



Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

zur Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 55 „Gewerbegebiet westlich der Krumbacher Straße“ (Ferrum-Gelände) in der Marktgemeinde Dinkelscherben, Landkreis Augsburg

Hinweis: Erschütterungsschutz fällt nicht in den Geltungsbereich der DAkkS-Akkreditierung
Die Untersuchung ergänzt die Untersuchung mit Auftragsnr. 5484.0/2015-TM vom 09.05.2016

Auftraggeber:	Marktgemeinde Dinkelscherben Augsburger Straße 4-6 86424 Dinkelscherben
Abteilung:	Immissionsschutz
Auftragsnummer:	5484.1 / 2016 - FB
Datum:	04.11.2016
Sachbearbeiter:	Florian Bradl, Dipl. Ing. (FH)
Telefonnummer:	08254 / 99466-21
E-Mail:	florian.bradl@ib-kottermair.de
Berichtsumfang:	55 Seiten

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Aufgabenstellung	6
2. Ausgangssituation	10
2.1. Örtliche Gegebenheiten	10
2.2. Bilddokumentation zur Ortseinsicht am 05.09.2016	10
3. Quellen- und Grundlagenverzeichnis	11
3.1. Rechtliche (Beurteilungs-)Grundlagen.....	11
3.2. Normen und Berechnungsgrundlagen	11
3.3. Planerische und sonstige Grundlagen	11
4. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben	12
4.1. Allgemeine Anforderungen an den Schallschutz.....	12
5. Beurteilung Schallschutz	24
5.1. Allgemeines	24
5.2. Berechnungssoftware	24
5.3. Grundsätzliche Aussagen über die Mess- und Prognoseunsicherheit	24
5.4. Immissionsorte	26
5.5. Schienenverkehrslärmemissionen	28
5.6. Straßenverkehrslärmemissionen	29
6. Beurteilung Erschütterungen	30
6.1. Allgemeines	30
6.2. Messungen	32
6.3. Prognosewerte	34
6.4. Prognose des sekundären Luftschalls.....	35

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Bebauungsplanentwurf	37
Anlage 2	Verkehrsprognose DB 2025	38
Anlage 3.1	Verkehrslärm Tagzeit	39
Anlage 3.2	Verkehrslärm Nachtzeit	40
Anlage 3.3	Pegeltabelle Verkehrslärm	42
Anlage 4	Rechenlaufinformationen.....	43
Anlage 5.1	Messpunkte Erschütterungsmessungen	46
Anlage 5.2	Ergebnistabellen Erschütterungen.....	47

Zusammenfassung

Die Marktgemeinde Dinkelscherben plant die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 55 „Gewerbegebiet westlich der Krumbacher Straße“ für ein Gewerbe- und Mischgebiet auf dem Gelände der ehemaligen Firma Ferrum in der Gemeinde Dinkelscherben im Landkreis Augsburg.

Im Rahmen der schalltechnischen Untersuchung sollen die Verkehrslärmimmissionen der nördlich verlaufenden Bundesbahnstrecke Augsburg – Ulm sowie der östlich verlaufenden Staatsstraße St 2027 berechnet und bewertet werden.

Weiterhin soll eine Prognose der Erschütterungsimmissionen aus der Bundesbahnstrecke erstellt werden.

Beurteilung der Verkehrslärmimmissionen

Die Beurteilung der vom Schienen- und Straßenverkehr emittierten Geräusche erfolgt nach DIN 18005 /6/ in Verbindung mit der 16. BImSchV /2/ und der Richtlinie Schall 03 /9/ für den Schienenverkehr bzw. der RLS 90 /10/ für den Straßenverkehr abgestellt.

Die Ergebnisse sind in Form von Rasterlärmkarten (Emissionshöhe: 2. OG) in der Anlage 3.1 und Anlage 3.2, aus der die abstandsbedingten Lärmimmissionen ersichtlich sind, dargestellt.

Die Rasterlärmkarten zeigen, dass sowohl die Orientierungs- und Immissionsgrenzwerte als auch die Lärmsanierungswerte von 70 / 60 dB(A) (Tag / Nacht) nahezu im gesamten Plangebiet zur Tag- und Nachtzeit überschritten sind.

Wie in Anlage 3.3 dargestellt, können auf der lärmabgewandten Südfassade der Bestandsgebäude zumindest die Immissionsgrenzwerte eingehalten werden.

Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen

Auf Grund der hohen Lärmbelastung, v.a. aus der nördlich verlaufenden Bahnlinie, ist vorrangig eine strikte Grundrissorientierung sicherzustellen i.V. mit passiven Schallschutzmaßnahmen wie z. B. Schallschutzfenster in Verbindung mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung bzw. Glasvorbauten (Prallscheiben, Schiebeläden, kalte Wintergärten, Laubengang etc.) . Dies gilt auch für Büronutzungen, wobei Büros zur Nachtzeit keiner erhöhten Schutzbedürftigkeit unterliegen /5/.

Da bereits unmittelbar am Gleiskörper Lärmschutzwand errichtet sind, sind u. E. weitere aktive Lärmschutzmaßnahmen nicht zielführend und vertretbar ¹.

¹ Meinung/Interpretation des Verfassers

Beurteilung der Erschütterungen

Die DIN 4150-2 nennt für Mischgebiete einen unteren Anhaltswert A_u von 0,20 / 0,15 (Tag / Nacht).

Diese werden vom Bahn-Verkehr für Plangebäude in einem Abstand von ca. 20 m zur Gleismitte teilweise überschritten. Die Werte der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} unterschreiten den Anhaltswert A_r von 0,10 / 0,07 (Tag / Nacht) für Mischgebiete.

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

Gebäudeschäden sind an den Plangebäuden durch die Zugvorbeifahrten nicht zu erwarten.

Beurteilung Sekundärer Luftschall

Werden Wohn- und Bürogebäude südlich der in nachfolgender Grafik dargestellten Linie errichtet, ist nicht mit störenden Einwirkungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.

Bei der Errichtung von Wohn- und Bürogebäuden direkt an der Bahnlinie nördlich der in nachfolgender Grafik dargestellten Linie können geringfügige Belästigungen durch sekundären Luftschall auftreten, sodass Minderungsmaßnahmen zu treffen sind.

Die Geräuschemissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall am bahnnahe Bestandsgebäude auf Fl.Nr. 413/1 unterschreiten den im Kapitel 5.8 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel L_m 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) zur Tagzeit um 8,6 dB(A), zur Nachtzeit wird der Anhaltswert um 2,3 dB(A) überschritten.

Wenn das Bestandsgebäude auf Fl.Nr. 413/1 baulich verändert wird (Sanierung, Abriss / Neubau) sind die erschütterungsmindernden Maßnahmen dort ebenfalls zu beachten.

Die speziellen Dämpfungsmöglichkeiten und Berechnungen sollten vor Baubeginn mit einer Fachfirma erörtert werden.

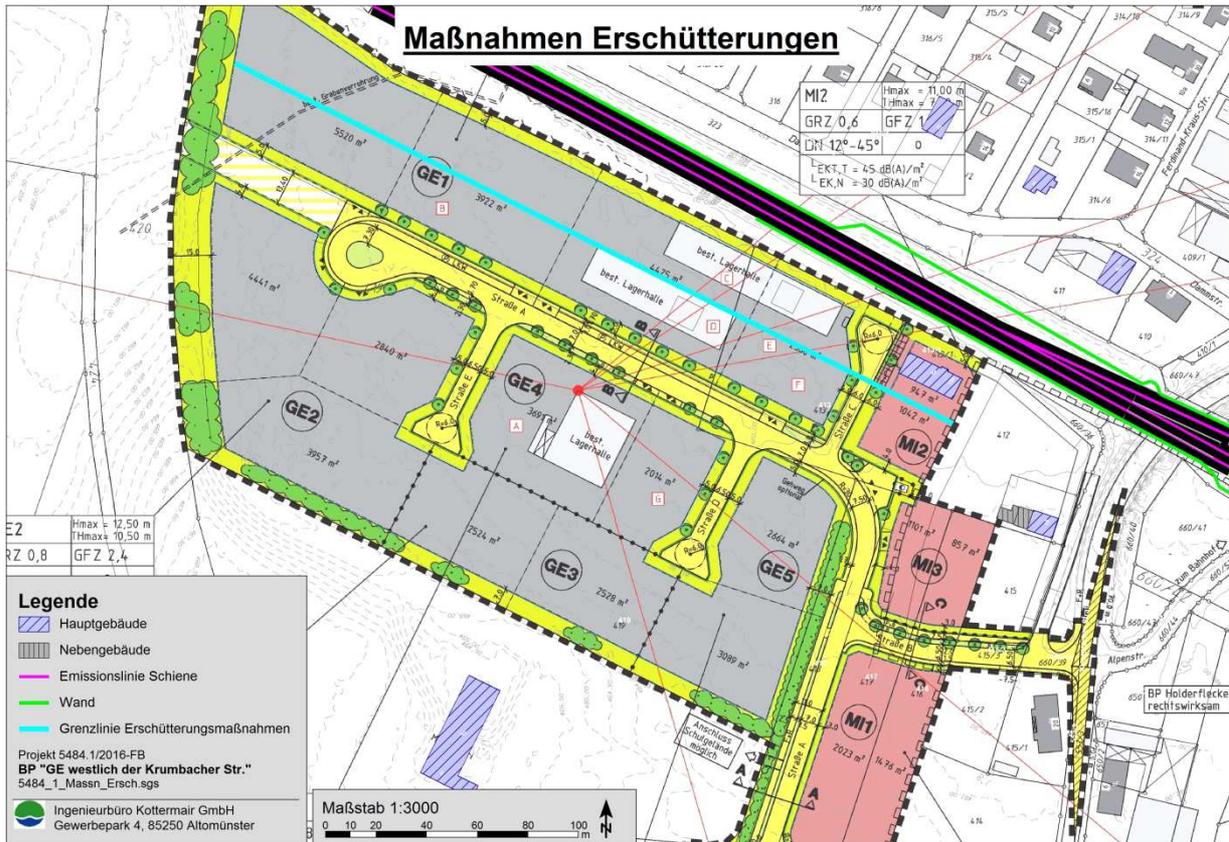


Bild 1 Grenzlinie erschütterungsmindernde Maßnahmen

Das Plangebiet ist durch Verkehrslärmimmissionen stark belastet. Eine Bebauung ist nur realisierbar, wenn folgende Empfehlungen in die weitere Planung einfließen. Hierbei ist vor allem eine, den immissionsschutztechnischen Anforderungen entsprechende Planung, zu realisieren.

Altomünster, 04.11.2016

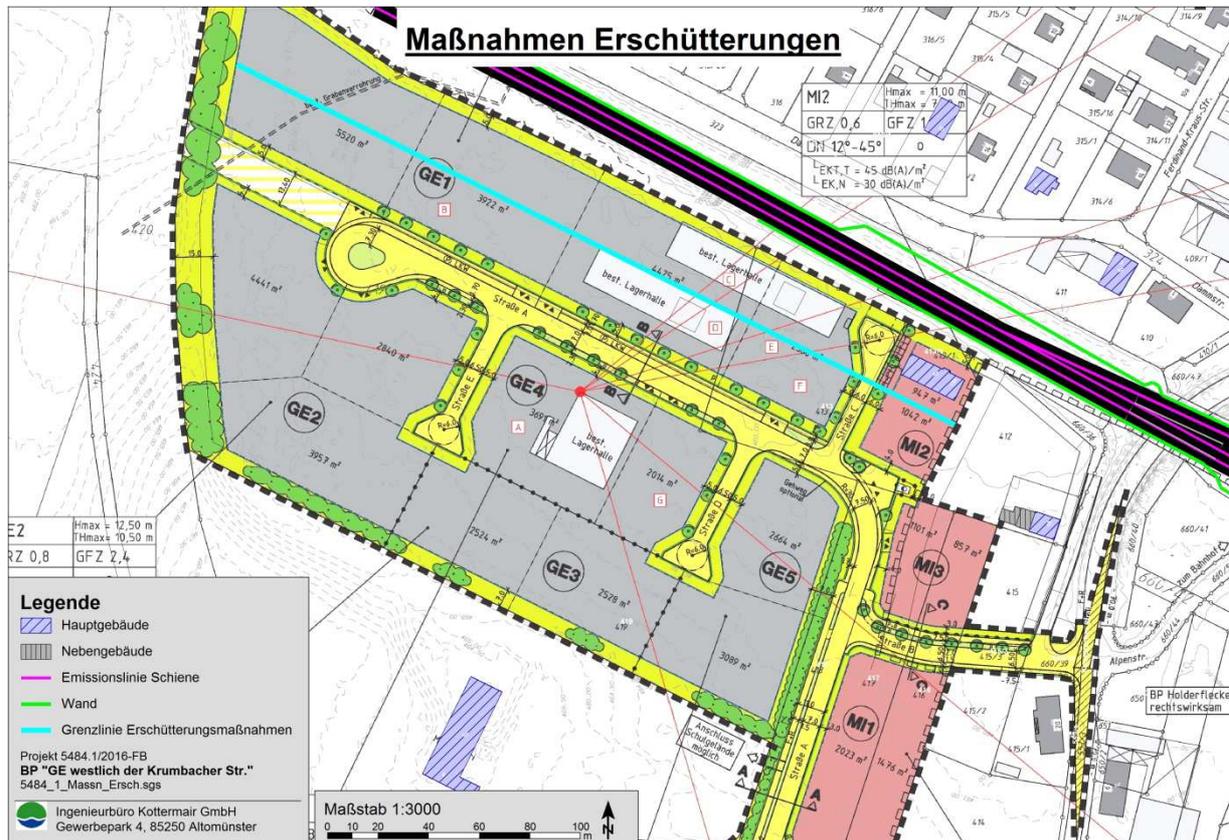
Andreas Kottermair
 Beratender Ingenieur

Florian Bradl
 Dipl.- Ing. (FH)

1. Empfehlungen für Satzung und Begründung

Anforderungen:

- (1) Die Grenzlinie für erschütterungsmindernde Maßnahmen (für Wohn- und Bürogebäude nördlich davon sind Maßnahmen zu treffen) ist in der Planzeichnung, wie in folgender Grafik dargestellt, einzuzeichnen:



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

Schallschutz:

- Grundrissorientierung:
 Es ist durch eine strikte 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 und Büros), die Orientierungswerte der DIN 18005, Beiblatt 1 eingehalten sind.

- **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. 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 (in Kraft ab: 01.01.2016), wonach Aufenthaltsräume ausreichend belüftet werden müssen.

- **Nachweis nach DIN 4109:2016-07 zum baulichen Schallschutz (Schallschutz im Hochbau):**
Im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens bzw. Freistellungsverfahrens ist ein Schallschutznachweis nach DIN 4109:2016-07 „Schallschutz im Hochbau“ zu erstellen. Dieser muss 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.

Erschütterungsschutz:

- Bei Errichtung von Wohn- und Bürogebäuden nördlich der in der Planzeichnung dargestellten Grenzlinie sind Belästigungen durch sekundären Luftschall möglich. Zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen und des daraus resultierenden sekundären Luftschalls sind z.B. folgende Maßnahmen durchzuführen:
 - Elastische Lagerung des gesamten Gebäudes auf sog. Elastomere, soweit bautechnisch möglich. Eine Entkoppelung sollte dabei bereits am Punkt- oder Streifenfundament erfolgen.
 - Massiv ausgeführte Fundamente und massive tragende Wände.
 - Steife Deckenkonstruktionen und keine übergroßen freitragenden Deckenflächen.
 - Zusätzlich Anbringung von geeigneten Dämpfungsmaterialien (z.B. Elastormatten) an der bahnseitigen Außenwand des Planungsgebäudes im Bodenbereich.

Die speziellen Dämpfungsmöglichkeiten und Berechnungen für das Plangebäude sollten vor Baubeginn mit einer bzw. der ausführenden Fachfirma erörtert werden.

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 5484.1 / 2016 - FB des Ingenieurbüros Kottermair GmbH, Altomünster vom 04.11.2016 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 Schienen- und Straßenverkehrslärm eine hohe Lärmbelastung sowie Überschreitungen der zutreffenden Orientierungswerte der DIN 18005 bzw. Immissionsgrenzwerte, so dass bauliche und/oder passive Schallschutzmaßnahmen ergriffen werden müssen.
- Hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen sind keine Gebäudeschäden durch die vorbeiführenden Bahnerschütterungen zu erwarten, es ist jedoch mit geringfügigen Belästigungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.
Für Gebäude nördlich der in der Planzeichnung eingetragenen Grenzlinie ergeben sich erschütterungstechnische Anforderungen.

Hinweis durch Text:

- Die erschütterungsmindernden Maßnahmen sind auch bei baulichen Veränderungen des Bestandsgebäudes auf Fl.Nr. 413/1 (Sanierung, Abriss / Neubau) erforderlich.
- 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 Marktgemeinde Dinkelscherben, Augsburgs Straße 4-6, 86424 Dinkelscherben zu jedermanns Einsicht bereitgehalten. Die betreffenden DIN-Vorschriften sind auch archivmäßig hinterlegt bei Deutschen Patentamt.

2. Aufgabenstellung

Die Marktgemeinde Dinkelscherben plant die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 55 „Gewerbegebiet westlich der Krumbacher Straße“ für ein Gewerbe- und Mischgebiet auf dem Gelände der ehemaligen Firma Ferrum in der Gemeinde Dinkelscherben im Landkreis Augsburg.

Vor diesem Hintergrund ist durch unser Beratendes Ingenieurbüro durchzuführen:

- eine detaillierte Untersuchung der Schienenverkehrslärmimmissionen im Hinblick auf die geplante Nutzung.
- die Dimensionierung einer Variante von Schallschutzmaßnahmen im Falle von Überschreitungen bzw. erforderlichenfalls planerische Änderungen vorzuschlagen.
- Erschütterungstechnische Untersuchung (Prognose für Erschütterungen und sekundären Luftschall) bezüglich des Bahnverkehrs und die Bewertung der Ergebnisse.
- Textvorschläge für Satzung und Begründung zum Bebauungsplan.

3. Ausgangssituation

3.1. Örtliche Gegebenheiten



Quelle: Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung /16/

Die umliegende Nutzung gliedert sich in:

- Wohnen (südlich, östlich, nördlich)
- Landwirtschaftlich genutzte Flächen (westlich)

Verkehrsbelastungen ergeben sich durch die nördlich verlaufende Bahnstrecke Augsburg – Ulm sowie die Staatsstraße St 2027 im Osten.

Das umliegende Gelände ist weitgehend eben, sodass sich hierdurch keine Schall abschirmenden Geländeformen ergeben.

3.2. Bildokumentation zur Ortseinsicht am 05.09.2016



Bild 2 Bestandsbebauung



Bild 3 Bahnstrecke und Lärmschutzwand



Bild 4 Staatsstraße St 2247 mit Unterführung

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), geändert durch Artikel 1, Gesetz vom 20.11.2014 (BGBl. I S. 1740)
- /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
- /4/ OVG Münster, Az: 2 B 1095/12, vom 16.11.2012
- /5/ Schreiben des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) vom 24.08.2016

4.2. Normen und Berechnungsgrundlagen

- /6/ 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
- /7/ DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, Teil 1 ff., Stand: 07/16
- /8/ DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- /9/ 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
- /10/ Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS 90, Stand: April 1990
- /11/ Verkehrsmengenzahlen zur Verkehrsbelegung der relevanten Straßen aus der Grundlage „Straßenverkehrszählung 2010“ Verkehrsmengen Atlas Bayern im Rahmen des Bayerischen Straßeninformationssystem BAYSIS, Stand vom Jahr 2010
- /12/ DIN 4150-2 (Einwirkungen von Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden), Juni 1999
- /13/ DIN 4150-3 (Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen), Februar 1999
- /14/ Körperschall- und Erschütterungsschutz, DB Systemtechnik, Deutsche Bahn AG, Leitfaden für den Planer, August 1996 (Berichtigt Februar 1999)

4.3. Planerische und sonstige Grundlagen

- /15/ SoundPLAN-Manager, Version 7.4, Braunstein + Berndt GmbH, 71522 Backnang - Berechnungssoftware mit Systembibliothek
- /16/ Verkehrszahlen Deutsche Bahn AG, E-Mail vom 07.09.2016
- /17/ Ortseinsicht 05.09.2016 durch den Sachbearbeiter
- /18/ Erschütterungsmessungen durch den Sachbearbeiter, 04.10.2016
- /19/ Entwurf Bebauungsplan Nr. 55 „Gewerbegebiet westlich der Krumbacher Straße“, Thielemann & Friderich - Ing.-Büro für Bauwesen, Dinkelscherben, E-Mail vom 27.10.2016
- /20/ E-Mail zum Bebauungsplan Nr. 27 „Holderflecken“, Thielemann & Friderich - Ing.-Büro für Bauwesen, Dinkelscherben, 02.11.2016
- /21/ Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, München:
 - TopMaps Digitale Ortskarte 1:10 000

5. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben

5.1. Allgemeine Anforderungen an den Schallschutz

Im Beiblatt 1 zur DIN 18005, Teil 1 /6/ 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 /6/ folgende Orientierungswerte:

Gebietscharakter	Orientierungswert (OW)	
	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 <u>keine</u> Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit vor;		

5.3. 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-/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 4109-1:2016-07

Die DIN 4109-1:2016-07 „Schallschutz im Hochbau“ /7/ 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“ (L_a) 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.

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

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).

Das Ergebnis ist entsprechend Tabelle 7 (Teil 1: Mindestanforderungen) den Lärmpegelbereichen I bis VII zuzuordnen.

Tabelle 7 — Anforderungen an die Luftschalldämmung zwischen Außen und Räumen in Gebäuden

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Lärm- pegel- bereich	„Maßgeblicher Außenlärmpegel“ dB	Raumarten		
			Bettenräume in Kranken- anstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungs- räume in Beherbergungs- stätten, Unterrichtsräume und Ähnliches	Büroräume ^a und Ähnliches
			$R'_{w,ges}$ des Außenbauteils dB		
1	I	bis 55	35	30	—
2	II	56 bis 60	35	30	30
3	III	61 bis 65	40	35	30
4	IV	66 bis 70	45	40	35
5	V	71 bis 75	50	45	40
6	VI	76 bis 80	b	50	45
7	VII	> 80	b	b	50

^a An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.

^b Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

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 /12/ 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 nach folgender Gleichung:

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

mit

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

T_e = Einwirkzeit

KB_{FTm} = Taktmaximal-Effektivwert

Die Beurteilung erfolgt nach folgender Vorgehensweise:

Es ist die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} zu ermitteln und mit den Anhaltswerten A_u und A_o nach Tabelle 1 /12/ zu vergleichen:

- $KB_{Fmax} \leq$ (unterer) Anhaltswert $A_u \rightarrow$ Anforderung der Norm eingehalten
- $KB_{Fmax} \leq$ (oberer) Anhaltswert $A_o \rightarrow$ Anforderung der Norm eingehalten
- $A_u < KB_{Fmax} \leq A_o$, Anforderung der Norm eingehalten, wenn die die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTTr} nicht größer als nach Tabelle 1 /12/ 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 /12/ 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 /12/

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr erfolgt anhand der Anhaltswerte nach Tabelle 1 /12/. Bei der Ermittlung von KB_{FTT} 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_{FTT})
Die (oberen) Anhaltswerte A_o erhalten beim Schienenverkehr eine andere Bedeutung (siehe unten).
- Bei der Ermittlung von KB_{FTT} 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 /12/.
- 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_{FTT} -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_{FTT} zu berücksichtigen.
- Bei städtebaulichen Planungen von Baugebieten sollten die Anhaltswerte nach Tabelle 1 /12/ 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 /13/ Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Bauwerken (Risse in Putz und Wänden usw.) nicht eintreten.

Zur Beurteilung wird in erster Linie die maximale Schwinggeschwindigkeit (v_{\max} in mm/s) am Fundament herangezogen, wobei der größte ermittelte Wert der drei Einzelkomponenten x , y , z maßgebend ist. Darüber hinaus geben die ermittelten Werte auf der Deckenebene des obersten Vollgeschosses bzw. des Geschosses mit den höchsten ermittelten Schwingungen bedeutende Hinweise. Hierbei ist insbesondere bei Dauererschütterungen der größere Wert aus den beiden horizontalen Einzelkomponenten (x , y) in der obersten Deckenebene maßgebend.

Die DIN 4150-3 /13/ nennt in der Tabelle 2 Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit:

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5
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

Tabelle 2 Tabelle 3 aus DIN 4150-3

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: $\Delta L_B(f)$
- 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.

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

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

Darin bedeuten:

- $v_{Raum}(f)$: ermittelte Körperschall-Schnelle (in mm/s) in dem zu betrachtenden Raum
- v_0 : Bezugsschnelle ($v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ m/s)
- f_0 : 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_{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 $L_{\text{sek-Zug}}$ 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 $L_{V\text{-Raum}}(f)$ 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

$$L_{\text{sek}} = 26,2 + 0,46 * L_{vA}$$

- für Fernbahn / Holzbalkendecke

$$L_{\text{sek}} = 24,5 + 0,59 * L_{vA}$$

- für S-Bahn / Betondecke

$$L_{\text{sek}} = 17,6 + 0,62 * L_{vA}$$

- für S-Bahn / Holzdecke

$$L_{\text{sek}} = 27,5 + 0,34 * L_{vA}$$

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

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

5.8. 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 Schalleinfallrichtung 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 /14/ 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

Im Beiblatt 1 zur DIN 18005, Teil 1 /6/ 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/).

Die Beurteilungspegel für den Schienenverkehr werden nach den Rechenregeln der DIN ISO 9613-2 /8/ in Zusammenhang mit Schall 03-2012 /9/ sowie für den Verkehrslärm nach der RLS 90 /10/ 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

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 $\pm 0,7$ 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 $\pm 0,1$ 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 (Bayrische) 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 - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemissionen 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.

6.4. Immissionsorte

Übersichtlichkeitshalber werden die Ergebnisse als Rasterlärmkarte (Emissionshöhe: 2. OG) dargestellt. Konkrete Immissionsorte sind insofern nicht festgelegt. Grundsätzlich sind dies bestehende und künftige Wohnbebauungen südlich der Bahnlinie und westlich der Staatsstraße.

Laut Aussage des Planungsbüros sind im Bereich der Teilfläche MI 3 sowie im gesamten Gewerbebereich keine Wohnnutzungen (allgemeine Wohnnutzung als auch Betriebsleiterwohnungen) zulässig /20/.

Bei der Festlegung von Immissionsorten innerhalb von Gewerbegebieten ist gemäß Schreiben des StMUV 2016 /5/ folgendes zu unterscheiden:

a. Maßgeblicher Immissionsort bei bauplanungsrechtlich allgemein zulässigen Betriebswohnungen im Gewerbegebiet und schalltechnische Einstufung von Büroräumen, Schulungsräumen etc.)

„Sind bauplanungsrechtlich Betriebs-(Leiter)Wohnungen allgemein zulässig, hat ein Vorhaben die entsprechenden TA Lärm-Werte an der Baulinie bzw. -grenze des Nachbargrundstücks einzuhalten. Zu berücksichtigen ist auch, dass Betriebswohnungen sowohl in der Tagzeit als auch in der Nachtzeit entsprechend den zulässigen Immissionsrichtwerten im GE [65 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts] schutzwürdig sind. Sofern potentielle, im GE zulässige Betriebswohnungen als Immissionsorte zu berücksichtigen sind, ergeben sich aufgrund des erhöhten Schutzanspruchs in der Nachtzeit oft Beschränkungen für geplante Betriebe.

Ein ähnliches Problem stellt sich in den Fällen, in denen schutzbedürftige Räume in einem bebauten Gebiet vorhanden sind oder in einem bebauten oder unbebauten Gebiet in absehbarer Zeit zulässigerweise geschaffen werden sollen, in denen die Räume (z. B. Büroräume) aber nur am Tage genutzt werden. Auch hier sind die tatsächlichen Verhältnisse, deren Fortbestehen ggf. bei der Festlegung von Nebenbestimmungen Rechnung getragen werden kann, zu berücksichtigen. Die im GE allgemein zulässigen schutzwürdigen Nutzungen wie Büros und Schulungsräume, die i. d. R. nur in der Tagzeit erfolgen, sind in jedem Fall als maßgebliche Immissionsorte zu betrachten. Bei unbebauten oder bebauten Flächen, die keine Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen enthalten, liegen die maßgeblichen IO gemäß Nr. A.1.3 b) des Anhangs zur TA Lärm an dem am stärksten betroffenen Rand der Fläche, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen erstellt werden dürfen. Der IRW von 65 dB(A) tags kann hier aber auch in der Nachtzeit zugrunde gelegt werden, da in der Nachtzeit bei Büros und Schulungsräumen kein im Vergleich zur Tagzeit erhöhter Schutzanspruch besteht.“

b. Maßgeblicher Immissionsort bei bauplanungsrechtlich nur ausnahmsweise zulässigen Betriebswohnungen im Gewerbegebiet

„Bei der Frage, ob in überschaubarer Zukunft mit dem Bau einer Betriebswohnung zu rechnen ist, ist auf die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit einer schutzwürdigen Nutzung abzustellen.

Das Vorliegen einer konkreten Realisierungsabsicht (Baugenehmigung oder zumindest Bauantrag) ist nicht erforderlich. Noch nicht geplante und bauplanungsrechtlich nur ausnahmsweise zulässige Betriebs-(Leiter)Wohnungen sind nicht als Immissionsorte i. S. der TA Lärm anzusetzen. In diesen Fällen ist nicht damit zu rechnen, dass sie in überschaubarer Zukunft realisiert werden, da dem der komplizierte Prozess der Ausnahmeerteilung vorausgehen muss.

Etwas anders ergibt sich auch nicht aus der Rechtsprechung des OVG Münster (OVG Münster, Beschluss vom 16. 11.2012-2 B 1095/12 /4/). Entschieden wurde hier eine besondere Einzelfallkonstellation. Anlass des Beschlusses des OVG Münster war eine (Nachbar-) Beschwerde wegen Ablehnung der Anordnung der aufschiebenden Wirkung der Klage gegen die Baugenehmigung (Nachtragsgenehmigung) für den Neubau eines Verbrauchermarktes auf dem Nachbargrundstück. Der Bebauungsplan sah in diesem Fall als konkrete Lärmschutzmaßnahme nördlich des Grundstücks des Antragstellers zum Schutz vor Parkplatzlärm eine 4,0 m hohe Lärmschutzwand vor. Die Beschwerde zielte nicht darauf, dass der genehmigte Neubau, eines Verbrauchermarkts gegen nachbarschützende Festsetzungen des Bebauungsplans verstößt, sondern machte geltend, die vorgesehenen Schallschutzmaßnahmen seien nicht ausreichend, die Genehmigungsbehörde habe die voraussichtlichen Geräuschimmissionen des Verbrauchermarktes und seiner Stellplatzanlage in Bezug auf das Nachbargrundstück (des Antragstellers) nicht hinreichend berücksichtigt, weil nicht ausreichend ermittelt und bewertet. Das OVG Münster hat diese Argumentation zurückgewiesen und der Genehmigungsbehörde bestätigt, dass bei der Abwägung alle maßgeblichen Immissionsorte am Haus und am Grundstück des Antragstellers fehlerfrei berücksichtigt und die Immissionsprognose sich zu Recht gem. Nr. A.1.3 a) des Anhangs der TA Lärm an dem bebauten Grundstück orientiert habe. Unter anderem führe das OVG Münster dabei aus: "Bloß denkbare schutzbedürftige Bauvorhaben, die nicht hinreichend konkret sind und mit deren Ausführung in überschaubarer Zukunft nicht zu rechnen ist, sind außer Betracht zu lassen. Unbebaute Punkte am Rand der Baugrenzen, die keine schutzbedürftigen Räume beinhalten, mussten nicht berücksichtigt werden, um die Lärmbetroffenheit der Antragsteller realistisch abschätzen zu können.

Bei nur ausnahmsweiser Zulässigkeit von Betriebs-(Leiter)Wohnungen ist gemäß dem Prioritätsprinzip der Bauherr, der an die bestehende Bebauung heranrückt, für die Einhaltung des Schallschutzes sowie ggf. für die Umsetzung baulicher Schallschutzmaßnahmen verantwortlich."

6.5. Schienenverkehrslärmemissionen

Direkt nördlich des Plangebiets verläuft die Bahnstrecke Augsburg – Ulm. Diese befahren nach Auskunft der DB Netz AG /16/ (vgl. Anlage 2) im Abschnitt Dinkelscherben – Neuoffingen im Jahr 2025 (Tag / Nacht) 126 / 22 Züge des Personenverkehrs sowie 38 / 42 Züge des Güterverkehrs.

Es ergibt sich nachfolgende Prognose-Situation:

Augsburg - Ulm		Gleis: 5		Richtung: Augsburg			Abschnitt: 1 Km: 0+000						
Nr.	Zugart Name	Anzahl Züge		Geschw. km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]						
		tags	nachts				tags			nachts			
								0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
1	Güterzug (bespannt mit E-Lok)	13,0	15,0	100	715	-	83,8	67,1	42,0	87,4	70,7	45,6	
2	Güterzug (bespannt mit E-Lok) 120	6,0	5,0	120	715	-	81,6	64,4	42,6	83,8	66,6	44,8	
3	Güterzug (bespannt mit E-Lok) 160	1,0	1,0	160	715	-	75,9	58,4	41,1	78,9	61,4	44,1	
9	RV-ET	1,0	1,0	160	135	-	63,6	45,8	44,1	66,6	48,8	47,1	
10	RV-E 1	16,0	2,0	160	193	-	78,7	56,5	53,1	72,7	50,5	47,1	
11	RV-E 2	2,0	1,0	160	246	-	70,9	47,9	44,1	70,9	47,9	44,1	
4	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) 6	13,0	4,0	200	178	-	79,7	64,4	57,1	77,6	62,3	55,0	
5	ICE-2 Halbzug	8,0	1,0	200	337	-	75,5	60,9	55,0	69,4	54,9	48,9	
6	ICE 4 - 3-Z11	21,0	1,0	200	402	-	82,6	66,6	60,2	72,4	56,4	49,9	
7	TGV	3,0	-	200	452	-	76,9	62,0	56,7	-	-	-	
8	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) AZ/D-E	1,0	3,0	200	336	-	71,3	53,5	45,9	79,1	61,3	53,7	
-	Gesamt	85,0	34,0	-	-	-	89,5	72,9	64,3	90,3	73,4	59,8	
Schienenkilometer km	Fahrbahnart c1	Fahrfächenzustand c2		Kurvenfahrgeräusch dB	Gleisbremsgeräusch KL dB	Vorkehrungen g. Quietschgeräusche dB	Sonstige Geräusche dB		Brücke KBr dB		KLM dB		
0+000	Standardfahrbahn			-	-	-					-		

Augsburg - Ulm		Gleis: 4		Richtung: Ulm			Abschnitt: 4 Km: 0+000						
Nr.	Zugart Name	Anzahl Züge		Geschw. km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]						
		tags	nachts				tags			nachts			
								0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
1	Güterzug (bespannt mit E-Lok)	12,0	15,0	100	715	-	83,5	66,7	41,7	87,4	70,7	45,6	
2	Güterzug (bespannt mit E-Lok) 120	5,0	5,0	120	715	-	80,8	63,6	41,8	83,8	66,6	44,8	
3	Güterzug (bespannt mit E-Lok) 160	1,0	1,0	160	715	-	75,9	58,4	41,1	78,9	61,4	44,1	
8	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) AZ/D-E	12,0	3,0	200	336	-	82,1	64,3	56,7	79,1	61,3	53,7	
5	ICE-2 Halbzug	7,0	-	200	337	-	74,9	60,3	54,4	-	-	-	
6	ICE 4 - 3-Z11	20,0	-	200	402	-	82,4	66,4	59,9	-	-	-	
7	TGV	3,0	-	200	452	-	76,9	62,0	56,7	-	-	-	
8	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) AZ/D-E	-	2,0	200	336	-	-	-	-	77,4	59,5	51,9	
-	Gesamt	60,0	26,0	-	-	-	89,0	72,4	63,5	90,0	73,0	56,8	
Schienenkilometer km	Fahrbahnart c1	Fahrfächenzustand c2		Kurvenfahrgeräusch dB	Gleisbremsgeräusch KL dB	Vorkehrungen g. Quietschgeräusche dB	Sonstige Geräusche dB		Brücke KBr dB		KLM dB		
0+000	Standardfahrbahn			-	-	-					-		

Augsburg - Ulm		Gleis: 2		Richtung: Ulm - RB			Abschnitt: 7 Km: 0+000						
Nr.	Zugart Name	Anzahl Züge		Geschw. km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]						
		tags	nachts				tags			nachts			
								0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
9	RV-ET	1,0	1,0	160	135	-	63,6	45,8	44,1	66,6	48,8	47,1	
10	RV-E 1	16,0	2,0	160	193	-	78,7	56,5	53,1	72,7	50,5	47,1	
11	RV-E 2	2,0	1,0	160	246	-	70,9	47,9	44,1	70,9	47,9	44,1	
-	Gesamt	19,0	4,0	-	-	-	79,5	57,3	54,1	75,5	53,9	51,1	
Schienenkilometer km	Fahrbahnart c1	Fahrfächenzustand c2		Kurvenfahrgeräusch dB	Gleisbremsgeräusch KL dB	Vorkehrungen g. Quietschgeräusche dB	Sonstige Geräusche dB		Brücke KBr dB		KLM dB		
0+000	Standardfahrbahn			-	-	-					-		

Bild 5 Verkehrsbelastung durch den Schienenverkehr

6.6. Straßenverkehrslärmemissionen

Die Staatsstraße St 2027 verläuft in Nord-Süd-Richtung östlich des Plangebiets.

Laut Verkehrsmengenatlas 2010, Zählstelle 76299452 /11/ besteht ein Verkehrsaufkommen von 2.290 Kfz/d.

Bei der Ortseinsicht /17/ wurde keine gesonderte Verkehrsregelung festgestellt.

Es ist folglich die innerörtliche Geschwindigkeit von 50 / 50 km/h (Pkw / Lkw) anzusetzen.



Für das Zähljahr 2010 ergibt sich aus dem Verkehrsmengenatlas VMA die Ausgangsbasis wie folgt:

Zählstelle	Straße	DTV	mt	pt	lmt	mn	pn	lmn	von	bis
76299452	St 2027	2290	133	7,9	60,7	21	12	53,4	Uttenhofen B 300	Dinkelscherben A 1

Tabelle 3 Verkehrsdaten Verkehrsmengenatlas 2010

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

Somit ergibt sich nachfolgende Prognose-Situation:

Abschnittsname	Stationier km	Verkehrszahlen					Geschw. (v _{Pkw} / v _L)		Korrekturen			Steigung Min / Max %	Emissionspegel		
		DTV Kfz/24h	p _T %	p _N %	M/DTV _T	M/DTV _N	T km/h	N km/h	D _{Str0(T)} dB(A)	D _{Str0(N)} dB(A)	D _{Ref}		LmE _T dB(A)	LmE _N dB(A)	
St 2027														Verkehrsrichtung: Beide Richtungen	
Dinkelscherben	0+000 0+339	2748	7,9	12,0	0,058	0,009	50 / 50	50 / 50	-	-	-	-5,9 / 4,7	57,1 - 57,7	50,3 - 50,9	

Bild 6 Verkehrsbelastung durch den Straßenverkehr

7. Beurteilung Erschütterungen

Das Planungsgebiet befindet sich südlich der Bahnlinie Augsburg – Ulm. Das erste der beiden Bahngleise ist von der nächsten Bestandsbebauung (Krumbacher Str. 18a) ca. 20 m entfernt und im gesamten Bereich auf Betonschwellen und Schotterbett gelagert. Beide Gleise werden von Elektrotriebzügen, ICE und Güterzügen befahren.

Nach den Prognosezugzahlen für das Jahr 2025 der DB Netz AG /16/ (s. Anlage 2) werden auf dem betreffenden Streckenabschnitt insgesamt verkehren (Tag / Nacht):

- 38 / 8 Regionalzüge
- 88 / 14 IC, ICE bzw. TGV
- 38 / 42 Güterzüge

Durch die Nähe zur Bahnstrecke wirken Erschütterungsimmissionen aus dem Zugverkehr auf das Plangebiet 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 Gleis- 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).

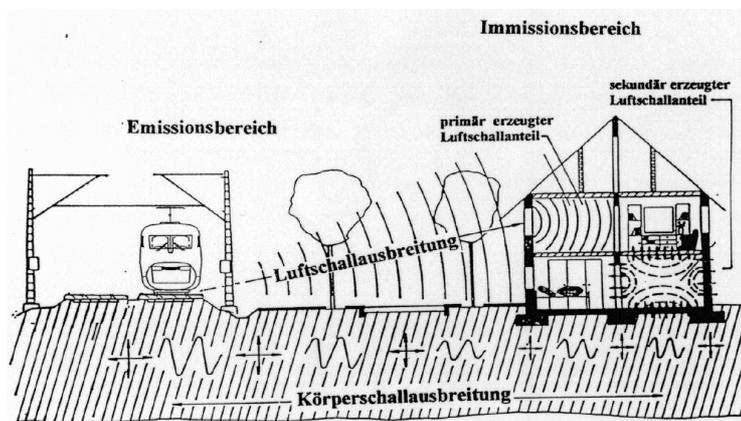


Schaubild: Entstehung und Ausbreitung von Erschütterungen an Schienenverkehrswegen /14/

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).

Im vorliegenden Fall kann nicht auf ein geeignetes Referenzgebäude zurückgegriffen werden.

Somit wurde das Übertragungsverhalten des Bodens messtechnisch erfasst und eine Prognose für ein Plangebäude erstellt.

7.2. Messungen

Am 04.10.2016 wurden im Zeitraum zwischen ca. 16.00 Uhr und 19.45 Uhr Erschütterungsmessungen auf dem freien Feld und im Referenzgebäude (Krumbacher Str. 18a) bei den Zugvorbeifahrten durchgeführt. Bei dem Referenzgebäude handelt es sich um ein unterkellertes Mehrfamilienhaus mit einer Betondecke zum 1. Obergeschoß. Die ausgewählten Messpunkte befanden sich am Fundament (MP 3) und im 1. Obergeschoß (MP 4).

Die fotografische Dokumentation ist in Anlage 5.1 ersichtlich.

Messpunkt 1 (MP 1)

ca. 6 m von der Lärmschutzwand (LSW) entfernt, auf freiem Feld

Messpunkt 2 (MP 2)

ca. 12 m von der LSW entfernt, auf freiem Feld

Messpunkt 3 (MP 3)

Referenzgebäude, Keller, bahnzugewandt, Fundamentnähe

Messpunkt 4 (MP 4)

Referenzgebäude, 1. Obergeschoß, bahnzugewandt, Raummitte

Mit dem Schwingungsmessgerät System 9800 der Firma Beitzler (Messtechnik für Akustik und Schwingungstechnik – Genauigkeitsklasse 1) wurden bei den Zugvorbeifahrten die Schwinggeschwindigkeiten an den drei 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 /12/, /13/ 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 26 Züge messtechnisch erfasst, wobei es zu 27 Messungen kam.

Somit können die Messwerte von 11 Regionalzügen (Elektrotriebzüge), 11 ICE und 4 Güterzüge für Auswertung und Prognose herangezogen werden.

Bei den Messungen wurden der Maximalwert der Schwingschnelle v_{\max} in mm/s und der Maximaleffektivwert $KB_{F_{\max}}$ 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 5.2 (Ergebnistabellen bzw. Messprotokolle) und die gemittelten Werte in der nachfolgenden Tabelle 4 enthalten:

MP	Züge	Anzahl	gemittelte Schwinggeschwindigkeit v_{\max}			gemittelte KB-Werte $KB_{F_{\max}}$		
			Komponente			Komponente		
			x	y	z	x	y	Z
1	RB G1		0,92	1,21	0,33	0,37	0,37	0,14
	RB G2		0,40	0,54	0,37	0,16	0,20	0,16
	ICE G1		1,53	1,65	0,55	0,58	0,56	0,21
	ICE G2		0,39	0,56	0,50	0,13	0,18	0,22
	G G1		0,57	0,76	0,52	0,22	0,29	0,21
	G G2		0,34	0,43	0,34	0,12	0,15	0,14
2	RB G1		0,47	0,44	0,26	0,13	0,15	0,12
	RB G2		0,49	0,51	0,35	0,04	0,04	0,07
	ICE G1		0,60	0,65	0,41	0,20	0,22	0,17
	ICE G2		0,50	0,46	0,45	0,19	0,15	0,19
	G G1		0,45	0,46	0,37	0,15	0,16	0,18
	G G2		0,37	0,34	0,27	0,14	0,13	0,12
3	RB G1		0,04	0,05	0,11	0,02	0,02	0,05
	RB G2		0,09	0,09	0,16	0,18	0,18	0,15
	ICE G1		0,08	0,09	0,17	0,03	0,03	0,07
	ICE G2		0,09	0,10	0,19	0,03	0,04	0,09
	G G1		0,06	0,07	0,07	0,02	0,03	0,03
	G G2		0,07	0,10	0,14	0,03	0,04	0,06
4	RB G1		0,08	0,07	0,28	0,03	0,03	0,15
	RB G2		0,10	0,11	0,45	0,04	0,04	0,20
	ICE G1		0,13	0,11	0,45	0,04	0,04	0,21
	ICE G2		0,11	0,11	0,53	0,04	0,04	0,23
	G G1		0,06	0,08	0,27	0,02	0,03	0,12
	G G2		0,10	0,11	0,40	0,04	0,04	0,19

Tabelle 4: Mittlere Scheitelwerte der Schwinggeschwindigkeit und der $KB_{F_{\max}}$ -Werte

Die größte Schwinggeschwindigkeit sowie $KB_{F_{\max}}$ wurde im Referenzgebäude an der z-Komponente des Messpunkts MP 4 mit $v_{\max} = 0,70$ mm/s, sowie $KB_{F_{\max}} = 0,34$ gemessen.

7.3. Prognosewerte

Ausgehend von den am Messpunkt MP 4 ermittelten Messwerten wird für das Planungsgebiet eine Prognoseberechnung für die zu erwartenden Erschütterungen durchgeführt.

Zugrunde liegen die Prognosezugzahlen für das Jahr 2025 der DB Netz AG /16/ (vgl. Anlage 2) für diesen Streckenabschnitt.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die daraus prognostizierten KB_{Fmax} - und KB_{FTr} -Werte für das Mischgebiet aufgeführt. Betrachtet wird das Referenzgebäude in etwa 20 m Entfernung zur Gleismitte, das in etwa der Position eines neuen Gebäudes entspricht.

Immissionsort	Zugart	Anzahl Züge		Maximale bewertete Schwingstärke Deckenebene	Beurteilungsschwingstärke	
		Tag	Nacht	KB_{Fmax}	KB_{FTr} ¹⁾	
					Tag	Nacht
Bestandsgebäude (ca. 20 m vom Bahngleis entfernt)	RB G1	20	7	0,14	0,014	0,012
	RB G2	19	6	0,20	0,020	0,016
	ICE G1	45	6	0,22	0,034	0,017
	ICE G2	42	3	0,25	0,037	0,014
	G G1	20	21	0,14	0,014	0,021
	G G2	18	21	0,22	0,021	0,033
	Gesamt		164	64		0,061

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} für das Plangebäude PG 1

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 teilweise überschritten werden.

Bei der Berechnung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} wird die Häufigkeit der Zugvorbeifahrten mit einbezogen. Die zugehörigen A_r -Werte von $A_r = 0,10 / 0,07$ (Tag / Nacht) für Mischgebiete, mit der die KB_{FTr} -Werte verglichen werden, werden unterschritten.

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 4 gemessenen Schwinggeschwindigkeit von $v_{\max} = 0,70$ 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, für Gewerbebauten bei 5 mm/s.

7.4. Prognose des sekundären Luftschalls

Ausgehend von den am Messpunkt MP 4 ermittelten Pegelspektren sowie unter Berücksichtigung der Schwingungsübertragung über den Boden bis zum Planungsgebiet, wurden die A-bewerteten Körperschallschnellepegel bestimmt. Anschließend wurde daraus sowie aus den Prognosezugzahlen für 2025 /16/ und den gemessenen Erschütterungswerten eine Prognose für den sekundären Luftschall für das zukünftige bahnächste Gebäude erstellt. Die prognostizierten Luftschallpegel und die sich daraus ergebenden Beurteilungspegel sind in der nachfolgenden Tabelle 6 aufgeführt.

Immissionsort	Zugart	Anzahl Züge		Sekundärer Luftschallpegel	Beurteilungspegel	
		Tag	Nacht	L_{sek} [dB(A)]	L_m [dB(A)]	
					Tag	Nacht
Bestandsgebäude (ca. 20 m vom Bahngleis entfernt)	RB G1	20	7	38,21	16,2	14,6
	RB G2	19	6	38,99	16,7	14,7
	ICE G1	45	6	40,51	19,4	13,7
	ICE G2	42	3	38,94	17,6	0,0
	G G1	20	21	40,32	20,5	23,7
	G G2	18	21	39,95	19,7	23,4
	Gesamt		164	64		26,4

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

Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall am bahnnahe Bestandsgebäude auf Fl.Nr. 413/1 unterschreiten den im Kapitel 5.8 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel L_m 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) zur Tagzeit um 8,6 dB(A), zur Nachtzeit wird der Anhaltswert um 2,3 dB(A) überschritten.

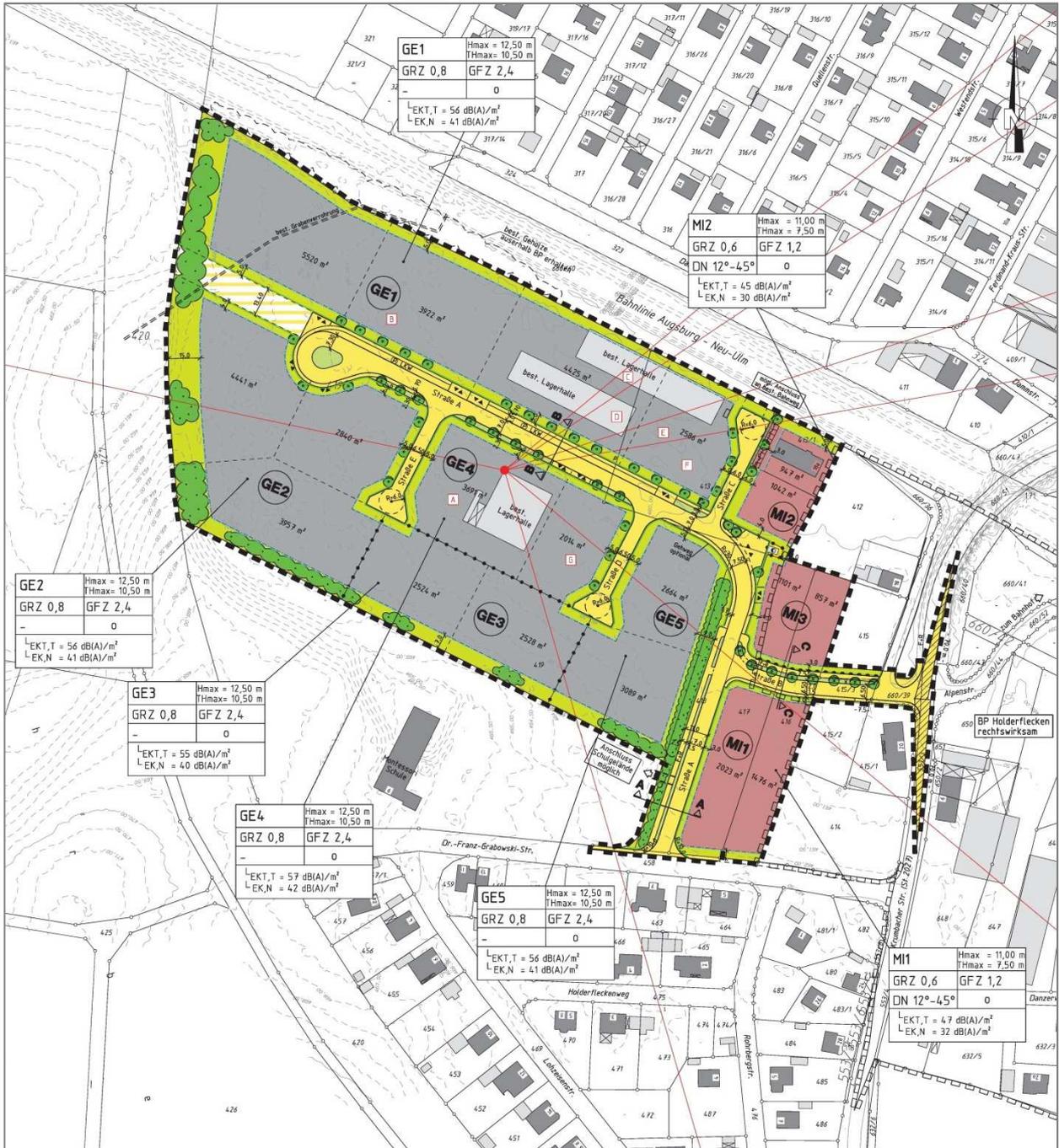
Somit ist mit geringfügigen Belästigungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.

Zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen und des daraus resultierenden sekundären Luftschalls bieten sich z.B. folgende Maßnahmen an:

- Elastische Lagerung des gesamten Gebäudes auf sog. Elastomere, soweit bautechnisch möglich. Eine Entkoppelung sollte dabei bereits am Punkt- oder Streifenfundament erfolgen.
- Massiv ausgeführte Fundamente und massive tragende Wände.
- Steife Deckenkonstruktionen und keine übergroßen freitragenden Deckenflächen.
- Zusätzlich Anbringung von geeigneten Dämpfungsmaterialien (z.B. Elastomermatten) an der bahnseitigen Außenwand des Planungsgebäudes im Bodenbereich.

Die speziellen Dämpfungsmöglichkeiten und Berechnungen für das Plangebäude sollten vor Baubeginn mit einer Fachfirma erörtert werden.

Anlage 1 Bebauungsplanentwurf



Anlage 2 Verkehrsprognose DB 2025

Strecke 5302 Abschnitt Gessertshausen - Dinkelscherben

Prognose 2025

Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015

Zugart-	Anzahl		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl
GZ-E	25	30	100	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
GZ-E	11	10	120	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
GZ-E	2	2	160	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
RV-ET	37	1	160	5-Z5_A10	2								
RV-E	30	4	160	7-Z5_A4	1	9-Z5	6						
RV-E	4	2	160	7-Z5_A4	1	9-Z5	8						
IC-E	25	7	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	12						
ICE	15	1	200	1	2	2-V1	12						
ICE	41	1	200	3-Z11	2								
TGV	6	0	200	1	4	2-V2	14						
D/NZ-E	1	5	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	12						
	197	63	Summe beider Richtungen										

Strecke 5302 Abschnitt Dinkelscherben - Neuoffingen

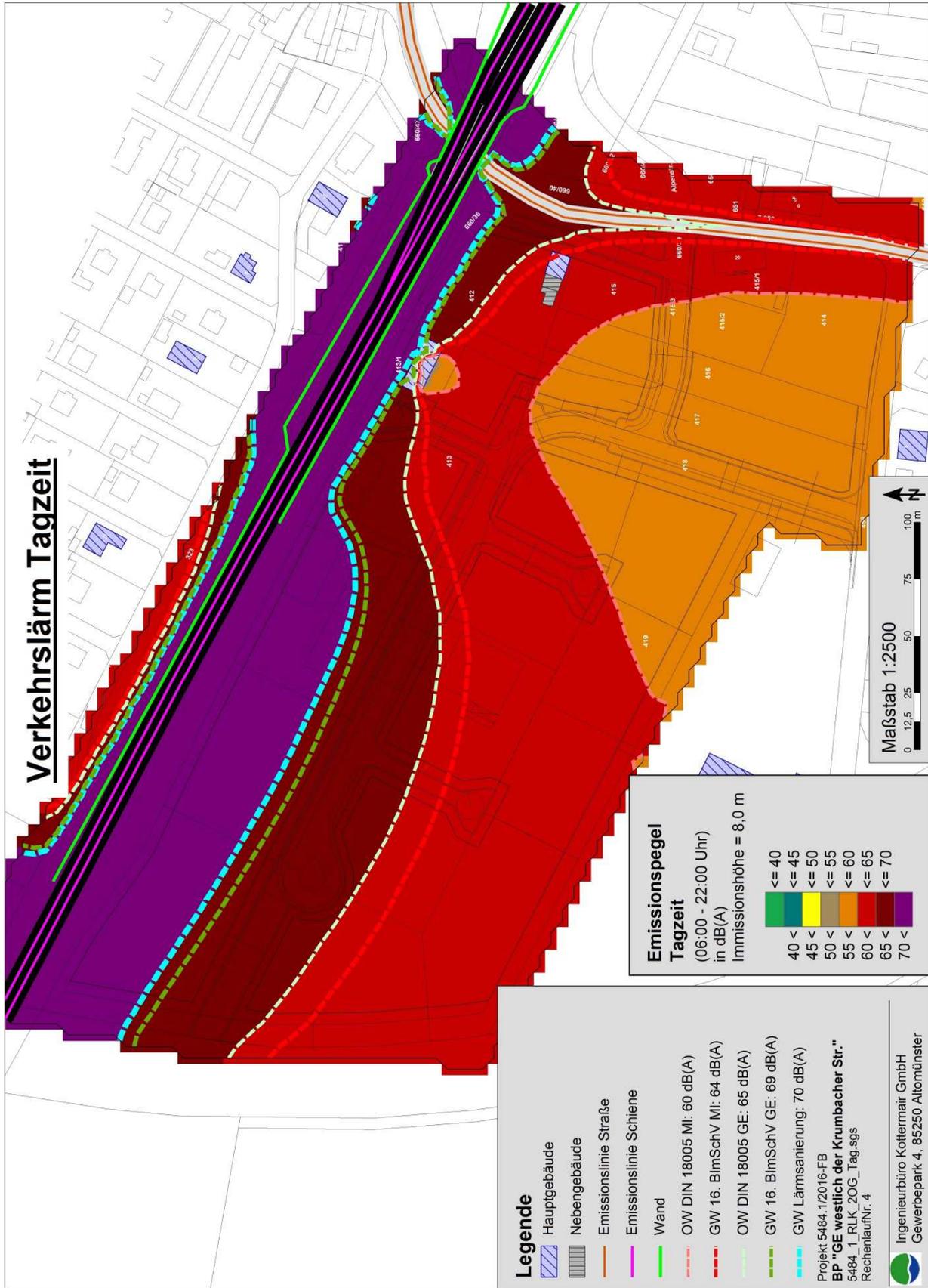
Prognose 2025

Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015

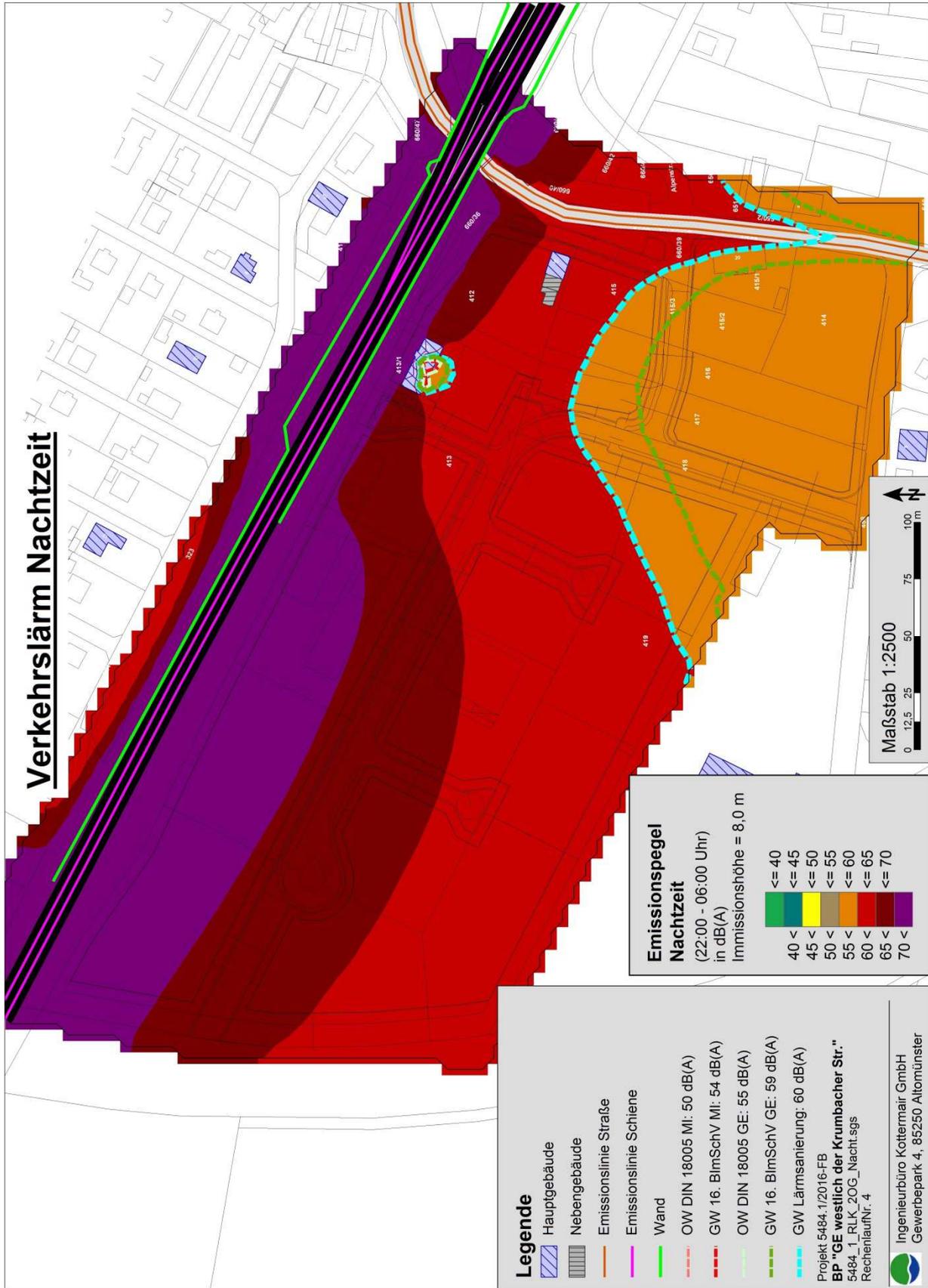
Zugart-	Anzahl		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl
GZ-E	25	30	100	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
GZ-E	11	10	120	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
GZ-E	2	2	160	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
RV-ET	2	2	160	5-Z5_A10	2								
RV-E	32	4	160	7-Z5_A4	1	9-Z5	6						
RV-E	4	2	160	7-Z5_A4	1	9-Z5	8						
IC-E	25	7	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	12						
ICE	15	1	200	1	2	2-V1	12						
ICE	41	1	200	3-Z11	2								
TGV	6	0	200	1	4	2-V2	14						
D/NZ-E	1	5	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	12						
	164	64	Summe beider Richtungen										

v_max gem. VzG 2016 bis km 27,8=200km/h, bis km 29,3=160km/h

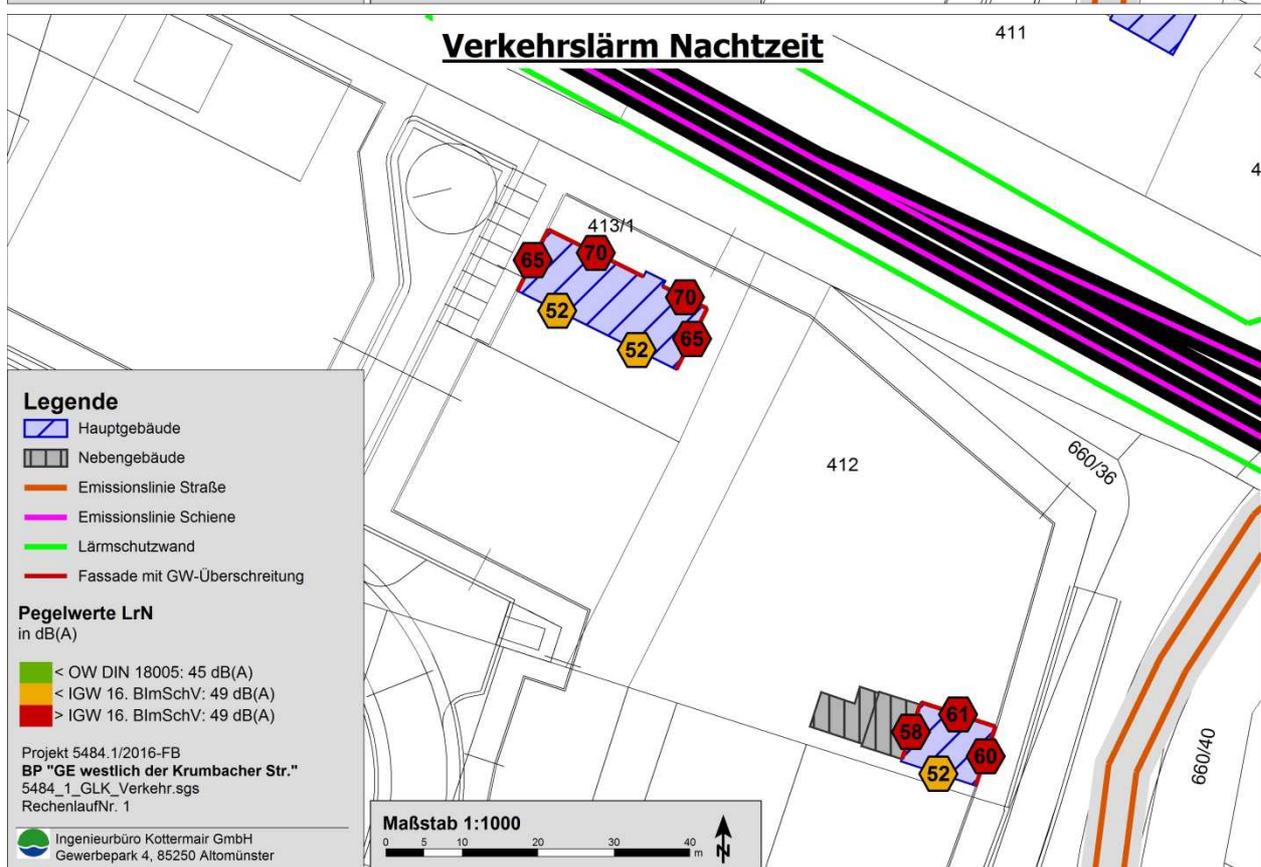
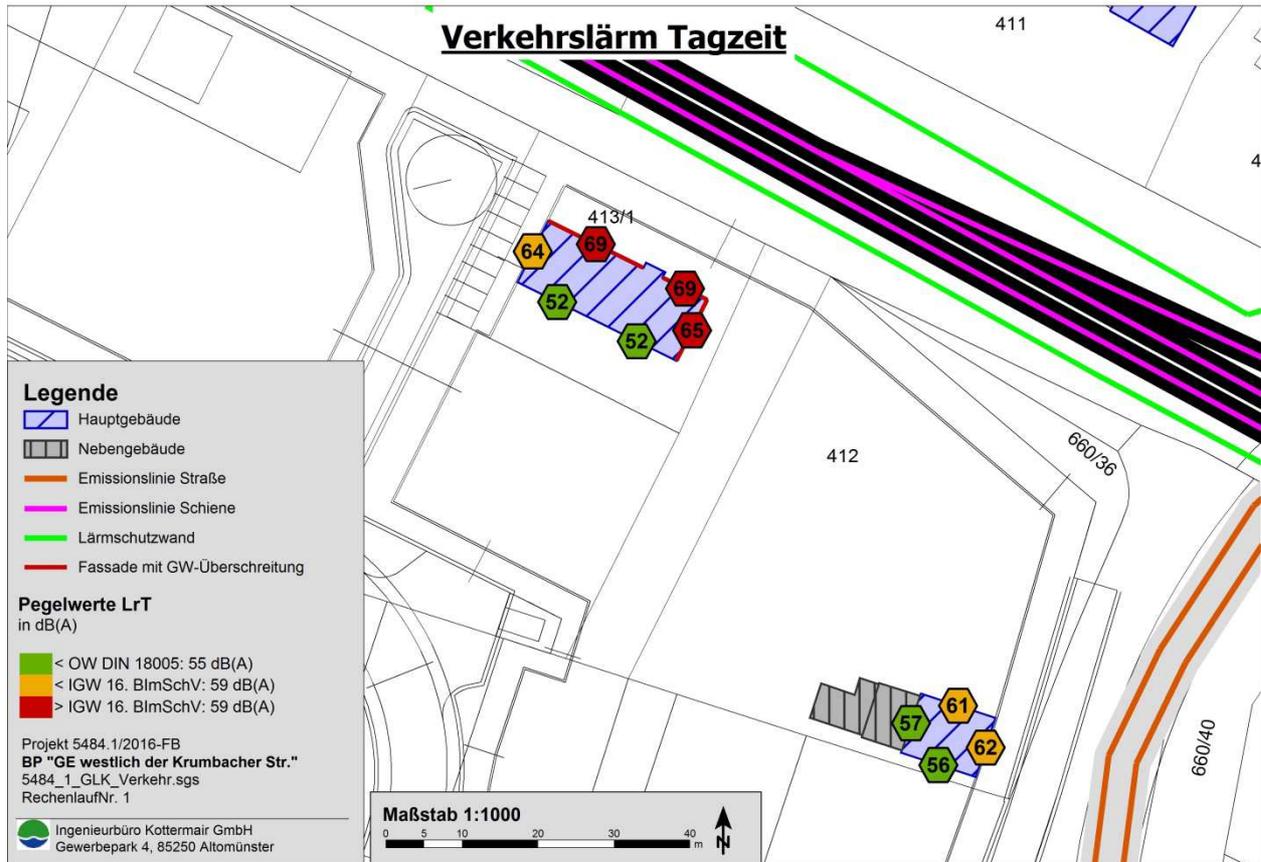
Anlage 3.1 Verkehrslärm Tagzeit



Anlage 3.2 Verkehrslärm Nachtzeit



Anlage 3.3 Gebäudelärmkarte Verkehrslärm



Anlage 3.4 Pegeltabelle Verkehrslärm

Etage	HR	Nutz- ung	OW,T OW,N		Verkehr		DIN 18005		16. BImSchV	
			[dB(A)]		Lr,T Lr,N	[dB(A)]		[dB(A)]		
Immissionsort: Krumbacher Str. 18										
EG	S	MI	60	50	53,7	50,4	-6,3	0,4	-10,3	-3,6
1. OG	S	MI	60	50	55,4	51,6	-4,6	1,6	-8,6	-2,4
EG	O	MI	60	50	59,3	57,1	-0,7	7,1	-4,7	3,1
1. OG	O	MI	60	50	61,3	59,2	1,3	9,2	-2,7	5,2
EG	N	MI	60	50	58,3	58,6	-1,7	8,6	-5,7	4,6
1. OG	N	MI	60	50	60,8	60,9	0,8	10,9	-3,2	6,9
1. OG	W	MI	60	50	56,6	57,4	-3,4	7,4	-7,4	3,4
Immissionsort: Krumbacher Str. 18a										
EG	SW	MI	60	50	50,8	51,3	-9,2	1,3	-13,2	-2,7
1. OG	SW	MI	60	50	51,0	51,4	-9,0	1,4	-13,0	-2,6
2. OG	SW	MI	60	50	51,3	51,7	-8,7	1,7	-12,7	-2,3
EG	SW	MI	60	50	50,8	51,3	-9,2	1,3	-13,2	-2,7
1. OG	SW	MI	60	50	51,0	51,3	-9,0	1,3	-13,0	-2,7
2. OG	SW	MI	60	50	51,3	51,6	-8,7	1,6	-12,7	-2,4
EG	SO	MI	60	50	57,0	57,5	-3,0	7,5	-7,0	3,5
1. OG	SO	MI	60	50	59,9	60,6	-0,1	10,6	-4,1	6,6
2. OG	SO	MI	60	50	64,2	64,9	4,2	14,9	0,2	10,9
EG	NO	MI	60	50	59,8	60,4	-0,2	10,4	-4,2	6,4
1. OG	NO	MI	60	50	63,2	63,9	3,2	13,9	-0,8	9,9
2. OG	NO	MI	60	50	68,7	69,4	8,7	19,4	4,7	15,4
EG	NO	MI	60	50	60,2	60,9	0,2	10,9	-3,8	6,9
1. OG	NO	MI	60	50	63,4	64,2	3,4	14,2	-0,6	10,2
2. OG	NO	MI	60	50	68,6	69,3	8,6	19,3	4,6	15,3
EG	NW	MI	60	50	57,9	58,6	-2,1	8,6	-6,1	4,6
1. OG	NW	MI	60	50	60,4	61,2	0,4	11,2	-3,6	7,2
2. OG	NW	MI	60	50	63,9	64,7	3,9	14,7	-0,1	10,7

Legende:

HR	Himmelsrichtung
Nutzung	Gebietscharakter
OW	Orientierungswert nach DIN 18005 – Tag bzw. Nacht
Lr	Außenpegel am Immissionsort – Tag bzw. Nacht
diff	Unter-/Überschreitung des Orientierungs- bzw. Grenzwertes – Tag bzw. Nacht

Hinweis: Die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV liegen 4 dB(A) über den Richtwerten der DIN 18005

Anlage 4 Rechenlaufinformationen

Marktgemeinde Dinkelscherben
BP "GE westlich der Krumbacher Str."
 Rechenlaufinformationen Beurteilungspegel

Rechenlaufbeschreibung

Rechenkern: Gebäudelärmkarte
 Titel: 5484_1_Verkehr
 Gruppe:
 Laufdatei: RunFile.runx
 Ergebnisnummer: 1
 Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 4)
 Berechnungsbeginn: 24.10.2016 12:56:02
 Berechnungsende: 24.10.2016 12:56:05
 Rechenzeit: 00:01:556 [mts:ms]
 Anzahl Punkte: 10
 Anzahl berechneter Punkte: 10
 Kernel Version: 20.09.2016 (32 bit)

Rechenlaufparameter

Reflexionsordnung	1	
Maximaler Reflexionsabstand zum Empfänger		200 m
Maximaler Reflexionsabstand zur Quelle	50 m	
Suchradius	5000 m	
Filter:		dB(A)
Toleranz:	0,100 dB	
Bodeneffektgebiete aus Straßenoberflächen erzeugen:		Nein
5 dB Bonus für Schiene ist gesetzt	Nein	
Richtlinien:		
Straßen:	RLS-90	
Rechtsverkehr		
Emissionsberechnung nach:	RLS-90	
Straßensteigung geglättet über eine Länge von :	15 m	
Berechnung mit Seitenbeugung: Nein		
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	
Berechnung mit Seitenbeugung: Ja		
Minderung		
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

5484_1_Verkehr.sit	20.10.2016 12:58:40
- enthält:	
5484_1_B-Plan.geo	20.10.2016 14:55:00
5484_1_DFK_DGM.geo	20.10.2016 14:55:00
5484_1_Gebäude.geo	20.10.2016 14:55:00
5484_1_Koordinaten.geo	27.09.2016 08:08:04
5484_1_RG.geo	29.09.2016 16:59:34
5484_1_Schiene.geo	20.10.2016 09:49:14
5484_1_Strasse.geo	18.10.2016 15:25:22
RDGM0010.dam	18.10.2016 15:25:44

ProjektNr.: 5484.1/2016-FB
 RechenlaufNr.: 1

Ingenieurbüro Kottermair GmbH
 Gewerbepark 4, 85250 Altomünster

Seite 1 von 1

SoundPLAN 7.4

Anlage 4 Rechenlaufinformationen

Marktgemeinde Dinkelscherben
BP "GE westlich der Krumbacher Str."
 Rechenlaufinformationen Beurteilungspegel

Rechenlaufbeschreibung

Rechenkern: Rasterlärmkarte
 Titel: 5484_1_RLK_Verkehr_20G
 Gruppe:
 Laufdatei: RunFile.runx
 Ergebnisnummer: 4
 Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 4)
 Berechnungsbeginn: 24.10.2016 12:58:24
 Berechnungsende: 24.10.2016 12:59:14
 Rechenzeit: 00:48:58 [m:s:ms]
 Anzahl Punkte: 4118
 Anzahl berechneter Punkte: 4118
 Kernel Version: 20.09.2016 (32 bit)

Rechenlaufparameter

Reflexionsordnung	1	
Maximaler Reflexionsabstand zum Empfänger		200 m
Maximaler Reflexionsabstand zur Quelle	50 m	
Suchradius	5000 m	
Filter:	dB(A)	
Toleranz:	0,100 dB	
Bodeneffektgebiete aus Straßenoberflächen erzeugen:		Nein
5 dB Bonus für Schiene ist gesetzt	Nein	
Richtlinien:		
Straßen:	RLS-90	
Rechtsverkehr		
Emissionsberechnung nach:	RLS-90	
Straßensteigung geglättet über eine Länge von :	15 m	
Berechnung mit Seitenbeugung: Nein		
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	
Berechnung mit Seitenbeugung: Ja		
Minderung		
Bewuchs:	Keine Dämpfung	
Bebauung:	Keine Dämpfung	
Industriegelände:	Keine Dämpfung	
Bewertung:	DIN 18005 Verkehr (1987)	
Rasterkarte:		
Rasterabstand:	5,00 m	
Höhe über Gelände:	8,000 m	
Rasterinterpolation:		
	Feldgröße =	
	Min/ Max =	
	Differenz =	

Geometriedaten

5484_1_Verkehr.sit	20.10.2016 12:58:40
- enthält:	
5484_1_B-Plan.geo	20.10.2016 14:55:00
5484_1_DFK_DGM.geo	20.10.2016 14:55:00
5484_1_Gebäude.geo	20.10.2016 14:55:00
5484_1_Koordinaten.geo	27.09.2016 08:08:04
5484_1_RG.geo	29.09.2016 16:59:34
5484_1_Schiene.geo	20.10.2016 09:49:14
5484_1_Strasse.geo	18.10.2016 15:25:22
RDGM0010.dgm	18.10.2016 15:25:44

ProjektNr.: 5484.1/2016-FB
 RechenlaufNr.: 4

Ingenieurbüro Kottermair GmbH
 Gewerbepark 4, 85250 Altomünster

Seite 1 von 1

SoundPLAN 7.4

Anlage 4 Rechenlaufinformationen

Marktgemeinde Dinkelscherben
BP "GE westlich der Krumbacher Str."
Rechenlaufinformationen Geländemodell

Rechenlaufbeschreibung

Rechenkern: Digitales Geländemodell
Titel: 5484_1_DGM
Gruppe:
Laufdatei: RunFile.runx
Ergebnisnummer: 10
Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 0)
Berechnungsbeginn: 24.10.2016 12:59:14
Berechnungsende: 24.10.2016 12:59:15
Kernel Version: 20.09.2016 (32 bit)

Geometriedaten

5484_1_Schiene.geo 20.10.2016 09:49:14
5484_1_Strasse.geo 18.10.2016 15:25:22
5484_1_DGM.sit 18.10.2016 15:22:32
- enthält:
5484_1_DGM.geo 26.09.2016 16:14:14

ProjektNr.: 5484.1/2016-FB
RechenlaufNr.: 10

Ingenieurbüro Kottermair GmbH
Gewerbepark 4, 85250 Altomünster

Seite 1 von 1

SoundPLAN 7.4

Anlage 5.1 Messpunkte Erschütterungsmessungen



Bild 7: Messpunkt 1, Freifeld



Bild 8: Messpunkt 2, Freifeld



Bild 9: Übersicht MP Freifeld, Blickrichtung Süden

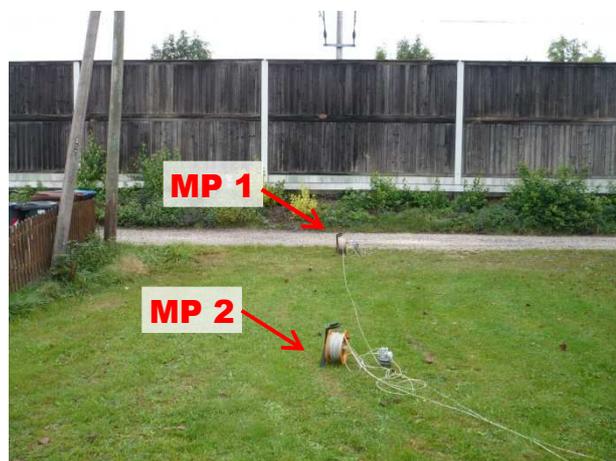


Bild 10: Übersicht MP Freifeld, Blickrichtung Norden



Bild 11: Messpunkt 3, Fundamentnähe



Bild 12: Messpunkt 4, Raummitte 1. OG

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 1 2016-10-04 16:11:53 Uhr ID=2

	unb				---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
		max			F-max	FT-m	rms		
x - MP 1	2	0,376 mm/s	KB		0,144		0,034		8
y	3	0,372 mm/s	KB		0,127		0,033		8
z	4	0,169 mm/s	KB		0,075		0,020		8
x - MP 2	5	0,225 mm/s	KB		0,066		0,021		8
y	6	0,203 mm/s	KB		0,068		0,020		8
z	7	0,160 mm/s	KB		0,073		0,018		8
x - MP 3	8	0,026 mm/s	KB		0,010		0,003		8
y	9	0,036 mm/s	KB		0,013		0,005		8
z	10	0,041 mm/s	KB		0,020		0,005		8
x - MP 4	11	0,035 mm/s	KB		0,011		0,004		8
y	12	0,037 mm/s	KB		0,012		0,005		8
z	13	0,130 mm/s	KB		0,060		0,015		8

Mess -richtung
-punkt
-kanal

v_{max} -Werte

KB_{Fmax} -Werte (KB-Effektiv)

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 2 2016-10-04 16:17:28 Uhr ID=3

	unb				---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
		max			F-max	FT-m	rms		
	2	0,425 mm/s	KB		0,125		0,056		8
	3	0,474 mm/s	KB		0,155		0,064		8
	4	0,550 mm/s	KB		0,228		0,087		8
	5	0,498 mm/s	KB		0,179		0,072		8
	6	0,453 mm/s	KB		0,129		0,062		8
	7	0,517 mm/s	KB		0,210		0,082		8
	8	0,093 mm/s	KB		0,033		0,014		8
	9	0,101 mm/s	KB		0,042		0,018		8
	10	0,212 mm/s	KB		0,097		0,034		8
	11	0,124 mm/s	KB		0,042		0,017		8
	12	0,109 mm/s	KB		0,043		0,019		8
	13	0,449 mm/s	KB		0,200		0,083		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 3 2016-10-04 16:38:19 Uhr ID=4

	unb				---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
		max			F-max	FT-m	rms		
	2	0,510 mm/s	KB		0,212		0,059		8
	3	0,537 mm/s	KB		0,192		0,065		8
	4	0,438 mm/s	KB		0,201		0,070		8
	5	0,515 mm/s	KB		0,178		0,069		8
	6	0,508 mm/s	KB		0,151		0,060		8
	7	0,485 mm/s	KB		0,199		0,067		8
	8	0,084 mm/s	KB		0,031		0,012		8
	9	0,086 mm/s	KB		0,035		0,014		8
	10	0,222 mm/s	KB		0,093		0,027		8
	11	0,105 mm/s	KB		0,037		0,015		8
	12	0,116 mm/s	KB		0,048		0,015		8
	13	0,663 mm/s	KB		0,293		0,080		8

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen**5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 4 2016-10-04 16:41:21 Uhr ID=5**

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	2,025 mm/s	KB		0,767		0,201			8
3	2,082 mm/s	KB		0,652		0,199			8
4	0,530 mm/s	KB		0,210		0,078			8
5	0,612 mm/s	KB		0,202		0,086			8
6	0,812 mm/s	KB		0,246		0,104			8
7	0,440 mm/s	KB		0,193		0,072			8
8	0,085 mm/s	KB		0,030		0,012			8
9	0,098 mm/s	KB		0,038		0,015			8
10	0,204 mm/s	KB		0,090		0,028			8
11	0,125 mm/s	KB		0,047		0,021			8
12	0,123 mm/s	KB		0,050		0,020			8
13	0,571 mm/s	KB		0,233		0,085			8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 5 2016-10-04 16:55:52 Uhr ID=6

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,460 mm/s	KB		0,161		0,034			8
3	0,617 mm/s	KB		0,247		0,044			8
4	0,255 mm/s	KB		0,110		0,030			8
5	0,538 mm/s	KB		0,202		0,038			8
6	0,678 mm/s	KB		0,243		0,041			8
7	0,343 mm/s	KB		0,135		0,030			8
8	0,118 mm/s	KB		0,053		0,009			8
9	0,117 mm/s	KB		0,052		0,010			8
10	0,129 mm/s	KB		0,057		0,012			8
11	0,104 mm/s	KB		0,043		0,009			8
12	0,134 mm/s	KB		0,049		0,011			8
13	0,377 mm/s	KB		0,182		0,043			8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 6 2016-10-04 17:08:01 Uhr ID=7

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,323 mm/s	KB		0,109		0,028			8
3	0,385 mm/s	KB		0,120		0,030			8
4	0,198 mm/s	KB		0,075		0,020			8
5	0,199 mm/s	KB		0,067		0,021			8
6	0,233 mm/s	KB		0,077		0,021			8
7	0,147 mm/s	KB		0,068		0,018			8
8	0,024 mm/s	KB		0,010		0,003			8
9	0,033 mm/s	KB		0,012		0,004			8
10	0,042 mm/s	KB		0,020		0,005			8
11	0,040 mm/s	KB		0,012		0,004			8
12	0,033 mm/s	KB		0,013		0,005			8
13	0,138 mm/s	KB		0,066		0,015			8

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen**5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 7 2016-10-04 17:16:07 Uhr ID=8**

unb			---- frequenzbewertet ----				
	max		F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,379 mm/s	KB	0,126		0,055		8
3	0,477 mm/s	KB	0,190		0,076		8
4	0,437 mm/s	KB	0,198		0,080		8
5	0,540 mm/s	KB	0,222		0,085		8
6	0,456 mm/s	KB	0,185		0,073		8
7	0,440 mm/s	KB	0,205		0,075		8
8	0,093 mm/s	KB	0,035		0,014		8
9	0,090 mm/s	KB	0,042		0,015		8
10	0,189 mm/s	KB	0,091		0,032		8
11	0,109 mm/s	KB	0,038		0,016		8
12	0,097 mm/s	KB	0,047		0,017		8
13	0,698 mm/s	KB	0,278		0,099		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 8 2016-10-04 17:29:02 Uhr ID=9

unb			---- frequenzbewertet ----				
	max		F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	2,164 mm/s	KB	0,779		0,163		8
3	1,485 mm/s	KB	0,559		0,159		8
4	0,615 mm/s	KB	0,243		0,067		8
5	0,707 mm/s	KB	0,228		0,082		8
6	0,748 mm/s	KB	0,252		0,082		8
7	0,478 mm/s	KB	0,195		0,056		8
8	0,098 mm/s	KB	0,041		0,013		8
9	0,090 mm/s	KB	0,035		0,012		8
10	0,230 mm/s	KB	0,091		0,024		8
11	0,207 mm/s	KB	0,063		0,020		8
12	0,131 mm/s	KB	0,051		0,016		8
13	0,691 mm/s	KB	0,340		0,082		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 9 2016-10-04 17:37:34 Uhr ID=10

unb			---- frequenzbewertet ----				
	max		F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,369 mm/s	KB	0,151		0,046		8
3	0,639 mm/s	KB	0,178		0,052		8
4	0,470 mm/s	KB	0,192		0,058		8
5	0,467 mm/s	KB	0,168		0,065		8
6	0,461 mm/s	KB	0,144		0,047		8
7	0,374 mm/s	KB	0,155		0,047		8
8	0,074 mm/s	KB	0,029		0,011		8
9	0,076 mm/s	KB	0,032		0,012		8
10	0,137 mm/s	KB	0,072		0,025		8
11	0,090 mm/s	KB	0,036		0,013		8
12	0,091 mm/s	KB	0,034		0,014		8
13	0,420 mm/s	KB	0,188		0,059		8

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 10 2016-10-04 17:44:17 Uhr ID=11

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	1,153 mm/s	KB	0,407		0,138		8
3	1,264 mm/s	KB	0,427		0,160		8
4	0,563 mm/s	KB	0,190		0,081		8
5	0,535 mm/s	KB	0,167		0,077		8
6	0,545 mm/s	KB	0,198		0,095		8
7	0,341 mm/s	KB	0,151		0,067		8
8	0,057 mm/s	KB	0,021		0,009		8
9	0,077 mm/s	KB	0,027		0,012		8
10	0,102 mm/s	KB	0,043		0,018		8
11	0,075 mm/s	KB	0,025		0,012		8
12	0,065 mm/s	KB	0,026		0,012		8
13	0,254 mm/s	KB	0,114		0,049		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 11 2016-10-04 17:53:39 Uhr ID=12

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,336 mm/s	KB	0,128		0,039		8
3	0,593 mm/s	KB	0,244		0,062		8
4	0,326 mm/s	KB	0,120		0,041		8
5	0,562 mm/s	KB	0,216		0,051		8
6	0,695 mm/s	KB	0,241		0,057		8
7	0,286 mm/s	KB	0,141		0,039		8
8	0,119 mm/s	KB	0,048		0,011		8
9	0,106 mm/s	KB	0,046		0,012		8
10	0,145 mm/s	KB	0,073		0,017		8
11	0,113 mm/s	KB	0,044		0,011		8
12	0,116 mm/s	KB	0,043		0,013		8
13	0,432 mm/s	KB	0,181		0,049		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 12 2016-10-04 17:56:19 Uhr ID=13

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,366 mm/s	KB	0,126		0,058		8
3	0,409 mm/s	KB	0,165		0,067		8
4	0,378 mm/s	KB	0,162		0,077		8
5	0,366 mm/s	KB	0,135		0,069		8
6	0,349 mm/s	KB	0,117		0,063		8
7	0,332 mm/s	KB	0,151		0,069		8
8	0,063 mm/s	KB	0,030		0,014		8
9	0,093 mm/s	KB	0,034		0,018		8
10	0,160 mm/s	KB	0,067		0,033		8
11	0,096 mm/s	KB	0,036		0,017		8
12	0,114 mm/s	KB	0,046		0,020		8
13	0,484 mm/s	KB	0,241		0,092		8

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 13 2016-10-04 18:03:37 Uhr ID=14

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,339 mm/s	KB	0,158		0,044		8
3	0,395 mm/s	KB	0,151		0,045		8
4	0,417 mm/s	KB	0,176		0,053		8
5	0,445 mm/s	KB	0,161		0,055		8
6	0,303 mm/s	KB	0,106		0,040		8
7	0,341 mm/s	KB	0,140		0,046		8
8	0,078 mm/s	KB	0,029		0,009		8
9	0,075 mm/s	KB	0,033		0,010		8
10	0,166 mm/s	KB	0,072		0,023		8
11	0,088 mm/s	KB	0,038		0,012		8
12	0,098 mm/s	KB	0,039		0,013		8
13	0,471 mm/s	KB	0,227		0,060		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 14 2016-10-04 18:07:49 Uhr ID=15

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,488 mm/s	KB	0,194		0,041		8
3	0,450 mm/s	KB	0,155		0,042		8
4	0,188 mm/s	KB	0,075		0,023		8
5	0,225 mm/s	KB	0,076		0,023		8
6	0,235 mm/s	KB	0,081		0,023		8
7	0,167 mm/s	KB	0,077		0,020		8
8	0,026 mm/s	KB	0,011		0,004		8
9	0,035 mm/s	KB	0,013		0,005		8
10	0,044 mm/s	KB	0,023		0,005		8
11	0,033 mm/s	KB	0,013		0,004		8
12	0,042 mm/s	KB	0,013		0,005		8
13	0,148 mm/s	KB	0,063		0,017		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 15 2016-10-04 18:16:46 Uhr ID=16

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,431 mm/s	KB	0,140		0,059		8
3	0,609 mm/s	KB	0,171		0,070		8
4	0,555 mm/s	KB	0,253		0,090		8
5	0,463 mm/s	KB	0,187		0,076		8
6	0,463 mm/s	KB	0,149		0,062		8
7	0,523 mm/s	KB	0,221		0,082		8
8	0,096 mm/s	KB	0,037		0,016		8
9	0,128 mm/s	KB	0,047		0,018		8
10	0,237 mm/s	KB	0,095		0,038		8
11	0,135 mm/s	KB	0,046		0,021		8
12	0,133 mm/s	KB	0,051		0,020		8
13	0,537 mm/s	KB	0,260		0,099		8

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 16 2016-10-04 18:40:35 Uhr ID=17

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,469 mm/s	KB	0,206		0,049		8
3	0,490 mm/s	KB	0,162		0,053		8
4	0,432 mm/s	KB	0,186		0,056		8
5	0,478 mm/s	KB	0,169		0,063		8
6	0,362 mm/s	KB	0,137		0,046		8
7	0,358 mm/s	KB	0,142		0,045		8
8	0,075 mm/s	KB	0,029		0,010		8
9	0,091 mm/s	KB	0,038		0,013		8
10	0,124 mm/s	KB	0,063		0,021		8
11	0,087 mm/s	KB	0,032		0,011		8
12	0,099 mm/s	KB	0,038		0,014		8
13	0,385 mm/s	KB	0,168		0,055		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 17 2016-10-04 18:49:17 Uhr ID=18

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	1,548 mm/s	KB	0,708		0,211		8
3	2,283 mm/s	KB	0,788		0,216		8
4	0,664 mm/s	KB	0,247		0,085		8
5	0,749 mm/s	KB	0,270		0,098		8
6	0,755 mm/s	KB	0,252		0,102		8
7	0,518 mm/s	KB	0,224		0,069		8
8	0,104 mm/s	KB	0,037		0,016		8
9	0,128 mm/s	KB	0,040		0,016		8
10	0,221 mm/s	KB	0,091		0,031		8
11	0,168 mm/s	KB	0,057		0,024		8
12	0,159 mm/s	KB	0,053		0,021		8
13	0,507 mm/s	KB	0,268		0,095		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 18 2016-10-04 18:56:53 Uhr ID=19

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,250 mm/s	KB	0,102		0,022		8
3	0,644 mm/s	KB	0,211		0,037		8
4	0,243 mm/s	KB	0,102		0,026		8
5	0,416 mm/s	KB	0,143		0,029		8
6	0,461 mm/s	KB	0,205		0,033		8
7	0,261 mm/s	KB	0,101		0,024		8
8	0,088 mm/s	KB	0,038		0,007		8
9	0,081 mm/s	KB	0,038		0,007		8
10	0,098 mm/s	KB	0,045		0,010		8
11	0,079 mm/s	KB	0,036		0,007		8
12	0,088 mm/s	KB	0,034		0,008		8
13	0,313 mm/s	KB	0,124		0,028		8

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 19 2016-10-04 19:07:44 Uhr ID=20

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,552 mm/s	KB	0,193		0,079		8
3	1,116 mm/s	KB	0,345		0,095		8
4	0,265 mm/s	KB	0,101		0,050		8
5	0,360 mm/s	KB	0,100		0,048		8
6	0,343 mm/s	KB	0,131		0,052		8
7	0,211 mm/s	KB	0,087		0,039		8
8	0,029 mm/s	KB	0,011		0,006		8
9	0,048 mm/s	KB	0,014		0,008		8
10	0,053 mm/s	KB	0,023		0,009		8
11	0,036 mm/s	KB	0,013		0,008		8
12	0,041 mm/s	KB	0,015		0,008		8
13	0,136 mm/s	KB	0,066		0,030		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 20 2016-10-04 19:08:10 Uhr ID=21

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,421 mm/s	KB	0,125		0,057		8
3	0,527 mm/s	KB	0,157		0,072		8
4	0,375 mm/s	KB	0,173		0,076		8
5	0,462 mm/s	KB	0,191		0,083		8
6	0,350 mm/s	KB	0,144		0,070		8
7	0,315 mm/s	KB	0,137		0,063		8
8	0,105 mm/s	KB	0,049		0,022		8
9	0,139 mm/s	KB	0,053		0,023		8
10	0,198 mm/s	KB	0,087		0,036		8
11	0,137 mm/s	KB	0,061		0,027		8
12	0,144 mm/s	KB	0,058		0,026		8
13	0,436 mm/s	KB	0,208		0,091		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 21 2016-10-04 19:17:59 Uhr ID=22

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,572 mm/s	KB	0,221		0,072		8
3	0,764 mm/s	KB	0,294		0,091		8
4	0,520 mm/s	KB	0,212		0,064		8
5	0,445 mm/s	KB	0,147		0,057		8
6	0,456 mm/s	KB	0,164		0,056		8
7	0,369 mm/s	KB	0,178		0,057		8
8	0,055 mm/s	KB	0,020		0,012		8
9	0,067 mm/s	KB	0,028		0,013		8
10	0,072 mm/s	KB	0,030		0,017		8
11	0,064 mm/s	KB	0,023		0,016		8
12	0,077 mm/s	KB	0,030		0,013		8
13	0,266 mm/s	KB	0,124		0,046		8

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 22 2016-10-04 19:24:29 Uhr ID=23

unb			---- frequenzbewertet ----				
	max		F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,323 mm/s	KB	0,114		0,048		8
3	0,558 mm/s	KB	0,200		0,069		8
4	0,501 mm/s	KB	0,220		0,077		8
5	0,533 mm/s	KB	0,209		0,086		8
6	0,452 mm/s	KB	0,155		0,062		8
7	0,361 mm/s	KB	0,163		0,065		8
8	0,078 mm/s	KB	0,035		0,015		8
9	0,113 mm/s	KB	0,040		0,016		8
10	0,166 mm/s	KB	0,087		0,032		8
11	0,097 mm/s	KB	0,044		0,017		8
12	0,115 mm/s	KB	0,045		0,019		8
13	0,519 mm/s	KB	0,224		0,083		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 23 2016-10-04 19:32:48 Uhr ID=24

unb			---- frequenzbewertet ----				
	max		F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	1,704 mm/s	KB	0,681		0,147		8
3	2,307 mm/s	KB	0,710		0,162		8
4	0,586 mm/s	KB	0,238		0,065		8
5	0,870 mm/s	KB	0,226		0,070		8
6	0,786 mm/s	KB	0,262		0,080		8
7	0,439 mm/s	KB	0,196		0,055		8
8	0,072 mm/s	KB	0,028		0,010		8
9	0,083 mm/s	KB	0,035		0,011		8
10	0,201 mm/s	KB	0,087		0,022		8
11	0,152 mm/s	KB	0,052		0,016		8
12	0,122 mm/s	KB	0,047		0,014		8
13	0,513 mm/s	KB	0,271		0,069		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 24 2016-10-04 19:36:23 Uhr ID=25

unb			---- frequenzbewertet ----				
	max		F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,360 mm/s	KB	0,128		0,044		8
3	0,433 mm/s	KB	0,159		0,050		8
4	0,430 mm/s	KB	0,178		0,054		8
5	0,479 mm/s	KB	0,177		0,060		8
6	0,395 mm/s	KB	0,120		0,045		8
7	0,346 mm/s	KB	0,149		0,049		8
8	0,065 mm/s	KB	0,028		0,010		8
9	0,079 mm/s	KB	0,033		0,011		8
10	0,191 mm/s	KB	0,088		0,024		8
11	0,085 mm/s	KB	0,035		0,012		8
12	0,107 mm/s	KB	0,044		0,013		8
13	0,439 mm/s	KB	0,181		0,059		8

Anlage 5.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 25 2016-10-04 19:40:21 Uhr ID=26

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,319 mm/s	KB	0,155		0,063		8
3	0,367 mm/s	KB	0,121		0,064		8
4	0,365 mm/s	KB	0,127		0,048		8
5	0,314 mm/s	KB	0,112		0,057		8
6	0,363 mm/s	KB	0,129		0,061		8
7	0,202 mm/s	KB	0,087		0,039		8
8	0,062 mm/s	KB	0,025		0,012		8
9	0,065 mm/s	KB	0,026		0,015		8
10	0,094 mm/s	KB	0,044		0,020		8
11	0,068 mm/s	KB	0,025		0,014		8
12	0,108 mm/s	KB	0,039		0,018		8
13	0,367 mm/s	KB	0,162		0,065		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 26 2016-10-04 19:41:04 Uhr ID=27

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,217 mm/s	KB	0,074		0,028		8
3	0,399 mm/s	KB	0,133		0,043		8
4	0,208 mm/s	KB	0,076		0,033		8
5	0,297 mm/s	KB	0,109		0,039		8
6	0,285 mm/s	KB	0,118		0,040		8
7	0,195 mm/s	KB	0,081		0,030		8
8	0,055 mm/s	KB	0,020		0,009		8
9	0,082 mm/s	KB	0,039		0,012		8
10	0,078 mm/s	KB	0,036		0,015		8
11	0,062 mm/s	KB	0,021		0,009		8
12	0,082 mm/s	KB	0,032		0,013		8
13	0,267 mm/s	KB	0,143		0,059		8

5484_1_DINKELSCHERBEN - Messung Nr 27 2016-10-04 19:41:51 Uhr ID=28

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	1,116 mm/s	KB	0,307		0,133		8
3	1,330 mm/s	KB	0,442		0,160		8
4	0,563 mm/s	KB	0,207		0,083		8
5	0,566 mm/s	KB	0,176		0,078		8
6	0,545 mm/s	KB	0,188		0,094		8
7	0,392 mm/s	KB	0,154		0,067		8
8	0,057 mm/s	KB	0,022		0,010		8
9	0,078 mm/s	KB	0,027		0,013		8
10	0,125 mm/s	KB	0,050		0,021		8
11	0,079 mm/s	KB	0,025		0,012		8
12	0,069 mm/s	KB	0,027		0,013		8
13	0,301 mm/s	KB	0,125		0,054		8