50) dB(A)
Kerngebiet (MK)	60 (63) dB(A)	45 (53) dB(A)
Gewerbegebiet (GE)	65 dB(A)	50 (55) dB(A)
Sonstige Sondergebiete (SO) sowie Flächen für den Gemeinbedarf, soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart	45 bis 65 dB(A)	35 bis 65 dB(A)
Industriegebiete (Gl)	--	--
Der höhere Wert () gilt für Verkehrslärm (Straßen-, Schienen-, Schiffsverkehr); Die Nachtzeit dauert von 22:00 – 06:00 Uhr; ggf. ist die lauteste Nachtstunde zugrunde zu legen; Hinweise: ▪ Bei Außen-/Außenwohnbereichen gelten grundsätzlich die OW_{Tag} ▪ Die DIN sieht keine Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit vor; ▪ Für Krankenhäuser, Bildungseinrichtungen, Kurgebiete, Pflegeanstalten ist ein hohes Schutzniveau anzustreben; ▪ Über die Beurteilungspegel hinaus, kann die Berücksichtigung von Maximalpegeln hilfreich bzw. notwendig sein;		

5.2. Anforderungen nach 16. BImSchV - Verkehrslärmschutzverordnung

Je nach Schutzbedürftigkeit gelten nach /2/ folgende Immissionsgrenzwerte:

Gebietscharakter	Immissionsgrenzwerte	
	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-/Misch-/Urbanes Gebiet (MK/MD/MI/MU)	64 dB(A)	54 dB(A)
Gewerbegebiet (GE)	69 dB(A)	59 dB(A)
Die Nachtzeit dauert von 22:00 – 06:00 Uhr		

5.3. 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 sind gemäß DIN-Norm die maßgeblichen Außenlärmpegel (L_a) heranzuziehen.

Rührt die Geräuschbelastung von mehreren Quellen her, so ist gemäß Teil 2 der Norm der resultierende Außenlärmpegel $L_{a,res}$ aus den einzelnen maßgeblichen Außenlärmpegeln $L_{a,i}$ gemäß nachstehender Gleichung zu ermitteln.

$$L_{a,res} = 10 \lg \sum_{i=1}^{n} (10^{0,1 L_{a,i}}) \quad [dB] \qquad (44)$$

Für die Bestimmung des „maßgeblichen Außenlärmpegels" bei **Verkehrslärm** (Straßen und Schiene) sind gemäß DIN 4109-2:2018-01 Punkt 4.4.5.2 und 4.4.5.3 für den Tagzeitraum (06.00 - 22.00 Uhr) und für den Nachtzeitraum (22.00 - 06.00 Uhr) dem nach der 16. BImSchV berechneten Beurteilungspegel 3 dB(A) 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).

Der Beurteilungspegel für Schienenverkehr ist aufgrund der Frequenzzusammensetzung der Schienenverkehrsgeräusche in Verbindung mit dem Frequenzspektrum der Schalldämm-Maße von Außenbauteilen pauschal um 5 dB zu mindern (vgl. Teil 2, Punkt 4.4.5.3).

Für die Bestimmung des „maßgeblichen Außenlärmpegels" bei **Gewerbe- und Industrieanlagen** sind gemäß DIN 4109-2:2018-01 dem nach TA Lärm, für die jeweilige Gebietskategorie, angegebenen Tag-Immissionsrichtwert 3 dB(A) 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 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).

Die Addition von 3 dB(A) darf nur einmal erfolgen, d. h. auf den Summenpegel.

5.4. 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 /11/ 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 /11/ zu vergleichen:

- $KB_{Fmax} \leq$ (unterer) Anhaltswert A_u → Anforderung der Norm eingehalten
- $KB_{Fmax} \leq$ (oberer) Anhaltswert A_o → Anforderung der Norm eingehalten
- $A_u < KB_{Fmax} \leq A_o$, Anforderung der Norm eingehalten, wenn die die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} nicht größer als nach Tabelle 1 /11/ 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 /11/ aufgelistet:

Einwirkungsorte in deren Umgebung untergebracht sind	Tag (6 - 22 Uhr)			Nacht (22 - 6 Uhr)		
	A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
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 /11/

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr erfolgt anhand der Anhaltswerte nach Tabelle 1 /11/. 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 A_u und A_r nach Tabelle 1 /11/.
- Für den Schienenverkehr hat der (obere) Anhaltswert A_o nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne KB_{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_{FTr} zu berücksichtigen.
- Bei städtebaulichen Planungen von Baugebieten sollten die Anhaltswerte nach Tabelle 1 /11/ 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

5.5. 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 /12/ 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 /12/ nennt in der Tabelle 4 Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit:

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für v_{max} [mm/s]	
		Oberste Deckenebene, horizontal alle Frequenzen	Decken, vertikal, alle Frequenzen
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 **und** besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10

Tabelle 2 Anhaltswerte nach Tabelle 4 aus DIN 4150-3:2016-12 /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.

5.6. 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: $\Delta L_B(f)$
- Übertragungsfaktoren (gebäudespezifisch): $\Delta L_G(f)$.

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_v 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_o: Bezugsschnelle (v_0= 5*10^{-8} m/s)
- f_0: 5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpassfilters)
- f: Terzmittenfrequenz (in Hz)
- $L_{v\text{-}Raum}(f)$: Körperschall-Schnellepegel (in dB) auf dem Fußboden des zu betrachtenden 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_{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 $L_{sek\text{-}Zug}$ 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 $L_{V\text{-}Raum}$ (f) wird entsprechend der A-Filterung bewertet $L_{v\ (A)\text{-}Raum}$ (f).

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

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:

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

Nacht:

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

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

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

Nacht

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

5.7. 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 /3/ 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 /13/ 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. Grundsätzliche Aussagen über die Mess- und Prognoseunsicherheit

Unsere Konformitätsaussagen im Immissionsrichtwertbereich werden ohne Berücksichtigung der Mess- bzw. Prognoseunsicherheit getroffen.

Messunsicherheit

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 ± 1 dB gerechnet werden.
  Die Pegelkonstanz der verwendeten Kalibratoren der Klasse 1 nach DIN EN 60942 kann mit ± 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 SoundPLAN GmbH, 71522 Backnang zurückgegriffen. Eine Konformitätserklärung des Softwareentwicklers nach DIN 45687:2006-05 - Software-Erzeugnisse 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 ± 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.

7. Verkehrslärmimmissionen

7.1. 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 Grenze des Zumutbaren von den Trägern der Bauleitplanung (und den Gerichten) letztlich immer anhand einer umfassenden Würdigung aller Umstände des Einzelfalls 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 werden nach den Rechenregeln der DIN ISO 9613-2 /6/ in Zusammenhang mit der RLS-19 /8/ für den Straßenverkehr bzw. der Schall 03-2012 /7/ für den Schienenverkehr erzeugt.

7.2. Immissionsorte

Als maßgebliche Immissionsorte werden die Fassaden des Plangebäudes (PG) den Orientierungs- bzw. Immissionsgrenzwerten für ein MU-Gebiet gegenübergestellt.
Die Immissionsorthöhe wird in SoundPLAN im Allgemeinen für das Erdgeschoss auf Geländehöhe +2,4 m, jedes weitere Stockwerk +2,8 m festgelegt.

7.3. Schienenverkehrslärmemissionen

Östlich des Plangebiets verläuft die Bundesbahnstrecke München-Treuchtlingen. Diese befahren nach Auskunft der DB Netz AG /15/ (vgl. Anlage 3) im Jahr 2030 (Tag / Nacht) 212 / 23 Züge des Personenverkehrs sowie 46 / 47 Züge des Güterverkehrs.
Bei zweigleisigen Streckenabschnitten sind die Zugzahlen je zur Hälfte auf die Gleise zu verteilen. Bei ungeraden Zugzahlen ist der höhere Anteil auf das bebauungsnächste Gleis zu legen /15/.

Es ergibt sich nachfolgende Prognose-Situation:

5501 München-Treuchtlingen G2		Gleis: 2	Richtung: München					Abschnitt: 1	Km: 0+000					
	Zugart Name		Anzahl Züge Tag	Anzahl Züge Nacht	Geschwindigkeit km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)] Tag 0 m	Tag 4 m	Tag 5 m	Nacht 0 m	Nacht 4 m	Nacht 5 m
11	GZ-E | 7-Z5-A4*1 | 10-Z5*30 | 10-Z18*8		14,0	18,0	100	734	-	82,8	66,9	42,3	86,9	71,0	46,4
12	GZ-E | 7-Z5-A4*1 | 10-Z5*30 | 10-Z18*8 (1)		2,0	3,0	120	734	-	75,5	59,2	37,8	80,3	64,0	42,6
13	GZ-E | 7-Z5-A4*1 | 10-Z5*10		7,0	3,0	100	207	-	74,3	57,9	39,3	73,6	57,2	38,7
14	ICE | 1-V1*2 | 2-V1*9		8,0	2,0	160	279	-	73,0	61,6	53,1	70,0	58,6	50,1
15	ICE | 3-Z9-A52*1		26,0	1,0	160	374	-	80,8	59,1	53,2	69,6	48,0	42,1
16	ICE | 1-V1*2 | 2-V1*14		8,0	1,0	160	411	-	74,6	61,8	53,1	68,6	55,7	47,1
17	ICE | 3-Z9-A32*2		33,0	4,0	160	402	-	82,8	63,2	57,3	76,6	57,0	51,1
18	RB/RE-E | 5-Z5-A24*1		32,0	4,0	160	67	-	79,3	57,8	56,1	73,3	51,8	50,1
-	Gesamt		130,0	36,0	-	-	-	88,4	71,1	62,0	88,5	72,4	56,7

Schienenkilometer km	Fahrbahnart c1	Fahrflächenzustand c2	Streckengeschwin km/h	Kurvenfahrgeräusch dB	Gleisbremsgeräusch KL dB	Vorkehrungen g. Quietschgeräusche dB	Sonstige Geräusche dB	Brücke KBr dB	Brücke KLM dB
0+000	Standardfahrbahn	-	-	-	-	-	-	-	-

5501 München-Treuchtlingen G3		Gleis: 3	Richtung: München					Abschnitt: 1	Km: 0+000					
	Zugart Name		Anzahl Züge Tag	Anzahl Züge Nacht	Geschwindigkeit km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)] Tag 0 m	Tag 4 m	Tag 5 m	Nacht 0 m	Nacht 4 m	Nacht 5 m
11	GZ-E | 7-Z5-A4*1 | 10-Z5*30 | 10-Z18*8		14,0	18,0	100	734	-	82,8	66,9	42,3	86,9	71,0	46,4
12	GZ-E | 7-Z5-A4*1 | 10-Z5*30 | 10-Z18*8 (1)		2,0	2,0	120	734	-	75,5	59,2	37,8	78,5	62,2	40,9
13	GZ-E | 7-Z5-A4*1 | 10-Z5*10		7,0	3,0	100	207	-	74,3	57,9	39,3	73,6	57,2	38,7
14	ICE | 1-V1*2 | 2-V1*9		8,0	2,0	160	279	-	73,0	61,6	53,1	70,0	58,6	50,1
15	ICE | 3-Z9-A52*1		25,0	1,0	160	374	-	80,6	59,0	53,1	69,6	48,0	42,1
16	ICE | 1-V1*2 | 2-V1*14		8,0	1,0	160	411	-	74,6	61,8	53,1	68,6	55,7	47,1
17	ICE | 3-Z9-A32*2		32,0	3,0	160	402	-	82,7	63,0	57,1	75,4	55,8	49,9
18	RB/RE-E | 5-Z5-A24*1		32,0	4,0	160	67	-	79,3	57,8	56,1	73,3	51,8	50,1
-	Gesamt		128,0	34,0	-	-	-	88,4	71,0	62,0	88,3	72,2	56,4

Schienenkilometer km	Fahrbahnart c1	Fahrflächenzustand c2	Streckengeschwin km/h	Kurvenfahrgeräusch dB	Gleisbremsgeräusch KL dB	Vorkehrungen g. Quietschgeräusche dB	Sonstige Geräusche dB	Brücke KBr dB	Brücke KLM dB
0+000	Standardfahrbahn	-	-	-	-	-	-	-	-

Bild 8 Verkehrsbelastung durch den Schienenverkehr

7.4. Straßenverkehrslärmemissionen

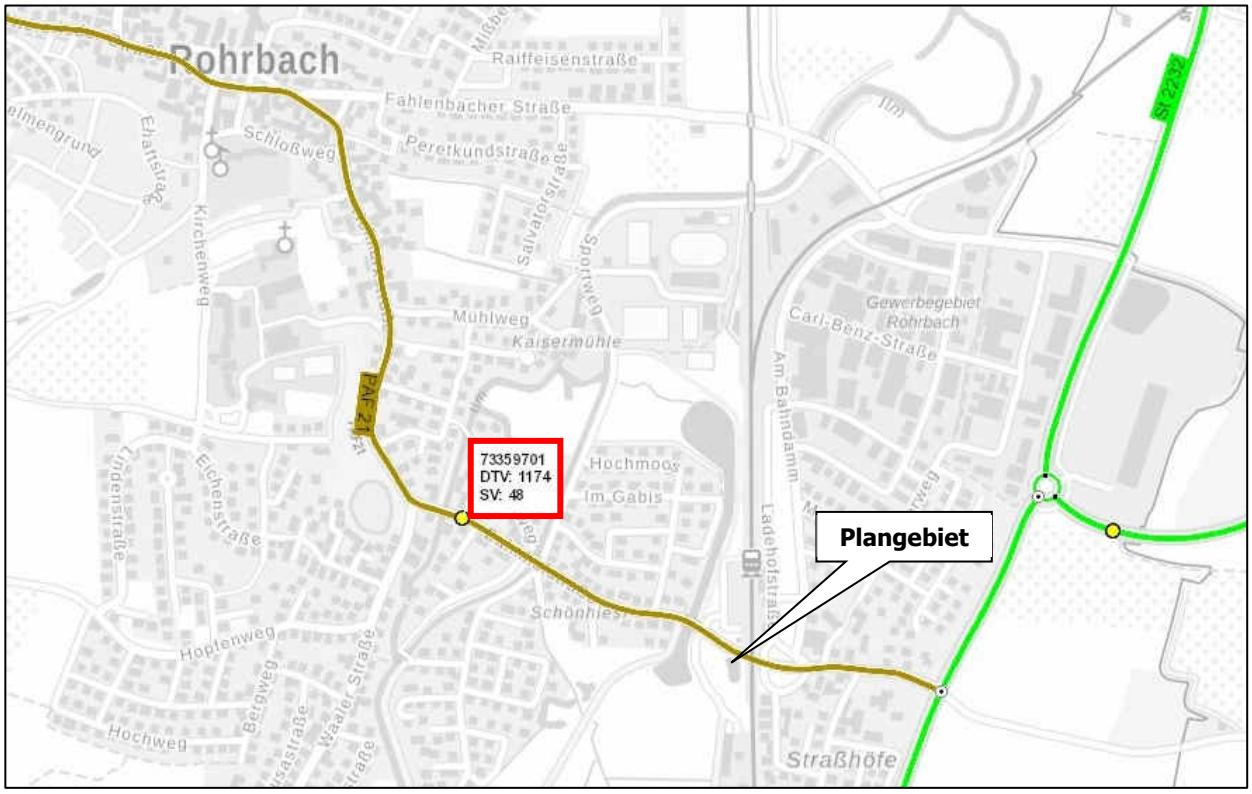


Bild 9 Auszug Verkehrsmengenatlas

Nördlich des Plangebiets verläuft die Kreisstraße PAF 21. Die zugehörigen Verkehrsaufkommen laut Verkehrsmengenatlas 2023 /9/ sind in der folgenden Tabelle 3 aufgeführt. Bei der Ortseinsicht /18/ wurde im Bereich der Bahnunterführung eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 / 30 km/h (Pkw / Lkw) festgestellt. Ansonsten ist die übliche innerörtliche Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 / 50 km/h (Pkw / Lkw) anzusetzen.

Für das Zähljahr 2023 ergibt sich aus dem Verkehrsmengenatlas die Ausgangsdatenbasis wie folgt:

Allgemeine Angaben					Verkehrsbelastung				RLS19			
Straße	**Land**	**TK/Zst.-Nr.**			**DTV**	**DTV**	**LV**	**SV**	**M**	p_1	p_2	p_{Krad}
	zust. Stelle		Region	Zählart	2021				T	Tag 06-22 Uhr		
E-Str.		Zählabschnittsanfang			SV	W		Bus	D	Day 06-18 Uhr		
		Zählabschnittsende		TZ	2015	U	Krad	LoA	E	Evening 18-22 Uhr		
			Zabl. km		SV	S	LVm	LZ	N	Night 22-06 Uhr		
	Anz. FS	FS / OD	ges. / FS	DZ	[Kfz/24h]	[Kfz/24h]			[Kfz/h]	[%]	[%]	[%]
K 21	9 BY	**7335 9701**		TM	1 174	**1 289**	**1 243**	**46**	76	-	3,5	3,4
	12		904		48	1 675		4	85	-	3,9	3,4
		(K 33) :Langenbruck			1 541	718	43	29	47	-	1,6	3,7
		(L 2232) :Rohrbach			39	726	1 200	13	10	-	5,1	2,2
	FS = 2	FS	7,5 / 5,2									

Tabelle 3 Verkehrsdaten Verkehrsmengenatlas 2023

Mangels konkreter (regionaler) Verkehrsprognosen wird eine Zuwachsrate von 20 % auf den Prognosehorizont von 15 Jahren angesetzt.

Demzufolge ergibt sich für nachfolgende Prognose-Situation eine Gesamtverkehrsbelastung von 1.547 Kfz/24 h.

Stationierung km	DTV Kfz/24h	Fahrzeug-typ	Verkehrszahlen M(T) Kfz/h	M(N) Kfz/h	p(T) %	p(N) %	Geschwindi v(T) km/h	v(N) km/h	Straßenoberfläche	Knotenpunkt Typ	Abstand m	Mehrfach reflektion dB(A)	Steigung Min / Max %	Emissionspegel Lw'(T) dB(A)	Lw'(N) dB(A)
K PAF 21 / Bahnhofstraße									Verkehrsrichtung: Beide Richtungen						
0+000	1289	Pkw	70,8	9,3	93,1	92,7	50	50	Nicht geriffelter Gussasp		-	-	-7,6 - 6,9	73,6 - 75,	64,9 - 66,
		Lkw1	-	-	-	-	50	50							
		Lkw2	2,7	0,5	3,5	5,1	50	50							
		Krad	2,6	0,2	3,4	2,2	50	50							
0+406	1289	Pkw	70,8	9,3	93,1	92,7	30	30	Nicht geriffelter Gussasp		-	-	-1,4 - 10,	71,2 - 73,	62,5 - 64,
		Lkw1	-	-	-	-	30	30							
		Lkw2	2,7	0,5	3,5	5,1	30	30							
		Krad	2,6	0,2	3,4	2,2	30	30							
0+499	1289	Pkw	70,8	9,3	93,1	92,7	50	50	Nicht geriffelter Gussasp		-	-	-1,1	73,6	64,9
		Lkw1	-	-	-	-	50	50							
		Lkw2	2,7	0,5	3,5	5,1	50	50							
		Krad	2,6	0,2	3,4	2,2	50	50							

Bild 10 Verkehrsbelastung durch den Straßenverkehr

7.5. Geräuschemissionen aus dem Pkw-Parkverkehr

Nordöstlich des Plangebiets befindet sich ein P&R-Parkplatz mit ca. 500 Stellplätzen, direkt nördlich ein kleinerer P&R-Parkplatz mit ca. 150 Stellplätze.
Für die Bewegungshäufigkeit werden die Angaben für gebührenfreie, stadtferne P&R-Anlagen nach Tab. 33 der Parkplatzlärmstudie /10/ zugrunde gelegt, die auf detaillierten Untersuchungen zu P&R-Anlagen basieren.
Somit wurden für den Tageszeitraum 0,50 und für den Nachtzeitraum 0,30 Fahrbewegungen/Stellplatz und Stunde zum Ansatz gebracht.

Für öffentlich gewidmete Stellplätze erfolgt die Berechnung nach RLS-19 /8/.

Es ergeben sich folgende Emissionssituationen:

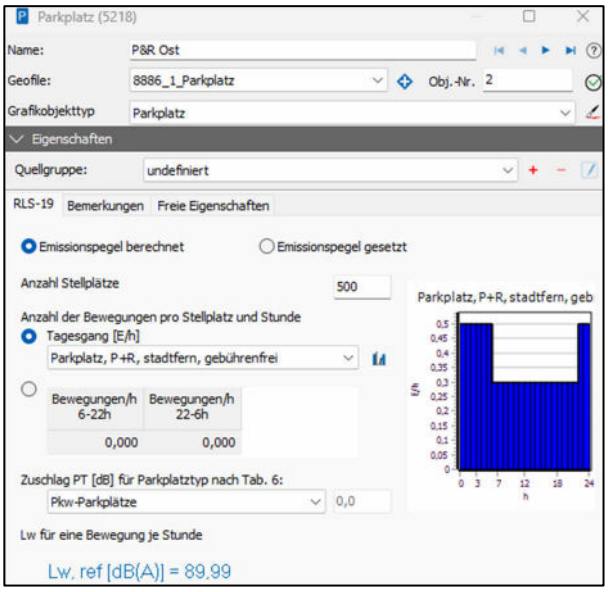


Bild 11 Stellplätze P&R Ost

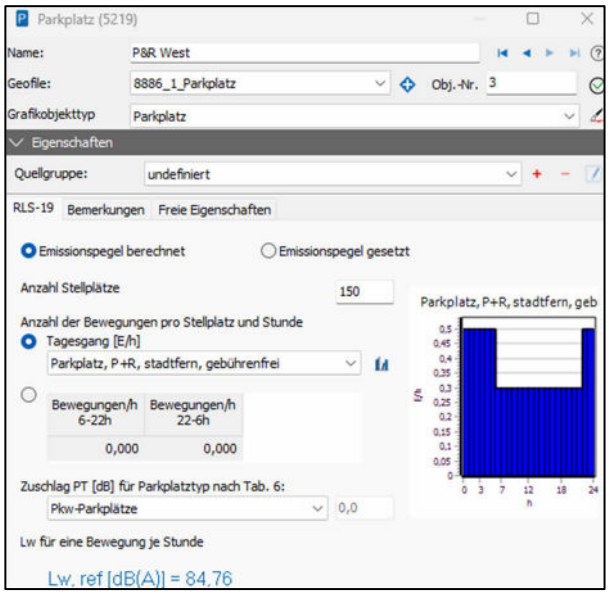


Bild 12 Stellplätze P&R West

8. Erschütterungsschutz

Das Plangebiet befindet westlich der Bahnlinie München-Treuchtlingen. Die Gleisanlage ist im gesamten Bereich auf Betonschwellen und Schotterbett gelagert.
Nach den Prognosezugzahlen für das Jahr 2030 der DB Netz AG /15/ (s. Anlage 3) werden auf dem betreffenden Streckenabschnitt insgesamt (Tag / Nacht) 212 / 23 Züge des Personenverkehrs sowie 46 / 47 Züge des Güterverkehrs verkehren.
Durch die Nähe zur Bahnstrecke wirken Erschütterungsimmissionen aus dem Zugverkehr auf das Plangebiet ein.

8.1. 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).

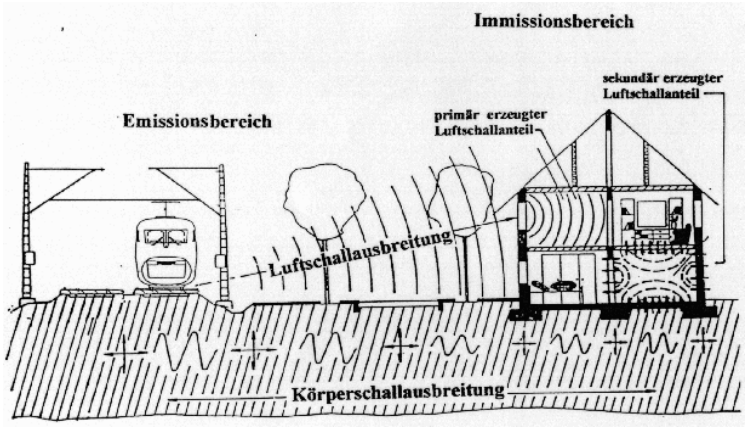


Schaubild: Entstehung und Ausbreitung von Erschütterungen an Schienenverkehrswegen /13/

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).

8.2. Messungen

Am 14.01.2025 wurden im Zeitraum zwischen 09:30 Uhr und 12:00 Uhr Erschütterungsmessungen auf dem freien Feld bei den Zugvorbeifahrten durchgeführt.
Die fotografische Dokumentation ist in Anlage 7.1 ersichtlich.

Messpunkt 1 (MP 1)
Freifeld, ca. 16 m zur Gleismitte
Messpunkt 2 (MP 2)
Freifeld, ca. 32 m zur Gleismitte
Messpunkt 3 (MP 3)
Freifeld, ca. 50 m zur Gleismitte, Position des Plangebäudes

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 /11/, /12/ 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 9 Regionalbahnen, 13 ICE und 4 Güterzüge messtechnisch erfasst, die für Auswertung und Prognose herangezogen werden können.
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 7.2 (Ergebnistabellen bzw. Messprotokolle) und die gemittelten Werte in der nachfolgenden Tabelle 4 enthalten:

MP	Züge	Anzahl	gemittelte Schwinggeschwindigkeit v_{max}			gemittelte KB-Werte KB_{Fmax}		
			Komponente			Komponente		
			x	y	z	x	y	z
1	RB1	5	0,27	0,26	0,20	0,10	0,11	0,09
	RB3	4	0,21	0,22	0,21	0,09	0,08	0,11
	ICE2	6	0,43	0,54	0,36	0,17	0,19	0,18
	ICE3	7	0,42	0,42	0,35	0,16	0,15	0,16
	G2	3	0,44	0,44	0,29	0,16	0,17	0,13
	G3	1	0,35	0,28	0,27	0,15	0,11	0,14
2	RB1	5	0,15	0,16	0,07	0,07	0,07	0,04
	RB3	4	0,11	0,11	0,10	0,04	0,05	0,04
	ICE2	6	0,22	0,24	0,21	0,09	0,09	0,10
	ICE3	7	0,21	0,20	0,20	0,08	0,07	0,09
	G2	3	0,21	0,23	0,18	0,08	0,09	0,09
	G3	1	0,16	0,14	0,14	0,06	0,05	0,07

MP	Züge	Anzahl	gemittelte Schwinggeschwindigkeit v_{max}			gemittelte KB-Werte KB_{Fmax}		
			Komponente			Komponente		
			x	y	z	x	y	z
3	RB1	5	0,10	0,10	0,05	0,04	0,04	0,02
	RB3	4	0,10	0,08	0,06	0,04	0,04	0,03
	ICE2	6	0,18	0,22	0,16	0,07	0,08	0,08
	ICE3	7	0,18	0,19	0,11	0,08	0,07	0,05
	G2	3	0,20	0,21	0,14	0,08	0,08	0,06
	G3	1	0,15	0,15	0,09	0,06	0,06	0,05

Tabelle 4: Mittlere Scheitelwerte der Schwinggeschwindigkeit und der KB_{Fmax}-Werte

8.3. Prognosewerte

Ausgehend von den am Messpunkt MP 3 ermittelten Messwerten wird für das Plangebiet eine Prognoseberechnung für die zu erwartenden Erschütterungen durchgeführt.
Zugrunde liegen die Prognosezugzahlen für das Jahr 2030 der DB Netz AG /15/ (s. Anlage 3).

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die daraus prognostizierten KB_{Fmax}- und KB_{FTr}-Werte für Mischgebiete aufgeführt. Betrachtet wird das Plangebäude (PG) in etwa 50 m Entfernung zur Gleismitte.

Immissionsort	Zugart	Anzahl Züge		Maximale bewertete Schwingstärke Deckenebene	**Beurteilungs-schwingstärke**	
				KB_{Fmax}	KB_{FTr} [1)]	
		Tag	Nacht		Tag	Nacht
PG (ca. 50 m vom Bahngleis entfernt)	RB1	32	4	0,05	0,000	0,000
	RB3	32	4	0,03	0,000	0,000
	ICE2	75	8	0,08	0,000	0,000
	ICE3	73	7	0,06	0,000	0,000
	G2	23	24	0,07	0,000	0,000
	G3	23	23	0,05	0,000	0,000
Gesamt		**258**	**70**		**0,000**	**0,000**

[1)] Bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} sind Taktmaximalwerte $KB_{FTi} \leq 0,1$ 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 $KB_{Fmax} \leq 0,1$ die Beurteilungsschwingstärke $KB_{FTr} = 0$ ist.

Tabelle 5: Prognosewerte der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} und der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr}

Die Ergebnisse der Prognoseberechnung (KB_{Fmax}-Werte) in der Tabelle 5 zeigen, dass die unteren Anhaltswerte A_u der DIN 4150-2 von 0,20 / 0,15 (Tag / Nacht) für Mischgebiete (MI; „Urbane Gebiete" (MU sind in der Norm nicht eingeführt) unterschritten werden.

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

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

8.4. 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 /15/ und den gemessenen Erschütterungswerten eine Prognose für den sekundären Luftschall für das Plangebiet erstellt. Die prognostizierten Luftschallpegel und die sich daraus ergebenden Beurteilungspegel sind in der nachfolgenden Tabelle 6 aufgeführt.

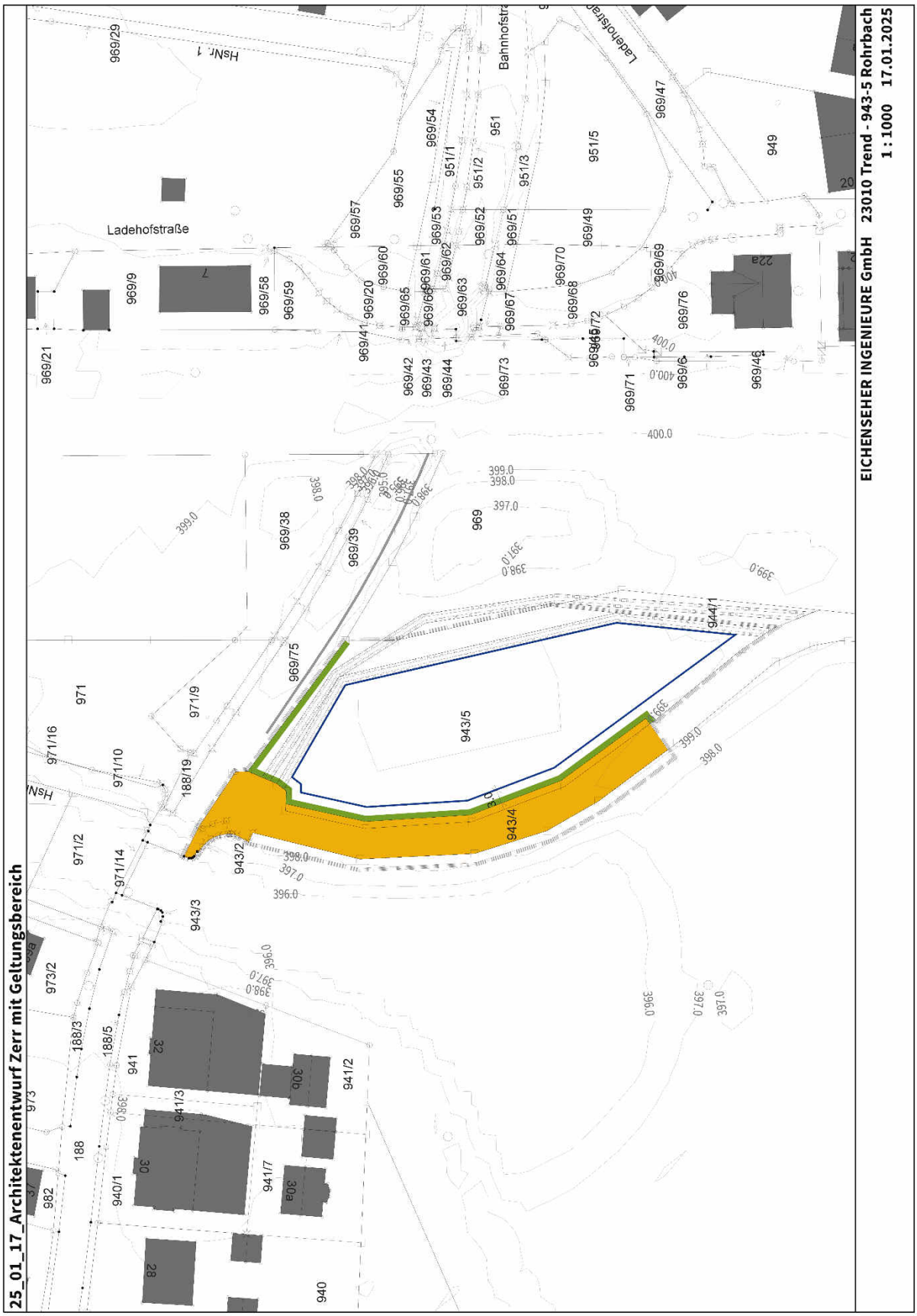
Immissionsort	Zugart	Anzahl Züge		Sekundärer Luftschallpegel	**Beurteilungspegel**	
				L_{sek} [dB(A)]	L_m [dB(A)]	
		Tag	Nacht		Tag	Nacht
PG (ca. 50 m vom Bahngleis entfernt)	RB1	32	4	34,07	14,5	8,5
	RB3	32	4	31,12	11,6	5,6
	ICE2	75	8	34,16	16,1	9,4
	ICE3	73	7	34,53	16,3	9,2
	G2	23	24	36,27	17,1	20,3
	G3	23	23	32,41	13,2	16,2
Gesamt		**258**	**70**		**23,0**	**22,4**

Tabelle 6: Prognosewerte des sekundären Luftschalls (L_{sek} [dB(A)] und Lm [dB(A)])

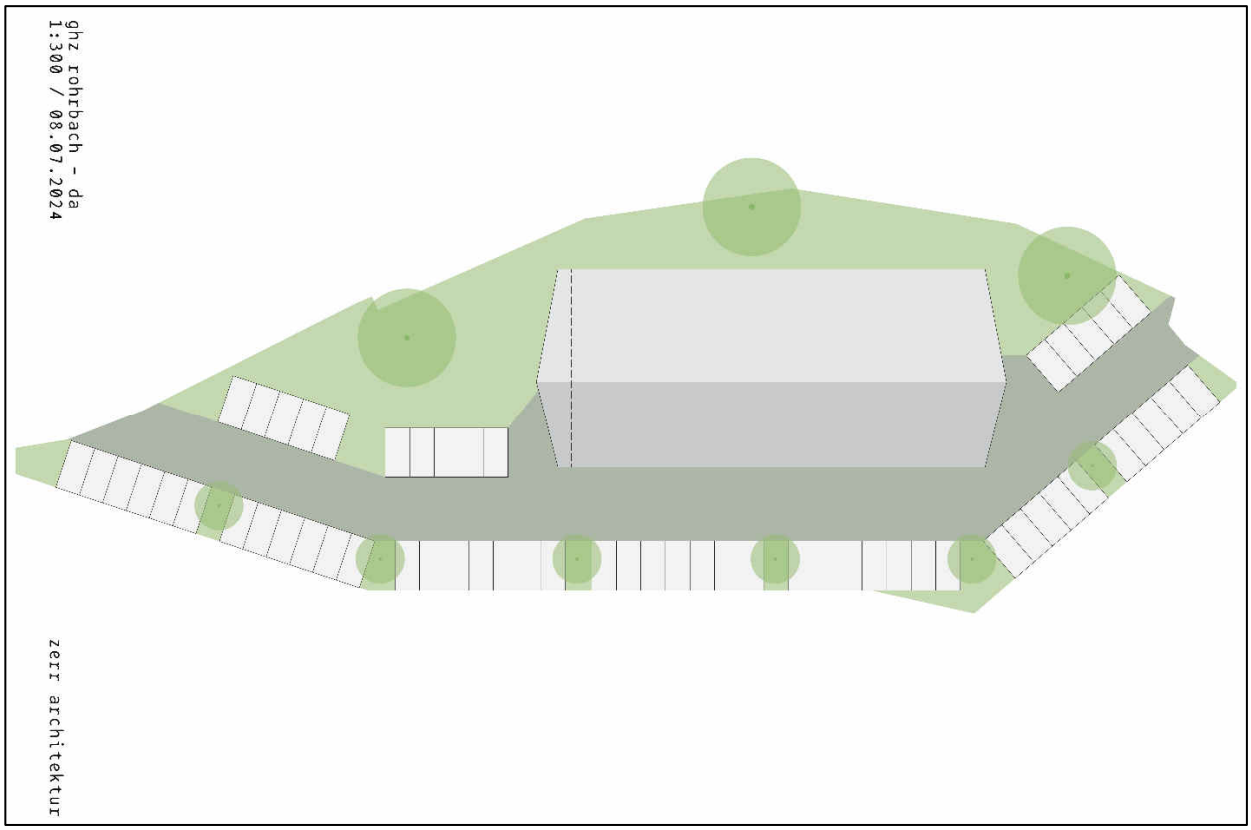
Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall an den Plangebäuden unterschreiten den im Kapitel 5.7 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel L_m von 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) um mindestens 12,0 / 2,6 dB(A).

Somit ist nicht mit Belästigungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.

Anlage 1 Lageplan Bebauungsplan



Anlage 2 Bebauungskonzept



Anlage 3 Verkehrsprognose DB 2030

Version 202301 - Daten gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030DT(KW 11/2024) des Bundes
Strecke **5501** Abschnitt Uttenhofen bis Baar-Ebenhausen, km 59,2- km 61,1, Bereich Bahnhofstraße, 85296 Rohrbach
Horizont 2030DT *nach geplanten Streckenausbau*
RiKz 1+2

Zugart	Anzahl		v_Zug	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband										
Traktion	Tag	Nacht	km/h	Fz_Kat	Anzahl	Fz_Kat	Anzahl	Fz_Kat	Anzahl	Fz_Kat	Anzahl	Fz_Kat	Anzahl	
GZ-E	28	36	100	7-Z5-A4	1	10-Z5	30	10-Z18	8					
GZ-E	4	5	120	7-Z5-A4	1	10-Z5	30	10-Z18	8					
GZ-E	14	6	100	7-Z5-A4	1	10-Z5	10							Grundlast
ICE	16	4	280	1-V1	2	2-V1	9							
ICE	51	2	250	3-Z9-A52	1									
ICE	16	2	280	1-V1	2	2-V1	14							
ICE	65	7	300	3-Z9-A32	2									
RB/RE-E	64	8	160	5-Z5-A24	1									
Summe	258	70												

VzG
Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten

Die nachfolgend genannte zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit ist anzusetzen, wenn sie kleiner als die Zuggeschwindigkeit ist!

von km	bis km	km/h
38,3	81,3	160

BüG
Besonders überwachtes Gleis

von km	bis km
-	-

Erläuterungen und Legende

RiKz: Kennzeichen für Gleisrichtung. Mit RiKz 1+2 wird die Streckenbelastung dargestellt.

1. **Geschwindigkeiten:**
   v_Zug: bauartbedingte Zughöchstgeschwindigkeit
   VzG: Streckenhöchstgeschwindigkeit aus dem Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten

   Bei der schalltechnischen Berechnung ist das Minimum aus v_max_Zug und VzG zu verwenden.
   Bei Streckenneu- und Ausbauprojekten sind die Vorgaben des Projektes in Abstimmung mit der Projektleitung zu beachten.

   Im Bereich von Personenbahnhöfen (innerhalb der Einfahrsignale) und von Haltepunkten bzw. Haltestellen (Bahnsteiglänge zuzüglich auf jeder Seite 100 m) ist die zulässige Geschwindigkeit der freien Strecke, mindestens aber 70 km/h anzusetzen. Mit vFz = 70 km/h werden die in Bahnhöfen und an Haltepunkten bzw. in Haltestellenbereichen anfallenden Geräusche, die z. B. durch das Türenschließen oder beim Überfahren von Weichen und/oder beim Bremsen und Anfahren entstehen, berücksichtigt.

2. **Zusammensetzung der Fahrzeugkategoriebezeichung:**
   Nummer der Fz-Kategorie - Variante bzw. Zeilennummer in Beiblatt 1 - Achszahl (bei Tfz, E- und V-Triebzügen-außer bei HGV)
   Bsp. 5-Z5-A10

   Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)

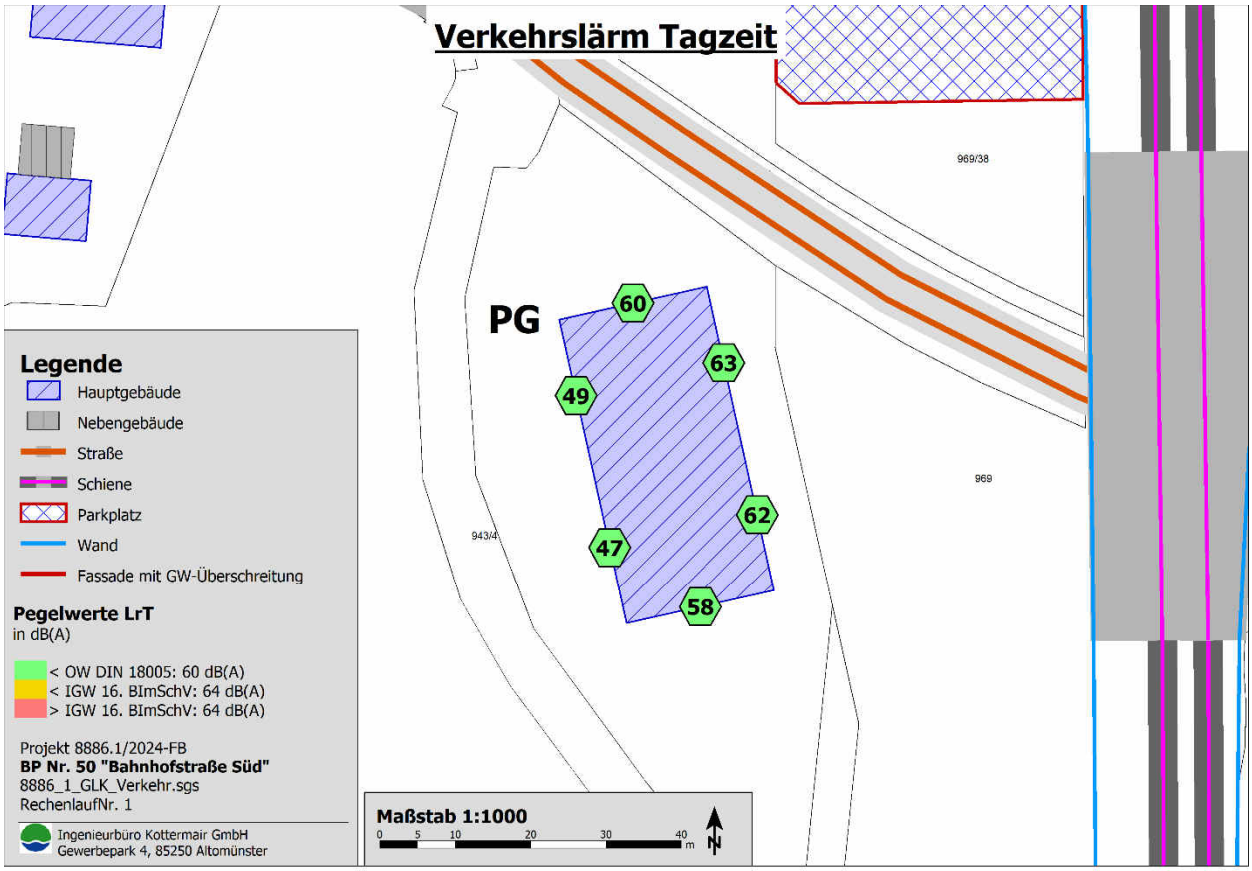
3. **Infrastruktureigenschaften:**
   Für Brücken, Bahnübergänge, enge Gleisradien usw. sind die entsprechenden Zuschläge nach Schall03 zu berücksichtigen.

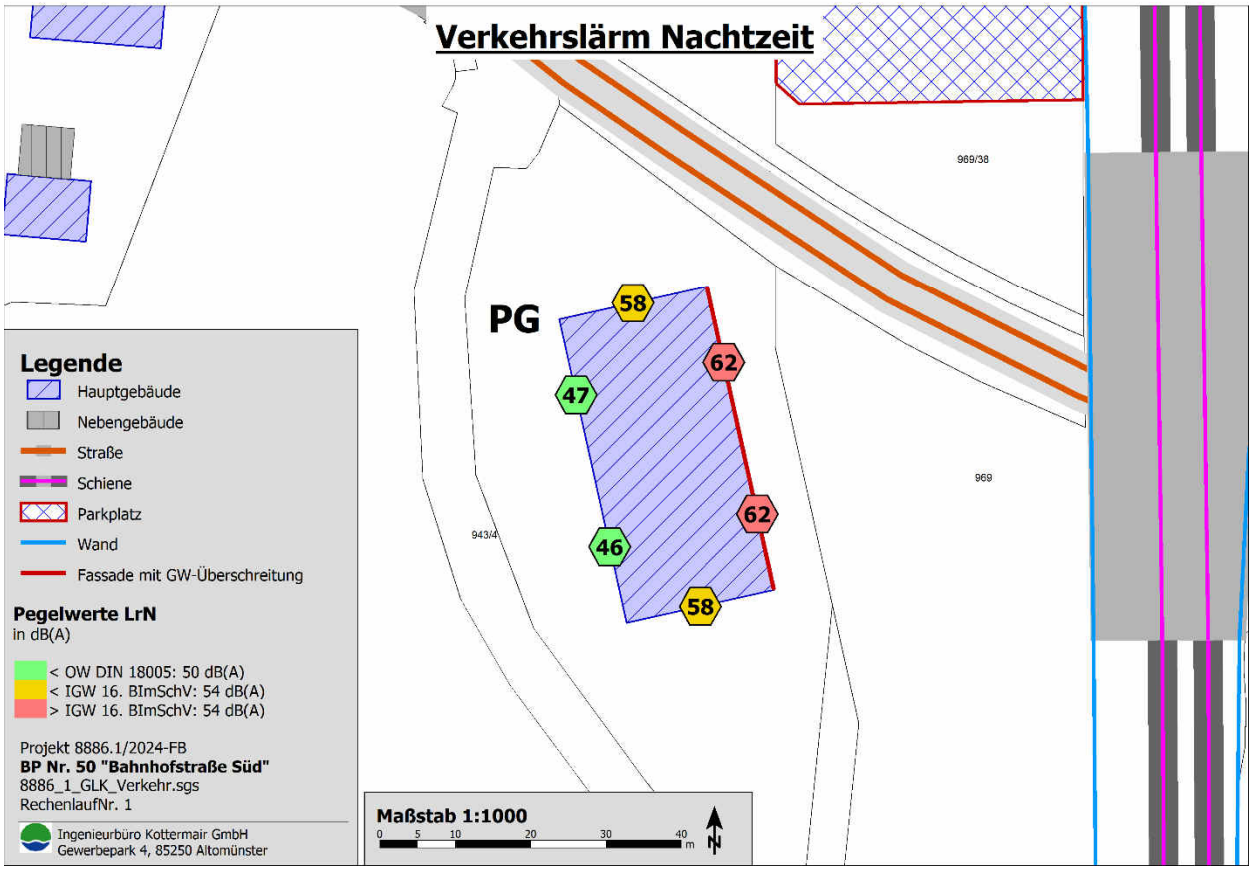
4. **Zugarten:**
   GZ = Güterzug
   RV, RE, RB = Regionalzug
   S = Elektrotriebzug der S-Bahn
   IC = Intercityzug (auch Railjet)
   ICE, TGV = Elektrotriebzug des HGV
   NZ = Nachtreisezug
   AZ = Saison- oder Ausflugszug
   D = sonstiger Fernreisezug, auch Dritte
   LR, LICE = Leerreisezug

5. **Traktionsarten:**
   - V = Diesellok
   - E = E-Lok

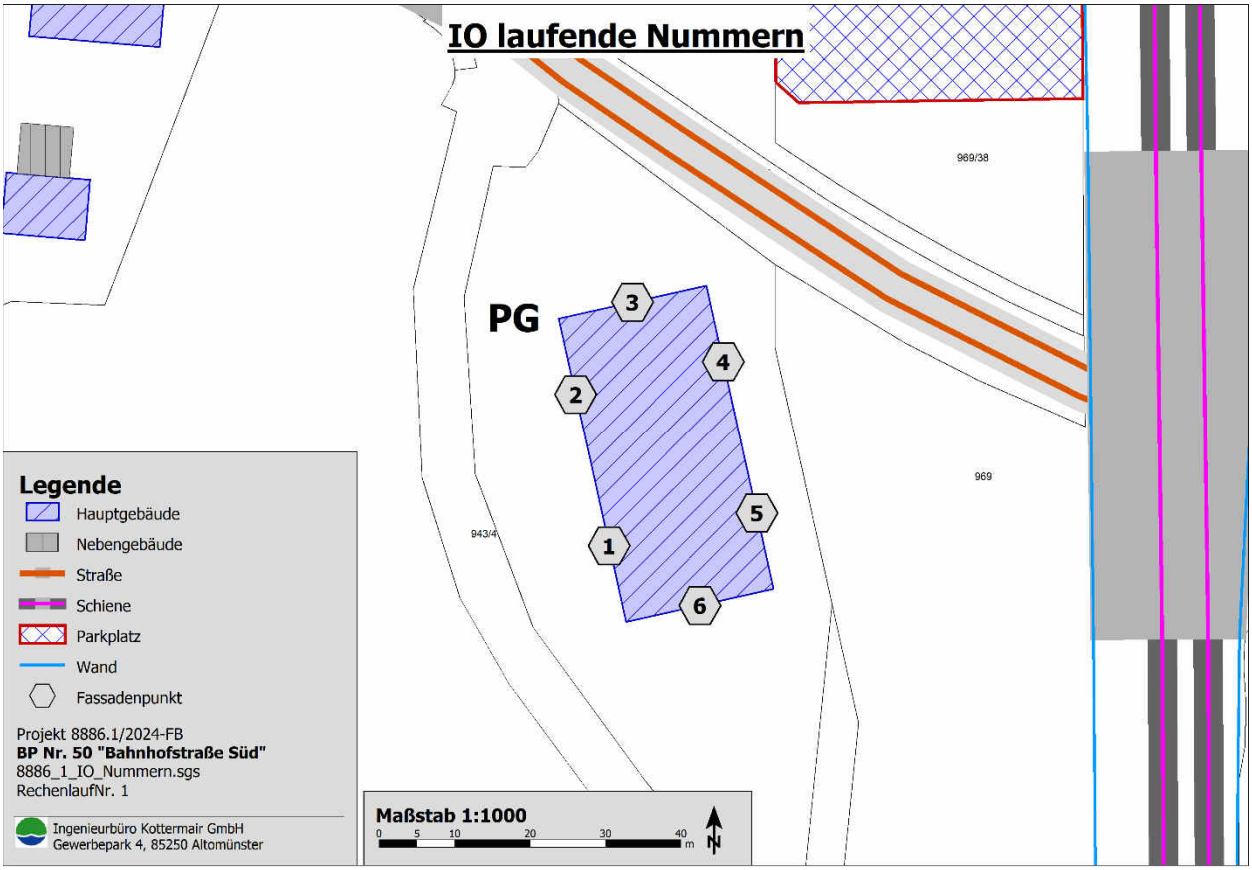
6. **Grundlast:**
   Auf die in der Prognose 2030 ermittelten SGV -Zugzahlen hat das BMVI eine Grundlast aufgeschlagen, mit der Lokfahrten, Mess-, Baustellen-, Schadwagen usw. abgebildet werden.

Anlage 4.1 Gebäudelärmkarte Verkehrslärm





Anlage 4.2 Pegeltabelle Verkehrslärm

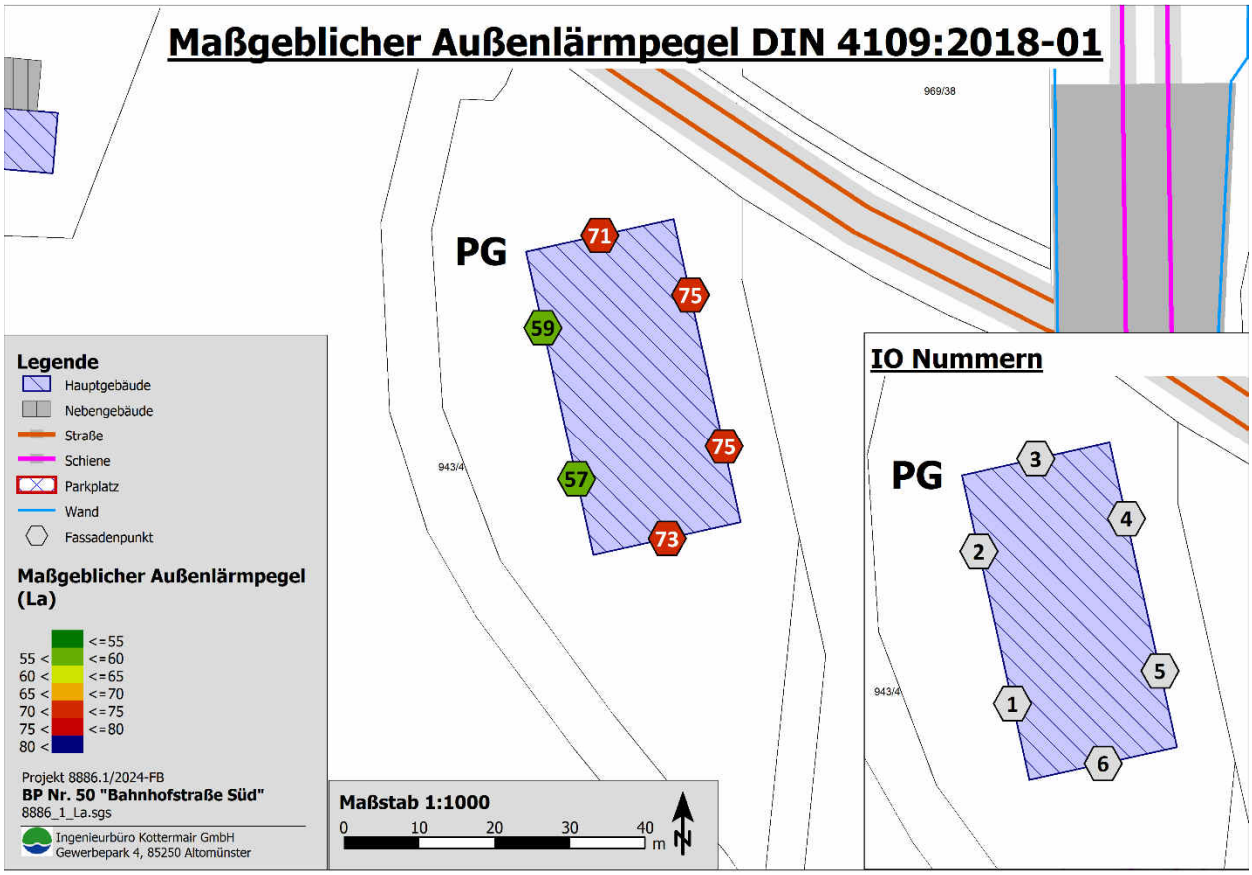


Nr.	Etage	HR	Nutz-ung	OW,T [dB(A)]	OW,N [dB(A)]	Verkehr Lr,T [dB(A)]	Verkehr Lr,N [dB(A)]	DIN 18005 Diff,T [dB(A)]	DIN 18005 Diff,N [dB(A)]	16. BImSchV Diff,T [dB(A)]	16. BImSchV Diff,N [dB(A)]
Immissionsort: PG											
1	EG	W	MU	64	54	47	46	-17	-8	-21	-12
1	1. OG	W	MU	64	54	47	46	-17	-8	-21	-12
2	EG	W	MU	64	54	48	46	-16	-8	-20	-12
2	1. OG	W	MU	64	54	49	47	-15	-7	-19	-11
3	EG	N	MU	64	54	58	56	-6	2	-10	-2
3	1. OG	N	MU	64	54	60	58	-4	4	-8	0
4	EG	O	MU	64	54	60	60	-4	6	-8	2
4	1. OG	O	MU	64	54	63	**62**	-1	8	-5	4
5	EG	O	MU	64	54	59	60	-5	6	-9	2
5	1. OG	O	MU	64	54	62	**62**	-2	8	-6	4
6	EG	S	MU	64	54	56	56	-8	2	-12	-2
6	1. OG	S	MU	64	54	58	58	-6	4	-10	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 5 Lärmpegelbereiche nach DIN 4109:2018-01



Anlage 5 Lärmpegelbereiche nach DIN 4109:2018-01

				Straßenverkehr				Schienenverkehr				Summe		
Nr.	SW	Nutz.	HR	LrT	LrN	LaT	LaN	LrT	LrN	LaT	LaN	LaT	LaN	**La**
				[dB(A)]		[dB(A)]		[dB(A)]		[dB(A)]		[dB(A)]		**[dB(A)]**
Immissionsort: PG														
1	EG	MU	W	44	35	44	45	48	48	43	53	50	57	**57**
1	1.OG	MU	W	45	37	45	47	48	48	43	53	50	57	**57**
2	EG	MU	W	46	38	46	48	50	50	45	55	52	59	**59**
2	1.OG	MU	W	47	39	47	49	50	50	45	55	52	59	**59**
3	EG	MU	N	59	51	59	61	61	61	56	66	64	70	**70**
3	1.OG	MU	N	60	51	60	61	62	62	57	67	65	71	**71**
4	EG	MU	O	56	47	56	57	65	66	60	71	64	74	**74**
4	1.OG	MU	O	56	48	56	58	67	67	62	72	66	75	**75**
5	EG	MU	O	54	46	54	56	66	66	61	71	65	74	**74**
5	1.OG	MU	O	55	46	55	56	67	67	62	72	66	75	**75**
6	EG	MU	S	48	39	48	49	63	63	58	68	61	71	**71**
6	1.OG	MU	S	48	40	48	50	65	65	60	70	63	73	**73**

Legende DIN 4109:

SW	(maßgebliches) Stockwerk
Nutz.	Gebietscharakter
HR	Himmelsrichtung
Lr	Beurteilungspegel - Tag bzw. Nacht
La	Maßgeblicher Außenlärmpegel

Verkehrslärm:
Ist die Differenz zwischen Tag- und Nachtzeit >10 dB(A) wird der Beurteilungspegel zur Tagzeit LrT herangezogen. Bei einer Differenz von <10 dB(A) setzt sich der maßgebliche Außenlärmpegel aus dem Beurteilungspegel zur Nachtzeit LrN mit einem Zuschlag von 10 dB(A) zusammen.
Der Beurteilungspegel für Schienenverkehr ist aufgrund der Frequenzzusammensetzung der Schienenverkehrsgeräusche pauschal um 5 dB zu mindern.
Gewerbelärm:
Ist die Differenz >10 dB(A) wird der Beurteilungspegel zur Tagzeit LrT herangezogen. Bei einer Differenz von <10 dB(A) setzt sich der maßgebliche Außenlärmpegel aus dem Beurteilungspegel zur Nachtzeit LrN mit einem Zuschlag von 10 dB(A) zusammen.

Die Addition von 3 dB(A) zum Schutz des Nachtschlafes darf nur einmal erfolgen, d. h. auf den Summenpegel.

Anlage 6 Rechenlaufinformationen

Trend Immobilien GmbH
BP Nr. 50 "Bahnhofstraße Süd"
Rechenlaufinformationen

Rechenlaufbeschreibung

Rechenart:	Gebäudelärmkarte
Titel:	8886_1_Verkehr
Rechenkerngruppe	
Laufdatei:	RunFile.runx
Ergebnisnummer:	1
Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 6)	
Berechnungsbeginn:	17.01.2025 14:37:05
Berechnungsende:	17.01.2025 14:37:15
Rechenzeit:	00:06:531 [m:s:ms]
Anzahl Punkte:	6
Anzahl berechneter Punkte:	6
Kernel Version:	SoundPLANnoise 9.0 (14.01.2025) - 64 bit

Rechenlaufparameter

Reflexionsordnung	2	
Maximaler Reflexionsabstand zum Empfänger		200 m
Maximaler Reflexionsabstand zur Quelle	50 m	
Suchradius	5000 m	
Filter:	dB(A)	
Zulässige Toleranz (für einzelne Quelle):	0.100 dB	
Bodeneffektgebiete aus Straßenoberflächen erzeugen:		Nein
Straßen als geländefolgend behandeln:	Nein	
5 dB Bonus für Schiene ist gesetzt	Nein	

Richtlinien:
- Straße: RLS-19
  - Rechtsverkehr
  - Emissionsberechnung nach: RLS-19
  - Reflexionsordnung begrenzt auf : 2
  - Reflexionsverluste gemäß Richtlinie verwenden
  - Seitenbeugung: ausgeschaltet
  - Minderung
    - Bewuchs: Benutzerdefiniert
    - Bebauung: Benutzerdefiniert
    - Industriegelände: Benutzerdefiniert
- Schiene: Schall 03-2012
  - Emissionsberechnung nach: Schall 03-2012
  - Begrenzung des Beugungsverlusts:
    - einfach/mehrfach 20,0 dB /25,0 dB
  - Seitenbeugung: ISO/TR 17534-4:2020 konform: keine Seitenbeugung, wenn das Gelände die Sichtverbindung unterbricht
  - Minderung
    - Bewuchs: Keine Dämpfung
    - Bebauung: Keine Dämpfung
    - Industriegelände: Keine Dämpfung
- Parkplätze: RLS-19
  - Emissionsberechnung nach: RLS-19
  - Reflexionsordnung begrenzt auf : 2
  - Reflexionsverluste gemäß Richtlinie verwenden
  - Seitenbeugung: ausgeschaltet
  - Minderung
    - Bewuchs: Benutzerdefiniert
    - Bebauung: Benutzerdefiniert
    - Industriegelände: Benutzerdefiniert
- Bewertung: 16.BImSchV - Vorsorge

Gebäudelärmkarte:
- Abstand zur Fassade 0,01 m
- Ein Immissionsort in der Mitte der Fassade
- Reflexion der "eigenen" Fassade wird unterdrückt

Geometriedaten

8886_1_Verkehr.sit	17.01.2025 13:49:04

Anlage 6 Rechenlaufinformationen

Trend Immobilien GmbH
BP Nr. 50 "Bahnhofstraße Süd"
Rechenlaufinformationen

- enthält:

7655_1_LSW.geo	02.12.2024 10:54:50
8886_1_DFK_DGM.geo	04.12.2024 07:49:14
8886_1_Parkplatz.geo	17.01.2025 14:10:48
8886_1_PG.geo	17.01.2025 14:12:52
8886_1_Schiene.geo	07.01.2025 08:46:28
8886_1_Strasse.geo	02.12.2024 14:33:20
8886_1_Umgebung.geo	07.01.2025 08:46:48
RDGM0991.dgm	02.12.2024 14:33:46

Anlage 6 Rechenlaufinformationen

Trend Immobilien GmbH
BP Nr. 50 "Bahnhofstraße Süd"
Rechenlaufinformationen Geländemodell

Rechenlaufbeschreibung

Rechenart:	Objekte in DGM einrechnen
Titel:	8886_1_DGM
Rechenkerngruppe	
Laufdatei:	RunFile.runx
Ergebnisnummer:	991
Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 0)	
Berechnungsbeginn:	02.12.2024 14:33:28
Berechnungsende:	02.12.2024 14:33:33
Kernel Version:	SoundPLANnoise 9.0 (25.11.2024) - 64 bit

Geometriedaten

8886_1_Schiene.geo	29.11.2024 09:03:08
8886_1_Strasse.geo	02.12.2024 14:33:20
8886_1_DGM.sit	02.12.2024 13:06:50
- enthält:	
8886_1_DGM_mod.geo	02.12.2024 13:17:42

Anlage 7.1 Messpunkte Erschütterungsmessungen

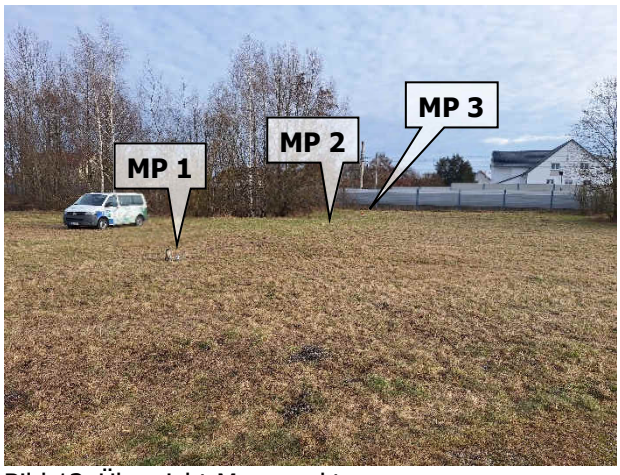


Bild 13: Übersicht Messpunkte

Bild 14: Messpunkt 1

Bild 15: Messpunkt 2

Bild 16: Messpunkt 3

Anlage 7.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 1 2025-01-14 09:59:57 Uhr ID=1

		unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
x - MP 1	2	0,481	mm/s	KB	0,201		0,067		8
y	3	0,420	mm/s	KB	0,150		0,061		8
z	4	0,467	mm/s	KB	0,238		0,077		8
x - MP 2	5	0,264	mm/s	KB	0,093		0,033		8
y	6	0,210	mm/s	KB	0,082		0,034		8
z	7	0,254	mm/s	KB	0,128		0,039		8
x - MP 3	8	0,218	mm/s	KB	0,091		0,035		8
y	9	0,195	mm/s	KB	0,080		0,031		8
z	10	0,131	mm/s	KB	0,055		0,021		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 2 2025-01-14 10:00:57 Uhr ID=2

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,329	mm/s	KB	0,131		0,042		8
3	0,355	mm/s	KB	0,117		0,036		8
4	0,193	mm/s	KB	0,076		0,026		8
5	0,119	mm/s	KB	0,042		0,016		8
6	0,155	mm/s	KB	0,058		0,019		8
7	0,084	mm/s	KB	0,034		0,010		8
8	0,087	mm/s	KB	0,030		0,012		8
9	0,122	mm/s	KB	0,055		0,014		8
10	0,049	mm/s	KB	0,018		0,006		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 3 2025-01-14 10:05:06 Uhr ID=3

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,435	mm/s	KB	0,182		0,053		8
3	0,630	mm/s	KB	0,213		0,065		8
4	0,406	mm/s	KB	0,198		0,057		8
5	0,197	mm/s	KB	0,076		0,026		8
6	0,259	mm/s	KB	0,082		0,028		8
7	0,197	mm/s	KB	0,084		0,027		8
8	0,148	mm/s	KB	0,064		0,023		8
9	0,254	mm/s	KB	0,091		0,030		8
10	0,147	mm/s	KB	0,069		0,023		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 4 2025-01-14 10:12:12 Uhr ID=4

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,477	mm/s	KB	0,147		0,067		8
3	0,383	mm/s	KB	0,127		0,057		8
4	0,245	mm/s	KB	0,109		0,055		8
5	0,177	mm/s	KB	0,061		0,033		8
6	0,210	mm/s	KB	0,089		0,040		8
7	0,178	mm/s	KB	0,086		0,030		8
8	0,175	mm/s	KB	0,067		0,033		8
9	0,170	mm/s	KB	0,061		0,032		8
10	0,111	mm/s	KB	0,052		0,022		8

Anlage 7.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 5 2025-01-14 10:14:32 Uhr ID=5

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,264	mm/s	KB	0,100		0,028			8
3	0,225	mm/s	KB	0,097		0,027			8
4	0,246	mm/s	KB	0,113		0,030			8
5	0,099	mm/s	KB	0,043		0,013			8
6	0,123	mm/s	KB	0,058		0,016			8
7	0,102	mm/s	KB	0,045		0,017			8
8	0,109	mm/s	KB	0,043		0,014			8
9	0,108	mm/s	KB	0,050		0,013			8
10	0,073	mm/s	KB	0,035		0,010			8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 6 2025-01-14 10:17:41 Uhr ID=6

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,304	mm/s	KB	0,108		0,038			8
3	0,319	mm/s	KB	0,119		0,036			8
4	0,311	mm/s	KB	0,124		0,039			8
5	0,210	mm/s	KB	0,074		0,023			8
6	0,139	mm/s	KB	0,056		0,019			8
7	0,172	mm/s	KB	0,063		0,018			8
8	0,149	mm/s	KB	0,063		0,022			8
9	0,150	mm/s	KB	0,064		0,021			8
10	0,082	mm/s	KB	0,038		0,011			8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 7 2025-01-14 10:21:15 Uhr ID=7

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,511	mm/s	KB	0,195		0,061			8
3	0,378	mm/s	KB	0,171		0,060			8
4	0,335	mm/s	KB	0,130		0,045			8
5	0,188	mm/s	KB	0,079		0,031			8
6	0,168	mm/s	KB	0,063		0,029			8
7	0,161	mm/s	KB	0,072		0,026			8
8	0,200	mm/s	KB	0,078		0,028			8
9	0,196	mm/s	KB	0,074		0,030			8
10	0,096	mm/s	KB	0,047		0,018			8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 8 2025-01-14 10:28:06 Uhr ID=8

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,346	mm/s	KB	0,145		0,041			8
3	0,280	mm/s	KB	0,114		0,035			8
4	0,274	mm/s	KB	0,137		0,037			8
5	0,157	mm/s	KB	0,061		0,020			8
6	0,141	mm/s	KB	0,053		0,019			8
7	0,136	mm/s	KB	0,066		0,019			8
8	0,151	mm/s	KB	0,064		0,022			8
9	0,148	mm/s	KB	0,062		0,022			8
10	0,091	mm/s	KB	0,045		0,014			8

Anlage 7.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 9 2025-01-14 10:30:28 Uhr ID=9

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,141	mm/s	KB	0,058		0,021		8
3	0,108	mm/s	KB	0,050		0,017		8
4	0,158	mm/s	KB	0,075		0,021		8
5	0,111	mm/s	KB	0,055		0,014		8
6	0,099	mm/s	KB	0,033		0,012		8
7	0,060	mm/s	KB	0,029		0,009		8
8	0,065	mm/s	KB	0,030		0,009		8
9	0,070	mm/s	KB	0,034		0,012		8
10	0,036	mm/s	KB	0,020		0,007		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 10 2025-01-14 10:33:33 Uhr ID=10

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,394	mm/s	KB	0,155		0,063		8
3	0,433	mm/s	KB	0,162		0,058		8
4	0,298	mm/s	KB	0,125		0,049		8
5	0,253	mm/s	KB	0,089		0,037		8
6	0,173	mm/s	KB	0,077		0,029		8
7	0,213	mm/s	KB	0,104		0,040		8
8	0,156	mm/s	KB	0,057		0,022		8
9	0,157	mm/s	KB	0,068		0,029		8
10	0,195	mm/s	KB	0,092		0,034		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 11 2025-01-14 10:39:08 Uhr ID=11

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,385	mm/s	KB	0,123		0,038		8
3	0,396	mm/s	KB	0,142		0,046		8
4	0,252	mm/s	KB	0,133		0,039		8
5	0,137	mm/s	KB	0,059		0,022		8
6	0,171	mm/s	KB	0,065		0,024		8
7	0,146	mm/s	KB	0,073		0,021		8
8	0,171	mm/s	KB	0,071		0,022		8
9	0,137	mm/s	KB	0,055		0,020		8
10	0,091	mm/s	KB	0,048		0,016		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 12 2025-01-14 10:40:24 Uhr ID=12

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,194	mm/s	KB	0,085		0,031		8
3	0,207	mm/s	KB	0,070		0,027		8
4	0,219	mm/s	KB	0,110		0,033		8
5	0,095	mm/s	KB	0,038		0,016		8
6	0,094	mm/s	KB	0,035		0,016		8
7	0,098	mm/s	KB	0,045		0,016		8
8	0,100	mm/s	KB	0,045		0,014		8
9	0,073	mm/s	KB	0,029		0,012		8
10	0,060	mm/s	KB	0,028		0,010		8

Anlage 7.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 13 2025-01-14 10:45:13 Uhr ID=13

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,474	mm/s	KB	0,184		0,073		8
3	0,636	mm/s	KB	0,229		0,092		8
4	0,406	mm/s	KB	0,197		0,081		8
5	0,217	mm/s	KB	0,084		0,035		8
6	0,331	mm/s	KB	0,113		0,043		8
7	0,204	mm/s	KB	0,092		0,039		8
8	0,180	mm/s	KB	0,071		0,031		8
9	0,269	mm/s	KB	0,096		0,042		8
10	0,178	mm/s	KB	0,080		0,032		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 14 2025-01-14 10:50:16 Uhr ID=14

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,449	mm/s	KB	0,163		0,056		8
3	0,378	mm/s	KB	0,155		0,056		8
4	0,265	mm/s	KB	0,122		0,043		8
5	0,184	mm/s	KB	0,077		0,030		8
6	0,181	mm/s	KB	0,073		0,029		8
7	0,173	mm/s	KB	0,067		0,024		8
8	0,201	mm/s	KB	0,079		0,028		8
9	0,207	mm/s	KB	0,078		0,029		8
10	0,088	mm/s	KB	0,040		0,015		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 15 2025-01-14 10:58:42 Uhr ID=15

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,292	mm/s	KB	0,109		0,046		8
3	0,248	mm/s	KB	0,102		0,040		8
4	0,203	mm/s	KB	0,090		0,036		8
5	0,154	mm/s	KB	0,073		0,026		8
6	0,207	mm/s	KB	0,104		0,035		8
7	0,066	mm/s	KB	0,029		0,012		8
8	0,104	mm/s	KB	0,035		0,015		8
9	0,110	mm/s	KB	0,033		0,015		8
10	0,047	mm/s	KB	0,021		0,008		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 16 2025-01-14 11:04:54 Uhr ID=16

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,442	mm/s	KB	0,185		0,064		8
3	0,485	mm/s	KB	0,187		0,063		8
4	0,255	mm/s	KB	0,106		0,046		8
5	0,183	mm/s	KB	0,068		0,032		8
6	0,201	mm/s	KB	0,080		0,033		8
7	0,151	mm/s	KB	0,069		0,028		8
8	0,191	mm/s	KB	0,071		0,033		8
9	0,214	mm/s	KB	0,073		0,032		8
10	0,103	mm/s	KB	0,048		0,019		8

Anlage 7.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 17 2025-01-14 11:07:51 Uhr ID=17

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,169	mm/s	KB	0,072		0,027		8
3	0,238	mm/s	KB	0,087		0,026		8
4	0,206	mm/s	KB	0,108		0,033		8
5	0,118	mm/s	KB	0,036		0,014		8
6	0,116	mm/s	KB	0,050		0,017		8
7	0,081	mm/s	KB	0,042		0,016		8
8	0,082	mm/s	KB	0,036		0,013		8
9	0,085	mm/s	KB	0,034		0,012		8
10	0,055	mm/s	KB	0,025		0,010		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 18 2025-01-14 11:10:06 Uhr ID=18

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,427	mm/s	KB	0,184		0,067		8
3	0,505	mm/s	KB	0,176		0,063		8
4	0,402	mm/s	KB	0,179		0,061		8
5	0,283	mm/s	KB	0,096		0,041		8
6	0,189	mm/s	KB	0,078		0,030		8
7	0,194	mm/s	KB	0,096		0,033		8
8	0,185	mm/s	KB	0,070		0,027		8
9	0,171	mm/s	KB	0,075		0,030		8
10	0,177	mm/s	KB	0,093		0,033		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 19 2025-01-14 11:16:38 Uhr ID=19

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,391	mm/s	KB	0,153		0,055		8
3	0,342	mm/s	KB	0,122		0,049		8
4	0,312	mm/s	KB	0,150		0,055		8
5	0,176	mm/s	KB	0,084		0,031		8
6	0,194	mm/s	KB	0,072		0,030		8
7	0,186	mm/s	KB	0,079		0,028		8
8	0,171	mm/s	KB	0,074		0,031		8
9	0,160	mm/s	KB	0,072		0,029		8
10	0,099	mm/s	KB	0,045		0,017		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 20 2025-01-14 11:20:50 Uhr ID=20

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,345	mm/s	KB	0,115		0,040		8
3	0,302	mm/s	KB	0,113		0,036		8
4	0,274	mm/s	KB	0,127		0,039		8
5	0,206	mm/s	KB	0,078		0,024		8
6	0,158	mm/s	KB	0,057		0,021		8
7	0,169	mm/s	KB	0,065		0,019		8
8	0,153	mm/s	KB	0,065		0,021		8
9	0,141	mm/s	KB	0,062		0,019		8
10	0,087	mm/s	KB	0,037		0,012		8

Anlage 7.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 21 2025-01-14 11:21:41 Uhr ID=21

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,316	mm/s	KB	0,109		0,053			8
3	0,272	mm/s	KB	0,150		0,053			8
4	0,218	mm/s	KB	0,120		0,046			8
5	0,176	mm/s	KB	0,088		0,033			8
6	0,156	mm/s	KB	0,081		0,029			8
7	0,081	mm/s	KB	0,039		0,015			8
8	0,127	mm/s	KB	0,059		0,020			8
9	0,095	mm/s	KB	0,041		0,019			8
10	0,057	mm/s	KB	0,026		0,010			8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 22 2025-01-14 11:39:35 Uhr ID=22

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,452	mm/s	KB	0,159		0,067			8
3	0,567	mm/s	KB	0,194		0,083			8
4	0,381	mm/s	KB	0,219		0,079			8
5	0,216	mm/s	KB	0,107		0,044			8
6	0,260	mm/s	KB	0,096		0,045			8
7	0,275	mm/s	KB	0,119		0,047			8
8	0,213	mm/s	KB	0,088		0,034			8
9	0,275	mm/s	KB	0,098		0,038			8
10	0,132	mm/s	KB	0,059		0,024			8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 23 2025-01-14 11:40:36 Uhr ID=23

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,186	mm/s	KB	0,081		0,029			8
3	0,204	mm/s	KB	0,071		0,026			8
4	0,184	mm/s	KB	0,094		0,032			8
5	0,110	mm/s	KB	0,039		0,016			8
6	0,099	mm/s	KB	0,044		0,017			8
7	0,098	mm/s	KB	0,043		0,015			8
8	0,091	mm/s	KB	0,038		0,013			8
9	0,068	mm/s	KB	0,026		0,011			8
10	0,054	mm/s	KB	0,025		0,009			8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 24 2025-01-14 11:50:24 Uhr ID=24

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA	
2	0,382	mm/s	KB	0,149		0,073			8
3	0,449	mm/s	KB	0,200		0,075			8
4	0,357	mm/s	KB	0,170		0,073			8
5	0,260	mm/s	KB	0,112		0,051			8
6	0,276	mm/s	KB	0,102		0,047			8
7	0,218	mm/s	KB	0,110		0,049			8
8	0,225	mm/s	KB	0,104		0,047			8
9	0,238	mm/s	KB	0,094		0,044			8
10	0,198	mm/s	KB	0,079		0,033			8

Anlage 7.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 25 2025-01-14 11:59:29 Uhr ID=25

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,434	mm/s	KB	0,179		0,055		8
3	0,684	mm/s	KB	0,224		0,068		8
4	0,429	mm/s	KB	0,201		0,062		8
5	0,199	mm/s	KB	0,087		0,032		8
6	0,317	mm/s	KB	0,103		0,035		8
7	0,243	mm/s	KB	0,109		0,035		8
8	0,187	mm/s	KB	0,076		0,026		8
9	0,250	mm/s	KB	0,091		0,030		8
10	0,145	mm/s	KB	0,062		0,020		8

8886_1_ROHRBACH - Messung Nr 26 2025-01-14 12:01:21 Uhr ID=26

	unb max			---- frequenzbewertet ---- F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,224	mm/s	KB	0,104		0,039		8
3	0,239	mm/s	KB	0,123		0,043		8
4	0,201	mm/s	KB	0,098		0,040		8
5	0,168	mm/s	KB	0,088		0,029		8
6	0,179	mm/s	KB	0,076		0,032		8
7	0,078	mm/s	KB	0,043		0,015		8
8	0,103	mm/s	KB	0,045		0,018		8
9	0,081	mm/s	KB	0,038		0,017		8
10	0,049	mm/s	KB	0,027		0,010		8