



**Baulärm- und Erschütterungsprognose zur
Erneuerung der Eisenbahnüberführung an der
Strecke 6343 an Bahn-km 188,8+02**

Baulärm- und Erschütterungsprognose zur Erneuerung der Eisenbahnüberführung an der Strecke 6343 an Bahn-km 188,8+02

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 67 Seiten, davon 49 Seiten Text und 18 Seiten Anlagen.

Auftraggeber: DB InfraGO AG
Regionalbereich Mitte
I.NI-MI-K-I
Kölnische Straße 81
34117 Kassel

Berichtsnummer: VL 8953-1
Datum: 07.05.2024

Referenz: YH/RQu
Ansprechperson: Ruth Querchfeld
0211-999582662
ruth.querchfeld@peutz.de



Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage
D-PL-20140-01-00 festgelegten Umfang der Bereiche
Geräusche und Erschütterungen.
Messstelle nach § 29b BImSchG

Peutz Consult GmbH, Kolberger Straße 19, 40599 Düsseldorf, Tel. +49 211 999 582 60
Geschäftsführer: Dr. ir. Martijn Vercammen, ir. Ferry Koopmans, ing. David den Boer
AG Düsseldorf, HRB Nr. 22586, Ust-IdNr. DE 119424700, Steuer-Nr. 106/5721/1489
info@peutz.de, www.peutz.de

Düsseldorf – Dortmund – Berlin – Nürnberg – Leuven – Paris – Lyon – Mook – Zoetermeer – Groningen – Eindhoven

VL 8953-1
07.05.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	6
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien	7
3	Beurteilungsgrundlagen	10
3.1	Baulärm	10
3.1.1	AVV Baulärm	10
3.1.2	Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG)	11
3.1.3	Zusätzliche Aspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen	11
3.1.4	Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen	13
3.2	Erschütterungen	16
3.2.1	Allgemeines	16
3.2.2	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	17
3.2.3	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	19
4	Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung	24
4.1	Gebietsnutzung im Umfeld	24
4.2	Beschreibung der geplanten Baumaßnahme	24
5	Schalltechnische Berechnungen zum Baulärm	26
5.1	Allgemeine Vorgehensweise	26
5.2	Emissionen der Baumaschinen und Geräte	27
5.3	Emissionen der Vorbelastung	29
5.4	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	29
5.4.1	Bauphase 1 und 4: Baufeldfreimachung und Restleistungen (15 Tage und 26 Tage)	30
5.4.2	Bauphase 2: Herstellung EÜ (64 Tage)	30
5.4.3	Bauphase 3: Sperrpause (43 Tage, davon 43 Nächte)	31
5.4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	32
5.5	Minderungsmaßnahmen	32
6	Erschütterungstechnische Betrachtungen	35
6.1	Vorbemerkungen	35
6.2	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlage	37
6.3	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden	38

6.3.1	Ergebnisse der Erschütterungsberechnungen gemäß DIN 4150, Teil 2 für den Tageszeitraum	41
6.3.2	Ergebnisse der Erschütterungsberechnungen gemäß DIN 4150, Teil 2 für den Nachtzeitraum	42
6.4	Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen	43
6.5	Minderungsmaßnahmen für das vorliegende Bauvohaben	44
7	Beurteilung des Betriebslärms gemäß 16. BImSchV	45
8	Zusammenfassung	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm	10
Tabelle 3.2:	Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm	11
Tabelle 3.3:	Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 2, für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Sprengungen) zum Tageszeitraum	18
Tabelle 3.4:	Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1	18
Tabelle 3.5:	Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung [16]	19
Tabelle 3.6:	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 3 [8]	20
Tabelle 3.7:	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Gebäude gemäß Tabelle 4 der DIN 4150, Teil 3 [8]	21
Tabelle 4.1:	Darstellung der schalltechnischen Bauphasen	25
Tabelle 5.1:	Auflistung der Baumaschinen mit Angabe der Schallleistungspegel	27
Tabelle 5.2:	Übersicht der berücksichtigten Gesamt-Schallleistungspegel der einzelnen Bauphasen	28
Tabelle 6.1:	Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose	36
Tabelle 6.2:	Berücksichtigte Berechnungsformeln für die Erschütterungsprognose gemäß Literatur [17]	36
Tabelle 6.3:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-3	37

Tabelle 6.4:	Anhaltswerte für die Konstante c_F für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen, Tabelle 3 der DIN 4150, Teil 2	38
Tabelle 6.5:	Eigenfrequenzen von Decken	39
Tabelle 6.6:	Berücksichtigte Gebäude und Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 für den Tageszeitraum	40
Tabelle 6.7:	Berücksichtigte Gebäude und Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 für den Nachtzeitraum	41
Tabelle 6.8:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 ohne Resonanzfall, Tageszeitraum	41
Tabelle 6.9:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 mit Resonanzfall, Tageszeitraum	42
Tabelle 6.10:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 ohne Resonanzfall, Nachtzeitraum	42
Tabelle 6.11:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 mit Resonanzfall, Nachtzeitraum	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1:	Schematische Darstellung der Abstände zwischen Spundwand und Gebäude der DIN 4150, Teil 3, Anhang C, Bild C.1	23
----------------	---	----

1 Situation und Aufgabenstellung

Die DB InfraGO AG plant die Erneuerung der Eisenbahnüberführung Laubach / Gemeindegeweg an der Strecke 6343 an Bahn-km 188,8+02, gelegen nahe der Werra etwa 100 m südwestlich der A7 bei der Ortschaft Laubach. Ziel der Baumaßnahme ist die Erneuerung der Eisenbahnüberführung bei gleichbleibender lichter Weite und Oberbau.

In dieser Untersuchung werden die zu erwartenden Baulärmimmissionen mit einer Ausbreitungsberechnung gemäß der DIN ISO 9613-2 [9] berechnet und anschließend gemäß AVV Baulärm [5] in Verbindung mit der aktuellen Rechtsprechung beurteilt. Für die Berechnungen werden die Abläufe der Baumaßnahme in schalltechnisch relevante Bauphasen unterteilt. Hierbei ergeben sich insgesamt vier Bauphasen.

Abhängig von der Höhe der Baulärmimmissionen und der Vorbelastung durch den vorhandenen Verkehrslärm ist ein Lärminderungskonzept zu erarbeiten, um die zu erwartenden Immissionen auf ein erreichbares Mindestmaß zu beschränken.

Weiterhin sind Aussagen zu den von der Baumaßnahme ausgehenden Erschütterungen zu tätigen. Es werden hierbei die in den nächstgelegenen Gebäuden durch die Baumaßnahmen entstehenden Erschütterungen prognostiziert und anhand der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 [7] und Teil 3 [8] beurteilt. Gegebenenfalls werden bei Überschreitungen der Anhaltswerte Minderungsmaßnahmen empfohlen.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1] BlmSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G	Aktuelle Fassung
[2] 16. BlmSchV 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrslärmschutzverordnung	Verkehrslärmschutzverordnung vom 12.06.1990 (BGBl. I S. 1036), zul. Geändert am 04.11.2020 (BGBl. I S. 2334)	V	04.11.2020
[3] 24. BlmSchV 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung	Geändert am 23.09.1997 und Begründung in Bundesratsdrucksache 363/96 vom 02.07.1996	V	04.02.1997
[4] 32. BlmSchV 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung	Bundesgesetzblatt B1232, vom 29.08.2002 (BGBl. I S. 3478) zuletzt geändert am 08.11.2011 (BGBl. I S. 2178)	V	29.08.2002 zuletzt geändert am 08.11.2011
[5] AVV Baulärm Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, Geräuschimmissionen	Beilage zum BAnz Nr. 160 vom 1. September 1970	VV	19.08.1970
[6] DIN 4150, Teil 1	Erschütterungen im Bauwesen, Vorermittlungen von Schwingungsgrößen	N	Juni 2001
[7] DIN 4150, Teil 2	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	N	Juni 1999
[8] DIN 4150, Teil 3	Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkungen auf bauliche Anlagen	N	2016

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[9] DIN ISO 9613, Teil 2	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Allgemeines Berechnungsverfahren; <i>Verweis in der TA Lärm auf den Entwurf September 1997</i>	N	Ausgabe Oktober 1999 (Entwurf Sept. 1997)
[10] DIN 45 669, Teil 1	Messung von Schwingungs- immissionen - Schwingungs- messer, Anforderungen, Prüfung	N	September 2010
[11] DIN 45 669, Teil 2	Messung von Schwingungs- immissionen - Messverfahren	N	Juni 2005
[12] Schall 03 Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen	Bundesgesetzblatt Jahrgang 2014 Teil I Nr. 61, ausgegeben zu Bonn am 23.12.2014	RIL	in Kraft getreten am 01.01.2015
[13] VDI 2719	Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen	RIL	August 1987
[14] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen	Hessisches Landesamt für Umwelt, Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 247	Lit.	1998
[15] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 2	Lit.	2004
[16] Taschenbuch der Technischen Akustik	G. Müller, M. Möser (Hrsg.), 3. Auflage	Lit.	2003
[17] Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten	Institut für Bauforschung e.V. Hannover	Lit.	2006
[18] Expertensystem für Lärm- und Erschütterungsprognosen beim Einbringen von Spundbohlen	K. Funk, Mitteilungen des Curt-Risch-Institutes für Dynamik, Schall- und Messtechnik der Universität Hannover	Lit.	1996
[19] Standardleistungsbuch für das Bauwesen, Regional-Leistungsbereich 898, Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen	Umweltbundesamt Berlin	Lit.	Ausgabe April 1996
[20] Urteil zu Baulärmimmissionen des 7. Senats des BVerwG	BVerwG 7 A 24.11	Lit.	10.07.2012

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[21] Urteil zu Verhältnismäßigkeit von Schutzvorkehrungen gegen Baulärm bei Arbeiten an einer Bahnstrecke des OVG Rheinland-Pfalz	OVG Rheinland-Pfalz 8 C 11694/17	Lit.	10.10.2018
[22] Verfügung zur Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm	Eisenbahn-Bundesamt	Lit.	12.01.2021
[23] Anlage 1 zur Verfügung Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm	Eisenbahn-Bundesamt	Lit.	12.01.2021
[24] Geodaten (DGM, LoD1)	Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen	P	20.07.2022
[25] Lärmkartierung Straße	Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen	P	26.04.2018
[26] Lärmkartierung Schiene	Dienstleistungszentrum des Bundes für Geoinformation und Geodäsie, Eisenbahn-Bundesamt	P	Abruf am 26.04.2024
[27] Planunterlagen (Bauablauf, Entwurfsplanung)	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P	08.01.2024 29.02.2024
[28] Bebauungspläne	Onlineauskunft der Stadt Hann. Münden	P	Abruf am 29.06.2022

Kategorien:

G: Gesetz

V: Verordnung

VV: Verwaltungsvorschrift

RdErl.: Runderlass

N: Norm

RIL: Richtlinie

Lit: Buch, Aufsatz, Berichtigung

P: Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Baulärm

3.1.1 AVV Baulärm

Die Beurteilung von Schallimmissionen aus dem Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen erfolgt auf Grundlage der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – (AVV Baulärm [5]). Diese gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Die gebietsabhängigen Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm für Immissionsorte 0,5 m vor einem Fenster zu einer schutzbedürftigen Nutzung sind in der nachfolgenden Tabelle 3.1 aufgeführt. Für die Festlegung der Gebietseinstufungen ist von Festsetzungen in Bebauungsplänen, oder sollten keine rechtskräftigen Bebauungspläne vorliegen, von der tatsächlichen Nutzung auszugehen.

Tabelle 3.1: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm

Gebietseinstufung	Gebietskategorien der BauNVO	Tag 07:00 – 20:00 Uhr [dB(A)]	Nacht 20:00 – 07:00 Uhr [dB(A)]
Gebiete mit ausschließlich gewerblichen / industriellen Anlagen oder Inhaberwohnungen	GI	70	70
Gebiete mit vorwiegend gewerblichen Anlagen	GE	65	50
Gebiete mit weder vorwiegend gewerblichen Anlagen, noch vorwiegend Wohnungen	MI / MD / MK	60	45
Gebiete mit vorwiegend Wohnungen	WA	55	40
Gebiete mit ausschließlich Wohnungen	WR	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	SOK	45	35

Der Beurteilungspegel, der mit dem Immissionsrichtwert zu vergleichen ist, wird aus dem Wirkpegel (5s-Takt-Maximalpegel L_{AFTm}) am Immissionsort unter Berücksichtigung der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer der Baumaschinen ermittelt. Hierzu sind die in der folgenden Tabelle 3.2 angegebenen Zeitkorrekturen zu berücksichtigen.

Tabelle 3.2: Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm

Durchschnittliche Betriebsdauer in der Zeit von		Zeitkorrektur [dB]
Tageszeit 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr	Nachtzeit 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr	
bis 2 ½ h	bis 2 h	10
über 2 ½ h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5
über 8 h	über 6 h	0

Zur Prüfung, ob der Immissionsrichtwert eingehalten wird, ist der Beurteilungspegel mit dem Immissionsrichtwert zu vergleichen. Maßgeblich ist die Einhaltung der o.g. Immissionsrichtwerte in einer Entfernung von 0,5 m vor dem geöffneten Fenster. Der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit ist ferner überschritten, wenn einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen (Maximalpegel) den Immissionsrichtwert in der Nacht um mehr als 20 dB überschreiten. Die AVV Baulärm macht keine Aussagen zu Geräuschen innerhalb von Räumen.

Aufgrund des Alters der AVV Baulärm (1970) sind bei der Beurteilung von Baulärmimmissionen auch stets die aktuellen Rechtsprechungen und die sich daraus ergebenden Aspekte bei der Beurteilung von Baulärmimmissionen zu berücksichtigen.

3.1.2 Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG)

Die jeweiligen Landes-Immissionsschutzgesetze regeln Lärmeinwirkungen meist ergänzend oder zusätzlich über das Bundes-Immissionsschutzgesetz hinaus, in der die AVV Baulärm eingebettet ist. In der Regel wird in den Landes-Immissionsschutzgesetzen auf den Einsatz von Geräten, welche im Anhang der 32. BImSchV aufgelistet sind, Bezug genommen und dabei allgemein oder speziell der durch den Einsatz dieser Geräte entstehende Lärm im Nachtzeitraum, in den Ruhezeiten oder an Sonn- und Feiertagen thematisiert. Es werden jedoch hier meist der vermeidbare Lärm oder auch Ausnahmen thematisiert, die für Baumaßnahmen zulässig sind und die dem öffentlichen Wohl dienen, zum Beispiel der Erhalt der Infrastruktur. Auch unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten vermeidbarer Lärm (Baulärm) ist zu vermeiden. Gegebenenfalls sind durch die Genehmigungsbehörden entsprechende Auflagen im Sinne des jeweiligen Landes-Immissionsschutzgesetzes zu treffen.

3.1.3 Zusätzliche Aspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen

Innenpegel

Ab wann eine nachteilige Wirkung durch Baulärm für Betroffene vorliegt, ist nicht eindeutig bestimmt. Aus der Rechtsprechung [20] und anderen Regelungen zum Thema Lärm, zum Beispiel der 24. BImSchV [3] oder der VDI 2719 [13] lassen sich jedoch „Zumutbarkeitsschwellen“ ableiten. So lassen sich zusammenfassend aus diesen Regelwerken und der Rechtsprechung Innenraumpegel herleiten, welche als noch zulässig angesehen werden können. Diese Innenpegel betragen mindestens

- 45 dB(A) für gewerblich genutzte Büroräume,
- 40 dB(A) für Wohnräume, Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen und Unterrichtsräume, und
- 30 dB(A) für Schlafräume nachts.

Im Rahmen einer Prognoseberechnung zu Baulärmimmissionen ist es flächendeckend nur möglich die Immissionen gemäß AVV Baulärm 0,5 m vor einem Fenster zu einer schutzbedürftigen Nutzung zu berechnen. Der sich in den Räumen ergebende Innenraumpegel muss individuell bei jedem Raum einzeln betrachtet werden.

Falls aktive Maßnahmen nicht möglich sind oder hierbei nicht im Verhältnis zum Nutzen stehen und organisatorische Maßnahmen ausgeschöpft sind, kann das Ergebnis einer Abwägung auch sein, Anwohnern für eine begrenzte Zeit zuzumuten, Fenster geschlossen zu halten, sofern dann auch ausreichend niedrige Innenpegel vorliegen [21]. Innerhalb des Tageszeitraumes ist es gemäß Rechtsprechung Anwohnern zuzumuten, für eine begrenzte Dauer die Fenster nur zum Stoßlüften zu öffnen. Dies bezieht sich jedoch allgemein nur auf den Tageszeitraum. Im Nachtzeitraum ist dies nicht pauschal möglich. Eine ausreichende Lüftung von Schlafräumen kann jedoch auch nachts gewährleistet sein, wenn eine Querlüftung in der Wohnung möglich ist oder unterstützende Lüftungseinrichtungen, zum Beispiel Außenluftdurchlässe oder Lüftungsanlagen, vorhanden sind.

Es lassen sich überschlägig für gängige Wohnraumabmessungen im Wohnungsbau Beurteilungspegel vor den Fenstern ableiten, welche in der Regel zu den oben aufgeführten Innenraumpegeln führen werden. Zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 40 dB(A) im Tageszeitraum reichen standard-isolierverglaste Fenster mit einem Schalldämmmaß von $R_{w,R} \geq 32$ dB aus, wenn ein Außenlärmpegel von 70 dB(A) nicht überschritten wird [21]. Entsprechend reichen zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 30 dB(A) im Nachtzeitraum standard-isolierverglaste Fenster mit einem Schalldämmmaß von $R_{w,R} \geq 32$ dB aus, wenn ein Außenlärmpegel von 60 dB(A) nicht überschritten wird [21]. Bei zur Nachtlüftung notwendigen, gekippten Fenstern dürfte ein Außenlärmpegel von ca. 45 dB(A) nicht überschritten werden, um einen Innenraumpegel von 30 dB(A) nicht zu überschreiten.

Vorbelastung:

Generell ist als erstes Ziel für Bauvorhaben die Einhaltung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm vorgesehen. Das Bundesverwaltungsgericht urteilte bezüglich der Baulärmimmissionen beim Bau der sogenannten Kanzler-U-Bahn in Berlin entlang der Friedrichstraße [20], dass neben der Einhaltung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in einem innerstädtischen Bereich oder Bereichen, in denen weitere prägnante Lärmeinflüsse durch zum Beispiel Verkehr, Gewerbe oder anderen Lärmquellen vorherrschen, diese bei der Beurteilung der Baulärmimmissionen mit zu berücksichtigen sind. Das Urteil beinhaltet auch Aussagen dazu, dass neben den Beurteilungspegeln 0,5 m vor offenbaren Fenstern zu schutzbedürftigen Raumnutzungen, der Innenraumpegel (siehe oben) ein weiteres Schutzziel sein kann.

Genaue Vorgaben, wie die Bewertung von Hintergrundgeräuschen im Zusammenhang mit Baulärm zu geschehen hat, lässt das Urteil [20] offen. Im Urteil wurde jedoch nicht beanstandet, dass bei Vorliegen von Verkehrslärmimmissionen, welche für die örtliche Umgebungen typisch sind und nicht explizit während der Bautätigkeit auch vorzuliegen haben, die Baulärmimmissionen zu relativieren sind. Somit sind auch Überschreitungen von

Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm nicht zu beanstanden, wenn diese nicht relevant zu einer Erhöhung der Gesamtgeräuschbelastung am betrachteten Immissionsort beitragen.

Es wird vorgeschlagen, dass sich hierbei der TA Lärm entlehnt wird, welche in der Methodik der AVV Baulärm stark ähnelt, jedoch deutlich aktueller ist. Die TA Lärm ist jedoch nicht für die Beurteilung der Immissionen heranzuziehen. In der TA Lärm wird bei der Betrachtung mehrerer Lärmquellen geschlussfolgert, dass eine zusätzliche Anlage, welche in ihrem Beurteilungspegel 6 dB leiser ist als die vorhandenen Lärmquellen in Summe, nicht relevant zum Gesamtlärm beiträgt. Somit könnte abgeleitet werden, dass dies besonders für zeitlich beschränkt einwirkende Baulärmimmissionen auch zutreffend ist, wenn diese um mindestens 6 dB leiser sind als das Hintergrundgeräusch (z.B. Verkehrslärm).

Es wird dem entsprechenden Urteil entnommen, dass bei einer vorhandenen Vorbelastung durch z.B. Verkehrslärm, Gewerbelärm oder ggf. anderen Lärmarten eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm hinzunehmen ist, wenn sich die Gesamtbelastung für die Anwohner dadurch nicht relevant erhöht.

Eine Überdeckung des Baulärms durch die Vorbelastung liegt rechnerisch vor, wenn die Beurteilungspegel der Vorbelastung mindestens 10 dB höher sind als die des Baulärms. Dies ist dadurch herzuleiten, dass sich bei der Addition von kaufmännisch gerundeten Schallpegeln, die sich um mindestens 10 dB unterscheiden, keine Erhöhung des höheren Schalldruckpegels ergibt. So ist zum Beispiel $70 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 70 \text{ dB}$. Weiterhin werden gleiche Geräusche, die 10 dB leiser oder lauter sind als halb so leise oder doppelt so laut vom menschlichen Gehör wahrgenommen. Somit würde eine Vorbelastung mit 70 dB(A) einen Baulärm mit 60 dB(A) überdecken, da das Gesamtgeräusch nur 70 dB(A) beträgt und ohnehin als doppelt so laut wie der Baulärm empfunden werden würde, wenn die Geräusche einen ähnlichen Geräuschcharakter (Zeitverlauf, Frequenz ...) aufweisen würden.

Eine rechnerische Erhöhung der Gesamtgeräuschbelastung durch den Baulärm liegt ebenfalls nicht vor, wenn die ermittelten Maximalpegel (kurzzeitige Geräuschspitzen) des Baulärms 10 dB unterhalb des Maximalpegels der üblicherweise vorherrschenden Vorbelastung liegen. Die Maximalpegel der Vorbelastung durch Schienenverkehr können in der Regel so angesetzt werden, dass der Maximalpegel (im zu betrachtenden Nachtzeitraum) etwa 10 dB über dem berechneten Beurteilungspegel des Schienenverkehrslärms liegt.

3.1.4 Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen

Maßnahmen zur Minderung der Baustellengeräusche sollen gemäß aktueller Rechtsprechung [20] bereits bei der Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm geprüft werden.

Dazu kommen in Betracht:

- Maßnahmen bei der Baustelleneinrichtung bzw. an den Baumaschinen
- Verwendung geräuscharmer Baumaschinen oder Bauverfahren
- Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Maschinen

Von Maßnahmen kann abgesehen werden, wenn durch den Betrieb von Baumaschinen aufgrund von Fremdgeräuschen keine zusätzlichen Gefahren oder Belästigungen ausgehen.

Die Stilllegung von Baumaschinen kommt nur als äußerstes Mittel in Betracht, um die Allgemeinheit vor Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen durch Baulärm zu schützen. Stilllegungen sollen angeordnet werden, wenn

- weniger einschneidende Maßnahmen nicht ausreichen, um eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte zu verhindern oder
- die Stilllegung im Einzelfall zum Schutz der Allgemeinheit, jedoch unter Berücksichtigung des Bauvorhabens, dringend erforderlich ist.

Von der Stilllegung kann trotz Überschreitung der Immissionsrichtwerte abgesehen werden, wenn die Bauarbeiten zur Verhütung oder Beseitigung eines Notstandes oder zur Abwehr sonstiger Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung oder im öffentlichen Interesse dringend erforderlich sind und die Bauarbeiten ohne die Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt werden können.

Verfügung des Eisenbahn-Bundesamtes zur Überschreitung der Immissionsrichtwerte (EBA)

In Ergänzung zur Verfügung über den Umgang mit bauzeitlichem Lärm in der Planfeststellung vom 19.09.2016 gilt seit 12.01.2021 die Verfügung zur Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm [22]. Darin wird die Wahl des Zulassungsverfahrens sowie die Einordnung möglicher Umweltauswirkungen beschrieben. Dies soll zur besseren baubetrieblichen Nutzbarkeit der im Nachtzeitraum als zumutbar geltenden Überschreitungen dienen. Darüber hinaus wird der Umgang mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte erläutert.

Gemäß Punkt 2 a Absatz 1 der Anlage 1 der Verfügung zur Überschreitung der Immissionsrichtwerte [23] gilt nicht jede Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm als unzumutbar. Demnach kann es in konkreten Einzelfällen dazu kommen, dass der Immissionsrichtwert ausnahmsweise als weniger schutzwürdig zu beurteilen ist [23]. Damit zählt dies nach Punkt 2 a Absatz 3 zusätzlich zu Nummer 5.2 der AVV Baulärm [23] als nicht zu vermeidende und verminderte schädliche Umwelteinwirkung und ist somit hinzunehmen [23]

Es ist sicherzustellen, dass alle Maßnahmen zur Minimierung und Vermeidung von Baulärm und der sich daraus ergebenden Überschreitungen der Immissionsrichtwerte ergriffen wurden. Sollten darüber hinaus Überschreitungen der Immissionsrichtwerte verbleiben, ergibt sich daraus (für ein eisenbahnrechtliches Planvorhaben) allein keine erhebliche nachteilige Umweltauswirkung noch eine mehr als unwesentliche Beeinträchtigung der Rechte anderer im Tageszeitraum [22].

Des Weiteren besteht gemäß aktueller EBA-Verfügung [22] aus einer absehbaren, verbleibenden Überschreitung der Immissionsrichtwerte im Nachtzeitraum allein keine erhebliche nachteilige Umweltauswirkung noch eine mehr als unwesentliche Beeinträchtigung der Rechte anderer, wenn

- innerhalb eines Zeitraums von 30 Tagen die Immissionsrichtwerte im Nachtzeitraum an mindestens 18 Nächten eingehalten werden,

- die Immissionsrichtwerte an nicht mehr als vier aufeinanderfolgenden Nächten überschritten werden,
- auf eine Phase der Überschreitung der Immissionsrichtwerte mindestens eine Erholungsphase von vier Nächten folgt, in denen die Immissionsrichtwerte eingehalten werden, und
- die Dauer der gesamten Baumaßnahme 90 Tage nicht überschreitet.

Durch die Beschränkung der Gesamtdauer der Baumaßnahme auf 90 Tage soll sichergestellt werden, dass sich auch aus einer Kombination von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zur Tag- und zur Nachtzeit keine unzumutbaren Belastungen ergeben, die das Maß des Zumutbaren überschreiten.

Zur Kontrolle der genannten Vorgaben für den Nachtzeitraum ist die Beauftragung eines Baulärmverantwortlichen (Mitarbeiter einer nach § 29 b BImSchG bekannt gegebenen Messstelle oder öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Immissionsschutz) in Betracht zu ziehen. Dieser dient den Betroffenen (von Baulärm und bauzeitlichen Erschütterungen) vor Ort als Ansprechpartner für Beschwerden. Die Kontaktdaten des Baulärmverantwortlichen sind der Planfeststellungsbehörde sowie den Anwohnern mindestens zwei Wochen vor Baubeginn mitzuteilen [23].

Die Verfügung des Eisenbahn-Bundesamts zur Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 3 AVV Baulärm vom 13. Juni 2019, Az. 5130-51pv/001-0230#031, wird mit [22] aufgehoben.

Bedeutung des öffentlichen Interesses bei der Beurteilung des Vorhabens gemäß AVV Baulärm

Im Falle von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte ist von der überwachenden Behörde zu prüfen, inwieweit Maßnahmen im konkreten Einzelfall angeordnet werden. In der Anlage 5 zu Ziffer 4.1 AVV Baulärm sind verschiedene Maßnahmen dargestellt. Bei der freiwilligen Minderung bzw. der Anordnung durch die Überwachungsbehörde ist jedoch das öffentliche Interesse zu berücksichtigen.

In der Anlage 1 zur Verfügung des Eisenbahn-Bundesamtes vom 12.01.2021 [23] heißt es unter Punkt 2. b ("Der Tatbestand der Nummer 5.2.2 der AVV Baulärm"):

„Angesichts der Zweckrichtung eisenbahnrechtlicher Planvorhaben, durch Ausbau und Erhalt des Schienennetzes dem Wohl der Allgemeinheit und insbesondere den Verkehrsbedürfnissen Rechnung zu tragen, ist davon auszugehen, dass für diese Planvorhaben in aller Regel ein dringendes öffentliches Interesse i. S. d. Nummer 5.2.2 der AVV Baulärm besteht.

Der Tatbestand der Nummer 5.2.2 der AVV Baulärm erfordert weiterhin, dass die Bauarbeiten ohne die Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt werden können. Dies setzt eine vollständige Erfüllung des Vermeidungs- und Minimierungsgebotes durch den Vorhabenträger voraus. Diese kann, entsprechende Planungen des Vorhabenträgers flankierend, auch durch entsprechende

Nebenbestimmungen i. S. d. § 36 VwVfG sichergestellt werden (nicht jedoch durch Schutzvorkehrungen i. S. d. § 74 Abs. 2 S. 2 VwVfG, die keine Nebenbestimmung, sondern eine Inhaltsbestimmung des Plans darstellen (vgl. hierzu auch RL 38 (5) der Planfeststellungsrichtlinien)). Praktisch ist eine Nebenbestimmung, die im Rahmen der Untersuchung zu baubedingten Schallimmissionen (Baulärm) rechnerisch untersuchte und bewertete Schutzmaßnahmen zur Umsetzung des Vermeidungs- und Minimierungsgebots aufgreift, eine Fortschreibung des so entstehenden Schallschutzkonzeptes vorsieht und die Verhältnismäßigkeit der erforderlichen Schutzmaßnahmen gewährleistet.“

3.2 Erschütterungen

3.2.1 Allgemeines

Erschütterungen sind mechanische Schwingungen, welche durch bestimmte Erschütterungsquellen ausgelöst werden und die eingeleitete Schwingungsenergie über den Boden in Form von Wellen auf Gebäude übertragen. Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen erfolgt dabei anhand der DIN 4150 "Erschütterungen im Bauwesen".

Die während einer Erschütterungsimmissionsmessung erfasste und registrierte Messgröße ist die Schwingschnelle $v(t)$ in mm/s (das Schnellesignal). Diese Größe ist gemäß DIN 4150, Teil 3 [8] ohne jegliche Zeit- und Frequenzbewertung zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude heranzuziehen.

Entsprechend der DIN 4150, Teil 2 [7] wird zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden als Beurteilungsgröße das frequenz- und zeitbewertete Erschütterungssignal, gemessen in Raummitte der am stärksten betroffenen Geschossdecke, herangezogen. Die Frequenzbewertung erfolgt dabei nach DIN 45669, Teil 1 [10] in Form der sogenannten "KB-Bewertung".

Das Ergebnis der Bewertung ist der gleitende Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals nach folgender Gleichung:

$$KB_{\tau}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_{\xi=0}^t e^{-\left(\frac{t-\xi}{\tau}\right)} \cdot KB^2(\xi) d\xi}$$

Als Zeitbewertung wird der gleitende Effektivwert mit einer Zeitkonstanten von $\tau = 0,125$ s gebildet.

Zur Konkretisierung der verwendeten Zeitkonstante wird entsprechend der Norm die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ genannt. Die während der Beurteilungszeit erfasste höchste bewertete Schwingstärke wird als Maximalwert KB_{Fmax} bezeichnet.

Die Messzeit wird in Takte von je 30s eingeteilt. Jedem dieser Takte wird der darin erreichte Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$ zugeordnet. Aus diesen ermittelten Taktmaximalwerten KB_{FT} wird der Taktmaximal-Effektivwert KB_{FTm} nach nachfolgender Gleichung berechnet:

$$KB_{FTm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N KB_{FTi}^2}$$

Bei Anwendung dieser Gleichung sind alle Werte $KB_{FTi} \leq 0,1$ zu Null zu setzen, jedoch gehen diese Takte in die Anzahl N ein und beeinflussen somit den Effektivwert.

Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen werden zwei Beurteilungsgrößen herangezogen. Dies sind zum einen die maximal bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und zum anderen, falls erforderlich, die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} .

Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} ist der Taktmaximal-Effektivwert über die Beurteilungszeit. Diese Beurteilungs-Schwingstärke für Einwirkungen außerhalb von Ruhezeiten wird nach DIN 4150, Teil 2 [7] mit folgender Gleichung berechnet:

$$KB_{FTTr} = \sqrt{\frac{1}{T_r} \sum_j T_{e,j} \cdot KB_{FTm,j}^2}$$

T_r = Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h)

$T_{e,j}$ = Teileinwirkungszeiten

$KB_{FTm,j}$ = Taktmaximal-Effektivwerte, die für die Teileinwirkungszeiten $T_{e,j}$ repräsentativ sind

3.2.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die so ermittelten Beurteilungsgrößen KB_{Fmax} und KB_{FTTr} werden mit den in der DIN 4150, Teil 2, angegebenen Anhaltswerten für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen verglichen.

Im Falle von Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen im Tageszeitraum (außer Sprengungen) gelten die Anhaltswerte gemäß Tabelle 2 der DIN 4150, Teil 2. Darin sind deutlich höhere Anhaltswerte als bei einer Beurteilung von gewerblich oder verkehrlich induzierten Erschütterungen gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2 angegeben. Bei der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen sind nur die durch den Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungen zu bewerten. Für nachts auftretende Erschütterungen gelten die strenger Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2. Mit Ausnahme des oberen Anhaltswertes für Gewerbe- und Industriegebiete wird bei den Anhaltswerten für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen im Tageszeitraum nicht weiter nach Gebietseinstufungen unterschieden. Im Nachtzeitraum hingegen sind gebietsspezifische Anhaltswerte anzusetzen. Für besonders schützenswerte Gebäude wie z. B. Krankenhäuser sind die Anhaltswerte nicht anwendbar.

Es erfolgt jedoch eine dreistufige Differenzierung nach Dauer der Baumaßnahme, Grad der Information der Anwohner über den Verlauf und die Dauer der notwendigen Arbeiten und durchgeführter Minderungsmaßnahmen.

Bei einer guten Anwohnerinformation kann von einer höheren Akzeptanz der Baumaßnahme ausgegangen werden. Daher sind in solchen Fällen höhere Erschütterungsimmissionen zulässig (Stufe II) als bei Baumaßnahmen ohne eine Information der Anwohner (Stufe

l). Bei Überschreitung der Anhaltswerte der Stufe III liegen unzumutbare Erschütterungseinwirkungen vor. In einem solchen Fall ist die Vereinbarung besonderer Maßnahmen erforderlich, die über die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen hinausgehen.

Tabelle 3.3: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 2, für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Sprengungen) zum Tageszeitraum

Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tage < D ≤ 26 Tage			26 Tage < D ≤ 78 Tage		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A _u	A _o *)	A _r	A _u	A _o *)	A _r	A _u	A _o *)	A _r
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6
*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A _o = 6									

Hierbei sind je nach Dauer der Baumaßnahme und Grad der Anwohnerinformation drei unterschiedliche Anhaltswerte A_u, A_o und A_r angegeben. Für Einwirkzeiträume zwischen 1 und 7 Tagen sind die Anhaltswerte nach Tabelle 2 der DIN 4150, Teil 2 zu interpolieren.

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkungen nach Tabelle 2 der DIN 4150, Teil 2 ist die Anzahl von (Werk-)Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungen auftreten (nicht die Dauer der Baumaßnahme an sich). Dabei sind Tage mit Erschütterungen, welche unter den jeweiligen Anhaltswerten für A_u und A_r gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2 liegen, nicht mitzuzählen [7]. Für Erschütterungseinwirkungen, die länger als 78 Tage andauern, macht die Norm keine Angaben. Diese sind nach den besonderen Gegebenheiten des Einzelfalls individuell zu betrachten.

Für den Nachtzeitraum sind jeweils die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 nach Tabelle 1 (hier Tabelle 3.4) heranzuziehen.

Tabelle 3.4: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1

Einwirkungsgrad	A _u		A _o		A _r	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Zeile 1: GI	0,4	0,3	6	0,6	0,2	0,15
Zeile 2: GE	0,3	0,2	6	0,4	0,15	0,1
Zeile 3: MI / MK	0,2	0,15	5	0,3	0,1	0,07
Zeile 4: WR / WA / WS	0,15	0,1	3	0,2	0,07	0,05
Zeile 5: SO besonders schutzbedürftig	0,1	0,1	3	0,15	0,05	0,05

Ist der ermittelte KB_{Fmax} -Wert kleiner oder gleich dem "unteren" Anhaltswert A_u , ist die Anforderung der DIN 4150, Teil 2, erfüllt. Ist der ermittelte KB_{Fmax} -Wert größer als der "obere" Anhaltswert A_o , sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.

Für Werte von $A_o \geq KB_{Fmax} > A_u$ ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} zu ermitteln und mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen. Ist KB_{FTr} kleiner bzw. gleich dem Anhaltswert A_r , so sind die Anforderungen der Norm eingehalten.

KB -Werte $\leq 0,1$ gehen gemäß Norm nicht in die Beurteilung mit ein. Ein solcher Wert kann als Maß für die Fühlschwelle herangezogen werden, wobei die Tatsache, ob eine Erschütterung gespürt wird, von vielen individuellen Faktoren und dem subjektiven Empfinden abhängt.

Zur Information und Einordnung der Anhaltswerte ist nachfolgend eine grobe Korrelation zwischen KB -Werten und dem subjektiven Empfinden aufgeführt.

Tabelle 3.5: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung [16]

Bewertete Schwingstärke KB	Beschreibung der Wahrnehmung
$< 0,1$	nicht spürbar
$0,1$	Fühlschwelle
$0,1 - 0,4$	gerade spürbar
$0,4 - 1,6$	gut spürbar
$1,6 - 6,3$	stark spürbar
$> 6,3$	sehr stark spürbar

3.2.3 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Zum Schutz nahe gelegener Gebäude vor Schäden während der Bauarbeiten sind die Anhaltswerte gemäß DIN 4150 Teil 3 [8] heranzuziehen. Den Anhaltswert definiert die Norm als Wert, bei dessen Einhaltung aus Erfahrung kein Schaden eintritt. Bei Überschreitung der Anhaltswerte folgen daraus jedoch nicht automatisch Schäden. Als Schaden wird eine bleibende Folge einer Einwirkung definiert, die eine Verminderung des Gebrauchswerts des betroffenen Bauwerks oder Bauteils im Hinblick auf die Nutzung mit sich bringt.

In den nachfolgenden Tabelle 3.7 und Tabelle 3.6 sind die in den Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [8] angegebenen Anhaltswerte für kurzzeitige und Dauererschütterungen dargestellt.

Tabelle 3.6: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 3 [8]

	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ in mm/s				
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$ Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken vertikal, $i = z$
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 100 Hz	50 Hz bis 100 Hz ^a	alle Frequenzen	
	1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 – 40	40 – 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 – 15	15 – 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen <u>und</u> besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 – 8	8 – 10	8	20 ^b
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 bis 5 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden						

^{a)} Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.

^{b)} Bei dieser Gebäudeart kann zur Verhinderung leichter Schäden eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig sein.

Tabelle 3.7: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Gebäude gemäß Tabelle 4 der DIN 4150, Teil 3 [8]

		Anhaltswerte für $v_{i,max}$ in mm/s	
Gebäudeart		Oberste Deckenebene, horizontal	Decken vertikal
		alle Frequenzen	
	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 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10*
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalte 2 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.			

*) Unterabschnitt 6.1.2 "Beurteilung von Decken" der DIN 4150, Teil 3 ist zu beachten.

Als kurzzeitige Erschütterungen gelten Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge und Dauer nicht geeignet sind, um in der betroffenen Struktur eine wesentliche Vergrößerung der Schwingungen durch Resonanzerscheinungen zu erzeugen. Als Dauererschütterungen gelten alle Erschütterungen, auf die die Definition kurzzeitiger Erschütterungen nicht zutrifft.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne der DIN 4150-3 sind z. B.:

- Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und
- Verminderung der Tragfähigkeit von Decken und anderen Bauteilen.

Bei Gebäuden nach Tabelle 1 für kurzzeitige Erschütterungen und Tabelle 4 für Dauererschütterungen der DIN 4150, Teil 3 [8], jeweils Zeilen 2 und 3, ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.:

- Risse im Putz von Wänden auftreten;
- bereits vorhandene Risse im Gebäude vergrößert werden;
- Trenn- oder Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen.

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

Werden Gebäude nach den Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [8], jeweils nach Zeile 1 beurteilt (gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten), stellen leichte Schäden keine Minderung des Gebrauchswertes dar.

Unter der besonderen Erschütterungsempfindlichkeit gemäß den Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [8], jeweils Zeile 3, wird die Eigenschaft eines Bauwerkes verstanden, dass bereits geringe Erschütterungen leichte Schäden hervorrufen können.

Bei Einhaltung der Anhaltswerte der Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [8], jeweils Zeile 1, können in diesen Gebäuden leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.

Beim Ein- und Ausschalten von Baumaschinen oder bei vergleichbaren Vorgängen sind Überschreitungen der Anhaltswerte für Dauererschütterungen zulässig, weil diese Überschreitungen von kurzer Dauer sind. Zur Beurteilung dieser Spitzenwerte können die Anhaltswerte für kurzzeitige Erschütterungen für Decken vertikal und die oberste Deckenebene herangezogen werden.

Als oberste Deckenebene ist die Deckenebene definiert, die auf tragenden Wänden aufliegt und in der Regel eine aussteifende Wirkung in den beiden horizontalen Richtungen übernimmt.

Bodensackungen

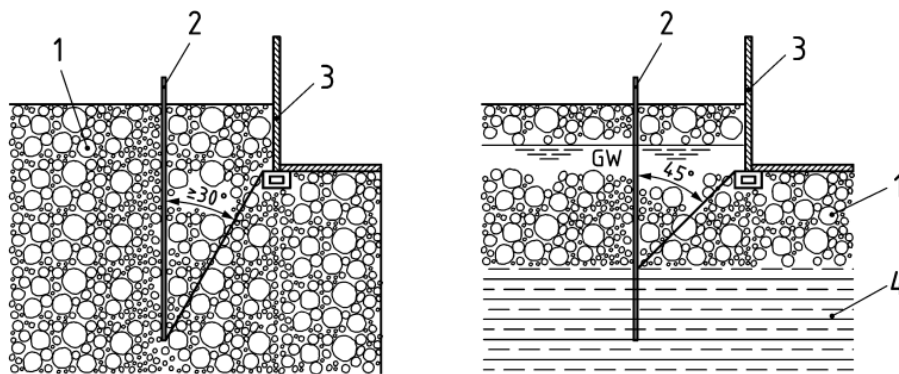
Durch mechanische Vorgänge, die durch Baumaschinen hervorgerufen werden, kann es auch zu Effekten im Boden selbst kommen.

Eine Bauwerksschädigung durch Erschütterung kann auch indirekt (als Setzungsschaden) erfolgen, wenn durch die Erschütterung eine Veränderung der Struktur des Gründungsbodens erfolgt. In der DIN 4150, Teil 3 wird darauf hingewiesen, dass in besonderen Fällen auch diese indirekten Folgen zu beachten sind. Empfindlich bezüglich derartiger Effekte sind vor allem locker gelagerte Sande unter Grundwasser und Schluffe. Anzumerken ist aber, dass außer ungünstigen Baugrundbedingungen, auch eine erhebliche Erschütterungsintensität erforderlich ist, um Bodensackungen bzw. Setzungen zu verursachen, weshalb solche Effekte allenfalls im Nahbereich um z. B. eine Vibrationsramme zu erwarten sind. Auf dieser Grundlage wird im Anhang C der DIN 4150, Teil 3 ein Mindestabstand einer durch Vibrationsrammung einzubringenden Spundwand gemäß Abbildung 3.1 empfohlen.

Bodensackungen können durch eine vibrationsbedingte Reduktion der Scherfestigkeit und dadurch verursachte Kornumlagerungen auftreten. Als diesbezüglich maßgeblicher Parameter wird in der Regel die resultierende Bodenbeschleunigung angesehen. Als Grenzwert für lockere und mitteldichte nichtbindige Böden, bei dessen Überschreitung Kornumlagerungen nicht mehr ausgeschlossen werden können, wird in der Literatur [17] ein Drittel der Erdbeschleunigung g vorgeschlagen:

$$a_R^{Boden} \leq \frac{1}{3} g \approx 3.300 \text{ mm/s}^2$$

Anzumerken ist aber, dass sich ein erheblicher Verdichtungseffekt erst bei Beschleunigungen ergibt, die den Wert der Erdbeschleunigung g deutlich übersteigen. Die zu erwartende Verdichtung infolge des o. g. Beschleunigungsgrenzwertes ist sehr gering.



Legende

- 1 Sand, Kies
- 2 Spundwand
- 3 Gebäude
- 4 Ton, Schluff

GW – Grundwasserspiegel

Abbildung 3.1: Schematische Darstellung der Abstände zwischen Spundwand und Gebäude der DIN 4150, Teil 3, Anhang C, Bild C.1

4 Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung

4.1 Gebietsnutzung im Umfeld

Die Baumaßnahme ist an der Eisenbahnüberführung in der Ortschaft Laubach der Stadt Hannoversch Münden im Landkreis Göttingen in Niedersachsen geplant.

Die Umgebung der Baumaßnahme ist überwiegend ländlicher Natur, bewaldet und dünn besiedelt. Nördlich fließt in einem Abstand von 130 m der Fluss Werra und westlich verläuft die Autobahn A7.

Südlich der Baumaßnahme befindet sich die Ortschaft Laubach für die durch die Stadt Hann. Münde Bebauungspläne [28] zur Verfügung gestellt werden. Am südlichen Ende der Ortschaft Laubach und südlich der Straße „An der Schlede“ sind durch die Bebauungspläne der Stadt Hann. Münde allgemeine Wohngebiete (WA) festgelegt. Allgemeine Wohngebiete entsprechen gemäß AVV Baulärm Gebieten mit überwiegend Wohnungen (siehe Tabelle 3.1). Unmittelbar südlich der Straße „An der Schlede“ und westlich des Tränkewegs ist durch den Bebauungsplan ein Dorfgebiet (MD) festgelegt, das mit den Immissionsrichtwerten eines Mischgebietes (MI) berücksichtigt wird.

Ein weiteres allgemeines Wohngebiet (WA) befindet sich östlich der Straße „Hüttenhof“ und südlich der Laubacher Straße.

Für die restlichen Gebiete liegen keine Bebauungspläne vor, sodass die Schutzbedürftigkeit anhand der tatsächlichen Nutzung festgelegt wird.

Das Gebiet westlich der Ortschaft Laubach, westlich des Bergwegs sowie das östliche Gebiet an der Straße „Uhleneicke“ und der Laubacher Straße werden als allgemeine Wohngebiete (WA) angesetzt. Der Kern der Ortschaft, östlich des Bergwegs und westlich bzw. südlich des Buschwegs sowie das Gebiet unmittelbar nordöstlich der Baumaßnahme wird als Mischgebiet (MI) angesetzt.

Das Gebäude am Immissionsort 11 wird als Gebäude im unbeplanten Außenbereich mit den Immissionsrichtwerten eines Mischgebietes (MI) berücksichtigt.

Eine Übersicht der örtlichen Gegebenheiten mit den berücksichtigten Immissionsorten und Gebietsnutzungen ist Anlage 1 zu entnehmen.

4.2 Beschreibung der geplanten Baumaßnahme

Im Rahmen der schalltechnischen Prognoseberechnungen zum Baulärm sind auf Grundlage von Bauablaufplanungen [27] mögliche baustellenbedingte Schallimmissionen während der untersuchten Baumaßnahmen zu ermitteln und gemäß AVV Baulärm [5] zu beurteilen.

Die Baumaßnahmen umfassen die Erneuerung der beiden Eisenbahnüberführungen Gemeindeweg und Laubach. Die bestehende Spannbetonbrücke über den Gemeindeweg aus dem Jahr 1967 und die bestehende Gewölbebrücke über den Laubach aus dem Jahr 1870 sollen durch 2 Stahlbetonvollrahmenbrücken ersetzt werden. Bei beiden Brücken bleibt die

lichte Weite gleich und es werden, wie auch im Bestand, beim Oberbau Schwellen im Schotterbett verlegt. Es ergeben sich vier Bauphasen.

Die Arbeiten werden dabei sowohl im Tageszeitraum von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr, als auch im Nachtzeitraum von 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr durchgeführt.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen schalltechnischen Bauphasen, deren Dauer in Arbeitstagen (AT) sowie eine Beschreibung der durchzuführenden Arbeiten dargestellt. Für die gesamte Baumaßnahme ist nach aktuellem Planungsstand von einer Dauer von etwa 7 Monaten auszugehen.

Tabelle 4.1: Darstellung der schalltechnischen Bauphasen

Bauphase	Dauer (AT)		Arbeitsschritte
	Tag	Nacht	
BP 1 Baufeldfreimachung	15	-	<ul style="list-style-type: none"> Baufeldfreimachung Herrichtung BE-Fläche, Baustraße, Kranstandort
BP 2 Herstellung EÜ	64	-	<ul style="list-style-type: none"> Herstellen der EÜ außerhalb des Bestands
BP 3 Sperrpause	43	43	<ul style="list-style-type: none"> Verschwenken Oberleitungsanlage Rückbau Bestand Kabelhilfsbrücke Umverlegen Laubach Verschub der EÜs Gemeindeweg und Laubach Wiederherstellen des Oberbaus inkl. Gleis
BP 4 Restleistungen	26	-	<ul style="list-style-type: none"> Rückbau Kranstellplätze und Bachumverlegung Böschungstreppen Montage Geländer

5 Schalltechnische Berechnungen zum Baulärm

5.1 Allgemeine Vorgehensweise

Die AVV Baulärm [5] bezieht sich auf Messungen an bestehenden Baustellen, eine rechnerische Prognose für geplante Baustellen ist in der Verwaltungsvorschrift nicht vorgesehen. Für die durchzuführenden Baulärmprognosen werden Immissionsberechnungen in Anlehnung an die AVV Baulärm mit Ausbreitungsrechnungen nach DIN ISO 9613-2 [9] durchgeführt.

Solche Prognoseberechnungen zur Thematik Baulärm können aufgrund der schwer kalkulierbaren Besonderheiten von Baulärm (Art, Impulshaltigkeit, genaue örtliche und zeitliche Zuordnung der Geräusche, nicht jeder Tag gleich laut) im Vorfeld naturgemäß keine absolut exakten Ergebnisse, sondern nur Näherungen der zu erwartenden Geräuschbelastungen, liefern.

Bei der Durchführung von schalltechnischen Berechnungen werden zunächst die Emissionen der einzelnen Bauphasen in Form von Schallleistungspegeln bestimmt. Hierzu werden die Emissionen für die in der Tabelle 5.1 aufgeführten Baumaschinen ermittelt. Diese wurden auf der Grundlage der vom Auftraggeber [27] zur Verfügung gestellten Angaben beziehungsweise durch Angaben aus allgemein anerkannten technischen Berichten [14][15] angesetzt. Für die eingesetzten Maschinen und Baugeräte wurde dabei eine Einhaltung des Standes der Technik vorausgesetzt. Ausgehend von diesen Emissionen werden Immissionsberechnungen für die Umgebung der Baustellenbereiche über die gesamte Bauzeit durchgeführt.

Da im vorliegenden Fall die Maschineneinsätze über die Dauer der Baumaßnahme nicht fest zu verorten sind, werden die Emissionen der Bauarbeiten als energetisch gemittelte Ersatzflächenschallquellen in dem verwendeten Berechnungsprogramm SoundPLAN 9.0 berücksichtigt. Die Gebäude- sowie Geländedaten wurden vom Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen zur Verfügung gestellt [24]. Die darin enthaltenen topografischen Informationen werden in Form eines digitalen Geländemodells und die bestehenden Gebäude im Umfeld als schallabschirmende und schallreflektierende Baukörper berücksichtigt.

Die in dieser schalltechnischen Untersuchung durchgeführte Baulärmberechnung unterstellt, dass während der einzelnen schalltechnisch relevanten Bauphasen alle für diese Arbeiten aufgeführten Maschinen (vgl. Kapitel 5.2) gleichzeitig innerhalb der berücksichtigten Einsatzzeiten in Betrieb sind. Aufgrund dieser Annahme kommt es in dieser Prognose, im Sinne der Anwohner, eher zu einer rechnerischen Überbewertung der Baulärmimmissionen.

Die Berechnungsergebnisse werden in Form von Einzelpunktberechnungen in den jeweiligen Ergebnistabellen dargestellt (siehe Anlage 3). Neben detaillierten Einzelpunktberechnungen werden Isophonenkarten in einer Berechnungshöhe von 4,5 m (durchschnittliche Höhe 1. OG) über dem jeweils vorhandenen Bodenniveau berechnet und in Anlage 4 dargestellt. Die Berechnung der Schallausbreitung in abweichenden Höhen kann vom dargestellten Ergebnis abweichen.

5.2 Emissionen der Baumaschinen und Geräte

Zur Bestimmung der Emissionen, werden zunächst die mit dem Takt-Maximalpegelverfahren ermittelten Schallleistungspegel L_{WAT} der einzelnen Baumaschinen ermittelt. In den jeweiligen Schallleistungspegeln L_{WAT} sind nicht nur die reinen Maschinengeräusche, sondern auch Zuschläge für Impulshaltigkeit baustellentypischer Arbeitsvorgänge enthalten. Die somit für die einzelnen Baumaschinen berücksichtigten Schallleistungspegel L_{WAT} sind in Tabelle 5.1 zusammengefasst.

Tabelle 5.1: Auflistung der Baumaschinen mit Angabe der Schallleistungspegel

Maschine mit baustellentypischen Arbeitsvorgängen	Schallleistungspegel L_{WAT} [dB(A)]
Allgemeiner Baustellenlärm	100
Ankerbohrgerät**	113
Asphaltfertiger	102
Bagger	112
Betonpumpe	110
Betonmischer	103
Betonverdichter*	116
Bohrschnecke	103
Bohrhammer	105
Hydraulische Pressen	102
Kettensäge	109
Kran	108
Kreissäge**	113
LKW	105
Mobilkran	108
Radlader	113
Schlagbohrmaschine**	113
Schneidbrenner	110
Schweißgerät	88
Stopfmaschine*	118

Maschine mit baustellentypischen Arbeitsvorgängen	Schallleistungs- pegel L_{WAT} [dB(A)]
Trennschleifer*	118
Vibrationsplatte	109
Walze	106
Zweiwegebagger	109

Je Bauphase werden die einzelnen Schallleistungspegel der oben aufgeführten Baumaschinen, sowie die energetisch addierte und kaufmännisch gerundete Summe der Schallleistungspegel ermittelt. Eine detaillierte Auflistung aller Baumaschinen inklusive der Zeitkorrekturen ist nach schalltechnischen Bauphasen getrennt in Anlage 2 dargestellt. Für die mit * bzw. ** gekennzeichneten Baumaschinen wird dabei in Bauphase 3 nur die lauteste Maschine angesetzt. Da diese Maschinen nicht zeitgleich zum Einsatz kommen und ausschlaggebend für den Gesamtschallleistungspegel sind, würden sich die Emissionen dieser Maschinen andernfalls überlagern und zu einem stark überschätzen Gesamtschallleistungspegel führen.

Die Bauarbeiten sind gemäß AVV Baulärm im Tageszeitraum von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr sowie im Nachtzeitraum von 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr geplant. Wie in Tabelle 3.2 dargestellt, wird für die Maschineneinsätze im Tageszeitraum von bis zu 2,5 Stunden ein Zeitkorrekturwert von 10 dB und von bis zu 8 Stunden ein Korrekturwert von 5 dB vergeben. Analog gilt ein Zeitkorrekturwert für Arbeiten im Nachtzeitraum von bis zu 2 Stunden und 6 Stunden.

Aus den so ermittelten Schalleistungspegeln wird rechnerisch der Beurteilungspegel L_r gebildet, der an den umliegenden Immissionsorten im Beurteilungszeitraum darstellt, welche Immissionen zu erwarten sind. Zusätzlich wird das maximale, kurzzeitige Schallereignis im Nachtzeitraum, also der Maximalpegel L_{max} nach der AVV Baulärm [5] ermittelt und beurteilt. Ein Kriterium für unzulässige oder schädliche Geräuscheinwirkungen aufgrund von Maximalpegeln innerhalb des Tageszeitraums existiert in der AVV Baulärm oder der Rechtsprechung nicht.

Eine Übersicht über die berücksichtigten und auf die Beurteilungszeit bezogenen Gesamtschallleistungspegel L_{WAr} mit dem dazugehörigen Maximalpegel L_{WAFmax} der einzelnen Bauphasen ist der folgenden Tabelle 5.2 zu entnehmen.

Tabelle 5.2: Übersicht der berücksichtigten Gesamt-Schallleistungspegel der einzelnen Bauphasen

Schalltechnische Bauphase	L_{WAr} Tag [dB]	L_{WAr} Nacht [dB]	L_{WAFmax} Nacht [dB]	Maßgebliche Baumaschine für Maximalpegel
BP 1	113	-	-	-

Schalltechnische Bauphase	L _{WAr} Tag [dB]	L _{WAr} Nacht [dB]	L _{WAFmax} Nacht [dB]	Maßgebliche Baumaschine für Maximalpegel
BP 2	115	-	-	-
BP 3	118	120	128	Universalstopfmaschine
BP 4	112	-	-	-

In allen Bauphasen werden allgemein während des Baubetriebs auftretende Geräusche wie z.B. vereinzelt Lkw-Bewegungen, Rufen, Hämmern und Sägen in Form eines Schallleistungspegels $L_{WAT} = 100 \text{ dB(A)}$ für allgemeinen Baustellenlärm berücksichtigt.

Da der Gesamt-Schallleistungspegel für die Bauphasen 1 und 4 nur 1 dB auseinander liegt, und die Arbeiten in gleicher Lage durchgeführt werden, werden diese Bauphasen in den Ergebnistabellen und Schallimmissionsplänen zusammengefasst.

5.3 Emissionen der Vorbelastung

Wie in Kapitel 3.1.3 beschrieben, kann die Vorbelastung durch z.B. den Straßen- und Schienenverkehr relativierend zur Beurteilung des Baulärms hinzugezogen werden.

Für die vorliegende Untersuchung werden Verkehrslärmkarten zur Beurteilung der vorherrschenden Schallimmissionen herangezogen, die für die Straße durch das Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen [25] und für die Schiene durch das Dienstleistungszentrum des Bundes für Geoinformation und Geodäsie, Eisenbahn-Bundesamt [26] zur Verfügung gestellt werden. Aufgrund der Gewichtung des Tag-Abend-Nacht-Lärmindex (L_{DEN}) mit Zuschlägen für die sensibleren Abend- und Nachtstunden, kann der aus der Lärmkartierung ermittelte Wert für den Tageszeitraum nicht direkt mit den berechneten Beurteilungspegeln verglichen werden. Dennoch können die Ergebnisse der Lärmkartierung als grobe Orientierungswerte zur Bestimmung der Lärmvorbelastung herangezogen werden. Im Folgenden wird der untere L_{DEN} -Wert abzüglich 6 dB als Vergleichswert zur Beurteilung der Vorbelastung im Tageszeitraum berücksichtigt. Der L_{NIGHT} -Wert kann ohne Abzüge für den Nachtzeitraum übernommen werden.

Die Verkehrslärmvorbelastung für die jeweiligen Immissionsorte ist den Einzelpunktberechnungen in Anlage 3 zu entnehmen.

5.4 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

Um eine quantitative Beurteilung der Lärmbelastigung der zur Eisenbahnüberführung nächstgelegenen und am stärksten belasteten Bebauung vorzunehmen, wurden die Pegel aus dem Baustellenlärm für 11 Immissionsorte im Bereich der Baumaßnahme detailliert prognostiziert. Die Immissionsorte sollen repräsentativ die Immissionen in der Umgebung der Baumaßnahme auf Grundlage der berechneten Emissionen wiedergeben. Die Beurteilungspegel sind den Ergebnistabellen in Anlage 3 zu entnehmen.

Hinweis: Die flächenhafte Ausbreitungsrechnung und Darstellung als Isophonen führt zu einem berechnungstechnisch bedingten Reflexionseffekt im Nahbereich von Gebäudefassaden. Aufgrund der Reflexionen des Schalls an den jeweiligen Gebäudefassaden ergibt sich jeweils eine Schalldruckpegelerhöhung vor den Gebäudefassaden, welche innerhalb der Isophonendarstellung dazu führt, dass es teilweise den Anschein hat, als würden Häuser Schall anziehen. Dies kann bei der Interpretation der Ergebnisse in den Isophonendarstellungen zu bis zu 3 dB höheren Ergebnissen an den jeweiligen Gebäuden führen. Da die Baulärmimmissionen 0,5 m vor dem geöffneten Fenster einer schutzbedürftigen Nutzung zu ermitteln sind, tritt die Reflexion an der eigenen Fassade aufgrund des geöffneten Fensters im Sinne der Beurteilung nach AVV Baulärm nicht auf. Bei einer Berechnung der Beurteilungspegel mit Immissionsorten an Gebäudefassaden wird dieser Reflexionseffekt von der Fassade, an dem sich der Immissionsort befindet, rechnerisch korrigiert. Die Reflexion anderer Fassaden und Gebäude werden mit berücksichtigt.

Wie die Ergebnisse der Berechnungen zur Vorbelastung durch den Schienen- und Straßenverkehr zeigen (Ergebnistabellen in Anlage 2), reichen die Beurteilungspegel nicht aus, um sie zur Beurteilung und Relativierung des Baulärms hinzuzuziehen. Damit der Baulärm nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die betroffenen Anwohner führt, müsste die Vorbelastung an Immissionsorten mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm mindestens 10 dB oberhalb des Baulärms liegen, was während keiner Bauphase, weder im Tages- noch im Nachtzeitraum, auftritt. Daher wird in der folgenden Darstellung der Immissionsberechnungen kein Bezug auf die ermittelte Vorbelastung genommen.

5.4.1 Bauphase 1 und 4: Baufeldfreimachung und Restleistungen (15 Tage und 26 Tage)

Während der Baufeldfreimachung bzw. den Restleistungen in Bauphase 1 bzw. 4 ergeben sich gemäß Anlage 3.1 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 69 dB(A) am Gebäude „Buschweg 41“ (Immissionsort 01). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 9 dB überschritten. An den nördlich der Strecke 6343 gelegenen Gebäude des Buschwegs ist mit Überschreitungen zu rechnen, während die Immissionsrichtwerte im südlicher gelegenen Laubach eingehalten werden. Insgesamt sind somit 3 der 11 betrachteten Immissionsorte von Überschreitungen betroffen.

Pegel oberhalb von 70 dB(A), die sowohl die Schwelle der Zumutbarkeit darstellen, als auch zur Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 40 dB(A) für Wohnräume führen können, werden in dieser Bauphase nicht erreicht.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.1 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen für Mischgebiete an den nördlich der Gleise gelegenen Gebäuden entlang des Buschwegs bis zu einem Abstand von ca. 170 m.

5.4.2 Bauphase 2: Herstellung EÜ (64 Tage)

Während der Herstellung der EÜ außerhalb des Bestands in Bauphase 2 ergeben sich gemäß Anlage 3.2 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 71 dB(A) am Gebäude „Buschweg 41“ (Immissionsort 01). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein

Mischgebiet um bis zu 11 dB überschritten. Die Immissionsorte mit Überschreitung der Richtwerte liegen überwiegend nördlich der Gleise. Im südlich der Gleise gelegenen Laubach ist dagegen kaum mit Überschreitungen zu rechnen. Insgesamt sind hier 4 der 11 betrachteten Immissionsorte von Überschreitungen betroffen.

Pegel oberhalb von 70 dB(A), die sowohl die Schwelle der Zumutbarkeit darstellen, als auch zur Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 40 dB(A) für Wohnräume führen können, werden nur am Gebäude „Buschweg 41“ (Immissionsort 01) erreicht.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.2 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen entlang des Buschwegs für Mischgebiete bis zu einem Abstand von ca. 180 m und für allgemeine Wohngebiete bis zu einem Abstand von ca. 210 m.

5.4.3 Bauphase 3: Sperrpause (43 Tage, davon 43 Nächte)

Durch die Arbeiten in der Sperrpause in Bauphase 3 ergeben sich gemäß Anlage 3.3 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) am Gebäude „Buschweg 41“ (Immissionsort 01). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 13 dB überschritten. Die Immissionsorte mit Überschreitung der Richtwerte liegen überwiegend nördlich der Gleise. Im südlich der Gleise gelegenen Laubach ist dagegen kaum mit Überschreitungen zu rechnen. Insgesamt sind hier 4 der 11 betrachteten Immissionsorte von Überschreitungen betroffen.

Pegel oberhalb von 70 dB(A), die sowohl die Schwelle der Zumutbarkeit darstellen, als auch zur Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 40 dB(A) für Wohnräume führen können, werden nur am Gebäude „Buschweg 41“ (Immissionsort 01) erreicht.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.3 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen für Mischgebiete bis zu einem Abstand von ca. 200 m und für allgemeine Wohngebiete bis zu einem Abstand von ca. 290 m.

In dieser Bauphase sind auch umfangreiche Bauarbeiten im Nachtzeitraum geplant. Währenddessen ergeben sich gemäß Anlage 3.3 Beurteilungspegel von bis zu 75 dB(A) am Gebäude „Buschweg 41“ (Immissionsort 01). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 30 dB überschritten. Insgesamt sind hier 10 der 11 betrachteten Immissionsorte von Überschreitungen betroffen.

An den Immissionsorten 01 bis 04 wird zudem ein Pegel oberhalb von 60 dB(A), die die Schwelle der Zumutbarkeit darstellen und zur Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 30 dB(A) für Wohnräume führen, erreicht.

Das Maximalpegelkriterium für Arbeiten im Nachtzeitraum wird an insgesamt 6 Immissionsorten überschritten, wobei die höchsten Überschreitungen von bis zu 19 dB an Immissionsort 01 vorliegen.

Die Arbeiten in dieser Bauphase findet in einer Sperrpause statt. Daher kann der Baulärm bis zu der Höhe der üblicherweise vorliegenden Vorbelastung vorliegen, ohne zu einer Erhöhung der Lärmsituation beizutragen. Dadurch kommt es im Nachtzeitraum an den

Immissionsorten 05, 06, 07 und 10 nicht zu einer Baulärm bedingten Erhöhung der Lärmsituation für die Anwohner.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.4 entnehmen lässt sind auch im Nachtzeitraum noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. Bis zu einem Abstand von ca. 750 m kommt es zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet. Dadurch kommt es in der gesamten Ortschaft Laubach zu Überschreitungen.

5.4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm während aller Bauphasen im Tages- und in Bauphase 3 auch im Nachtzeitraum überschritten.

Im Tageszeitraum kommt es an 3 bis 4 der 11 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) liegen während der Bauphase 3 vor. Pegel oberhalb von 70 dB(A), die im Tageszeitraum sowohl die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung darstellen, sowie nicht mehr zur Einhaltung der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Innenraumpegel von 40 dB(A) im Tageszeitraum führen, werden während der Bauphasen 2 und 3 an einem Immissionsort erreicht.

Die Ergebnisse der Berechnungen zur Vorbelastung durch Straßen- und Schienenverkehrslärm zeigen (Ergebnistabellen in Anlage 3), dass die Pegel nicht ausreichen, um sie zur Relativierung des Baulärms heranzuziehen. Damit der Baulärm nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die betroffenen Anwohner führt, müsste die Vorbelastung an Immissionsorten mit Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm mindestens 10 dB oberhalb des Baulärms liegen, was während keiner Bauphase im Tageszeitraum auftritt.

Wie in den Schallimmissionsplänen in Anlage 4.4 zu sehen, kommt es während der Arbeiten im Nachtzeitraum zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu einem Abstand von etwa 750 m für ein Mischgebiet. Besonders betroffen ist dadurch die Ortschaft Laubach.

Im Nachtzeitraum sind während der Bauphase 3 teils hohe Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zu erwarten. Während der Nachtarbeiten sind 10 der 11 betrachteten Immissionsorte von Überschreitungen betroffen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 75 dB(A) liegen an Immissionsort 01 vor. Zu Pegeln oberhalb von 60 dB(A) kommt es an 4 Immissionsorten.

Hier zeigt sich unter Berücksichtigung der Vorbelastung, dass es an 4 der betroffenen Immissionsorte durch den Baulärm nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die Anwohner kommt.

Aufgrund der teils hohen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte werden im folgenden Minderungsmaßnahmen untersucht, um die zu erwartenden Immissionen auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

5.5 Minderungsmaßnahmen

Gemäß der aktuellen Rechtsprechung [20] sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche bereits dann angeordnet werden, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten

werden und nicht erst ab einer Überschreitung von 5 dB, wie dies in der AVV Baulärm beschrieben wird. Ziel sollte es sein, dass die Immissionsrichtwerte eingehalten werden. Wie bereits beschrieben, liegen die Beurteilungspegel für die untersuchten Bauphasen oberhalb der Immissionsrichtwerte, weshalb nachfolgendes Lärmschutzkonzept aufgestellt wird:

Information der Anwohner:

Da bei Bauarbeiten an Bahnanlagen, wie im aktuellen Fall, die Möglichkeiten der Lärmminde- rung begrenzt sind, sind die Anwohner früh genug und detailliert über das Bauvorhaben zu informieren. Punkte, die in einer Anwohnerinformation zu erwähnen sind, wären z.B. die durchzuführenden Bauverfahren, die Dauer der einzelnen Bauphasen und die zu erwarten- den Lärmeinwirkungen durch den Baubetrieb. Für den Fall, dass sich Anwohner vom ver- ursachten Lärm stark gestört fühlen beziehungsweise sich auch bei sämtlichen anderen Problemen im Zusammenhang mit dem Thema Lärm mitteilen können, ist in der Informa- tion an die Anwohner auch ein Ansprechpartner zu benennen.

Aktive Lärmschutzmaßnahmen:

Der Einsatz einer temporären, mobilen Lärmschutzwand kann eine wirkungsvolle Lärm- schutzmaßnahme darstellen. Es ist abzuwägen, ob eine Lärmschutzwand zu einem verhält- nismäßigen Lärmschutz der betroffenen Anwohner führen würde.

Bei der vorliegenden Baumaßnahme sind im Tageszeitraum lediglich 3-4 Immissionsorte von Überschreitungen betroffen. Die Dauer der Nachtarbeiten beschränkt sich auf die Sperrpause und liegt bei lediglich 43 Nächten. Pegel oberhalb von 60 dB(A) werden dabei an 4 Immissionsorten erreicht. Es sind also insgesamt nur wenige Immissionsorte für eine relativ kurze Dauer von hohen Überschreitungen betroffen.

Zudem gestaltet sich die Errichtung einer effektiven Lärmschutzwand schwierig. Da die Bauarbeiten zum Teil auf dem Bahndamm stattfinden, reicht die Höhe einer temporären Lärmschutzwand nicht aus um bei den umliegenden Gebäuden eine angemessene Minde- rungswirkung zu erzielen. Um alle betroffenen Gebäude zu schützen, wären außerdem auf- grund der beidseitigen Bebauung auch Lärmschutzwände auf beiden Seiten der Eisen- bahnstrecke notwendig. Auf der nördlichen Seite würde die Lärmschutzwand allerdings die Zufahrt zur Baustelle verhindern.

Daher steht aus gutachterlicher Sicht der Aufwand einer Lärmschutzwand vermutlich nicht im Verhältnis zu dem zu erwartenden Nutzen.

Organisatorische und planerische Lärmschutzmaßnahmen

Nicht benötigte Baumaschinen sind auszuschalten und falls möglich Maschinen und Ag- gregate in größtmöglicher Entfernung zu den Immissionsorten zu positionieren.

Bezüglich der auf den Baustellen eingesetzten Baumaschinen und Geräte ist bei der Aus- wahl zu beachten, dass diese den Vorgaben der EG-Richtlinie 2000/14/EG „Outdoorricht- linie“ in Verbindung mit der 32. BImSchV entsprechen (Stand der Technik).

Weiterhin ist zur Minderung von allgemeinen Baustellengeräuschen eine Sensibilisierung des Baustellenpersonals für das Thema Lärm durchzuführen. Dies kann verhaltensbedingte Geräuschpegel, die durch beispielsweise unnötig festes Hammerschlagen entstehen oder das Werfen von Materialien resultieren, minimieren. Ebenfalls kann die Nutzung von Sprechfunk den Lärmpegel einer Baustelle senken.

Eine weitere mögliche Lärmschutzmaßnahme wäre die Reduzierung der täglichen Netto-Betriebszeit der Baugeräte. Für die Bauphasen wurden nach Möglichkeit bereits Betriebszeiten von 8 h tags bzw. 6h nachts berücksichtigt, sodass eine weitere Reduzierung der Betriebszeiten zu einer Verlängerung der Baumaßnahmen führen würde und somit nicht im Sinne der Anwohner steht. Zudem sind trotz weiterer Reduzierung der Betriebszeiten noch Pegelüberschreitungen zu erwarten.

Beschränkungen im Nachtzeitraum

Zur Minimierung der Lärmemissionen während der Nachtarbeiten (20:00 Uhr bis 07:00 Uhr) sind folgende Einschränkungen vorgesehen: Die Arbeiten haben, falls bautechnologisch umsetzbar, in den weniger sensiblen Zeiträumen zwischen 06:00 und 07:00 Uhr bzw. 20:00 und 22:00 Uhr stattzufinden und sind auf das Nötigste zu reduzieren.

Da die Arbeiten im Nachtzeitraum an Sperrpausen gebunden sind, kann nicht auf Nachtarbeit verzichtet werden. Auch eine weitere Reduzierung des Geräteeinsatzes ist im Nachtzeitraum entsprechend der Planungsunterlagen nicht umsetzbar.

Bereitstellung von Ersatzwohnraum

Da weder aktive Lärmschutzmaßnahmen, noch die Reduzierung der Betriebszeiten geeignete Minderungsmaßnahmen darstellen, sind weiterhin Beurteilungspegel oberhalb von 70 dB(A) im Tageszeitraum und 60 dB(A) im Nachtzeitraum zu erwarten. Daher ist für die Anwohner eine Ansprechstelle zu benennen. Diese soll befugt sein in Einzelfällen die Erstattung von Kosten für die Hotelübernachtungen zu prüfen und zuzusagen. Die betroffenen Gebäude können Anlage 4 entnommen werden.

6 Erschütterungstechnische Betrachtungen

6.1 Vorbemerkungen

Allgemeine Erschütterungsprognosen zu Bautätigkeiten sind Prognosen mit höherer Unsicherheit, welche zum Beispiel auf Vergleichsmessungen oder auf baubegleitenden Messungen, aus Literaturstudien oder eigenen Messungen basieren.

Wesentlich für Erschütterungen sind immer die individuellen Schwingungsübertragungseigenschaften der Gebäudestruktur des Empfangsgebäudes selbst und die Bodeneigenschaften im Ausbreitungsweg. Ohne Messungen oder genaue Kenntnisse über die Empfangsgebäude und den Boden, ergibt sich zwangsläufig eine geringere Prognosesicherheit.

Von den Bautätigkeiten verursachte Erschütterungen werden im Erdboden weitergeleitet und auf dem Ausbreitungsweg in der Regel gedämpft. Über das Fundament gehen die Schwingungen in das Gebäude ein und breiten sich im Gebäude aus. Je nach Schwingungsverhalten des Gebäudes (Konstruktion, Bauweise, Materialität, ...) können auch relevante verstärkende Effekte (Resonanzen) im Gebäude auftreten, welche die eingeleiteten Schwingungen in bestimmten Frequenzbereichen zusätzlich verstärken können. Im ungünstigsten Fall liegen diese Resonanzen der Gebäude im gleichen Frequenzbereich wie die hauptsächlich anregenden Schwingungen der Baumaschinen. Resonanzen können jedoch nur bei Dauererschütterungen und nicht bei kurzzeitigen Erschütterungen auftreten.

Der Tageszeitraum im Erschütterungsschutz wird als 16-stündiger Zeitraum von 06:00 bis 22:00 Uhr definiert. Dementsprechend ist der Nachtzeitraum von 22:00 bis 06:00 Uhr definiert. Dies unterscheidet sich von der Definition des Tages- und Nachtzeitraum nach AVV Baulärm. Aus diesem Grund wird für die Erschütterungsuntersuchung im Nachtzeitraum für die Rüttelplatte eine Betriebszeit von 8 h angenommen und nicht von 11 h, wie in der Baulärmuntersuchung.

Die Arbeiten, die während dieser Baumaßnahme relevante Erschütterungen auslösen, sind die Verdichtungsarbeiten mittels Vibrationsplatte und Walze.

Für die nachfolgenden Betrachtungen werden für die Verdichtungsarbeiten unterschiedliche Berechnungsansätze gemäß Literatur [17] verwendet. Es wird für die Berechnungen nach DIN 4150, Teil 3, zur Bestimmung von Einwirkungen auf bauliche Anlagen ein Maximalansatz mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von nur 2,25 % angesetzt, da Schäden so sicher wie möglich ausgeschlossen werden müssen und diese auch schon bei sehr kurzen Einwirkzeiten auftreten können. Bei der Beurteilung der Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150, Teil 2 wird der wahrscheinliche Wert mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 50 % herangezogen. Dies geschieht, da meist längere Einwirkzeiten von mehreren Minuten und Stunden betrachtet werden und hierbei ein Mittelwert über die Einsatzzeit und nicht Maximalereignisse wie bei der Betrachtung von Gebäudeschäden heranzuziehen sind.

Tabelle 6.1: Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose

Baumaschine	Klasse / Gewicht	Art der Anregung	Frequenz	Energie / Leistung	
				wahrscheinlich	maximal
Vibrationsplatte	0,28 t	harmonisch stationär	65 Hz	4,6 kW	4,6 kW
Vibrationswalze	5,88 t	harmonisch stationär	28 Hz	36,8 kW	36,8 kW

Für die erschütterungsrelevanten Geräte kann gemäß Literatur [17] die maximale Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ mit den in Tabelle 6.3 aufgeführten Berechnungsformeln abgeschätzt werden.

Tabelle 6.2: Berücksichtigte Berechnungsformeln für die Erschütterungsprognose gemäß Literatur [17]

Baumaschine	Formel	
	DIN 4150-3	DIN 4150-2
Vibrationsplatte	$v_{i,max}^F = 10,87 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$	$v_{i,max}^F = 4,31 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$
Vibrationswalze	$v_{i,max}^F = 10,87 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$	$v_{i,max}^F = 4,31 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$

$v_{i,max}^F$ = maximale Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit in mm/s

G = Betriebsgewicht in t

r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

Die Berechnungsansätze liefern Abschätzungen der maximalen zu erwartenden Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ in Abhängigkeit der Entfernung zwischen Erschütterungsquelle und betrachtetem Gebäude. Für die Wände und Geschossdecken in den oberen Geschossen muss eine Weiterleitung im Gebäude mit berücksichtigt werden, welche sich mit nachfolgenden Formeln aus der Literatur [17] berechnen lässt:

horizontal:

$$v_{x/y,max}^{OG} = v_{i,max}^F \cdot k_{x/y}^{F-OG}$$

vertikal:

$$v_{z,max}^{OG} = v_{i,max}^F \cdot k_z^{F-OG}$$

$v_{i,max}^F$ = maximale Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit in mm/s

$v_{x/y,max}^{F-OG}$ = maximale horizontale Komponente der Schwinggeschwindigkeit im Obergeschoss in mm/s

$k^{F-OG}_{x/y}$ = horizontaler Übertragungsfaktor vom Fundament in das Obergeschoss, abhängig vom Untergrund 0,5 (sehr harter Untergrund) bis 2,0 (sehr weicher Untergrund)

$v^{F-OG}_{z, max}$ = maximale vertikale Schwinggeschwindigkeit im Obergeschoss in mm/s

k^{F-OG}_z = vertikaler Übertragungsfaktor vom Fundament in das Obergeschoss, außerhalb des Resonanzfalls < 1,5

Für Berechnungen von eingeschossigen Bauten gemäß DIN 4150-2 kann der Übertragungsfaktor vom Fundament ins Obergeschoss vernachlässigt werden, da sich dort in der Regel keine Menschen (dauerhaft) aufhalten.

Im vorliegenden Fall besteht keine bauliche Verbindung zwischen der Baumaßnahme und den umliegenden Nachbargebäuden. Die nächstgelegenen Gebäude mit der Struktur eines Wohngebäudes befinden sich in einer Distanz von etwa 20 m (Buschweg 41) zu den ungünstigsten Bereichen, in denen Bauarbeiten durchgeführt werden.

6.2 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlage

Für die Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Wohngebäude empfiehlt die DIN 4150-3 [8] in Tabelle 1 Anhaltswerte für die maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit in der obersten Deckenebene von 5 mm/s in horizontaler Richtung und 10 mm/s in vertikaler Richtung. Für gewerblich genutzte Gebäude gilt eine maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit von 10 mm/s in horizontaler und vertikaler Richtung.

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 6.1 dargestellten Leistungen sowie der in Tabelle 6.2 berücksichtigten Formeln ergeben sich für mitteweiche Bodenverhältnisse ($k^{F-OG}_{x/y} = 1,5$) die in Tabelle X dargestellten horizontalen und vertikalen Schwinggeschwindigkeiten von Decken und Wänden:

Tabelle 6.3: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-3

Baumaschine	Adresse	Entfernung [m]	$v^{OG}_{x/y/z, max}$ [mm/s]	Anhaltswert [mm/s]		Einhaltung
				hor.	ver.	
Vibrationsplatte	Buschweg 41	20	0,43	5	10	ja
Vibrationswalze	Buschweg 41	20	1,98	5	10	ja

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 für die Vibrationsplatte und die Vibrationswalze am nächstgelegenen Gebäude mit Wohnstruktur eingehalten.

Die Ergebnisse für die Berechnungen der maximalen Schwingschnelle an den Fundamenten der betrachteten nächstliegenden Bebauung werden in Anlage 6 dargestellt.

6.3 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden werden die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und die resultierenden Beurteilungsschwingstärken KB_{FT} der DIN 4150, Teil 2 [7] ermittelt.

Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der Schwingstärke, der während der jeweiligen Beurteilungszeit einmalig oder wiederholt auftritt und welcher der zu untersuchenden Quelle zuzuordnen ist. Diese maximale bewertete Schwingstärke wird nach DIN 4150, Teil 2 [7] mit folgenden Gleichungen berechnet:

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

$$KB_{Fmax} = KB \cdot c_F$$

f	=	Frequenz in Hz
f ₀	=	5,6 Hz (Grenzwert des Hochpasses)
v _{max}	=	maximale Schwingschnelle in mm/s
c _F	=	die Konstante nach Tabelle 3 DIN 4150, Teil 2 bzw. Tabelle 6.4 dieses Berichtes
KB	=	Schwingstärke, dimensionslos

Tabelle 6.4: Anhaltswerte für die Konstante c_F für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen, Tabelle 3 der DIN 4150, Teil 2

Zeile	Kurzbeschreibung der Einwirkungsart ¹⁾	C _F ²⁾
1	Harmonische Schwingungen mit geringen Verzerrungen (z.B. Sägewerke in großer Entfernung oder bei wesentlicher Resonanzbeteiligung)	0,9
2	Wie Zeile 1, jedoch stärker verzerrt – mehr als etwa 20% Verzerrung (z.B. Sägewerke in enger Nachbarschaft, wenn noch mehrere Oberschwingungen vorhanden sind)	0,8
3	Stochastische Schwingungen und periodischen Vorgängen mit Schwebungen	
	a) mit Resonanzbeteiligung (z.B. Webereien, Rammen, gemessen auf mitschwingenden Wohnfußböden); b) ohne Resonanzbeteiligung (z.B. auf nicht unterkellerten Wohnfußböden)	0,8 0,7

Zeile	Kurzbeschreibung der Einwirkungsart ¹⁾	C _f ²⁾
4	Einzelereignisse kurzer Dauer	
	a) mit Resonanzbeteiligung	0,8
	b) ohne Resonanzbeteiligung	0,6
<p>1) Die Einordnung einer Messung in eine dieser Klassen sollte nach dem Bild der Schwingungsaufzeichnungen erfolgen. Die genannten Beispiele sollten nur eine Orientierung geben, in welchen Situationen die einzelnen Klassen der Erschütterungseinwirkung häufig anzutreffen sind.</p> <p>2) Die Werte für C_f sind mittlere Erfahrungswerte. Abweichungen von etwa ± 15 % können auftreten.</p>		

Da die erschütterungsrelevanten Arbeiten stochastische bzw. periodische Schwingungen mit Resonanzbeteiligung sind, kann nach der Tabelle 3 aus der DIN 4150, Teil 2 ein Wert für C_f = 0,8 angenommen werden.

Resonanz ist das verstärkte Mitschwingen eines schwingungsfähigen Systems bei erzwungenen, harmonischen Anregungen. Dieses tritt auf, wenn die Anregungsfrequenz einer Schwingungs- oder Erschütterungsquelle (beispielsweise: harmonisch arbeitende Baumaschine wie Vibrationswalze) der Eigenfrequenz des schwingungsfähigen Systems (Gebäudewand, Gebäudedecke, etc.) entspricht.

Eine Dauererschütterung im Sinne der DIN 4150, Teil 3 ist definitionsgemäß eine Erschütterung, die geeignet ist, Resonanzerscheinungen hervorzurufen und somit eine wesentliche Verstärkung der eingeleiteten Erschütterungen erzeugen kann. Für Menschen im Gebäude bedeutet das Auftreten von Resonanzeffekten, dass die eingeleitete Erschütterung in das Gebäude zu deutlich höheren Immissionen (wahrgenommene Erschütterungen) führt als bei nicht Auftreten des Resonanzeffektes. In der Praxis treten Verstärkungen zwischen Fundamenterschütterung und Erschütterung einer Decke im Resonanzfall in Abhängigkeit der Dämpfung um den Faktor 10 bis 25 auf. Für die folgende Betrachtung des Resonanzfalles wird ein Übertragungsfaktor von 15 bei der Resonanzfrequenz angesetzt.

Der Literatur [16] können die in der folgenden Tabelle 6.5 dargestellten Eigenfrequenzen von Decken entnommen werden.

Tabelle 6.5: *Eigenfrequenzen von Decken*

Konstruktion	Eigenfrequenz	
	häufig	seltener
Holzbalkendecke	9 bis 12 Hz	8 bis 15 Hz
Stahlbetondecke im Wohnungsbau	20 bis 25 Hz	15 bis 35 Hz
Weitgespannte Stahlbeton- und Verbunddecke im Industrie-/Gewerbebau	7 bis 10 Hz	3 bis 15 Hz

Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} ist der Taktmaximal-Effektivwert über die Beurteilungszeit. Diese Beurteilungs-Schwingstärke für Einwirkungen außerhalb von Ruhezeiten wird nach DIN 4150, Teil 2 [7] mit folgender Gleichung berechnet:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{T_r} \sum_j T_{e,j} \cdot KB_{FTm,j}^2}$$

Darin sind:

T_r = Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h)

$T_{e,j}$ = Teileinwirkungszeiten

$KB_{FTm,j}$ = Taktmaximal-Effektivwerte die für die Teileinwirkungszeiten $T_{e,j}$ repräsentativ sind

Bei gleichen Erschütterungsanregungen, also dem gleichen zu berücksichtigenden KB_{FTm} ohne Berücksichtigung der Ruhezeiten, lässt sich die oben genannte Formel (4 a) der DIN 4150, Teil 2 zu der nachfolgenden Formel (4b) der DIN 4150, Teil 2 vereinfachen.

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

Der Taktmaximal-Effektivwert KB_{FTm} wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$KB_{FTm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N KB_{FTi}^2}$$

Bei Anwendung dieser Gleichung sind alle Werte $KB_{FTi} \leq 0,1$ zu Null zu setzen, jedoch gehen diese Takte in die Anzahl N ein und beeinflussen somit den Effektivwert. Für die folgenden Berechnungen wird der KB_{FTm} im Sinne einer Worst-Case Betrachtung mit dem KB_{Fmax} abgeschätzt.

Für die Bestimmung der Anhaltswerte sind, wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, die erschütterungsrelevanten Tage zu bestimmen. Gemäß den Angaben des Auftraggebers kommen die erschütterungsrelevanten Geräte an insgesamt 9 Tagen zum Einsatz. Da die Anwohner vorher über die Bauarbeiten informiert werden, können gemäß Tabelle 3.3 die Anhaltswerte der Stufe II berücksichtigt werden.

In den folgenden Tabelle 6.6 und Tabelle 6.7 sind jeweils getrennt für den Tages- und Nachtzeitraum die erschütterungsrelevanten Baumaschinen, sowie deren Einsatzzeiten und die zu berücksichtigenden Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 dargestellt.

Tabelle 6.6: Berücksichtigte Gebäude und Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 für den Tageszeitraum

Baumaschine	Entfernung [m]	Adresse, Gebietsnutzung	Bau- phase	Tägliche Einsatzzeit [h]	Anhaltswert [mm/s]		
					A_u	A_o	A_r
Vibrationsplatte	20	Buschweg 41	1 & 3	16	0,8	5	0,6

Baumaschine	Entfernung [m]	Adresse, Gebietsnutzung	Bau- phase	Tägliche Einsatzzeit [h]	Anhaltswert [mm/s]		
					A _u	A _o	A _r
Vibrationswalze	20	Buschweg 41	1 & 3	16	0,8	5	0,6

Tabelle 6.7: Berücksichtigte Gebäude und Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 für den Nachtzeitraum

Baumaschine	Entfernung [m]	Adresse, Gebietsnutzung	Bau- phase	Nächtliche Einsatzzeit [h]	Anhaltswert [mm/s]		
					A _u	A _o	A _r
Vibrationsplatte	20	Buschweg 41	3	8	0,15	0,3	0,07
Vibrationswalze	20	Buschweg 41	3	8	0,15	0,3	0,07

Die Berechnungsergebnisse unter Verwendung der individuell ermittelten maximalen Schwingschnellen und der sich daraus ergebenden Schwingstärken in den Obergeschossen der betrachteten Gebäude und der Berücksichtigung der aufgeführten Formeln und Annahmen werden in den folgenden Kapiteln getrennt für den Tages- und Nachtzeitraum dargestellt.

6.3.1 Ergebnisse der Erschütterungsberechnungen gemäß DIN 4150, Teil 2 für den Tageszeitraum

Tabelle 6.8: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 ohne Resonanzfall, Tageszeitraum

Baumaschine	Adresse / Nutzungsart	Entfernung [m]	KB _{Fmax}	KB _{FT_r}	Anhaltswert			Einhal- tung der Anhalts- werte
					A _u	A _o	A _r	
Vibrationsplatte	Buschweg 41	20	0,10	010	0,8	5	0,6	ja
Vibrationswalze	Buschweg 41	20	0,43	0,43	0,8	5	0,6	ja

Wie die Ergebnisse in Tabelle 6.8 zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 für die Vibrationsplatte und die Vibrationswalze an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten.

Tabelle 6.9: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 mit Resonanzfall, Tageszeitraum

Baumaschine	Adresse / Nutzungsart	Entfernung [m]	KB _{Fmax}	KB _{FT_r}	Anhaltswert			Einhaltung der Anhaltswerte
					A _u	A _o	A _r	
Vibrationsplatte	Buschweg 41	20	0,96	0,96	0,8	5	0,6	nein
Vibrationswalze	Buschweg 41	20	4,35	4,35	0,8	5	0,6	nein

Wie die Ergebnisse zeigen kommt es sowohl für die Vibrationsplatte als auch für die Vibrationswalze zu Überschreitungen der Anhaltswerte im Resonanzfall. Erst ab einem Abstand von etwa 25 m für die Vibrationsplatte und von etwa 110 m für die Vibrationswalze ist mit einer Einhaltung der Anhaltswerte zu rechnen.

Hinweis: Es ist sehr unwahrscheinlich, dass im Zuge von Verdichtungsarbeiten mittels Vibrationsplatte Resonanzen an den Gebäuden entstehen, da die Betriebsfrequenz der betrachteten Vibrationsplatte (65 Hz) deutlich oberhalb der Deckeneigenfrequenz von üblichen Gebäuden liegt.

6.3.2 Ergebnisse der Erschütterungsberechnungen gemäß DIN 4150, Teil 2 für den Nachtzeitraum

Tabelle 6.10: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 ohne Resonanzfall, Nachtzeitraum

Baumaschine	Adresse / Gebietsnutzung	Entfernung [m]	KB _{Fmax}	KB _{FT_r}	Anhaltswert			Einhaltung der Anhaltswerte
					A _u	A _o	A _r	
Vibrationsplatte	Buschweg 41	20	0,10	0,10	0,15	0,3	0,07	ja
Vibrationswalze	Buschweg 41	20	0,43	0,43	0,15	0,3	0,07	nein

Wie die Ergebnisse zeigen werden die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 für die Vibrationsplatte an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten, für die Vibrationswalze jedoch überschritten. Für die Vibrationswalze ist erst ab einem Abstand von etwa 60 m mit einer Einhaltung der Anhaltswerte zu rechnen. Daher wird der Resonanzfall der Vibrationswalze nicht mitbetrachtet, da auch für den Resonanzfall mit Überschreitungen zu rechnen ist.

Tabelle 6.11: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 mit Resonanzfall, Nachtzeitraum

Baumaschine	Adresse / Gebietsnutzung	Entfernung [m]	KB_{Fmax}	KB_{FTr}	Anhaltswert			Einhaltung der Anhaltswerte
					A_u	A_0	A_r	
Vibrationsplatte	Buschweg 41	20	0,96	0,96	0,15	0,3	0,07	nein

Wie die Ergebnisse zeigen, kommt es für die Vibrationsplatte zu Überschreitungen der Anhaltswerte im Resonanzfall. Erst ab einem Abstand von etwa 135 m ist mit einer Einhaltung zu rechnen.

Hinweis: Es ist sehr unwahrscheinlich, dass im Zuge von Verdichtungsarbeiten mittels Vibrationsplatte Resonanzen an den Gebäuden entstehen, da die Betriebsfrequenz der betrachteten Vibrationsplatte (65 Hz) deutlich oberhalb der Deckeneigenfrequenz von üblichen Gebäuden liegt.

6.4 Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen

Da die in dieser Erschütterungsuntersuchung angegebenen Maschinendaten auf Literaturangaben basieren, kann es während der Baumaßnahme dazu kommen, dass leichtere und weniger leistungsfähige sowie auch schwerere und leistungstärkere Maschinen eingesetzt werden könnten.

Konkrete Aussagen zu den zu erwartenden Erschütterungsmissionen sind ohne Messungen kaum möglich, da die Bauweise der Gebäude die Höhe der Erschütterungsmissionen maßgeblich bestimmt. Die Situation kann prinzipiell an jedem Gebäude anders sein. Vor diesem Hintergrund und aus rechtlichen Gründen wird zu einer bautechnischen Beweissicherung vor Beginn der Baumaßnahmen geraten. Eine Beweissicherung wird für einen Radius von mindestens 50 m, ausgehend von dem Einsatzort der erschütterungsrelevanten Geräte, empfohlen. Diese wird gemäß Auftraggeber im Vorfeld durchgeführt.

Grundsätzlich ist es zu empfehlen, Anwohner von schützenswerten Nutzungen in der Umgebung vor Beginn der Baumaßnahmen schriftlich über den Sinn und Zweck, den Bauablauf und die Dauer der Baumaßnahme zu informieren (Informationsschreiben). Im Falle der Beurteilung der Erschütterungsmissionen der Baumaßnahmen (außer Sprengungen) können durch den Grad der Information der Anlieger im Tageszeitraum höhere Anhaltswerte angesetzt werden. Es dürfen daher bei guter Informationslage mehr Erschütterungsmissionen vorliegen als ohne Information der Anwohner.

Eine rechtzeitige Information der Anwohner wäre auch aus erschütterungstechnischer Sichtweise eine Möglichkeit, die Akzeptanz der Anwohner für die geplante Baumaßnahme zu erhöhen. Zudem wird die Benennung einer Ansprechstelle empfohlen. Der notwendige Grad der Information, sowie die Beurteilung ist nachfolgend dargestellt. Gemäß Punkt 6.5.4.3 der DIN 4150, Teil 2 sind folgende Maßnahmen geeignet erhebliche Belästigungen (psychische Auswirkungen) durch baustelleninduzierte Erschütterungen zu mindern:

- a) Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb;
- b) Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen;
- c) Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.);
- d) Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben;
- e) Information der Betroffenen über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude;
- f) Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude.

Die Maßnahmen a) bis e) sind vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme durchzuführen. Die Maßnahme f) ist im Falle von Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150, Teil 2 in Betracht zu ziehen. Im vorliegenden Fall werden die Anhaltswerte an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten, sofern der Resonanzfall ausgeschlossen werden kann.

6.5 Minderungsmaßnahmen für das vorliegende Bauvohaben

Aufgrund der Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 im Nachtzeitraum an den nächstgelegenen Gebäuden bei Einsatz der Vibrationswalze, ist diese im Nachtzeitraum im Nahbereich der Gebäude nur statisch ohne Vibrationen zu verwenden. Alternativ kann in diesem Bereich die betrachtete Vibrationsplatte eingesetzt werden.

7 Beurteilung des Betriebslärms gemäß 16. BImSchV

Gemäß der 16. BImSchV [2] ist zu prüfen, ob die Erneuerung der Eisenbahnüberführung eine wesentliche Änderung darstellt. Eine wesentliche Änderung besteht, wenn der Schienenweg um eine oder mehrere Gleise erweitert wird oder durch der Beurteilungspegel des von dem zu verändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms, bedingt durch einen erheblichen baulichen Eingriff, um mindestens 3 dB(A) oder auf mindestens 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) in der Nacht erhöht wird.

Die Erneuerung der Eisenbahnüberführung stellt einen erheblichen baulichen Eingriff dar, sodass hier zu prüfen ist, inwieweit eine wesentliche Änderung ausgelöst wird.

Eine Zunahme der Beurteilungspegel kann gemäß der Berechnungsrichtlinie Schall 03 [12] durch eine Lageänderung der Gleise, einen höheren Brückenzuschlag, eine veränderte lichte Weite des Brücke, eine erhöhte Geschwindigkeit oder durch ein durch die Baumaßnahme erhöhtes Verkehrsaufkommen zustande kommen.

Bei dieser Baumaßnahme kommt es nicht zu einer Verschiebung der Gleise, die Betriebsgeschwindigkeit bleibt unverändert und es ist auch nicht mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen zu rechnen.

Bei den Bestandsbrücken handelt es sich zum einen um eine Spannbetonbrücke aus dem Jahr 1967 mit einer lichten Weite von 10 m und zum anderen um eine Gewölbebrücke aus dem Jahr 1870 mit einer lichten Weite von 3,8 m. Die Gleise auf den Brücken liegen auf Schwellen in einem Schotterbett. Gemäß Schall 03 sind solche Brücken mit einem Brückenzuschlag von 3 dB zu versehen. Beide Brücken sollen durch Stahlbetonvollrahmenbauwerke ersetzt werden, wobei es bei den gleichen lichten Weiten von 10 m bzw. 3,8 m bleibt. Auch die Gleise werden wieder auf Schwellen in einem Schotterbett liegen. Es ist daher wieder derselbe Brückenzuschlag von 3 dB anzusetzen.

Rechnerisch kann sich in diesem Fall also keine Erhöhung der Beurteilungspegel ergeben und eine wesentliche Änderung der Schallimmissionen aus dem Verkehrslärm kann ausgeschlossen werden.

8 Zusammenfassung

Die DB InfraGO AG plant die Erneuerung der Eisenbahnüberführung Laubach / Gemeindegeweg an der Strecke 6343 an Bahn-km 188,8+02, gelegen nahe der Werra etwa 100 m südwestlich der A7 bei der Ortschaft Laubach. Ziel der Baumaßnahme ist die Erneuerung der Eisenbahnüberführung bei gleichbleibender lichter Weite und Oberbau.

Baulärm:

In dieser Untersuchung wurden die zu erwartenden Baulärmimmissionen mit einer Ausbreitungsberechnung gemäß der DIN EN ISO 9613-2 [9] durchgeführt und anschließend gemäß der AVV Baulärm [5] in Verbindung mit der aktuellen Rechtsprechung beurteilt. Für die Berechnungen wurden die Abläufe für die Erneuerung in schalltechnisch relevante Bauphasen unterteilt. Hierbei ergaben sich insgesamt vier Bauphasen.

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm während aller Bauphasen im Tages- und in Bauphase 3 auch im Nachtzeitraum überschritten.

Im Tageszeitraum kommt es an 3 bis 4 der 11 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) liegen während der Bauphase 3 vor. Pegel oberhalb von 70 dB(A), die im Tageszeitraum sowohl die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung darstellen, sowie nicht mehr zur Einhaltung der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Innenraumpegel von 40 dB(A) im Tageszeitraum führen, werden während der Bauphasen 2 und 3 an einem Immissionsort erreicht.

Die Ergebnisse der Berechnungen zur Vorbelastung durch Straßen- und Schienenverkehrslärm zeigen (Ergebnistabellen in Anlage 3), dass die Pegel nicht ausreichen, um sie zur Relativierung des Baulärms heranzuziehen. Damit der Baulärm nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die betroffenen Anwohner führt, müsste die Vorbelastung an Immissionsorten mit Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm mindestens 10 dB oberhalb des Baulärms liegen, was während keiner Bauphase im Tageszeitraum auftritt.

Wie in den Schallimmissionsplänen in Anlage 4.4 zu sehen, kommt es während der Arbeiten im Nachtzeitraum zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu einem Abstand von etwa 750 m für ein Mischgebiet. Besonders betroffen ist dadurch die Ortschaft Laubach.

Im Nachtzeitraum sind während der Bauphase 3 teils hohe Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zu erwarten. Während der Nachtarbeiten sind 10 der 11 betrachteten Immissionsorte von Überschreitungen betroffen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 75 dB(A) liegen an Immissionsort 01 vor. Zu Pegeln oberhalb von 60 dB(A) kommt es an 4 Immissionsorten.

Hier zeigt sich unter Berücksichtigung der Vorbelastung, dass es an 4 der betroffenen Immissionsorte durch den Baulärm nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die Anwohner kommt.

Aufgrund der Überschreitungen der Immissionsrichtwerte wurden Lärmschutzmaßnahmen untersucht, um die zu erwartenden Immissionen für die Anwohner auf ein erreichbares Mindestmaß zu beschränken:

- Lärmindernd wird für die auf der Baustelle zum Einsatz kommenden Geräte bereits in den Ausschreibungsunterlagen die Forderung nach lärmarmen Geräten und Maschinen aufgenommen.
- Die betroffenen Anwohner werden frühzeitig über die Baumaßnahmen informiert. Im Informationsschreiben wird eine Ansprechstelle genannt, an welche sich betroffene Anwohner wenden können.
- Weiterhin hat zur Minderung von allgemeinen Baustellengeräuschen eine Sensibilisierung des Baustellenpersonals für das Thema Lärm zu erfolgen. Dies kann verhaltensbedingte Geräuschpegel, die durch beispielsweise unnötig festes Hammer schlagen oder das Werfen von Materialien resultieren, minimieren. Ebenfalls kann die Nutzung von Sprechfunk den Lärmpegel einer Baustelle senken.
- Abstimmung einer Kompensationsmaßnahme mit den von Überschreitungen der Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) im Tages- und 60 dB(A) im Nachtzeitraum betroffenen Bewohnern.

Die Anpassung der täglichen Betriebszeiten der Baugeräte zur Vergabe von Pegelkorrekturen stellt bei dieser Baumaßnahme keine mögliche Maßnahme zur Schallminderung dar, da nach Möglichkeit bereits Betriebszeiten von 8 h tags bzw. 6 h nachts angesetzt wurden, sodass Pegelkorrekturen von 5 dB berücksichtigt wurden.

Grundsätzlich stellt auch der Einsatz einer temporären mobilen Lärmschutzwand eine geeignete Minderungsmaßnahme dar. Jedoch würde die Höhe einer temporären Lärmschutzwand aufgrund der Dammlage der Baumaßnahme nicht ausreichen, um eine angemessene Minderungswirkung zu erzielen. Des Weiteren würde eine Lärmschutzwand nördlich die Zufahrt zur Baustelle verhindern. Bei der geringen Zahl der Betroffenen im Tageszeitraum und der relativ kurzen Dauer der Nachtarbeiten stellt eine Lärmschutzwand aus diesen Gründen keine geeignete Maßnahme zur Minderung der Schallimmissionen dar.

Erschütterungen:

Weiterhin waren Aussagen zu den von der Baumaßnahme ausgehenden Erschütterungen innerhalb der Bauzeit zu tätigen. Es wurden hierbei die in den nächstgelegenen Gebäuden durch die Baumaßnahmen entstehenden Erschütterungen prognostiziert und anhand der Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 3 und Teil 2 beurteilt. Die Arbeiten, die relevante Erschütterungen auslösen, sind bei diesem Bauvorhaben die Verdichtungsarbeiten des Baugrunds mittels Vibrationsplatte.

Durch die vorgesehenen Verdichtungsarbeiten in den Bauphasen 1 und 3 werden die Anhaltswerte der anzuwendenden DIN 4150-3 am nächstgelegenen Wohngebäude eingehalten.

Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 werden im Tageszeitraum während Bauphase 1 und 3 beim Einsatz der Vibrationsplatte und der Vibrationswalze eingehalten. Im Nachtzeitraum sind die Anhaltswerte für die Vibrationsplatte noch immer eingehalten, werden für die Vibrationswalze jedoch überschritten. Hier kommt es ab einem Abstand von etwa 110 m zu einer Einhaltung der Anhaltswerte.

Im Nahbereich der nächstgelegenen Gebäude sollte die Vibrationswalze im Nachtzeitraum daher nur statisch eingesetzt oder durch die Vibrationsplatte ersetzt werden.

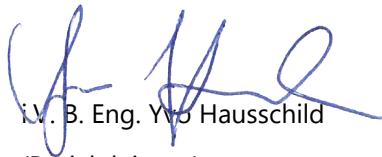
Verkehrslärm:

Wie in der Stellungnahme in Kapitel 7 beschrieben kann es durch die geplanten Baumaßnahme rechnerisch nicht zu einer Erhöhung der Verkehrslärmemissionen des Schienenweges kommen. Daher führt der erhebliche bauliche Eingriff gemäß 16. BImSchV nicht zu einer wesentlichen Änderung und eine detaillierte schalltechnische Untersuchung ist somit nicht erforderlich.

Peutz Consult GmbH



ppa. Dipl.-Ing. Mark Bless
(Messstellenleitung)



i.V. B. Eng. Yvo Hausschild
(Projektleitung)



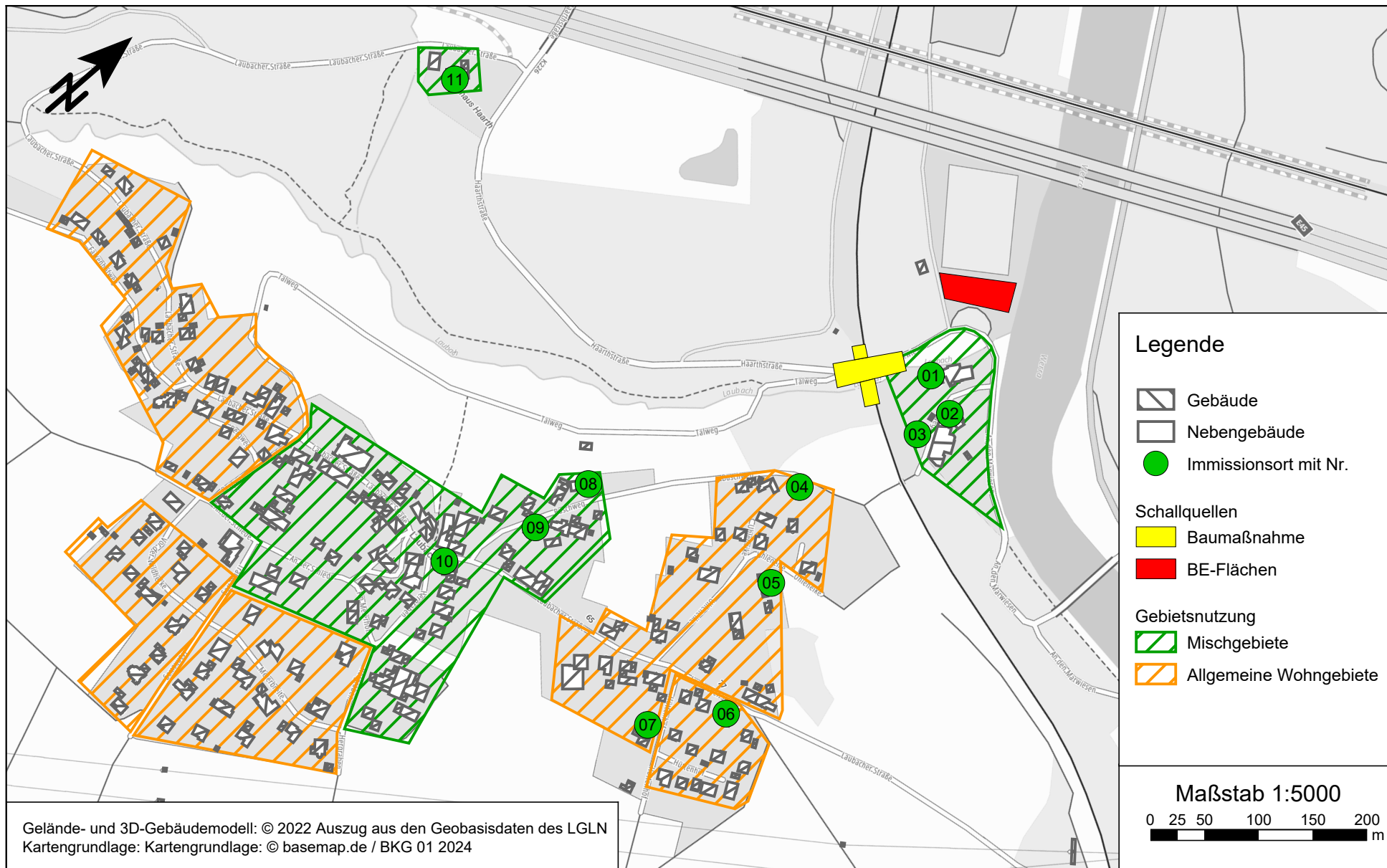
i.A. Dr. rer. nat. Ruth Querschfeld
(Projektmitarbeit)

Anlagenverzeichnis

- | | |
|-----------|---|
| Anlage 1: | Übersichtslageplan mit Darstellung der Immissionsorte und der Schallquellen |
| Anlage 2: | Emissionswerttabellen zu den betrachteten Bauphasen |
| Anlage 3: | Ergebnisse der Immissionsberechnungen zu den betrachteten Bauphasen – Einzelpunktberechnungen |
| Anlage 4: | Schallimmissionspläne während der Bautätigkeiten |
| Anlage 5: | Lärmkartierung aus dem Straßen- und Schienenverkehrslärm |
| Anlage 6: | Ergebnisse der Erschütterungsberechnungen |

Anlage 1 - Übersichtslageplan mit Darstellung der Immissionsorte, Schallquellen und der umliegenden Nutzung

PEUTZ



Bauphase 1

Baufeldfreimachung

Dauer: 15 Tage

Tätigkeiten: Baufeldfreimachung, Herrichtung BE-Fläche, Baustraße, Kranstandort

	Baumaschine/-vorgang	L _{WAT} [dB(A)]	L _{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	-	1	10	-	0	-	100	-
2	Bagger	112	-	1	8	-	-5	-	107	-
3	Bohrschnecke	103	-	1	8	-	-5	-	98	-
4	Kettensäge	109	-	1	8	-	-5	-	104	-
5	LKW	105	-	1	8	-	-5	-	100	-
6	Mobilkran	108	-	1	8	-	-5	-	103	-
7	Radlader	113	-	1	8	-	-5	-	108	-
8	Walze	106	-	1	8	-	-5	-	101	-
9	Vibrationsplatte	109	-	1	8	-	-5	-	104	-

auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:

113

-

maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)]:

-

-

Bauphase 2

Herstellung EÜ

Dauer: 64 Tage

Tätigkeiten: Herstellung EÜ außerhalb Bestand

	Baumaschine/-vorgang	L _{WAT} [dB(A)]	L _{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	-	1	10	-	0	-	100	-
2	Betonpumpe	110	-	1	8	-	-5	-	105	-
3	Betonmischer	103	-	1	8	-	-5	-	98	-
4	Betonverdichter	116	-	1	8	-	-5	-	111	-
5	Kran	108	-	1	8	-	-5	-	103	-
6	Kreissäge	113	-	1	8	-	-5	-	108	-
7	LKW	105	-	1	8	-	-5	-	100	-
8	Mobilkran	108	-	1	8	-	-5	-	103	-
9	Radlader	113	-	1	8	-	-5	-	108	-

auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:

115

-

maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)]:

-

-

Bauphase 3

Sperrpause

Dauer: [43 Tage / 43 Nächte]

Tätigkeiten: Vershub EÜ Gemeindeweg und EÜ Laubach

	Baumaschine/-vorgang	L _{WAT} [dB(A)]	L _{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	110	1	10	8	0	0	100	100
2	Ankerbohrgerät, Schlagbohrmaschine, Kreissäge*	113	115	1	8	6	-5	-5	108	108
3	Bagger	112	115	1	8	11	-5	0	107	112
4	Betonmischer	103	101	1	8	6	-5	-5	98	98
5	Betonpumpe	110	113	1	8	6	-5	-5	105	105
6	Betonverdichter, Trennschleifer, Stopfmaschine*	118	128	1	8	6	-5	-5	113	113
7	Bohrhammer	105	108	1	8	11	-5	0	100	105
8	Bohrschnecke	103	106	1	8	6	-5	-5	98	98
9	Hydraulische Pressen	102	112	1	8	11	-5	0	97	102
10	Kran	108	114	1	8	11	-5	0	103	108
11	LKW	105	-	1	8	11	-5	0	100	105
12	Mobilkran	108	117	1	8	11	-5	0	103	108
13	Radlader	113	123	1	8	11	-5	0	108	113
14	Schneidbrenner	110	120	1	8	6	-5	-5	105	105
15	Schweißgerät	88	98	1	8	11	-5	0	83	88
16	Vibrationsplatte	109	112	1	8	11	-5	0	104	109
17	Walze	106	109	1	8	6	-5	-5	101	101
18	Zweiwegebagger	109	119	1	8	11	-5	0	104	109

auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:

118 120

maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)] (Zeile 6):

- 128

* Baumaschinen wurden zusammengefasst, da sie nicht zeitgleich im Einsatz sind

Bauphase 4

Restleistungen

Dauer: [26 Tage]

Tätigkeiten: Anschluss Flügelwand, Rückbau

	Baumaschine/-vorgang	L _{WAT} [dB(A)]	L _{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	-	1	10	-	0	-	100	-
2	Asphaltfertiger	102	-	1	8	-	-5	-	97	-
3	Bagger	112	-	1	8	-	-5	-	107	-
4	Kran	108	-	1	8	-	-5	-	103	-
5	LKW	105	-	1	8	-	-5	-	100	-
6	Radlader	113	-	1	8	-	-5	-	108	-
7	Walze	106	-	1	8	-	-5	-	101	-
auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:									112	-
maßgeblicher Maximalpegel L _{WAFmax} [dB(A)]:									-	-

Anlage 3.1: Ergebnisse der Immissionsberechnungen gemäß AVV Baulärm
Bauphase 1 & 4: Dauer 15 & 26 Tage
Tageszeitraum



IP	Immissionsort Name	Geschoss	Gebiets- einstufung	Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm	
							Tag dB(A)	Nacht dB(A)
01	Buschweg 41	EG	MI	60	68	8	61	62
		1.OG	MI	60	69	9	61	62
		2.OG	MI	60	69	9	61	62
02	Buschweg 42	EG	MI	60	61	1	61	62
		1.OG	MI	60	62	2	61	62
03	Buschweg 37	EG	MI	60	57	-	63	64
		1.OG	MI	60	61	1	63	64
		2.OG	MI	60	62	2	63	64
04	Buschweg 28	EG	WA	55	54	-	61	59
05	Uhleneike 12	EG	WA	55	46	-	58	59
		1.OG	WA	55	47	-	58	59
06	Laubacher Straße 80	EG	WA	55	39	-	56	54
07	Hüttenhof 4	EG	WA	55	31	-	51	52
		1.OG	WA	55	35	-	51	52
08	Buschweg 11	EG	MI	60	49	-	56	54
		1.OG	MI	60	49	-	56	54
		2.OG	MI	60	49	-	56	54
		3.OG	MI	60	50	-	56	54
09	Buschweg 6	EG	MI	60	48	-	56	52
10	Hergraben 5	EG	MI	60	34	-	51	52
		1.OG	MI	60	41	-	51	52
		2.OG	MI	60	43	-	51	52
11	Laubacher Straße 1	EG	MI	60	25	-	61	57
		1.OG	MI	60	26	-	61	57

Anlage 3.2: Ergebnisse der Immissionsberechnungen gemäß AVV Baulärm
Bauphase 2: Dauer 64 Tage
Tageszeitraum



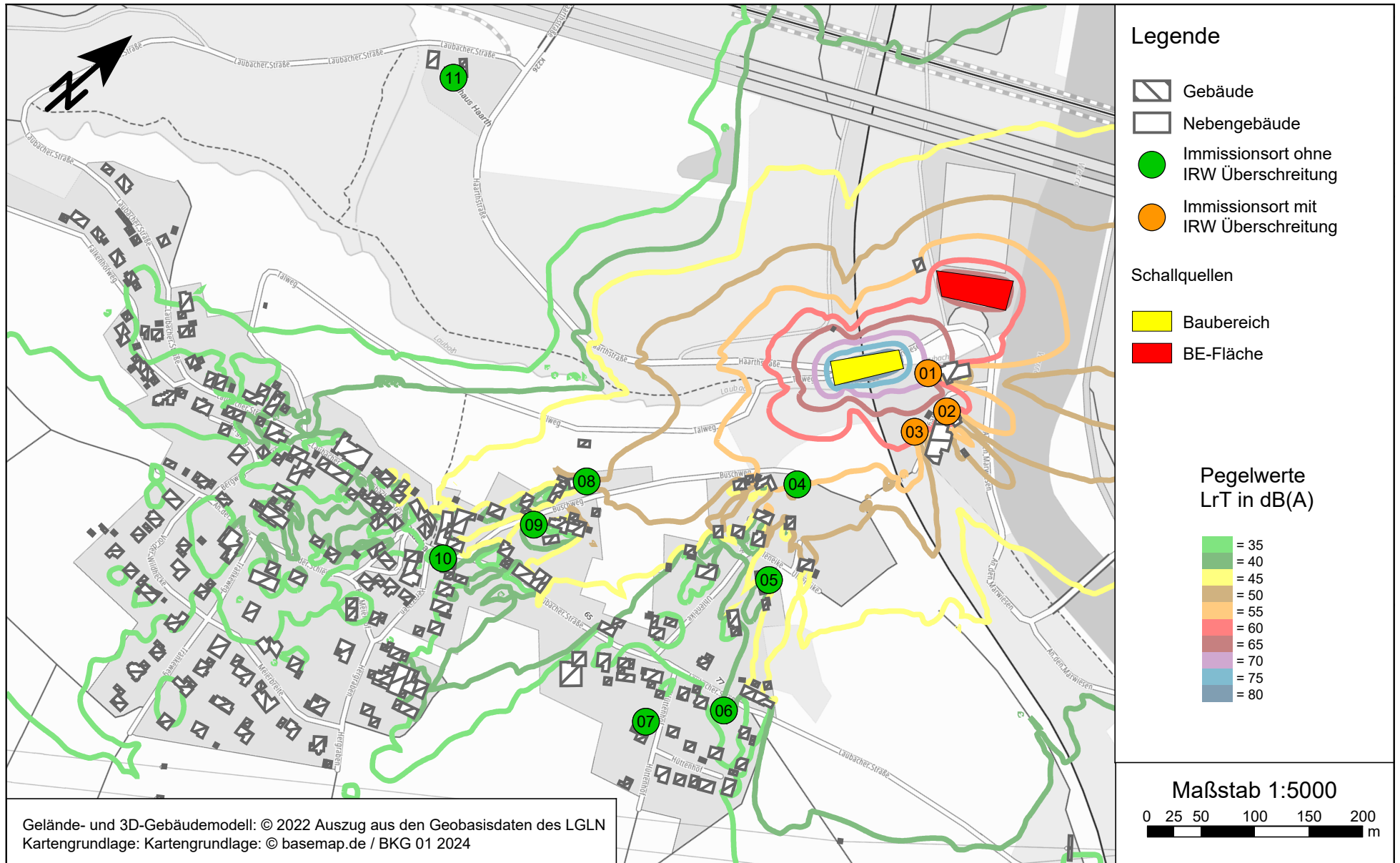
IP	Immissionsort Name	Geschoss	Gebiets- einstufung	Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm	
							Tag dB(A)	Nacht dB(A)
01	Buschweg 41	EG	MI	60	70	10	61	62
		1.OG	MI	60	71	11	61	62
		2.OG	MI	60	71	11	61	62
02	Buschweg 42	EG	MI	60	63	3	61	62
		1.OG	MI	60	64	4	61	62
03	Buschweg 37	EG	MI	60	59	-	63	64
		1.OG	MI	60	63	3	63	64
		2.OG	MI	60	64	4	63	64
04	Buschweg 28	EG	WA	55	56	1	61	59
05	Uhleneike 12	EG	WA	55	48	-	58	59
		1.OG	WA	55	49	-	58	59
06	Laubacher Straße 80	EG	WA	55	40	-	56	54
07	Hüttenhof 4	EG	WA	55	33	-	51	52
		1.OG	WA	55	37	-	51	52
08	Buschweg 11	EG	MI	60	51	-	56	54
		1.OG	MI	60	51	-	56	54
		2.OG	MI	60	51	-	56	54
		3.OG	MI	60	52	-	56	54
09	Buschweg 6	EG	MI	60	50	-	56	52
10	Hergraben 5	EG	MI	60	36	-	51	52
		1.OG	MI	60	43	-	51	52
		2.OG	MI	60	45	-	51	52
11	Laubacher Straße 1	EG	MI	60	27	-	61	57
		1.OG	MI	60	28	-	61	57

Anlage 3.3: Ergebnisse der Immissionsberechnungen gemäß AVV Baulärm
Bauphase 3: Dauer 43 Tage davon 43 Nächte
Tages- und Nachtzeitraum

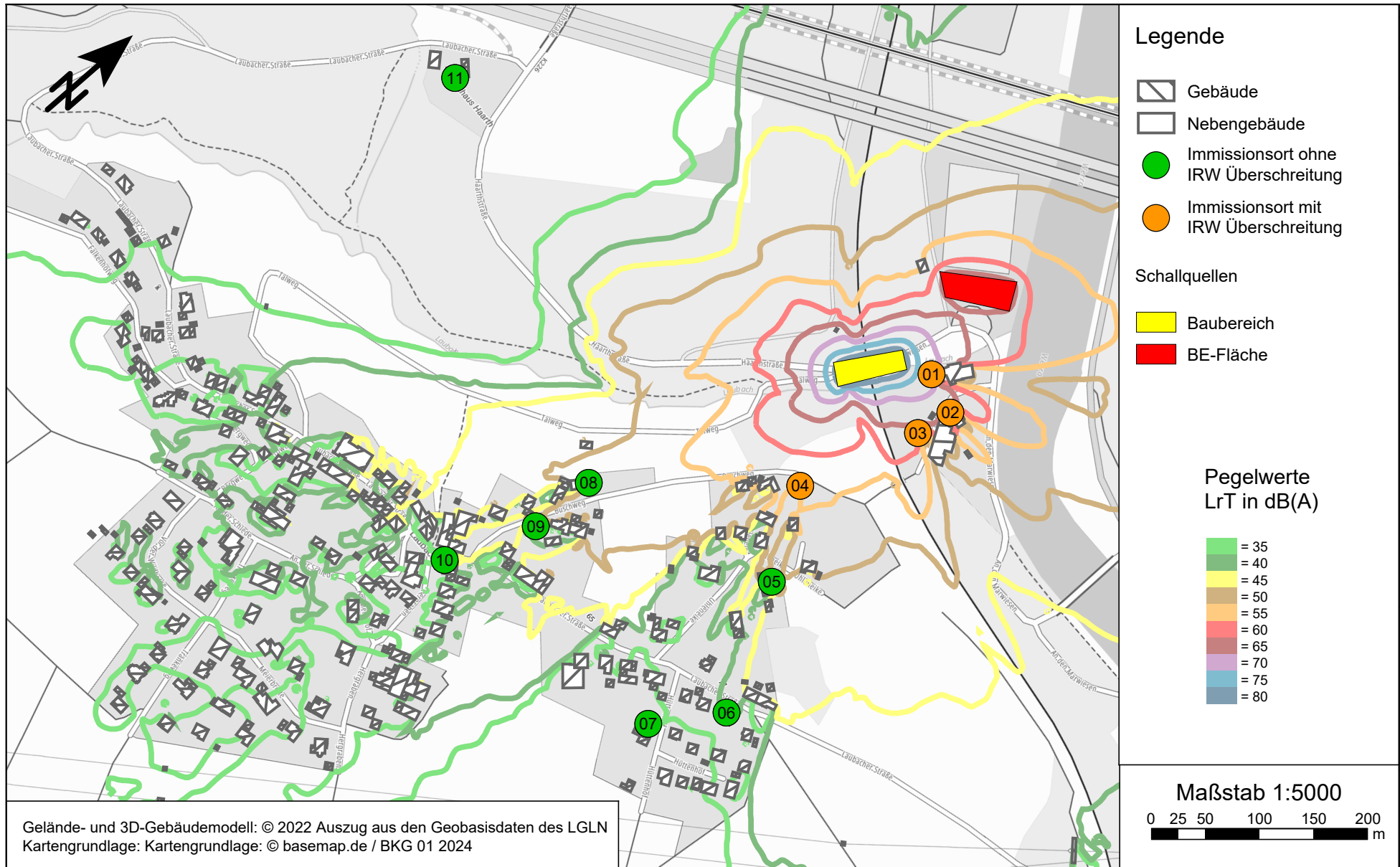


IP	Immissionsort Name	Geschoss	Gebiets- einstufung	Immissionsrichtwert		Beurteilungspegel		Überschreitung		Maximalpegel (Nacht)			Vorbelastung	
				IRW der AVV Baulärm		Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB	Nacht dB	IRW dB(A)	Pegel dB(A)	Über- schreitung IRW dB	durch Verkehrslärm	
				Tag dB(A)	Nacht dB(A)								Tag dB(A)	Nacht dB(A)
01	Buschweg 41	EG	MI	60	45	72	74	12	29	65	83	18	61	62
		1.OG	MI	60	45	73	75	13	30	65	84	19	61	62
		2.OG	MI	60	45	73	75	13	30	65	84	19	61	62
02	Buschweg 42	EG	MI	60	45	67	69	7	24	65	78	13	61	62
		1.OG	MI	60	45	68	70	8	25	65	79	14	61	62
03	Buschweg 37	EG	MI	60	45	66	68	6	23	65	79	14	63	64
		1.OG	MI	60	45	68	70	8	25	65	80	15	63	64
		2.OG	MI	60	45	69	71	9	26	65	81	16	63	64
04	Buschweg 28	EG	WA	55	40	62	64	7	24	60	75	15	61	59
05	Uhleneike 12	EG	WA	55	40	55	57	-	17	60	69	9	58	59
		1.OG	WA	55	40	55	57	-	17	60	68	8	58	59
06	Laubacher Straße 80	EG	WA	55	40	48	50	-	10	60	60	-	56	54
07	Hüttenhof 4	EG	WA	55	40	38	40	-	-	60	50	-	51	52
		1.OG	WA	55	40	43	45	-	5	60	54	-	51	52
08	Buschweg 11	EG	MI	60	45	55	57	-	12	65	65	-	56	54
		1.OG	MI	60	45	55	57	-	12	65	65	1	56	54
		2.OG	MI	60	45	55	57	-	12	65	66	1	56	54
		3.OG	MI	60	45	55	57	-	12	65	66	1	56	54
09	Buschweg 6	EG	MI	60	45	53	55	-	10	65	64	-	56	52
10	Hergraben 5	EG	MI	60	45	43	45	-	-	65	55	-	51	52
		1.OG	MI	60	45	46	48	-	3	65	57	-	51	52
		2.OG	MI	60	45	48	50	-	5	65	58	-	51	52
11	Laubacher Straße 1	EG	MI	60	45	33	35	-	-	65	46	-	61	57
		1.OG	MI	60	45	34	36	-	-	65	47	-	61	57

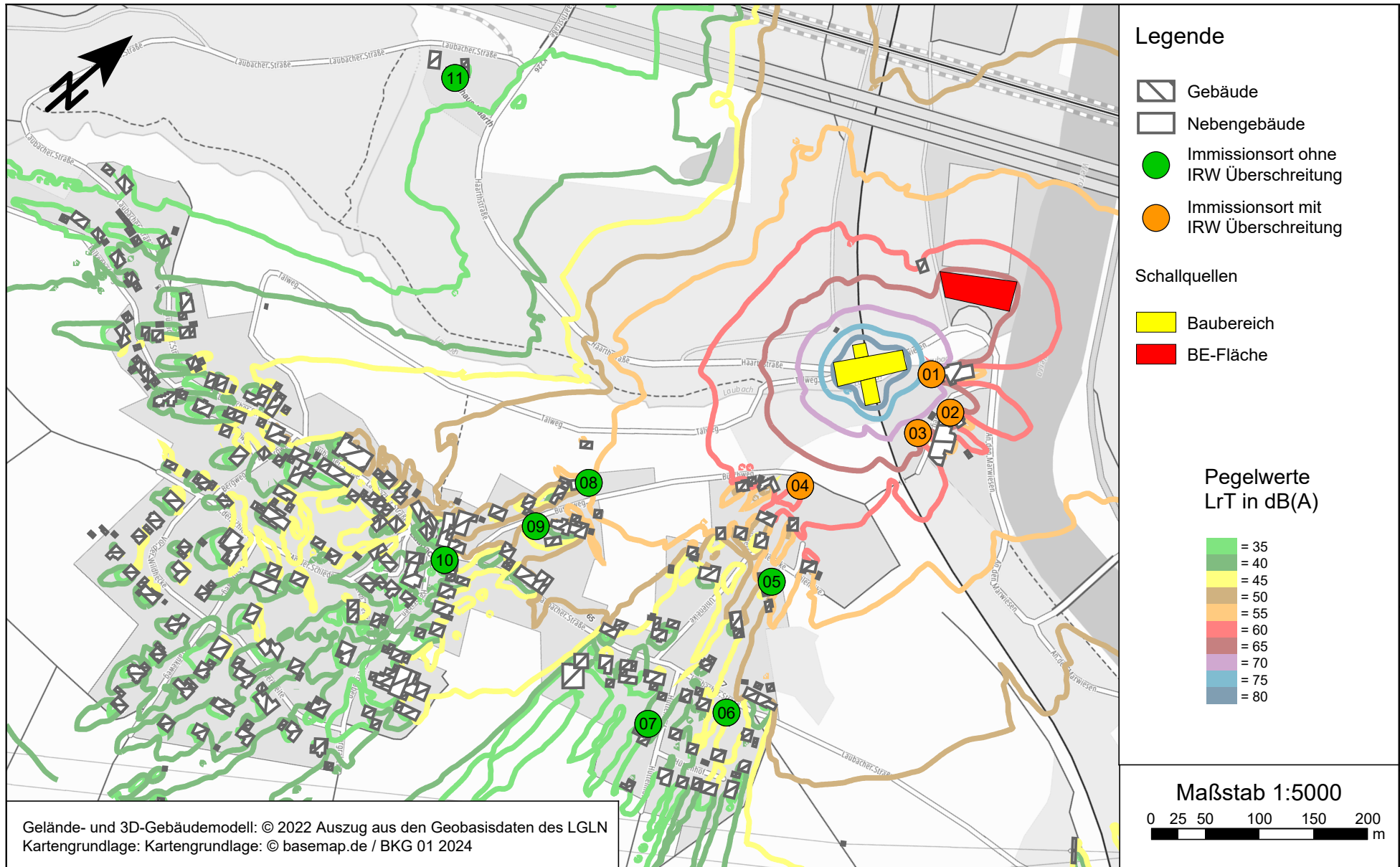
Anlage 4.1 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Lärmsituation während Bauphase 1 & 4 bei EÜ Gemeindeweg und Laubach
 Dauer: ca. 15 & 26 Tage, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)



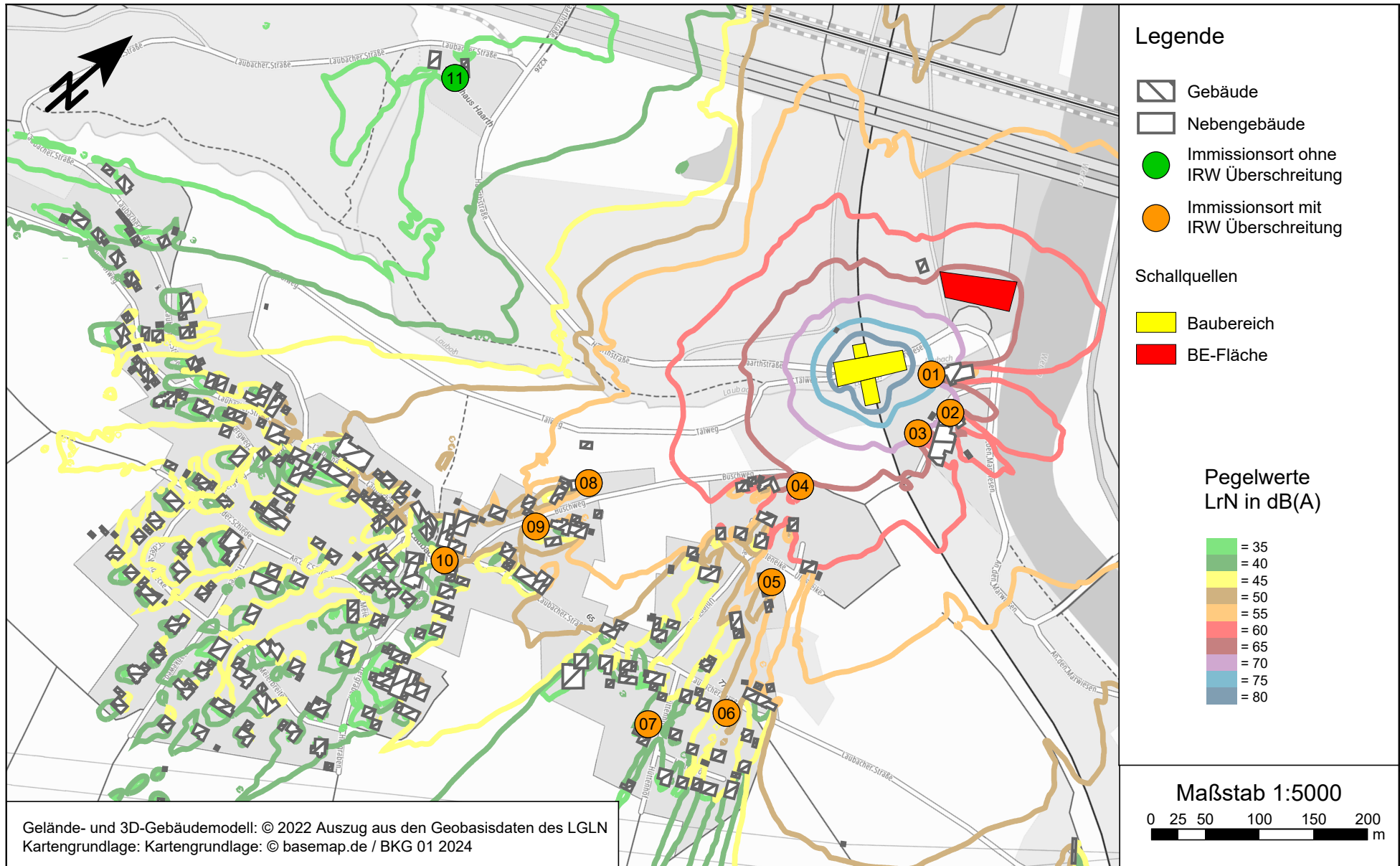
Anlage 4.2 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Lärmsituation während Bauphase 2 bei EÜ Gemeindeweg und Laubach
 Dauer: ca. 64 Tage, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)



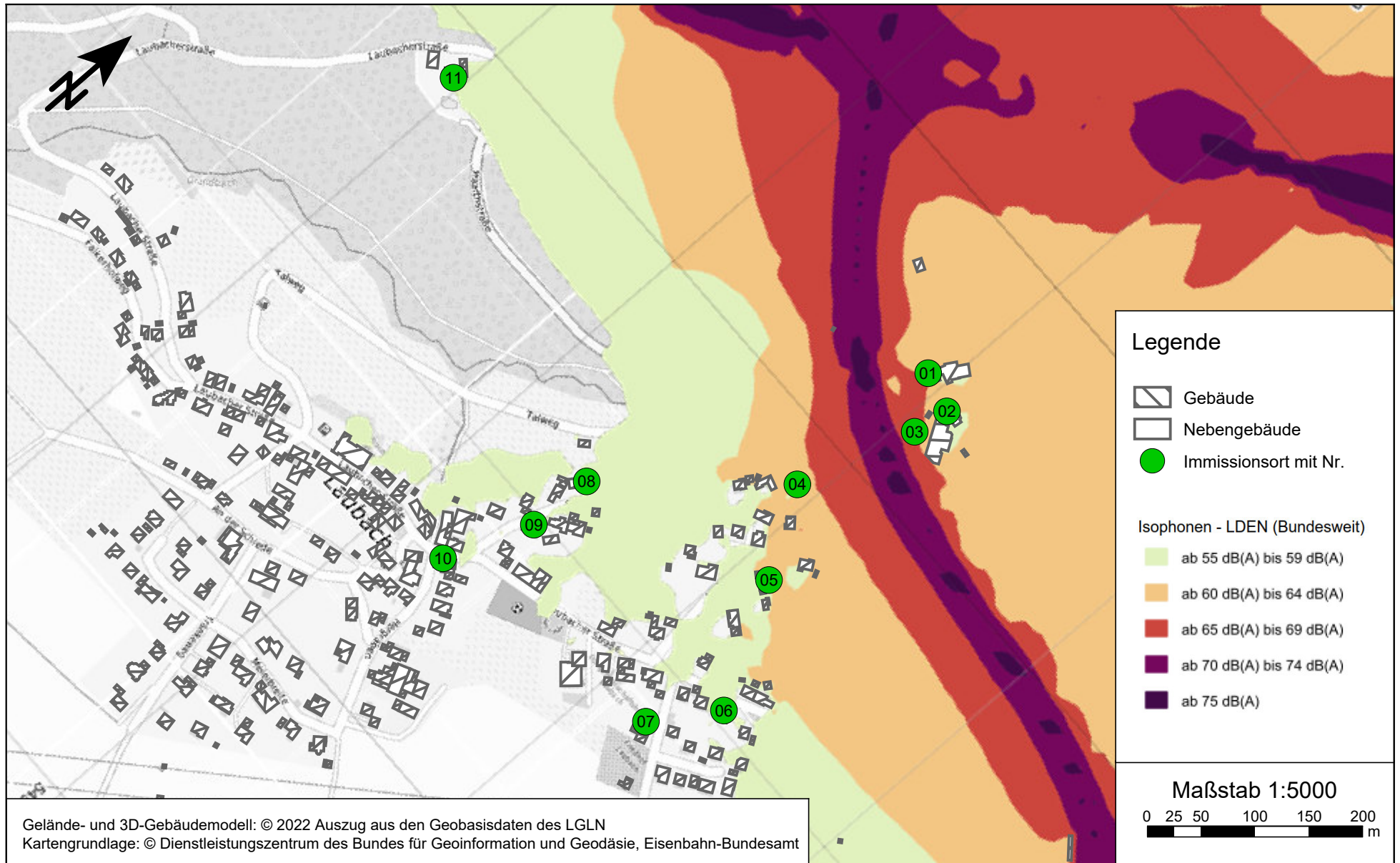
Anlage 4.3 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Lärmsituation während Bauphase 2 bei EÜ Gemeindeweg und Laubach
 Dauer: ca. 43 Tage, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)



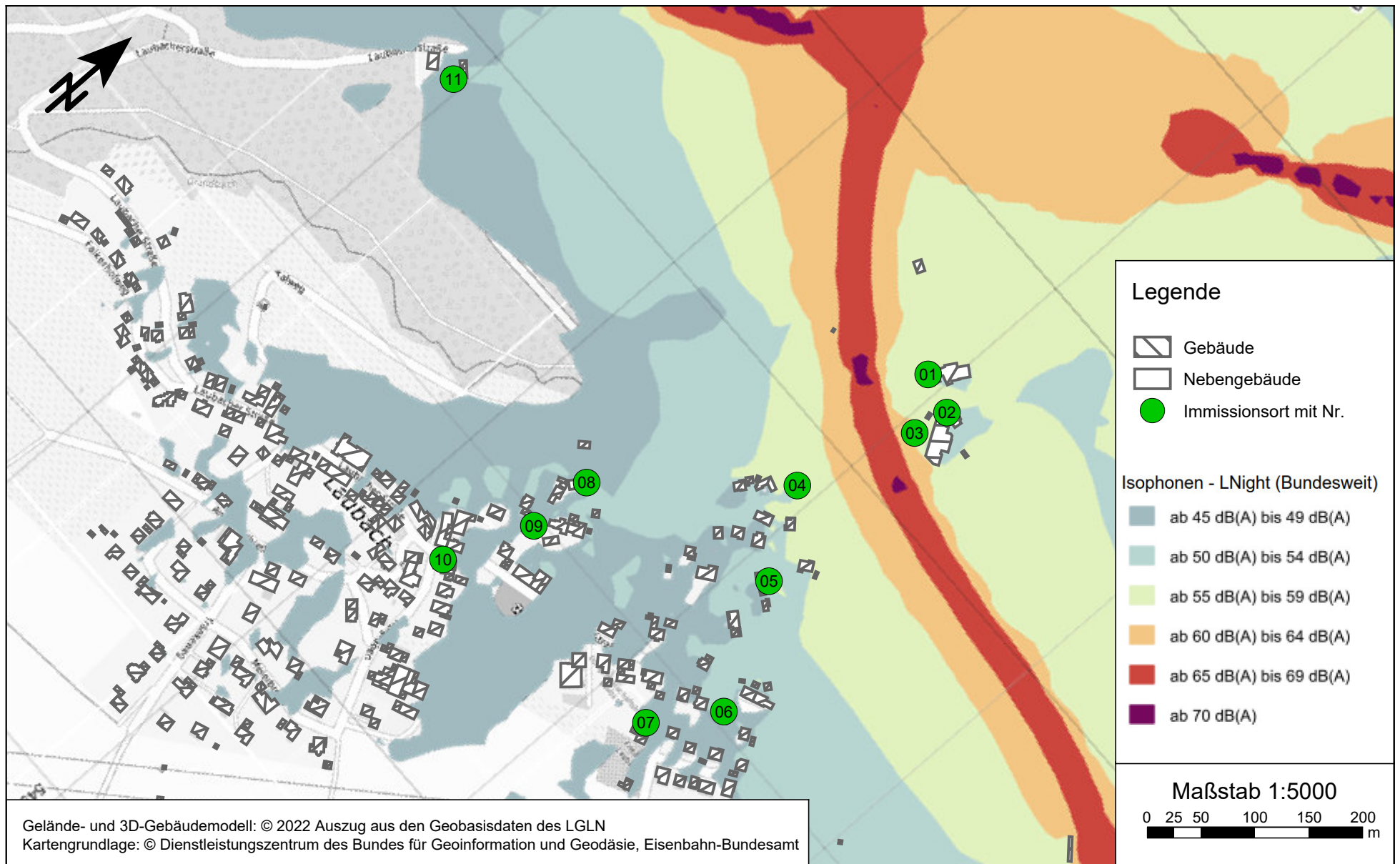
Anlage 4.4 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Lärmsituation während Bauphase 3 bei BÜ Gemeindeweg und Laubach
 Dauer: ca. 43 Tage, Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr)



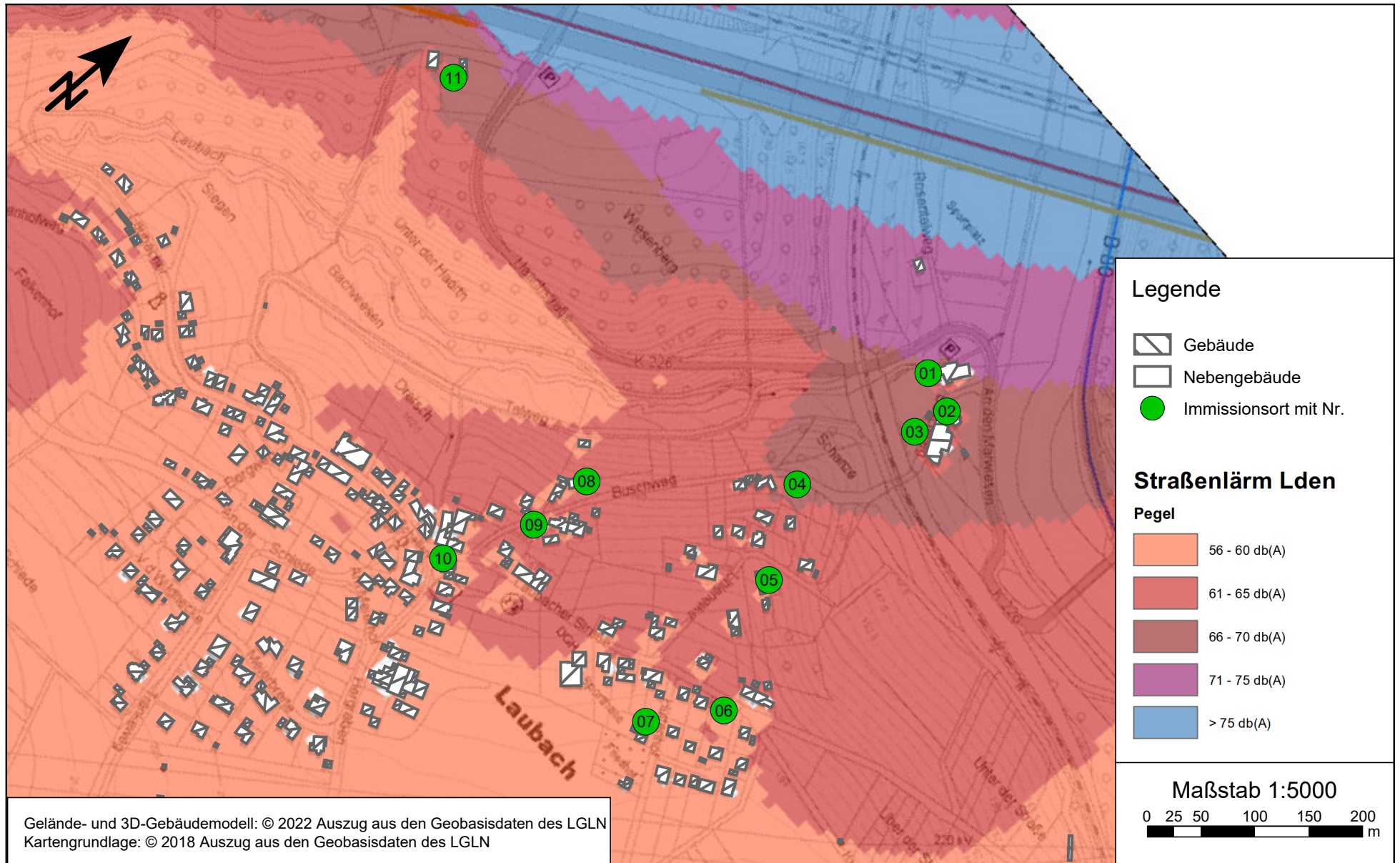
Anlage 5.1 - Lärmkartierung aus dem Schienenverkehr der Strecken 1733 und 6343
L-den (Tageszeitraum 07:00 bis 20:00 Uhr)



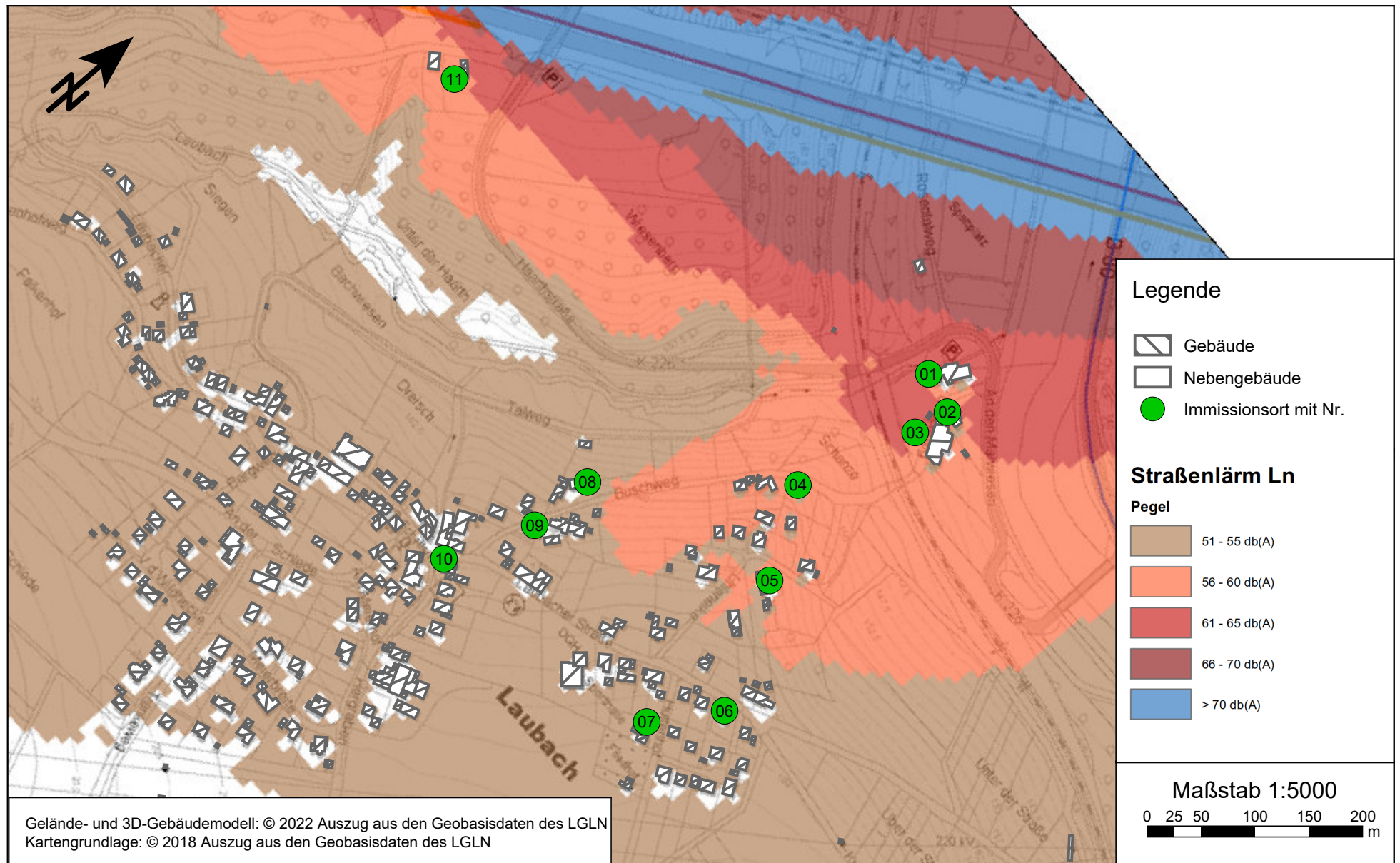
Anlage 5.2 - Lärmkartierung aus dem Schienenverkehr der Strecken 1733 und 6343
L-night (Nachtzeitraum 20:00 bis 07:00 Uhr)



Anlage 5.3 - Lärmkartierung aus dem Straßenverkehr der A7 L-den (Tageszeitraum 07:00 bis 20:00 Uhr)



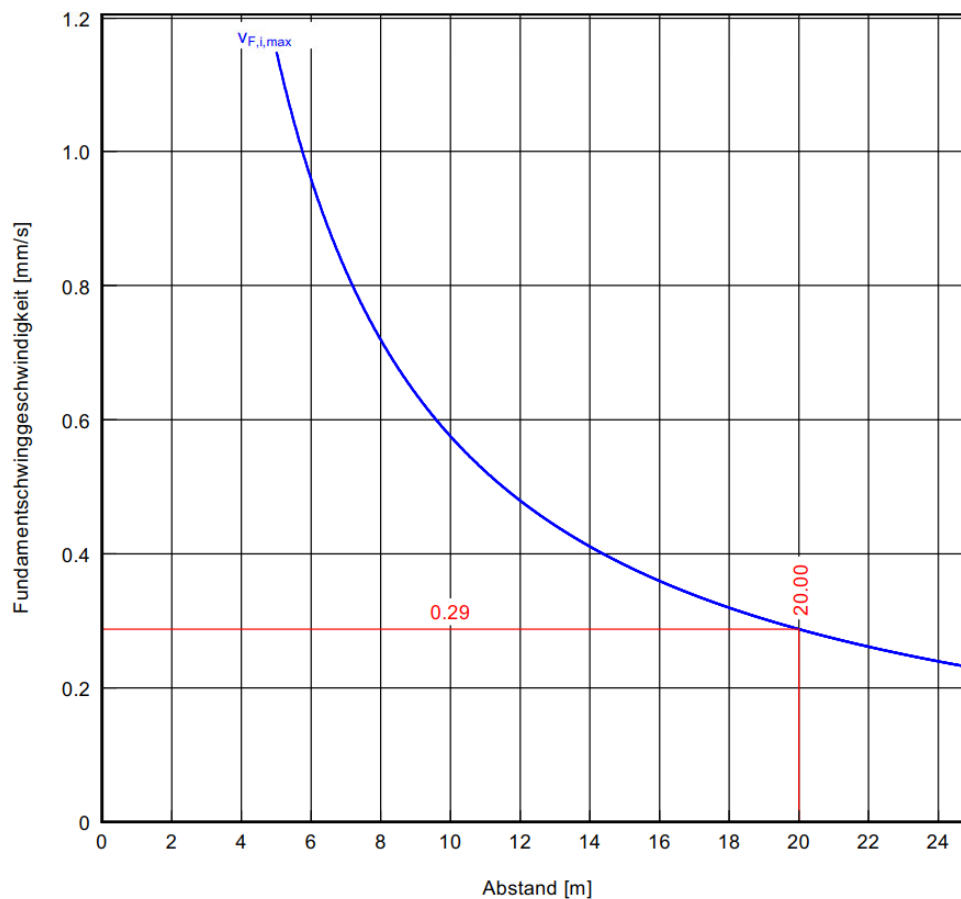
Anlage 5.4 - Lärmkartierung aus dem Straßenverkehr der A7 L-night (Nachtzeitraum 20:00 bis 07:00 Uhr)



Vibrationsplatte
Ungünstige Werte (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Wohngebäude
Abstand zum Gebäude r [m]: 20.00

Betriebsgewicht Vibrationsplatte [t]: 0.28
Leistung Vibrationsplatte [kW]: 4.60
Frequenz Vibrationsplatte [1/s]: 65.00

Ergebnisse
Energie pro Schwingungsperiode E [kN·m] = 0.07
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 543.23
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$
Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\max}$ [mm/s] = 0.29
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 0.43
Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 0.43
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00



Vibrationswalze
Ungünstige Werte (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Wohngebäude
Abstand zum Gebäude r [m]: 20.00

Betriebsgewicht Vibrationswalze [t]: 5.88
Leistung Vibrationswalze [kW]: 36.80
Frequenz Vibrationswalze [1/s]: 28.00

Ergebnisse
Energie pro Schwingungsperiode E [kN·m] = 1.31
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 1008.45
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$
Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\text{max}}$ [mm/s] = 1.32
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 1.98
Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 1.98
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00

