



Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

zur Aufstellung des Bebauungsplanes „Höllberg-West II“ in der in der Gemeinde Hebertshausen, Landkreis Dachau

Hinweise: Diese Untersuchung ersetzt die Untersuchung mit Auftragsnr. 5694.1/2017–FB vom 20.10.2017
Erschütterungsschutz fällt nicht in den Geltungsbereich der DAkkS-Akkreditierung

Auftraggeber:	Gemeinde Hebertshausen Am Weinberg 1 85241 Hebertshausen
Abteilung:	Immissionsschutz
Auftragsnummer:	5694.2 / 2018 - FB
Datum:	29.05.2018
Sachbearbeiter:	Florian Bradl, Dipl. Ing. (FH)
Telefonnummer:	08254 / 99466-21
E-Mail:	florian.bradl@ib-kottermair.de
Berichtsumfang:	53 Seiten

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Empfehlungen für Satzung und Begründung	5
2. Aufgabenstellung	7
3. Ausgangssituation	8
3.1. Örtliche Gegebenheiten	8
3.2. Bilddokumentation zur Ortseinsicht am 18.07.2016	8
4. Quellen- und Grundlagenverzeichnis	9
4.1. Rechtliche (Beurteilungs-)Grundlagen.....	9
4.2. Normen und Berechnungsgrundlagen	9
4.3. Planerische und sonstige Grundlagen	9
5. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben	10
5.1. Allgemeine Anforderungen an den Schallschutz.....	10
6. Beurteilung Schallschutz	21
6.1. Allgemeines	21
6.2. Berechnungssoftware	22
6.3. Grundsätzliche Aussagen über die Mess- und Prognoseunsicherheit	22
6.4. Immissionsorte	23
6.5. Schienenverkehrslärmemissionen	24
7. Beurteilung Erschütterungen	26
7.1. Allgemeines	26
7.2. Messungen	28
7.3. Prognosewerte	30
7.4. Prognose des sekundären Luftschalls.....	31

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Bebauungsplanentwurf	33
Anlage 2	Verkehrsprognose DB 2025	34
Anlage 3.1	Verkehrslärm Tagzeit	35
Anlage 3.2	Verkehrslärm Nachtzeit	36
Anlage 3.3	Pegeltabelle Verkehrslärm	37
Anlage 4	Lärmpegelbereiche	38
Anlage 5	Rechenlaufinformationen.....	39
Anlage 6.1	Messpunkte Erschütterungsmessungen	41
Anlage 6.2	Ergebnistabellen Erschütterungen	42

Zusammenfassung

Die Gemeinde Hebertshausen plant die Aufstellung des Bebauungsplanes „Höllberg-West II“ für ein Allgemeines Wohngebiet südlich der bestehenden Bebauung am Ortsrand in der Gemeinde Hebertshausen im Landkreis Dachau.

Im Rahmen der schall- und erschütterungstechnischen Untersuchung sollen die Verkehrslärmimmissionen der westlich verlaufenden Bundesbahnstrecke München - Treuchtlingen unter Berücksichtigung des Schienenbonus von 5 dB(A) 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 /5/ in Verbindung mit der 16. BImSchV /2/ und der Richtlinie Schall 03 /8/.

Die Orientierungswerte der DIN 18005 /5/ werden im untersuchten Planentwurf an den in der Anlage 3.1 bzw. Anlage 3.2 dargestellten Fassaden zur Tagzeit um mindestens 4 dB(A) unterschritten, zur Nachtzeit um bis zu 8 dB(A) überschritten.

Die Grenzwerte der 16. BImSchV /2/ werden zur Tagzeit um mindestens 8 dB(A) unterschritten, zur Nachtzeit um bis zu 4 dB(A) überschritten.

Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen

Auf Grund der hohen Lärmbelastung durch die Verkehrslärmimmissionen aus der Bahnstrecke zur Nachtzeit muss an den betroffenen Plangebäuden durch Grundrissorientierung sichergestellt werden, dass vor den für Lüftungszwecke vorgesehenen Fenstern von schutzbedürftigen Räumen im Sinne der DIN 4109:1989-11 /6/, Teil 1, Kapitel 3.16 (Wohn-, Schlaf- und Ruheräumen sowie Kinderzimmern, Wohnküchen) die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV /2/ von 59 / 49 dB(A) (Tag / Nacht) eingehalten sind.

Wo eine solche schalltechnisch günstige Orientierung nicht möglich und die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV überschritten sind, sind bauliche Maßnahmen wie z. B. Schallschutzfenster in Verbindung mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung bzw. Glasvorbauten (Prallscheiben, Schiebeläden, kalte Wintergärten, Laubengang etc.) vorzusehen. Die Lärmpegelbereiche nach DIN 4109:1989-11 sind in der Anlage 4 dargestellt.

Beurteilung der Erschütterungen

Die DIN 4150-2 nennt für Allgemeine Wohngebiete einen unteren Anhaltswert A_u von 0,15 / 0,10 (Tag / Nacht).

Diese werden vom Bahn-Verkehr für Plangebäude in einem Abstand von ca. 53 m zur Gleismitte unterschritten. Die Werte der Beurteilungsschwingstärke $K_{B_{FT}}$ unterschreiten den Anhaltswert A_r von 0,07 / 0,05 (Tag / Nacht) für Wohngebiete deutlich.

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

Es ist mit geringfügigen Belästigungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.

Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall am bahn nahen Plangebäude unterschreiten den im Kapitel 5.8 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel L_m 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) zur Tagzeit um 10,5 dB(A), zur Nachtzeit wird der Anhaltswert marginal um 0,2 dB(A) überschritten.

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

Altomünster, 29.05.2018



Andreas Kottermair
Beratender Ingenieur



Florian Bradl
Dipl.- Ing. (FH)

1. Empfehlungen für Satzung und Begründung

Die Textvorschläge für die Satzung und Begründung werden unter der Vorgabe erstellt, dass weitergehende aktive Schallschutzmaßnahmen im vorliegenden Fall auf Grund der örtlichen Gegebenheiten (bereits bestehende Lärmschutzanlagen, Ersatz und Neubau zusätzlicher Lärmschutzmaßnahmen) nicht zielführend sind und deshalb hier nicht weiterverfolgt werden.

Hinweise für den Planzeichner:

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

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

- Grundrissorientierung:
Es ist durch Grundrissorientierung sicherzustellen, dass vor den für Lüftungszwecke vorgesehenen Fenstern von schutzbedürftigen Räumen im Sinne der DIN 4109-1:1989-11 („Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“) (Wohn-, Schlaf- und Ruheräume, Kinderzimmer sowie Wohnküchen) die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV von 59 dB(A) tags und 49 dB(A) nachts eingehalten sind. Die entsprechenden, für Lüftungszwecke geeigneten Fassadenseiten sind in der Anlage 3.1 und Anlage 3.2 der schalltechnischen Untersuchung der Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Altomünster vom 29.05.2018 - 5694.2 / 2018 - FB dargestellt.
- Passive Schallschutzmaßnahmen:
Verfügen entsprechende schutzbedürftige Räume über keine nach den vorgenannten Vorgaben zu orientierenden und für Lüftungszwecke geeigneten Fensterflächen, so sind an den entsprechenden Fassadenseiten Schallschutzfenster einzubauen und sicherzustellen, dass auch bei geschlossenen Fenstern an diesen schutzbedürftigen

Räumen die erforderlichen Luftwechselraten eingehalten sind (kontrollierte Wohnraumlüftung). Alternativ ist auch der Einbau anderer passiver Schallschutzmaßnahmen (z.B. kalte Wintergärten oder vollständig verglaste Balkone, Schiebeläden bzw. Prallscheiben etc.) zulässig.

Die vorgeschlagenen passiven Schallschutzmaßnahmen stehen im Einklang mit Art. 45 der Bayerischen Bauordnung BayBO (in Kraft ab: 01.01.2016), wonach Aufenthaltsräume ausreichend belüftet werden müssen.

- Nachweis nach DIN 4109:1989-11 zum baulichen Schallschutz (Schallschutz im Hochbau):
Im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens bzw. Freistellungsverfahrens ist ein Schallschutznachweis nach DIN 4109:1989-11 „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 5.5 der DIN 4109:1989-11 „Schallschutz im Hochbau“) bei den Fassaden der geplanten Wohnungen eingehalten sind. Die Lärmpegelbereiche sind in der Anlage 4 der schalltechnischen Untersuchung der Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Altomünster vom 29.05.2018 - 5694.2 / 2018 - FB dargestellt.

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

- Nach § 1 Abs. 6 BauGB sind bei Aufstellung und Änderung von Bebauungsplänen insbesondere die Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu berücksichtigen.
- Für den vorliegenden Bebauungsplan wurde deshalb die schalltechnische Untersuchung mit der Projektnummer 5694.2 / 2018 - FB der Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Altomünster vom 29.05.2018 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 Überschreitungen der zutreffenden Orientierungswerte der DIN 18005 bzw. Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV zur Nachtzeit, so dass bauliche und/oder passive Schallschutzmaßnahmen ergriffen werden müssen.

- Hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen und sekundären Luftschall sind keine Einwirkungen auf den Menschen zu erwarten.

Hinweis durch Text:

- Die in den Festsetzungen des Bebauungsplanes genannten DIN-Normen und weiteren Regelwerke werden zusammen mit diesem Bebauungsplan während der üblichen Öffnungszeiten in der Bauverwaltung der Gemeinde Hebertshausen, Am Weinberg 1, 85241 Hebertshausen zu jedermanns Einsicht bereitgehalten. Die betreffenden DIN-Vorschriften sind auch archivmäßig hinterlegt bei Deutschen Patentamt.

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

- Die Gemeinde Hebertshausen kann die Lärmsituation bis zu den Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV abwägen, da die Verkehrsbelastung durch die Bundesbahnstrecke München-Treuchtlingen bereits zum jetzigen Zeitpunkt auf einem Niveau ist, die eine Abwägung der Immissionsschutzbelange zu den Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV gerechtfertigt erscheinen lässt.

2. Aufgabenstellung

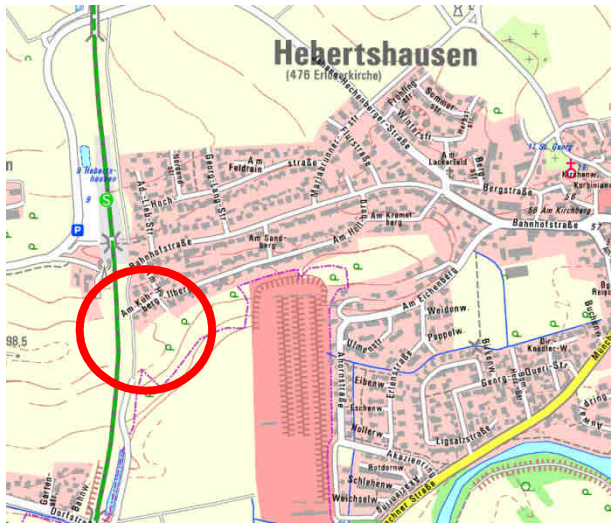
Die Gemeinde Hebertshausen plant die Aufstellung des Bebauungsplanes „Höllberg-West II“ für ein Allgemeines Wohngebiet südlich der bestehenden Bebauung am Ortsrand in der Gemeinde Hebertshausen im Landkreis Dachau.

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 /13/

Die umliegende Nutzung gliedert sich in:

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

Verkehrsbelastungen ergeben sich durch die westlich verlaufende Bahnstrecke München - Treuchtlingen.

Das umliegende Gelände ist weitgehend eben und fällt nach Süden hin ab. Das Bahngleis liegt ca. 6 m tiefer als das Plangebiet, sodass sich hierdurch schallabschirmende Geländeformen ergeben.

3.2. Bilddokumentation zur Ortseinsicht am 18.07.2016



Bild 1 Blick auf Plangebiet von Süden



Bild 2 bestehende Wohnbebauung und Lärmschutzwand im Norden



Bild 3 Bahnstrecke südlich des Plangebietes

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, geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- /4/ Urteil des BayVGH vom 15.03.2017 – 2 N 15.619 – „Abwägungsgebot und Konfliktbewältigung in der Bauleitplanung“

4.2. Normen und Berechnungsgrundlagen

- /5/ 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
- /6/ DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, Stand: 11/89
- /7/ DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- /8/ 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
- /9/ DIN 4150-2 (Einwirkungen von Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden), Juni 1999
- /10/ DIN 4150-3:2016-12 (Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen), Dezember 2016
- /11/ Körperschall- und Erschütterungsschutz, DB Systemtechnik, Deutsche Bahn AG, Leitfaden für den Planer, August 1996 (Berichtigt Februar 1999)

4.3. Planerische und sonstige Grundlagen

- /12/ SoundPLAN-Manager, Version 7.4, Braunstein + Berndt GmbH, 71522 Backnang - Berechnungssoftware mit Systembibliothek
- /13/ Verkehrszahlen Deutsche Bahn AG, E-Mail vom 03.09.2015
- /14/ Ortseinsicht 18.07.2016 durch den Unterzeichner
- /15/ Bebauungsplan „Am Höllberg - West“, rechtskräftig seit 28.04.2009, Gemeinde Hebertshausen
- /16/ Erschütterungsmessungen durch den Sachbearbeiter, 01.08.2016
- /17/ Entwurf Bebauungsplan „Höllberg-West II“, Gemeinde Hebertshausen, E-Mail vom 09.05.2018
- /18/ Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, München:
 - TopMaps Digitale Ortskarte 1:10 000
 - Digitales Geländemodell - Online-Bestellung 16.08.2016

5. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben

5.1. Allgemeine Anforderungen an den Schallschutz

Im Beiblatt 1 zur DIN 18005, Teil 1 /5/ 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 /5/ 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		

Entsprechend dem Urteil des BayVGH vom 15.03.2017 – 2 N 15.619 /4/ kann im Bauleitplanverfahren der Schienenbonus von 5 dB(A) angewandt werden.

5.4. Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109

Die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ /6/ gilt u.a. zum Schutz von Aufenthaltsräumen 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.

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

Für die Bestimmung des „maßgeblichen Außenlärmpegels“ bei Verkehrslärm (Straßen und Schiene) sind gemäß Punkt 5.5.2 und Punkt 5.5.3 dem nach DIN 18005 Teil 1 berechneten Beurteilungspegel für den Tagzeitraum (06:00 - 22:00 Uhr) 3 dB(A) hinzuzurechnen. Das Ergebnis ist ganzzahlig zu runden und entsprechend Tabelle 8 den Lärmpegelbereichen I bis VII zuzuordnen.

Tabelle 8. Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Lärmpegelbereich	„Maßgeblicher Außenlärmpegel“ dB(A)	Raumarten		
			Bettenräume in Krankenanstalten und Santorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und ähnliches	Büroräume ¹⁾ und ähnliches
			erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils in 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	2)	50	45
7	VII	> 80	2)	2)	50

1) 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.
2) 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 /9/ 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:

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

mit

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

T_e = Einwirkzeit

KB_{FTm} = Taktmaximal-Effektivwert

Die Beurteilung erfolgt 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 /9/ 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_{FTr} nicht größer als nach Tabelle 1 /9/ 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 /9/ 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 /9/

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr erfolgt anhand der Anhaltswerte nach Tabelle 1 /9/. 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 /9/.
- 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 /9/ eingehalten werden.

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

Bezug auf die Spürbarkeit der Erschütterungen:

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

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

5.6. Anforderungen nach DIN 4150-3

Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen:

Hinsichtlich der Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen nennt die DIN 4150-3:2016-12 /10/ 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 /10/ nennt in der Tabelle 4 Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit:

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

	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i, \max}$ in mm/s	
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen	Decken, vertikal, alle Frequenzen
Spalte Zeile	1	2	3
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10 ^a
ANMERKUNG Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalte 2 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.			
^a Unterabschnitt 6.1.2 ist zu beachten.			

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

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

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

5.7. Körperschall und Erschütterungsschutz

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

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

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

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

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

Die schwingungstechnisch relevanten Kenngrößen solcher Teilbereiche sind, wenn auch noch nicht vollständig, bei der DB AG vorhanden. Nach dem derzeitigen Erfahrungsstand können durch die analytisch-messtechnischen Prognosen die unsystematischen Fehler zwischen den prognostizierten und den tatsächlich auftretenden Einwirkungen auf Werte kleiner 50% reduziert werden. Die unvermeidbaren unsystematischen Fehler werden im Prognoseverfahren in der Regel durch entsprechende Sicherheitszuschläge berücksichtigt. Zur Erstellung einer Erschütterungsprognose müssen zunächst die o. g. Ausgangsdaten der entkoppelten Teilsysteme, die bahn-, boden- und gebäudespezifisch sind, ermittelt werden:

- Erschütterungs-Emissionspegel: $L_E(f)$
- Pegelabnahme im Boden: $\Delta L_B(f)$
- 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 /11/ wird ein Zusammenhang zwischen dem sekundären Luftschall und dem Körperschallschnellepegel angegeben, der durch statistische Auswertungen von Messergebnissen gewonnen wurde. Die Prognose des sekundären Luftschalls baut somit auf den zu erwartenden Körperschall bzw. den entsprechenden Erschütterungen auf, wobei für den sekundären Luftschall der Frequenzbereich von 20 Hz bis 315 Hz maßgebend ist.

6. Beurteilung Schallschutz

6.1. Allgemeines

Für die Bauleitplanung sind (anders als z. B. für die Errichtung oder wesentliche Änderung eines Verkehrsweges nach der 16. BImSchV (Verkehrslärmschutzverordnung) keine konkreten Grenzwerte zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche normativ festgelegt. Verschiedene technische Regelwerke, insbesondere die DIN 18005 enthalten Orientierungswerte für die Zumutbarkeit von Lärmbelastungen. Diese gelten nach der ständigen Rechtsprechung der Verwaltungsgerichte grundsätzlich auch im Rahmen der Bauleitplanung. Da es sich allerdings gerade nicht um konkrete Grenzwerte handelt, ist die 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 für den Schienenverkehr werden nach den Rechenregeln der DIN ISO 9613-2 /6/ in Zusammenhang mit Schall 03-2012 /8/ 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 (Bayerische) Vermessungsverwaltung bezogen zumindest aber vom Planer in digitaler Form (dxf-Format) angefordert.
- softwarebasierte Prognosemodelle erstellt. Hierzu wird auf den SoundPLAN-Manager der Braunstein + Berndt GmbH, 71522 Backnang zurückgegriffen. Eine Konformitätserklärung des Softwareentwicklers nach DIN 45687:2006-05 - 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.

6.4. Immissionsorte

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

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

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

6.5. Schienenverkehrslärmemissionen

Direkt westlich des Plangebiets verläuft die Bahnstrecke München - Treuchtlingen. Diese befahren nach Auskunft der DB Netz AG /13/ (vgl. Anlage 2) im Jahr 2025 (Tag / Nacht) 128 / 16 des S-Bahn-Verkehrs, 161 / 31 Züge des Personenverkehrs sowie 50 / 61 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 /13/.

Es ergibt sich nachfolgende Prognose-Situation:

Fernbahn München-Treuchtlingen		Gleis: 1		Richtung: Treuchtlingen			Abschnitt: 1 Km: 0+621					
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
3	Güterzug (bespannt mit E-Lok)	20,0	25,0	100	715	-	85,7	68,9	43,9	89,7	72,9	47,9
3	Güterzug (bespannt mit E-Lok)	5,0	6,0	120	715	-	80,8	63,6	41,8	84,6	67,4	45,6
16	Elektrotriebzug	20,0	4,0	160	135	-	76,6	58,8	57,1	72,6	54,8	53,1
7	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) 5	10,0	2,0	160	151	-	76,1	60,4	51,1	72,1	56,5	47,1
8	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) 8	8,0	2,0	200	230	-	78,7	62,4	55,0	75,7	59,4	51,9
18	ICE-2 Halbzug 12	17,0	2,0	200	358	-	79,1	66,7	61,2	72,8	60,5	55,0
5	ICE 3-Vollzug	16,0	2,0	200	402	-	81,4	62,9	59,0	75,4	56,9	53,0
17	ICE-2 Halbzug 14	9,0	2,0	200	411	-	76,9	64,1	58,5	73,4	60,5	55,0
9	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) AZ/D-E	1,0	2,0	160	336	-	69,5	50,8	41,1	75,6	56,8	47,1
-	Gesamt	106,0	47,0	-	-	-	89,7	73,6	65,8	91,4	74,8	61,4
Schienen- kilometer km	Fahrbahnart c1	Fahrfächen- zustand c2		Kurvenfahr- geräusch dB	Gleisbrems- geräusch KL dB	Vorkehrungen g. Quietschgeräusche dB	Sonstige Geräusche dB		Brücke KBr dB		KLM dB	
0+621 1+666	Standardfahrbahn Standardfahrbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fernbahn München-Treuchtlingen		Gleis: 2		Richtung: München			Abschnitt: 2 Km: 0+621					
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
3	Güterzug (bespannt mit E-Lok)	20,0	24,0	100	715	-	85,7	68,9	43,9	89,5	72,7	47,7
3	Güterzug (bespannt mit E-Lok)	5,0	6,0	120	715	-	80,8	63,6	41,8	84,6	67,4	45,6
16	Elektrotriebzug	20,0	4,0	160	135	-	76,6	58,8	57,1	72,6	54,8	53,1
7	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) 5	10,0	2,0	160	151	-	76,1	60,4	51,1	72,1	56,5	47,1
8	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) 8	8,0	2,0	200	230	-	78,7	62,4	55,0	75,7	59,4	51,9
18	ICE-2 Halbzug 12	17,0	2,0	200	358	-	79,1	66,7	61,2	72,8	60,5	55,0
5	ICE 3-Vollzug	16,0	2,0	200	402	-	81,4	62,9	59,0	75,4	56,9	53,0
17	ICE-2 Halbzug 14	9,0	2,0	200	411	-	76,9	64,1	58,5	73,4	60,5	55,0
9	IC-Zug (bespannt mit E-Lok) AZ/D-E	-	1,0	160	336	-	-	-	-	72,6	53,8	44,1
-	Gesamt	105,0	45,0	-	-	-	89,6	73,6	65,8	91,3	74,6	61,3

Bild 4 Verkehrsbelastung durch den Schienenverkehr Gleis 1 und 2

S-Gleis Petershausen - München		Gleis: 3		Richtung: Petershausen			Abschnitt: 3 Km: 21+800					
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	S-Bahn	64,0	8,0	120	135	-	79,6	59,6	55,9	73,6	53,6	49,9
-	Gesamt	64,0	8,0	-	-	-	79,6	59,6	55,9	73,6	53,6	49,9
Schienen- kilometer km	Fahrbahnart c1	Fahrlächen- zustand c2		Kurvenfahr- geräusch dB	Gleisbrems- geräusch KL dB	Vorkehrungen g. Quietschgeräusche dB		Sonstige Geräusche dB		Brücke		
						KBr dB	KLM dB					
21+800	Standardfahrbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22+841	Standardfahrbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S-Gleis Petershausen - München		Gleis: 4		Richtung: Dachau			Abschnitt: 4 Km: 21+800					
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	S-Bahn	64,0	8,0	120	135	-	79,6	59,6	55,9	73,6	53,6	49,9
-	Gesamt	64,0	8,0	-	-	-	79,6	59,6	55,9	73,6	53,6	49,9
Schienen- kilometer km	Fahrbahnart c1	Fahrlächen- zustand c2		Kurvenfahr- geräusch dB	Gleisbrems- geräusch KL dB	Vorkehrungen g. Quietschgeräusche dB		Sonstige Geräusche dB		Brücke		
						KBr dB	KLM dB					
21+800	Standardfahrbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22+841	Standardfahrbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Bild 5 Verkehrsbelastung durch den Schienenverkehr Gleis 3 und 4

Entsprechend dem Urteil des BayVGH vom 15.03.2017 – 2 N 15.619 /4/ kann im Bauleitplanverfahren der Schienenbonus von 5 dB(A) angewandt werden.

7. Beurteilung Erschütterungen

Das Planungsgebiet befindet sich östlich der Bahnlinie München - Treuchtlingen. Das erste der vier Bahngleise ist vom nächsten Plangebiet (PG 1) ca. 53 m entfernt und im gesamten Bereich auf Betonschwellen und Schotterbett gelagert.

Gleis 1 und 2 werden von Elektrotriebzügen, ICE und Güterzügen befahren. Auf Gleis 3 und 4 verkehren die S-Bahnen.

Nach den Prognosezugzahlen für das Jahr 2025 der DB Netz AG /13/ (s. Anlage 2) werden auf dem betreffenden Streckenabschnitt insgesamt verkehren (Tag / Nacht):

- 128 / 16 S-Bahnen
- 77 / 19 Regionalzüge
- 84 / 12 ICE
- 50 / 61 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 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).

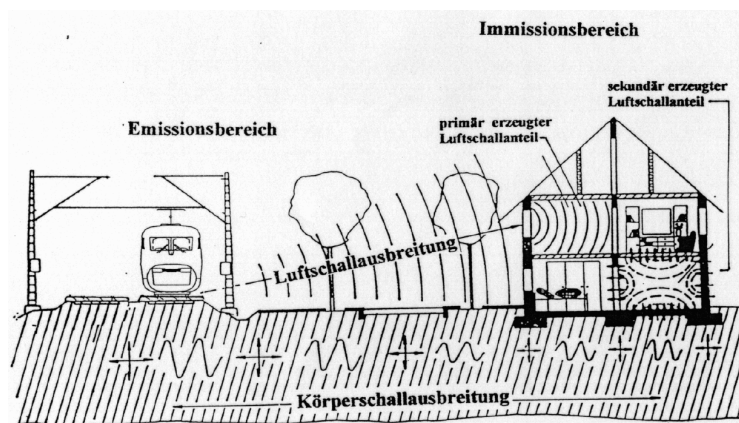


Schaubild: Entstehung und Ausbreitung von Erschütterungen an Schienenverkehrswegen /11/

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 01.08.2016 wurden im Zeitraum zwischen ca. 14.30 und 17.00 Uhr Erschütterungsmessungen auf dem freien Feld und im Referenzgebäude (Am Kühberg 9) bei den Zugvorbeifahrten durchgeführt. Bei dem Referenzgebäude handelt es sich um ein nicht unterkellertes Einfamilienhaus mit einer Betondecke zum Obergeschoß. Die ausgewählten Messpunkte befanden sich am Fundament (MP 3) und im 1. Obergeschoß (MP 4). Die fotografische Dokumentation ist in Anlage 6.1 ersichtlich.

Messpunkt 1 (MP 1)

ca. 7 m von der Lärmschutzwand (LSW) entfernt, auf freiem Feld

Messpunkt 2 (MP 2)

ca. 20 m von der LSW entfernt, auf freiem Feld

Messpunkt 3 (MP 3)

Referenzgebäude, Erdgeschoß, bahnungsgewandt, Fundamentnähe

Messpunkt 4 (MP 4)

Referenzgebäude, 1. Obergeschoß, bahnungsgewandt, 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 /9/, /10/ 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 40 Züge messtechnisch erfasst, wobei es zu 42 Messungen kam.

Somit können die Messwerte von 9 S-Bahnen, 11 Regionalzügen (Elektrotriebzüge), 12 ICE und 10 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 6.2 (Ergebnistabellen bzw. Messprotokolle) und die gemittelten Werte in der nachfolgenden Tabelle 3 enthalten:

MP	Züge	Anzahl	gemittelte Schwinggeschwindigkeit v_{\max}			gemittelte KB-Werte $KB_{F\max}$		
			Komponente			Komponente		
			x	y	z	x	y	Z
1	S G3	7	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01
	S G4	6	0,06	0,07	0,03	0,02	0,03	0,01
	RB G1	7	0,12	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
	RB G2	3	0,13	0,14	0,09	0,05	0,06	0,04
	ICE G1	4	0,12	0,09	0,08	0,05	0,04	0,04
	ICE G2	4	0,13	0,11	0,10	0,05	0,04	0,04
	G G1	3	0,15	0,13	0,09	0,07	0,06	0,04
	G G2	1	0,13	0,12	0,08	0,05	0,06	0,04
2	S G3	7	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
	S G4	6	0,06	0,06	0,03	0,02	0,02	0,01
	RB G1	7	0,11	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02
	RB G2	3	0,12	0,11	0,05	0,05	0,04	0,02
	ICE G1	4	0,12	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03
	ICE G2	4	0,14	0,12	0,07	0,06	0,05	0,03
	G G1	3	0,13	0,12	0,09	0,05	0,05	0,04
	G G2	1	0,12	0,11	0,07	0,05	0,05	0,03
3	S G3	7	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
	S G4	6	0,03	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02
	RB G1	7	0,06	0,06	0,07	0,03	0,02	0,03
	RB G2	3	0,06	0,06	0,10	0,03	0,03	0,04
	ICE G1	4	0,06	0,08	0,09	0,03	0,03	0,04
	ICE G2	4	0,08	0,08	0,10	0,03	0,04	0,04
	G G1	3	0,08	0,07	0,11	0,04	0,04	0,05
	G G2	1	0,08	0,08	0,09	0,04	0,03	0,04
4	S G3	7	0,02	0,02	0,06	0,01	0,01	0,03
	S G4	6	0,06	0,08	0,10	0,03	0,04	0,05
	RB G1	7	0,10	0,08	0,13	0,05	0,04	0,06
	RB G2	3	0,13	0,12	0,21	0,05	0,05	0,10
	ICE G1	4	0,12	0,12	0,23	0,05	0,06	0,11
	ICE G2	4	0,13	0,15	0,29	0,05	0,07	0,14
	G G1	3	0,15	0,16	0,18	0,07	0,08	0,07
	G G2	1	0,16	0,15	0,13	0,07	0,08	0,06

Tabelle 3: Mittlere Scheitelwerte der Schwinggeschwindigkeit und der $KB_{F\max}$ -Werte

Die größte gemittelte Schwinggeschwindigkeit sowie $KB_{F\max}$ wurde an der z-Komponente des Messpunkts MP 4 mit $v_{\max} = 0,40$ mm/s, sowie $KB_{F\max} = 0,20$ 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 /13/ (vgl. Anlage 2) für diesen Streckenabschnitt.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die daraus prognostizierten KB_{Fmax} - und KB_{FTT} -Werte für das Allgemeine Wohngebiet aufgeführt. Betrachtet wird ein Plangebäude in etwa 53 m Entfernung zur Gleismitte.

Immissionsort	Zugart	Anzahl Züge		Maximale bewertete Schwingstärke Deckenebene	Beurteilungs-schwing- stärke	
				KB_{Fmax}	KB_{FTT} ¹⁾	
		Tag	Nacht		Tag	Nacht
PG 1 (Gebäude ca. 53 m vom Bahngleis entfernt)	S G3	64	8	0,03	0,000	0,000
	S G4	64	8	0,04	0,000	0,000
	RB G1	39	10	0,06	0,000	0,000
	RB G2	38	9	0,08	0,000	0,000
	ICE G1	42	6	0,10	0,000	0,000
	ICE G2	42	6	0,08	0,000	0,000
	G G1	25	31	0,08	0,000	0,000
	G G2	25	30	0,06	0,000	0,000
Gesamt		339	108		0,000	0,000

¹⁾ Bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} sind Taktmaximalwerte $KB_{FTT} \leq 0,1$ 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 $KB_{FTT} = 0$ ist.

Tabelle 4: Prognosewerte der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} und der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} für das Plangebäude PG 1

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

Auf Grund der geringen Erschütterungseinwirkungen ($KB_{Fmax} \leq 0,1$) wird die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} nicht berechnet bzw. ist „null“ zu setzen.

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

Die Anforderungen der DIN 4150-2 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 $v_{\max} = 0,40$ mm/s (z-Komponente) lässt sich für die Plangebäude die Aussage Treffen, dass auf Grund der ohnehin geringen Einwirkungen und des um ca. 26 m größeren Abstands keine Gebäudeschäden (Rissbildungen usw.) durch Bahnerschütterungen zu erwarten sind.

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

7.4. Prognose des sekundären Luftschalls

Ausgehend von den am Messpunkt MP 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 /13/ und den gemessenen Erschütterungswerten eine Prognose für den sekundären Luftschall für das zukünftige bahnnächste Gebäude erstellt. Die prognostizierten Luftschallpegel und die sich daraus ergebenden Beurteilungspegel sind in der nachfolgenden Tabelle 5 aufgeführt.

Immissionsort	Zugart	Anzahl Züge		Sekundärer Luftschallpegel	Beurteilungspegel	
		Tag	Nacht	L_{sek} [dB(A)]	L_m [dB(A)]	
					Tag	Nacht
PG 1 (Gebäude ca. 53 m vom Bahngleis entfernt)	S G3	64	8	28,14	9,1	3,1
	S G4	64	8	30,37	11,2	5,2
	RB G1	39	10	35,68	16,5	13,6
	RB G2	38	9	36,64	17,1	13,8
	ICE G1	42	6	36,32	14,6	9,1
	ICE G2	42	6	38,44	14,7	9,3
	G G1	25	31	36,32	17,2	21,2
	G G2	25	30	36,46	17,4	21,2
Gesamt		339	108		24,5	25,2

Tabelle 5: Prognosewerte des sekundären Luftschalls (L_{sek} [dB(A)] und L_m [dB(A)])

Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall am bahnnahe Plangebäude unterschreiten den im Kapitel 5.8 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel L_m 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) zur Tagzeit um 10,5 dB(A), zur Nachtzeit wird der Anhaltswert marginal um 0,2 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.

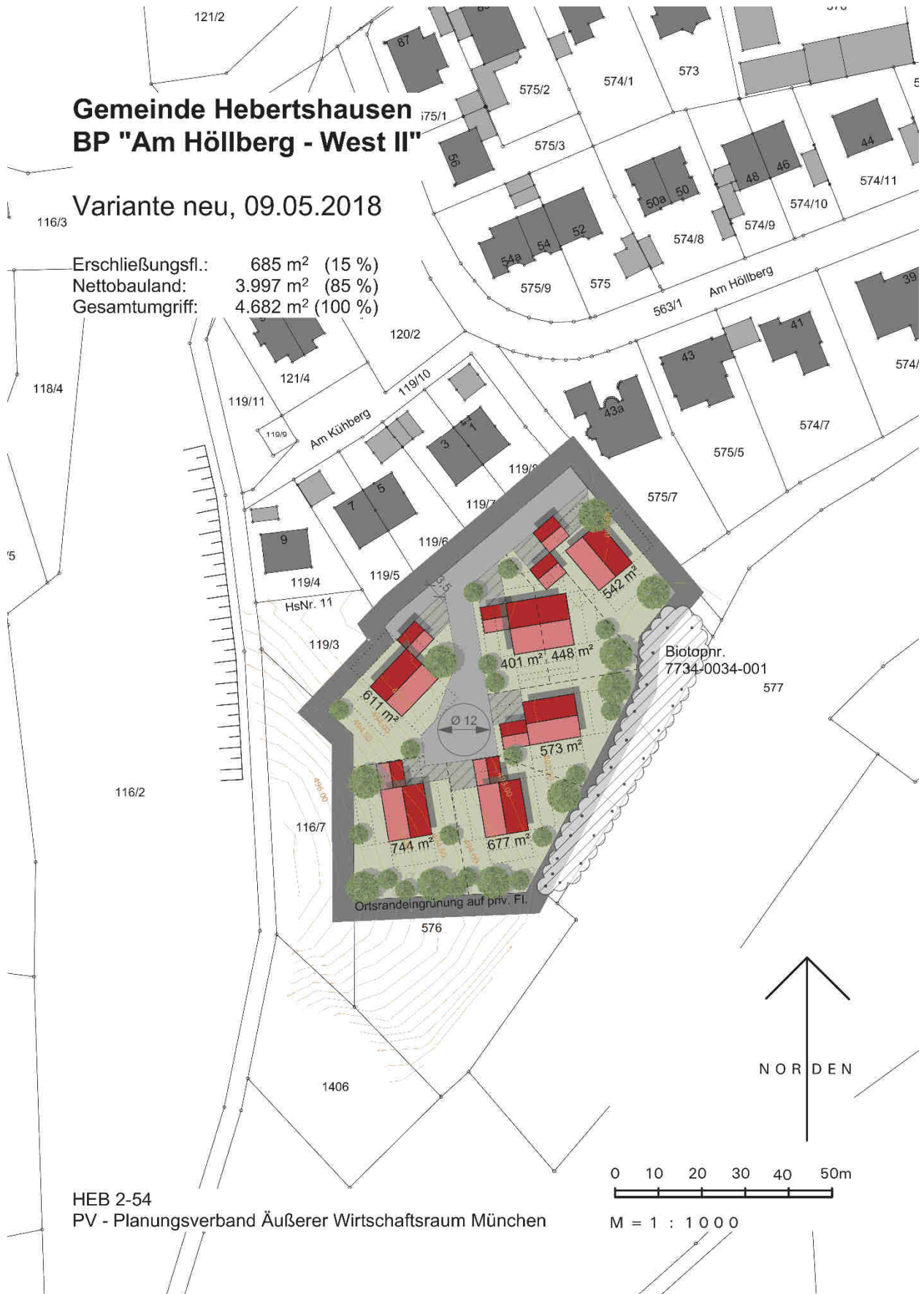
Da die Belästigungen am betrachteten, bahnnahe Plangebäude sehr gering sind, ist in den anderen Objekten mit keinen Einschränkungen zu rechnen.

Anlage 1 Bebauungsplanentwurf

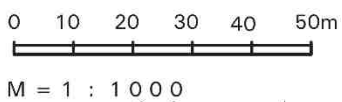
Gemeinde Hebertshausen BP "Am Höllberg - West II"

Variante neu, 09.05.2018

Erschließungsfl.: 685 m² (15 %)
Nettobauland: 3.997 m² (85 %)
Gesamtumgriff: 4.682 m² (100 %)



HEB 2-54
PV - Planungsverband Äußerer Wirtschaftsraum München



Anlage 2 Verkehrsprognose DB 2025

Strecke 5501 Abschnitt Hebertshausen (München-Treuchtlingen)

Prognose 2025				Daten nach Schall03-2015									
Anzahl Züge		Zugart-	v_max	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
Tag	Nacht	Traktion	km/h	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeugkat egorie	Anzahl	Fahrzeugkat egorie	Anzahl	Fahrzeugka tegorie	Anzahl
40	49	GZ-E*	100	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
10	12	GZ-E*	120	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
40	8	RV-ET	160	5-Z5_A10	2								
20	4	RV-E	160	7-Z5_A4	1	9-Z5	5						
16	4	RV-E	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	8						
34	4	ICE	200	1-V1	2	2-V1	12						
32	4	ICE	200	3-Z9	2								
18	4	ICE	200	1-V1	2	2-V1	14						
1	3	AZ/D-E	160	7-Z5_A4	1	9-Z5	12						
211	92	Summe beider Richtungen											

*) Anteil Verbundstoff-Klotzbremsen = 80% gem. EBA-Anordnung vom 11.01.2015

Bemerkung zu Schall03-2015:

Die Bezeichnung der Fahrzeugkategorie setzt sich wie folgt zusammen:

Nr. der Fz-Kategorie -Variante bzw. -Zeilennummer in Tabelle Beiblatt 1 _Achszahl (bei Tfz, E- und V-Triebzügen-außer bei HGV)

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

Legende

Traktionsarten: -E, -V = mit E- bzw. Diesellok bespannte Züge

-ET, -VT = Elektro-, Dieseltriebzüge

Zugarten : AZ/D = Saison-, Ausflugs- oder sonstiger Fernreisezug

RV = Regionalzug

GZ = Güterzug

ICE = Elektrotriebzug des HGV

Strecke 5544 Abschnitt Hebertshausen (S-Bahn München-Petershausen)

Prognose 2025				Daten nach Schall03-2015									
Anzahl Züge		Zugart-	v_max	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
Tag	Nacht	Traktion	km/h	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeugkat egorie	Anzahl	Fahrzeugkat egorie	Anzahl	Fahrzeugka tegorie	Anzahl
128	16	S	120	5-Z5_A10	2								
128	16	Summe beider Richtungen											

Bemerkung zu Schall03-2015:

Die Bezeichnung der Fahrzeugkategorie setzt sich wie folgt zusammen:

Nr. der Fz-Kategorie -Variante bzw. -Zeilennummer in Tabelle Beiblatt 1 _Achszahl (bei Tfz, E- und V-Triebzügen-außer bei HGV)

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

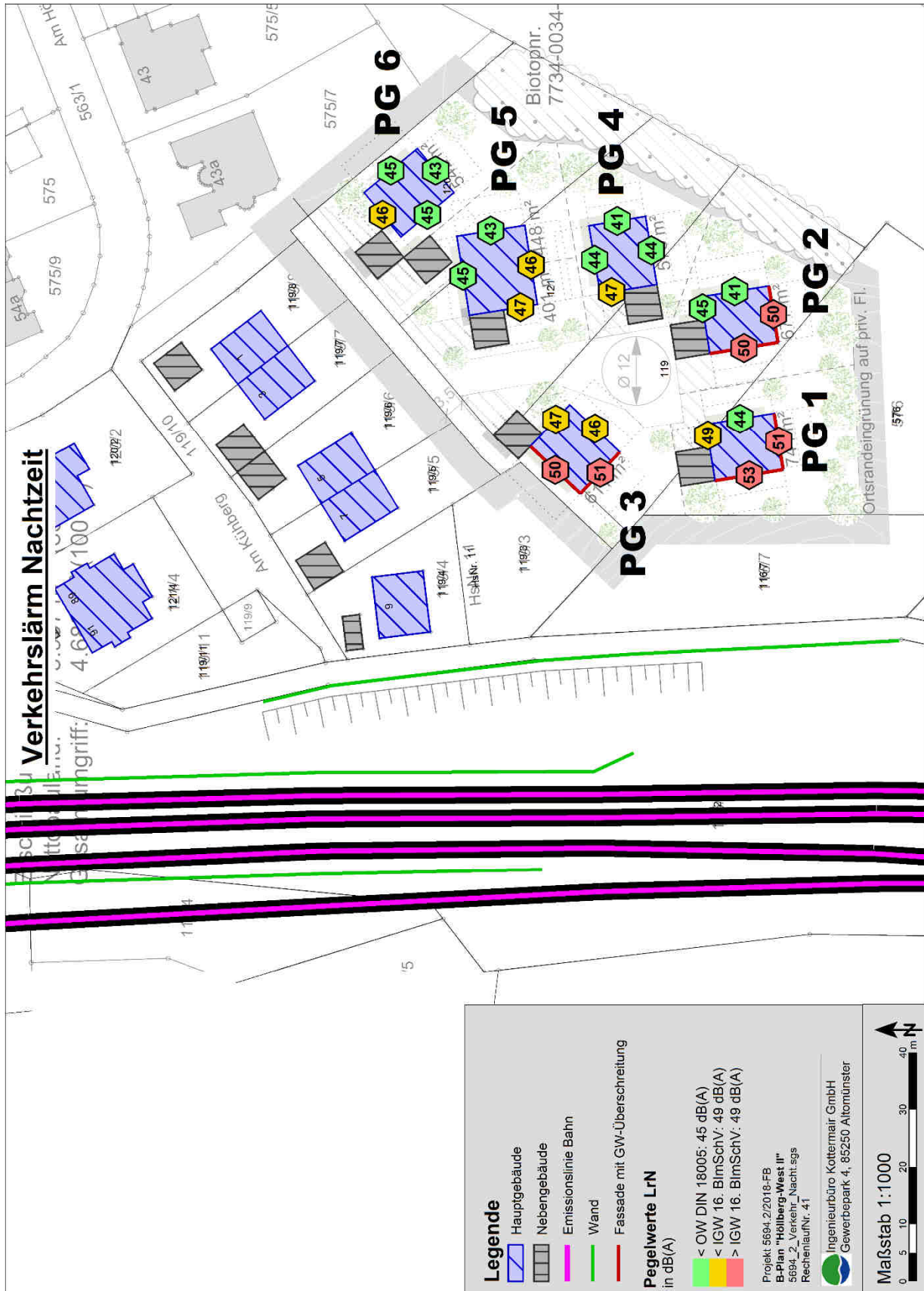
Traktionsarten: -E, -V = mit E- bzw. Diesellok bespannte Züge

-ET, VT = Elektro- bzw. Dieseltriebzüge

ICE, TGV, S = Elektrotriebzüge

Zugarten : S = S-Bahnen

Anlage 3.2 Verkehrslärm Nachtzeit



Anlage 3.3 Pegeltabelle Verkehrslärm

Etage	HR	Nutz- ung	OW,T OW,N		Verkehr		DIN 18005		16. BImSchV	
			[dB(A)]		Lr,T Lr,N	[dB(A)]		Diff,T Diff,N	[dB(A)]	
Immissionsort: PG 1										
EG	W	WA	55	45	49	51	-6	6	-10	2
1. OG	W	WA	55	45	51	53	-4	8	-8	4
EG	N	WA	55	45	44	45	-11	0	-15	-4
1. OG	N	WA	55	45	47	48	-8	3	-12	-1
EG	O	WA	55	45	43	44	-12	-1	-16	-5
1. OG	O	WA	55	45	42	44	-13	-1	-17	-5
EG	S	WA	55	45	48	49	-7	4	-11	0
1. OG	S	WA	55	45	50	51	-5	6	-9	2
Immissionsort: PG 2										
EG	W	WA	55	45	46	48	-9	3	-13	-1
1. OG	W	WA	55	45	48	50	-7	5	-11	1
EG	N	WA	55	45	42	43	-13	-2	-17	-6
1. OG	N	WA	55	45	44	45	-11	0	-15	-4
EG	O	WA	55	45	40	41	-15	-4	-19	-8
1. OG	O	WA	55	45	40	41	-15	-4	-19	-8
EG	S	WA	55	45	47	48	-8	3	-12	-1
1. OG	S	WA	55	45	48	50	-7	5	-11	1
Immissionsort: PG 3										
EG	NW	WA	55	45	47	48	-8	3	-12	-1
1. OG	NW	WA	55	45	48	49	-7	4	-11	0
EG	NO	WA	55	45	43	45	-12	0	-16	-4
1. OG	NO	WA	55	45	45	47	-10	2	-14	-2
EG	SO	WA	55	45	44	45	-11	0	-15	-4
1. OG	SO	WA	55	45	44	46	-11	1	-15	-3
EG	SW	WA	55	45	48	49	-7	4	-11	0
1. OG	SW	WA	55	45	49	51	-6	6	-10	2

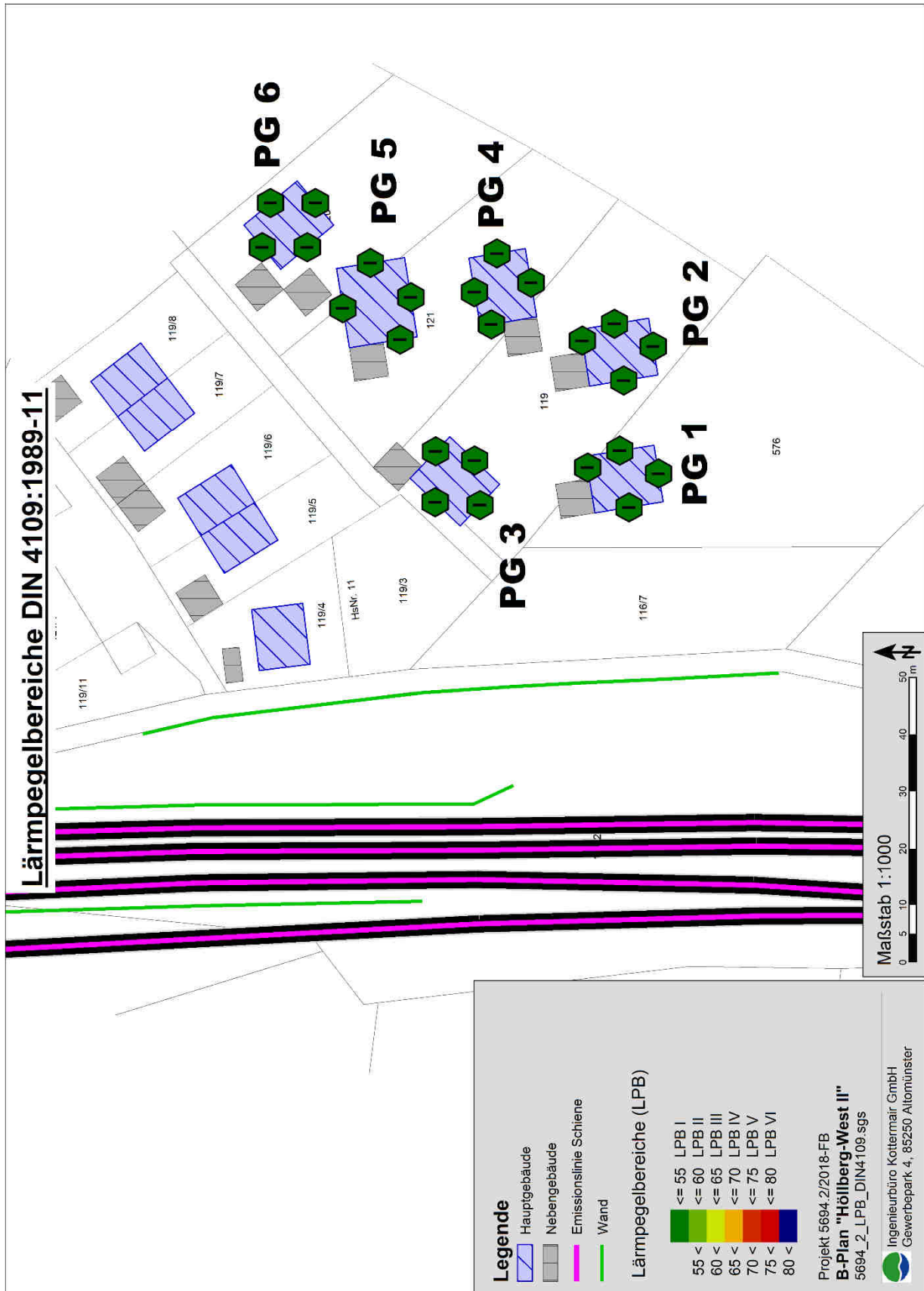
Etage	HR	Nutz- ung	OW,T OW,N		Verkehr		DIN 18005		16. BImSchV	
			[dB(A)]		Lr,T Lr,N	[dB(A)]		Diff,T Diff,N	[dB(A)]	
Immissionsort: PG 4										
EG	S	WA	55	45	40	41	-15	-4	-19	-8
1. OG	S	WA	55	45	42	44	-13	-1	-17	-5
EG	W	WA	55	45	43	45	-12	0	-16	-4
1. OG	W	WA	55	45	45	47	-10	2	-14	-2
EG	N	WA	55	45	41	43	-14	-2	-18	-6
1. OG	N	WA	55	45	42	44	-13	-1	-17	-5
EG	O	WA	55	45	40	41	-15	-4	-19	-8
1. OG	O	WA	55	45	40	41	-15	-4	-19	-8
Immissionsort: PG 5										
EG	S	WA	55	45	42	43	-13	-2	-17	-6
1. OG	S	WA	55	45	44	46	-11	1	-15	-3
EG	W	WA	55	45	44	46	-11	1	-15	-3
1. OG	W	WA	55	45	46	47	-9	2	-13	-2
EG	N	WA	55	45	43	45	-12	0	-16	-4
1. OG	N	WA	55	45	44	45	-11	0	-15	-4
EG	O	WA	55	45	41	42	-14	-3	-18	-7
1. OG	O	WA	55	45	41	43	-14	-2	-18	-6
Immissionsort: PG 6										
EG	SW	WA	55	45	41	42	-14	-3	-18	-7
1. OG	SW	WA	55	45	44	45	-11	0	-15	-4
EG	NW	WA	55	45	44	46	-11	1	-15	-3
1. OG	NW	WA	55	45	45	46	-10	1	-14	-3
EG	NO	WA	55	45	43	45	-12	0	-16	-4
1. OG	NO	WA	55	45	44	45	-11	0	-15	-4
EG	SO	WA	55	45	39	41	-16	-4	-20	-8
1. OG	SO	WA	55	45	41	43	-14	-2	-18	-6

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 Lärmpegelbereiche



Anlage 5 Rechenlaufinformationen

Gemeinde Hebertshausen
B-Plan "Höllberg-West II"
 Rechenlaufinformationen Beurteilungspegel

Rechenlaufbeschreibung

Rechenkern: Gebäudelärmkarte
 Titel: 5694 2 Verkehr
 Gruppe:
 Laufdatei: RunFile.runx
 Ergebnisnummer: 41
 Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 4)
 Berechnungsbeginn: 23.05.2018 08:36:50
 Berechnungsende: 23.05.2018 08:36:59
 Rechenzeit: 00:04:961 [mts:ms]
 Anzahl Punkte: 24
 Anzahl berechneter Punkte: 24
 Kernel Version: 16.02.2018 (64 bit)

Rechenlaufparameter

Reflexionsordnung 1
 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
 5 dB Bonus für Schiene ist gesetzt Ja
 Richtlinien:
 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

5694_2_Verkehr.sit 23.05.2018 08:36:44
 - enthält:
 5694_0_DFK.geo 14.11.2017 02:31:24
 5694_0_Koordinaten.geo 14.11.2017 02:31:24
 5694_0_LSW.geo 14.11.2017 02:31:24
 5694_0_LSW_neu.geo 14.11.2017 02:31:24
 5694_0_Schiene.geo 14.11.2017 02:31:26
 5694_0_umliegende_Gebäude.geo 14.11.2017 02:31:26
 5694_2_PG.geo 23.05.2018 08:36:44
 RDGM0010.dgm 14.11.2017 02:31:26

Anlage 5 Rechenlaufinformationen

Gemeinde Hebertshausen B-Plan "Höllberg-West II" Rechenlaufinformationen Geländemodell
--

Rechenlaufbeschreibung	
Rechenkern:	Digitales Geländemodell
Titel:	"5694_0_DGM.sit"
Gruppe:	
Laufdatei:	RunFile.runx
Ergebnisnummer:	10
Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 0)	
Berechnungsbeginn:	08.09.2016 11:37:07
Berechnungsende:	08.09.2016 11:37:08
Kernel Version:	23.08.2016 (32 bit)
Geometriedaten	
5694_0_Schiene.geo	30.08.2016 13:49:34
5694_0_DGM.sit	16.08.2016 08:03:24
- enthält:	
5694_0_DGM.geo	08.09.2016 11:37:04

ProjektNr.: 5694.0/2016-FB RechenlaufNr.: 10	Ingenieurbüro Kottermair GmbH Gewerbepark 4, 85250 Altomünster	Seite 1 von 1
---	--	---------------

SoundPLAN 7.4

Anlage 6.1 Messpunkte Erschütterungsmessungen



Bild 6: Plangebiet, Blickrichtung (BR) Norden

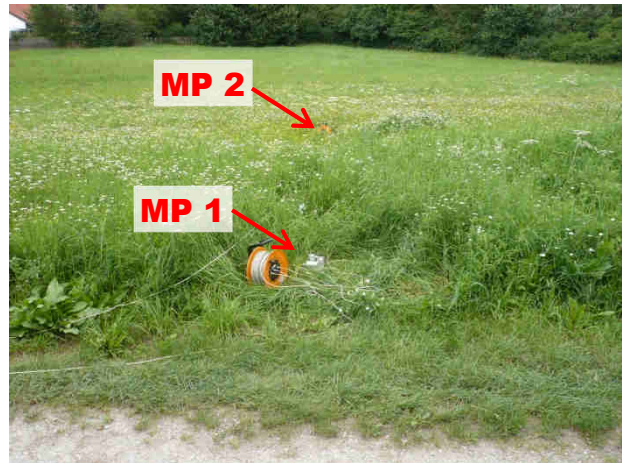


Bild 7: Übersicht Messpunkte Freifeld, BR Osten

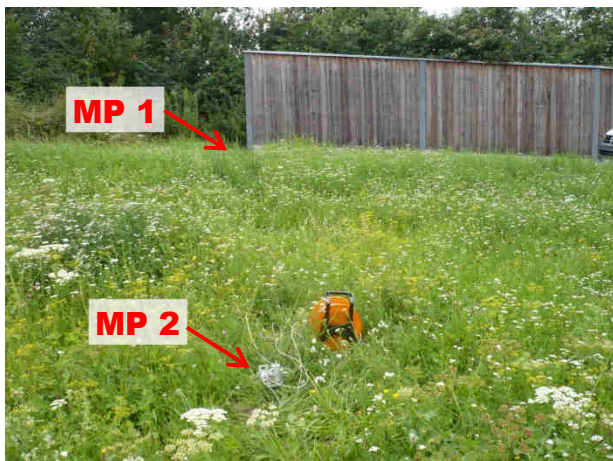


Bild 8: Übersicht Messpunkte Freifeld, BR Westen



Bild 9: Messpunkt 1, 8 m vom Bahngleis entfernt

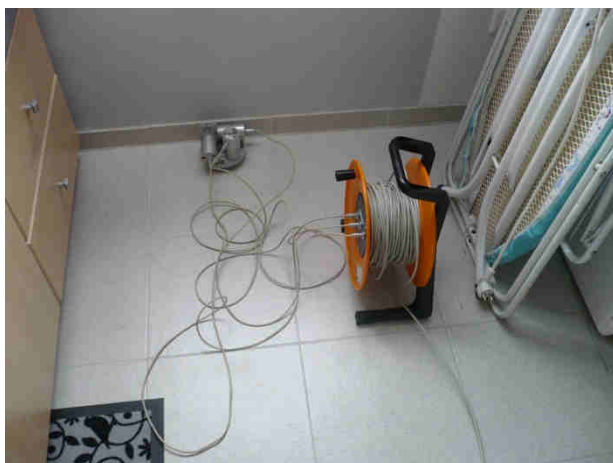


Bild 10: Messpunkt 3, Fundamentnähe

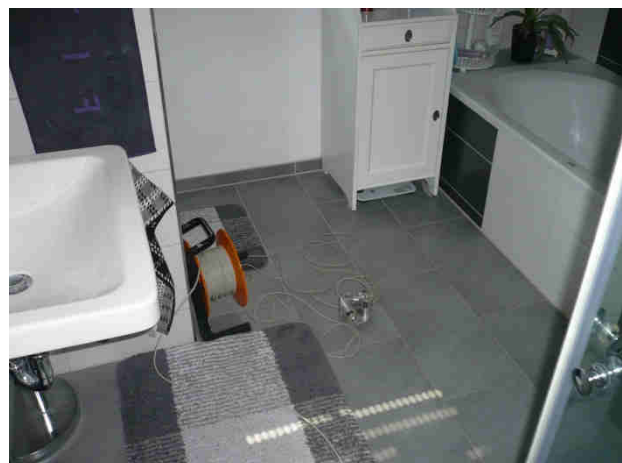


Bild 11: Messpunkt 4, Raummitte 1. OG

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 1 2016-08-01 14:50:20 Uhr ID=48

	unb				---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
		max			F-max	FT-m	rms		
x - MP 1	2	0,098 mm/s	KB		0,039		0,011		8
y	3	0,118 mm/s	KB		0,041		0,010		8
z	4	0,076 mm/s	KB		0,030		0,007		8
x - MP 2	5	0,105 mm/s	KB		0,036		0,011		8
y	6	0,089 mm/s	KB		0,036		0,011		8
z	7	0,049 mm/s	KB		0,019		0,006		8
x - MP 3	8	0,055 mm/s	KB		0,024		0,007		8
y	9	0,050 mm/s	KB		0,021		0,007		8
z	10	0,074 mm/s	KB		0,028		0,008		8
x - MP 4	11	0,079 mm/s	KB		0,040		0,011		8
y	12	0,080 mm/s	KB		0,032		0,009		8
z	13	0,098 mm/s	KB		0,047		0,014		8

Mess -richtung
-punkt
-kanal

v_{\max} -Werte

$KB_{F_{\max}}$ -Werte (KB-Effektiv)

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 2 2016-08-01 14:54:22 Uhr ID=49

	unb				---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
		max			F-max	FT-m	rms		
	2	0,116 mm/s	KB		0,045		0,019		8
	3	0,082 mm/s	KB		0,029		0,016		8
	4	0,070 mm/s	KB		0,026		0,012		8
	5	0,111 mm/s	KB		0,042		0,018		8
	6	0,088 mm/s	KB		0,031		0,016		8
	7	0,073 mm/s	KB		0,025		0,010		8
	8	0,054 mm/s	KB		0,019		0,010		8
	9	0,047 mm/s	KB		0,018		0,010		8
	10	0,067 mm/s	KB		0,026		0,014		8
	11	0,102 mm/s	KB		0,044		0,020		8
	12	0,103 mm/s	KB		0,046		0,019		8
	13	0,155 mm/s	KB		0,056		0,027		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 3 2016-08-01 14:56:00 Uhr ID=50

	unb				---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
		max			F-max	FT-m	rms		
	2	0,034 mm/s	KB		0,013		0,006		8
	3	0,035 mm/s	KB		0,013		0,005		8
	4	0,025 mm/s	KB		0,009		0,003		8
	5	0,039 mm/s	KB		0,019		0,008		8
	6	0,040 mm/s	KB		0,016		0,007		8
	7	0,018 mm/s	KB		0,009		0,003		8
	8	0,013 mm/s	KB		0,006		0,003		8
	9	0,019 mm/s	KB		0,007		0,003		8
	10	0,026 mm/s	KB		0,012		0,004		8
	11	0,025 mm/s	KB		0,012		0,004		8
	12	0,030 mm/s	KB		0,013		0,005		8
	13	0,067 mm/s	KB		0,035		0,010		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 4 2016-08-01 15:06:22 Uhr ID=51

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,036 mm/s	KB		0,015		0,006			8
3	0,059 mm/s	KB		0,027		0,007			8
4	0,024 mm/s	KB		0,010		0,004			8
5	0,044 mm/s	KB		0,017		0,006			8
6	0,050 mm/s	KB		0,019		0,007			8
7	0,025 mm/s	KB		0,009		0,003			8
8	0,026 mm/s	KB		0,009		0,003			8
9	0,019 mm/s	KB		0,009		0,003			8
10	0,028 mm/s	KB		0,013		0,004			8
11	0,041 mm/s	KB		0,017		0,006			8
12	0,047 mm/s	KB		0,026		0,008			8
13	0,105 mm/s	KB		0,059		0,013			8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 5 2016-08-01 15:07:31 Uhr ID=52

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,123 mm/s	KB		0,035		0,012			8
3	0,068 mm/s	KB		0,025		0,009			8
4	0,055 mm/s	KB		0,025		0,007			8
5	0,076 mm/s	KB		0,031		0,010			8
6	0,069 mm/s	KB		0,028		0,009			8
7	0,063 mm/s	KB		0,023		0,007			8
8	0,052 mm/s	KB		0,020		0,006			8
9	0,081 mm/s	KB		0,027		0,009			8
10	0,072 mm/s	KB		0,027		0,008			8
11	0,095 mm/s	KB		0,038		0,013			8
12	0,115 mm/s	KB		0,057		0,016			8
13	0,145 mm/s	KB		0,067		0,017			8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 6 2016-08-01 15:16:28 Uhr ID=53

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,037 mm/s	KB		0,013		0,006			8
3	0,041 mm/s	KB		0,014		0,005			8
4	0,025 mm/s	KB		0,011		0,004			8
5	0,041 mm/s	KB		0,022		0,008			8
6	0,033 mm/s	KB		0,015		0,006			8
7	0,020 mm/s	KB		0,011		0,004			8
8	0,010 mm/s	KB		0,005		0,002			8
9	0,012 mm/s	KB		0,005		0,002			8
10	0,021 mm/s	KB		0,011		0,003			8
11	0,016 mm/s	KB		0,007		0,003			8
12	0,019 mm/s	KB		0,009		0,004			8
13	0,042 mm/s	KB		0,023		0,008			8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 7 2016-08-01 15:17:48 Uhr ID=54

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,121 mm/s	KB	0,052		0,012		8
3	0,086 mm/s	KB	0,036		0,009		8
4	0,058 mm/s	KB	0,026		0,007		8
5	0,094 mm/s	KB	0,038		0,011		8
6	0,116 mm/s	KB	0,046		0,011		8
7	0,073 mm/s	KB	0,027		0,006		8
8	0,063 mm/s	KB	0,024		0,006		8
9	0,069 mm/s	KB	0,028		0,007		8
10	0,082 mm/s	KB	0,037		0,009		8
11	0,118 mm/s	KB	0,048		0,013		8
12	0,090 mm/s	KB	0,037		0,013		8
13	0,207 mm/s	KB	0,093		0,023		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 8 2016-08-01 15:24:40 Uhr ID=55

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,099 mm/s	KB	0,037		0,010		8
3	0,127 mm/s	KB	0,058		0,010		8
4	0,055 mm/s	KB	0,023		0,006		8
5	0,103 mm/s	KB	0,041		0,013		8
6	0,086 mm/s	KB	0,036		0,010		8
7	0,049 mm/s	KB	0,018		0,005		8
8	0,044 mm/s	KB	0,019		0,005		8
9	0,042 mm/s	KB	0,017		0,005		8
10	0,052 mm/s	KB	0,022		0,007		8
11	0,085 mm/s	KB	0,038		0,010		8
12	0,091 mm/s	KB	0,043		0,010		8
13	0,120 mm/s	KB	0,038		0,011		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 9 2016-08-01 15:26:59 Uhr ID=56

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,052 mm/s	KB	0,019		0,008		8
3	0,047 mm/s	KB	0,020		0,008		8
4	0,031 mm/s	KB	0,012		0,005		8
5	0,053 mm/s	KB	0,018		0,009		8
6	0,056 mm/s	KB	0,020		0,009		8
7	0,025 mm/s	KB	0,010		0,005		8
8	0,032 mm/s	KB	0,014		0,006		8
9	0,036 mm/s	KB	0,013		0,005		8
10	0,033 mm/s	KB	0,016		0,007		8
11	0,052 mm/s	KB	0,022		0,010		8
12	0,070 mm/s	KB	0,034		0,013		8
13	0,083 mm/s	KB	0,032		0,014		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 10 2016-08-01 15:30:44 Uhr ID=57

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,102 mm/s	KB	0,041		0,014		8
3	0,090 mm/s	KB	0,034		0,012		8
4	0,063 mm/s	KB	0,026		0,008		8
5	0,088 mm/s	KB	0,037		0,014		8
6	0,091 mm/s	KB	0,036		0,013		8
7	0,049 mm/s	KB	0,019		0,007		8
8	0,040 mm/s	KB	0,020		0,007		8
9	0,043 mm/s	KB	0,020		0,008		8
10	0,067 mm/s	KB	0,028		0,010		8
11	0,091 mm/s	KB	0,039		0,013		8
12	0,091 mm/s	KB	0,042		0,017		8
13	0,132 mm/s	KB	0,057		0,021		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 11 2016-08-01 15:37:16 Uhr ID=58

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,037 mm/s	KB	0,016		0,006		8
3	0,032 mm/s	KB	0,013		0,005		8
4	0,023 mm/s	KB	0,011		0,004		8
5	0,050 mm/s	KB	0,026		0,009		8
6	0,039 mm/s	KB	0,018		0,007		8
7	0,019 mm/s	KB	0,010		0,004		8
8	0,011 mm/s	KB	0,004		0,002		8
9	0,011 mm/s	KB	0,005		0,003		8
10	0,020 mm/s	KB	0,012		0,003		8
11	0,020 mm/s	KB	0,008		0,004		8
12	0,018 mm/s	KB	0,009		0,004		8
13	0,047 mm/s	KB	0,026		0,008		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 12 2016-08-01 15:39:24 Uhr ID=59

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,128 mm/s	KB	0,051		0,021		8
3	0,124 mm/s	KB	0,057		0,021		8
4	0,077 mm/s	KB	0,035		0,014		8
5	0,117 mm/s	KB	0,052		0,021		8
6	0,105 mm/s	KB	0,046		0,019		8
7	0,074 mm/s	KB	0,033		0,013		8
8	0,077 mm/s	KB	0,038		0,013		8
9	0,081 mm/s	KB	0,034		0,015		8
10	0,091 mm/s	KB	0,041		0,016		8
11	0,161 mm/s	KB	0,067		0,024		8
12	0,152 mm/s	KB	0,075		0,031		8
13	0,129 mm/s	KB	0,057		0,024		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 13 2016-08-01 15:43:05 Uhr ID=60

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,211 mm/s	KB	0,101		0,041		8
3	0,197 mm/s	KB	0,087		0,038		8
4	0,123 mm/s	KB	0,066		0,023		8
5	0,164 mm/s	KB	0,073		0,032		8
6	0,158 mm/s	KB	0,068		0,031		8
7	0,119 mm/s	KB	0,053		0,020		8
8	0,108 mm/s	KB	0,052		0,022		8
9	0,094 mm/s	KB	0,050		0,020		8
10	0,164 mm/s	KB	0,071		0,028		8
11	0,194 mm/s	KB	0,093		0,033		8
12	0,198 mm/s	KB	0,105		0,048		8
13	0,227 mm/s	KB	0,091		0,040		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 14 2016-08-01 15:46:53 Uhr ID=61

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,053 mm/s	KB	0,023		0,008		8
3	0,067 mm/s	KB	0,033		0,008		8
4	0,031 mm/s	KB	0,013		0,005		8
5	0,049 mm/s	KB	0,020		0,008		8
6	0,061 mm/s	KB	0,024		0,007		8
7	0,024 mm/s	KB	0,011		0,004		8
8	0,024 mm/s	KB	0,011		0,003		8
9	0,028 mm/s	KB	0,011		0,004		8
10	0,041 mm/s	KB	0,015		0,005		8
11	0,052 mm/s	KB	0,025		0,008		8
12	0,057 mm/s	KB	0,028		0,011		8
13	0,100 mm/s	KB	0,039		0,011		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 15 2016-08-01 15:47:35 Uhr ID=62

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,139 mm/s	KB	0,054		0,013		8
3	0,077 mm/s	KB	0,031		0,009		8
4	0,071 mm/s	KB	0,029		0,007		8
5	0,111 mm/s	KB	0,037		0,011		8
6	0,088 mm/s	KB	0,029		0,009		8
7	0,044 mm/s	KB	0,018		0,006		8
8	0,064 mm/s	KB	0,028		0,007		8
9	0,052 mm/s	KB	0,022		0,006		8
10	0,061 mm/s	KB	0,024		0,008		8
11	0,102 mm/s	KB	0,042		0,012		8
12	0,078 mm/s	KB	0,036		0,011		8
13	0,084 mm/s	KB	0,036		0,012		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 16 2016-08-01 15:52:40 Uhr ID=63

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,151 mm/s	KB		0,062		0,022			8
3	0,119 mm/s	KB		0,055		0,018			8
4	0,129 mm/s	KB		0,059		0,018			8
5	0,169 mm/s	KB		0,076		0,028			8
6	0,164 mm/s	KB		0,063		0,021			8
7	0,108 mm/s	KB		0,048		0,018			8
8	0,095 mm/s	KB		0,044		0,015			8
9	0,117 mm/s	KB		0,043		0,014			8
10	0,132 mm/s	KB		0,058		0,020			8
11	0,167 mm/s	KB		0,077		0,030			8
12	0,172 mm/s	KB		0,078		0,029			8
13	0,391 mm/s	KB		0,202		0,078			8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 17 2016-08-01 15:56:34 Uhr ID=64

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,040 mm/s	KB		0,016		0,008			8
3	0,033 mm/s	KB		0,012		0,006			8
4	0,024 mm/s	KB		0,013		0,006			8
5	0,045 mm/s	KB		0,024		0,010			8
6	0,040 mm/s	KB		0,019		0,008			8
7	0,023 mm/s	KB		0,012		0,005			8
8	0,012 mm/s	KB		0,005		0,002			8
9	0,014 mm/s	KB		0,006		0,003			8
10	0,026 mm/s	KB		0,013		0,004			8
11	0,022 mm/s	KB		0,009		0,004			8
12	0,023 mm/s	KB		0,010		0,004			8
13	0,059 mm/s	KB		0,028		0,010			8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 18 2016-08-01 16:07:15 Uhr ID=65

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,045 mm/s	KB		0,020		0,007			8
3	0,068 mm/s	KB		0,032		0,008			8
4	0,026 mm/s	KB		0,012		0,004			8
5	0,048 mm/s	KB		0,019		0,007			8
6	0,055 mm/s	KB		0,022		0,007			8
7	0,028 mm/s	KB		0,010		0,004			8
8	0,021 mm/s	KB		0,008		0,003			8
9	0,021 mm/s	KB		0,010		0,004			8
10	0,031 mm/s	KB		0,012		0,004			8
11	0,042 mm/s	KB		0,020		0,007			8
12	0,042 mm/s	KB		0,018		0,008			8
13	0,102 mm/s	KB		0,052		0,014			8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 19 2016-08-01 16:08:16 Uhr ID=66

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,056 mm/s	KB	0,024		0,007		8
3	0,063 mm/s	KB	0,027		0,008		8
4	0,036 mm/s	KB	0,018		0,004		8
5	0,069 mm/s	KB	0,028		0,008		8
6	0,054 mm/s	KB	0,023		0,007		8
7	0,032 mm/s	KB	0,013		0,004		8
8	0,034 mm/s	KB	0,015		0,005		8
9	0,055 mm/s	KB	0,024		0,006		8
10	0,054 mm/s	KB	0,021		0,006		8
11	0,087 mm/s	KB	0,035		0,011		8
12	0,091 mm/s	KB	0,043		0,011		8
13	0,100 mm/s	KB	0,037		0,010		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 20 2016-08-01 16:10:38 Uhr ID=67

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,092 mm/s	KB	0,032		0,013		8
3	0,075 mm/s	KB	0,026		0,012		8
4	0,061 mm/s	KB	0,023		0,008		8
5	0,114 mm/s	KB	0,036		0,015		8
6	0,074 mm/s	KB	0,027		0,012		8
7	0,042 mm/s	KB	0,017		0,007		8
8	0,044 mm/s	KB	0,020		0,007		8
9	0,050 mm/s	KB	0,020		0,007		8
10	0,061 mm/s	KB	0,026		0,009		8
11	0,088 mm/s	KB	0,038		0,015		8
12	0,064 mm/s	KB	0,033		0,011		8
13	0,096 mm/s	KB	0,039		0,017		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 21 2016-08-01 16:15:36 Uhr ID=68

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,115 mm/s	KB	0,044		0,013		8
3	0,107 mm/s	KB	0,046		0,012		8
4	0,062 mm/s	KB	0,026		0,008		8
5	0,128 mm/s	KB	0,042		0,012		8
6	0,102 mm/s	KB	0,034		0,012		8
7	0,051 mm/s	KB	0,019		0,006		8
8	0,063 mm/s	KB	0,028		0,009		8
9	0,058 mm/s	KB	0,027		0,008		8
10	0,070 mm/s	KB	0,029		0,009		8
11	0,119 mm/s	KB	0,057		0,017		8
12	0,079 mm/s	KB	0,040		0,013		8
13	0,107 mm/s	KB	0,043		0,014		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 22 2016-08-01 16:17:04 Uhr ID=69

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,040 mm/s	KB	0,018		0,007		8
3	0,041 mm/s	KB	0,013		0,006		8
4	0,027 mm/s	KB	0,013		0,005		8
5	0,050 mm/s	KB	0,027		0,010		8
6	0,042 mm/s	KB	0,018		0,008		8
7	0,025 mm/s	KB	0,014		0,006		8
8	0,014 mm/s	KB	0,006		0,003		8
9	0,014 mm/s	KB	0,006		0,003		8
10	0,025 mm/s	KB	0,013		0,005		8
11	0,022 mm/s	KB	0,009		0,004		8
12	0,022 mm/s	KB	0,009		0,005		8
13	0,053 mm/s	KB	0,031		0,011		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 23 2016-08-01 16:17:45 Uhr ID=70

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,112 mm/s	KB	0,043		0,008		8
3	0,059 mm/s	KB	0,025		0,006		8
4	0,084 mm/s	KB	0,030		0,005		8
5	0,101 mm/s	KB	0,040		0,008		8
6	0,082 mm/s	KB	0,031		0,007		8
7	0,036 mm/s	KB	0,016		0,004		8
8	0,035 mm/s	KB	0,015		0,004		8
9	0,039 mm/s	KB	0,020		0,004		8
10	0,061 mm/s	KB	0,026		0,005		8
11	0,055 mm/s	KB	0,024		0,006		8
12	0,058 mm/s	KB	0,031		0,007		8
13	0,133 mm/s	KB	0,053		0,010		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 24 2016-08-01 16:18:52 Uhr ID=71

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,124 mm/s	KB	0,051		0,012		8
3	0,166 mm/s	KB	0,069		0,013		8
4	0,084 mm/s	KB	0,036		0,008		8
5	0,117 mm/s	KB	0,050		0,014		8
6	0,104 mm/s	KB	0,038		0,010		8
7	0,051 mm/s	KB	0,023		0,006		8
8	0,053 mm/s	KB	0,022		0,006		8
9	0,061 mm/s	KB	0,035		0,008		8
10	0,076 mm/s	KB	0,036		0,009		8
11	0,110 mm/s	KB	0,053		0,013		8
12	0,094 mm/s	KB	0,042		0,012		8
13	0,126 mm/s	KB	0,048		0,014		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 25 2016-08-01 16:26:30 Uhr ID=72

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,075 mm/s	KB		0,026		0,010			8
3	0,077 mm/s	KB		0,040		0,011			8
4	0,045 mm/s	KB		0,018		0,006			8
5	0,065 mm/s	KB		0,024		0,010			8
6	0,065 mm/s	KB		0,026		0,010			8
7	0,035 mm/s	KB		0,013		0,005			8
8	0,036 mm/s	KB		0,016		0,005			8
9	0,036 mm/s	KB		0,015		0,006			8
10	0,045 mm/s	KB		0,017		0,006			8
11	0,071 mm/s	KB		0,032		0,009			8
12	0,111 mm/s	KB		0,057		0,018			8
13	0,115 mm/s	KB		0,045		0,015			8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 26 2016-08-01 16:27:23 Uhr ID=73

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,118 mm/s	KB		0,044		0,012			8
3	0,105 mm/s	KB		0,039		0,010			8
4	0,070 mm/s	KB		0,032		0,007			8
5	0,102 mm/s	KB		0,041		0,011			8
6	0,088 mm/s	KB		0,034		0,011			8
7	0,050 mm/s	KB		0,019		0,006			8
8	0,046 mm/s	KB		0,023		0,008			8
9	0,058 mm/s	KB		0,022		0,008			8
10	0,071 mm/s	KB		0,034		0,008			8
11	0,108 mm/s	KB		0,052		0,014			8
12	0,098 mm/s	KB		0,043		0,012			8
13	0,122 mm/s	KB		0,050		0,013			8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 27 2016-08-01 16:30:04 Uhr ID=74

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,191 mm/s	KB		0,078		0,025			8
3	0,169 mm/s	KB		0,061		0,021			8
4	0,165 mm/s	KB		0,064		0,019			8
5	0,207 mm/s	KB		0,092		0,031			8
6	0,149 mm/s	KB		0,063		0,017			8
7	0,083 mm/s	KB		0,036		0,011			8
8	0,098 mm/s	KB		0,043		0,015			8
9	0,134 mm/s	KB		0,063		0,019			8
10	0,153 mm/s	KB		0,061		0,020			8
11	0,180 mm/s	KB		0,070		0,029			8
12	0,237 mm/s	KB		0,105		0,030			8
13	0,391 mm/s	KB		0,192		0,055			8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 28 2016-08-01 16:31:19 Uhr ID=75

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,115 mm/s	KB		0,046		0,015			8
3	0,079 mm/s	KB		0,029		0,009			8
4	0,051 mm/s	KB		0,022		0,008			8
5	0,103 mm/s	KB		0,041		0,013			8
6	0,084 mm/s	KB		0,033		0,012			8
7	0,055 mm/s	KB		0,024		0,008			8
8	0,055 mm/s	KB		0,023		0,007			8
9	0,067 mm/s	KB		0,026		0,009			8
10	0,077 mm/s	KB		0,033		0,011			8
11	0,129 mm/s	KB		0,051		0,015			8
12	0,102 mm/s	KB		0,044		0,016			8
13	0,177 mm/s	KB		0,074		0,026			8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 29 2016-08-01 16:36:22 Uhr ID=76

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,062 mm/s	KB		0,021		0,008			8
3	0,035 mm/s	KB		0,015		0,007			8
4	0,040 mm/s	KB		0,015		0,005			8
5	0,055 mm/s	KB		0,022		0,009			8
6	0,057 mm/s	KB		0,023		0,009			8
7	0,029 mm/s	KB		0,011		0,004			8
8	0,018 mm/s	KB		0,009		0,003			8
9	0,021 mm/s	KB		0,009		0,004			8
10	0,025 mm/s	KB		0,014		0,004			8
11	0,026 mm/s	KB		0,010		0,005			8
12	0,028 mm/s	KB		0,012		0,005			8
13	0,071 mm/s	KB		0,040		0,012			8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 30 2016-08-01 16:42:33 Uhr ID=77

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,104 mm/s	KB		0,042		0,013			8
3	0,096 mm/s	KB		0,043		0,011			8
4	0,083 mm/s	KB		0,032		0,007			8
5	0,109 mm/s	KB		0,044		0,012			8
6	0,080 mm/s	KB		0,032		0,010			8
7	0,046 mm/s	KB		0,020		0,006			8
8	0,057 mm/s	KB		0,028		0,007			8
9	0,051 mm/s	KB		0,025		0,007			8
10	0,067 mm/s	KB		0,034		0,009			8
11	0,082 mm/s	KB		0,038		0,012			8
12	0,078 mm/s	KB		0,036		0,011			8
13	0,109 mm/s	KB		0,050		0,014			8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 31 2016-08-01 16:44:42 Uhr ID=78

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,160 mm/s	KB	0,067		0,016		8
3	0,112 mm/s	KB	0,048		0,014		8
4	0,125 mm/s	KB	0,057		0,013		8
5	0,150 mm/s	KB	0,061		0,017		8
6	0,123 mm/s	KB	0,047		0,013		8
7	0,062 mm/s	KB	0,026		0,007		8
8	0,077 mm/s	KB	0,033		0,010		8
9	0,081 mm/s	KB	0,035		0,009		8
10	0,138 mm/s	KB	0,053		0,014		8
11	0,182 mm/s	KB	0,067		0,018		8
12	0,166 mm/s	KB	0,070		0,019		8
13	0,323 mm/s	KB	0,160		0,037		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 32 2016-08-01 16:46:39 Uhr ID=79

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,062 mm/s	KB	0,027		0,009		8
3	0,085 mm/s	KB	0,041		0,010		8
4	0,038 mm/s	KB	0,014		0,005		8
5	0,057 mm/s	KB	0,022		0,009		8
6	0,058 mm/s	KB	0,028		0,009		8
7	0,032 mm/s	KB	0,014		0,005		8
8	0,033 mm/s	KB	0,014		0,004		8
9	0,031 mm/s	KB	0,014		0,006		8
10	0,037 mm/s	KB	0,015		0,006		8
11	0,057 mm/s	KB	0,027		0,009		8
12	0,104 mm/s	KB	0,051		0,017		8
13	0,096 mm/s	KB	0,040		0,015		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 33 2016-08-01 16:53:00 Uhr ID=80

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,140 mm/s	KB	0,054		0,016		8
3	0,102 mm/s	KB	0,038		0,013		8
4	0,076 mm/s	KB	0,033		0,010		8
5	0,107 mm/s	KB	0,044		0,014		8
6	0,083 mm/s	KB	0,030		0,012		8
7	0,060 mm/s	KB	0,025		0,007		8
8	0,058 mm/s	KB	0,027		0,009		8
9	0,049 mm/s	KB	0,021		0,008		8
10	0,082 mm/s	KB	0,039		0,010		8
11	0,118 mm/s	KB	0,056		0,016		8
12	0,073 mm/s	KB	0,032		0,013		8
13	0,131 mm/s	KB	0,059		0,017		8

Anlage 6.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 34 2016-08-01 16:55:56 Uhr ID=81

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,035 mm/s	KB	0,017		0,006		8
3	0,034 mm/s	KB	0,013		0,005		8
4	0,023 mm/s	KB	0,012		0,004		8
5	0,039 mm/s	KB	0,019		0,008		8
6	0,043 mm/s	KB	0,024		0,008		8
7	0,026 mm/s	KB	0,013		0,004		8
8	0,013 mm/s	KB	0,006		0,002		8
9	0,018 mm/s	KB	0,007		0,003		8
10	0,022 mm/s	KB	0,012		0,004		8
11	0,019 mm/s	KB	0,009		0,003		8
12	0,026 mm/s	KB	0,011		0,004		8
13	0,058 mm/s	KB	0,031		0,009		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 35 2016-08-01 16:58:03 Uhr ID=82

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,119 mm/s	KB	0,054		0,015		8
3	0,095 mm/s	KB	0,040		0,012		8
4	0,087 mm/s	KB	0,040		0,011		8
5	0,164 mm/s	KB	0,074		0,019		8
6	0,153 mm/s	KB	0,058		0,015		8
7	0,109 mm/s	KB	0,044		0,011		8
8	0,104 mm/s	KB	0,045		0,011		8
9	0,084 mm/s	KB	0,030		0,008		8
10	0,121 mm/s	KB	0,054		0,013		8
11	0,157 mm/s	KB	0,047		0,014		8
12	0,148 mm/s	KB	0,066		0,018		8
13	0,397 mm/s	KB	0,194		0,051		8

5694_0_HEBERTSHAUSEN - Messung Nr 36 2016-08-01 17:00:47 Uhr ID=83

unb			---- frequenzbewertet ----				
max			F-max	FT-m	rms	Flags	VA
2	0,109 mm/s	KB	0,052		0,024		8
3	0,092 mm/s	KB	0,042		0,021		8
4	0,074 mm/s	KB	0,028		0,015		8
5	0,106 mm/s	KB	0,042		0,021		8
6	0,100 mm/s	KB	0,036		0,020		8
7	0,061 mm/s	KB	0,023		0,013		8
8	0,084 mm/s	KB	0,036		0,013		8
9	0,072 mm/s	KB	0,032		0,014		8
10	0,090 mm/s	KB	0,037		0,017		8
11	0,123 mm/s	KB	0,056		0,022		8
12	0,151 mm/s	KB	0,063		0,027		8
13	0,151 mm/s	KB	0,066		0,028		8