Baulärm- und Erschütterungsprognose zur Erneuerung eines Durchlasses in Bad Schönborn, Strecke 4000 Bahn-km 42,495

Bericht VL 10767-1-BER-002 vom 01.06.2026

Baulärm- und Erschütterungsprognose zur Erneuerung eines Durchlasses in Bad Schönborn, Strecke 4000 Bahn-km 42,495

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 80 Seiten, davon 56 Seiten Text und 24 Seiten Anlagen.

Auftraggeber:	DB InfraGO AG Regionalbereich Südwest Schwarzwaldstraße 86 76137 Karlsruhe
Berichtsnummer:	VL 10767-1-BER-002
Datum:	01.06.2026
Referenz:	SiS/Mwo
Ansprechperson:	Max Wohlfahrt 0231 725 49 91 - 87 max.wohlfahrt@peutz.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-20140-01-00

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

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	Zusätzliche Aspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen	11
3.1.3	Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen	13
3.2	Erschütterungen	14
3.2.1	Allgemeines	14
3.2.2	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	15
3.2.3	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	18
4	**Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung**	**22**
4.1	Gebietsnutzung im Umfeld	22
4.2	Beschreibung der geplanten Baumaßnahme	22
5	**Schalltechnische Berechnungen zum Baulärm**	**24**
5.1	Allgemeine Vorgehensweise	24
5.2	Emissionen der Baumaschinen und Geräte	25
5.3	Emissionen der Vorbelastung	26
5.4	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	27
5.4.1	Lärmsituation 1: Baustelleneinrichtung (33 h tags, 5 h nachts)	28
5.4.2	Lärmsituation 2/3: Rückbau Durchlass / Einbau neuer Durchlass (2 h tags, nachts / 4h tags, nachts)	29
5.4.3	Lärmsituation 4: Verfüllung Baugrube / Herstellung Böschung (8 h tags, 5 h nachts)	31
5.4.4	Lärmsituation 5: Stopfarbeiten (3 h tags, nachts)	32
5.4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	33
5.5	Minderungsmaßnahmen	35
6	**Erschütterungstechnische Betrachtungen**	**41**
6.1	Vorbemerkungen	41
6.2	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen	43

6.3 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden 44
6.3.1 Ergebnisse der Erschütterungsberechnungen gemäß DIN 4150, Teil 2 für den Tageszeitraum 48
6.3.2 Ergebnisse der Erschütterungsberechnungen gemäß DIN 4150, Teil 2 für den Nachtzeitraum 49
6.4 Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen 50
6.5 Minderungsmaßnahmen für das vorliegende Bauvorhaben 51

7 Zusammenfassung 52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Darstellung der Lärmsituationen 23
Tabelle 5.1: Auflistung der Baumaschinen mit Angabe der Schallleistungspegel 25
Tabelle 5.2: Übersicht der berücksichtigten Gesamt-Schallleistungspegel der einzelnen Lärmsituationen 26
Tabelle 5.3: Darstellung der Ergebnisse für Lärmsituation 1 28
Tabelle 5.4: Darstellung der Ergebnisse für Lärmsituation 2/3 29
Tabelle 5.5: Darstellung der Ergebnisse für Lärmsituation 4 31
Tabelle 5.6: Darstellung der Ergebnisse für Lärmsituation 5 32
Tabelle 5.7: Darstellung der betroffenen Gebäude ohne Minderungsmaßnahmen 37
Tabelle 6.1: Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose 42
Tabelle 6.2: Berücksichtigte Berechnungsformeln für die Erschütterungsprognose gemäß Literatur 42
Tabelle 6.3: Berücksichtigte Distanzen der jeweiligen Baumaschinen zu den schützenswerten Bebauungen 43
Tabelle 6.4: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-3 44
Tabelle 6.5: Anhaltswerte für die Konstante c_F für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen, Tabelle 3 der DIN 4150, Teil 2 45
Tabelle 6.6: Eigenfrequenzen von Decken 46
Tabelle 6.7: Berücksichtigte Gebäude und Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 für den Tageszeitraum 47
Tabelle 6.8: Berücksichtigte Gebäude und Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 für den Nachtzeitraum 48

Tabelle 6.9: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 ohne Resonanzfall, Tageszeitraum 48

Tabelle 6.10: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 ohne Resonanzfall, Nachtzeitraum 49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm 10

Abbildung 3.2: Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm 11

Abbildung 3.3: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Sprengungen) gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 4 16

Abbildung 3.4: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1 17

Abbildung 3.5: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung 17

Abbildung 3.6: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 3 18

Abbildung 3.7: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Gebäude gemäß Tabelle 4 der DIN 4150, Teil 3 19

Abbildung 3.8: Schematische Darstellung der Abstände zwischen Spundwand und Gebäude der DIN 4150, Teil 3, Anhang C, Bild C.1 21

1 Situation und Aufgabenstellung

Die DB InfraGO AG plant die Erneuerung eines Durchlasses in Bad Schönborn an der Strecke 4000 an Bahn-km 42,495. Im Zuge der Bauarbeiten wird der bestehende Durchlass zurückgebaut und durch eine Rahmenkonstruktion aus mehreren Stahlbetonfertigteilen erneuert.

In dieser Untersuchung werden die zu erwartenden Baulärmimmissionen mit einer Ausbreitungsberechnung gemäß der DIN ISO 9613-2 [8] berechnet und anschließend gemäß AVV Baulärm [4] in Verbindung mit der aktuellen Rechtsprechung beurteilt. Für die Berechnungen werden die Abläufe der Baumaßnahme in Lärmsituationen unterteilt. Hierbei ergeben sich insgesamt fünf Lärmsituationen.

Abhängig von der Höhe der Baulärmimmissionen und der Vorbelastung durch den vorhandenen Verkehrslärm ist ein Lärmminderungskonzept 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 [6] und Teil 3 [7] beurteilt. Gegebenenfalls werden bei Überschreitungen der Anhaltswerte Minderungsmaßnahmen empfohlen.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel		Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1]	**BImSchG** Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G	Aktuelle Fassung
[2]	**24. BImSchV** 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
[3]	**32. BImSchV** 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 27.07.2021
[4]	**AVV Baulärm** Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, Geräuschimmissionen	Beilage zum BAnz Nr. 160 vom 1. September 1970	VV	19.08.1970
[5]	**DIN 4150, Teil 1**	Erschütterungen im Bauwesen, Vorermittlungen von Schwingungsgrößen	N	Dezember 2022
[6]	**DIN 4150, Teil 2**	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	N	August 2025
[7]	**DIN 4150, Teil 3**	Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkungen auf bauliche Anlagen	N	2016
[8]	**DIN ISO 9613, Teil 2**	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Allgemeines Berechnungsverfahren;	N	Oktober 1999
[9]	**DIN 45 669, Teil 1**	Messung von Schwingungsimmissionen - Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung	N	Juni 2020

Titel		Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[10]	**DIN 45 669, Teil 2**	Messung von Schwingungsimmissionen - Messverfahren	N	Juni 2005
[11]	**RLS-19** Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen	Eingeführt mit 2. Verordnung zur Änderung der 16.BImSchV vom 4.11.2020	RIL	Februar 2020
[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]	Standardleistungsbuch für das Bauwesen, Regional-Leistungsbereich 898, Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen	Umweltbundesamt Berlin	Lit.	Ausgabe April 1996
[19]	Urteil zu Baulärmimmissionen des 7. Senats des BVerwG	BVerwG 7 A 24.11	Lit.	10.07.2012
[20]	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
[21]	Geodaten (DGM, LoD1)	Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg	P	Abruf am 05.05.2026
[22]	Lärmkartierung	Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)	P	Abruf am 05.05.2026
[23]	Zugzahlen	DB	P	2026

Titel		Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[24]	Planunterlagen	DB InfraGO AG	P	2026

Kategorien:

G:	Gesetz	N:	Norm
V:	Verordnung	RIL:	Richtlinie
VV:	Verwaltungsvorschrift	Lit:	Buch, Aufsatz, Berichtigung
RdErl.:	Runderlass	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 [4]). 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 geöffneten Fenster zu einer schutzbedürftigen Nutzung sind in der nachfolgenden Abbildung 3.1 aufgeführt. Für die Festlegung der Gebietseinstufungen ist von Festsetzungen in Bebauungsplänen, oder sollten keine rechtskräftigen Bebauungspläne vorliegen, von der tatsächlichen Nutzung auszugehen.

Gebietseinstufung	**Gebiets-kategorien 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

Abbildung 3.1: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm

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 Abbildung 3.2 angegebenen Zeitkorrekturen zu berücksichtigen.

Durchschnittliche Betriebs-dauer Tageszeit 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr	Durchschnittliche Betriebs-dauer Nachtzeit 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr	Zeitkorrektur [dB]
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

Abbildung 3.2: Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm

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 Zusätzliche Aspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen

Innenpegel

Ab wann eine nachteilige Wirkung durch Baulärm für Betroffene vorliegt, ist nicht eindeutig bestimmt. Aus der Rechtsprechung [19] und anderen Regelungen zum Thema Lärm, zum Beispiel der 24. BImSchV [2] 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 Unterrichträume, 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 geöffneten Fenster zu einer schutzbedürftigen Nutzung zu berechnen. Der sich in den Räumen ergebende Innenraumpegel muss individuell bei jedem Raum einzeln betrachtet werden.

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 [20].

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 [20].

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 [19], 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 öffenbaren 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 [19] 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. Daher können den Anwohnern Baulärmimmissionen bis zu der Höhe der üblicherweise vorherrschenden Vorbelastung zugemutet werden, sofern die Bauarbeiten in Sperrpausen stattfinden und der Zugverkehr komplett oder teilweise entfällt.

Eine Überdeckung des Baulärms durch die Vorbelastung liegt rechnerisch vor, wenn die Beurteilungspegel der tatsächlichen Vorbelastung (außerhalb von Sperrpausen) 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 dB + 60 dB = 70 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.

3.1.3 Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen

Maßnahmen zur Minderung der Baustellengeräusche sollen gemäß aktueller Rechtsprechung [19] 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.

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.

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 [7] ohne jegliche Zeit- und Frequenzbewertung zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude heranzuziehen.

Entsprechend der DIN 4150, Teil 2 [6] 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 [9] 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 τ = 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 30 s 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 [6] mit folgender Gleichung berechnet:

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

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 K_{BFmax} und K_{BFTr} werden mit den in der DIN 4150, Teil 2, angegebenen Anhaltswerten für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen verglichen für schutzbedürftige Räume verglichen. Schutzbedürftige Räume sind gemäß der DIN 4150, Teil 2 Räume, die zum dauerhaften Aufenthalt von Personen vorgesehen sind und in dem keine Anlage des zugehörigen Betriebs erhebliche Erschütterungsimmissionen verursacht.

Im Falle von Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen im Tageszeitraum (außer Sprengungen) gelten die Anhaltswerte gemäß Tabelle 4 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 strengeren 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 I). 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.

Anhaltswerte	**Einwirkungsdauer D in Tagen[a]**							
	1	2	3	4	5	6	7 bis 26	27 bis 78
A_u (Stufe I)	0,80	0,73	0,67	0,60	0,53	0,47	0,40	0,30
A_u (Stufe II)	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,87	0,80	0,60
A_u (Stufe III)	1,60	1,53	1,47	1,40	1,33	1,27	1,20	0,80
A_r (Stufe I)	0,40	0,38	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,20
A_r (Stufe II)	0,80	0,77	0,73	0,70	0,67	0,63	0,60	0,40
A_r Stufe (III)	1,20	1,17	1,13	1,10	1,07	1,03	1,00	0,60
A_o Stufen (I – III)	5[b]							

[a] Entspricht der Anzahl der Tage, an denen die Werte für A_u und A_r nach Tabelle 1 überschritten werden.

[b] Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A_o = 6.

Abbildung 3.3: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Sprengungen) gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 4

Hierbei sind je nach Dauer der Baumaßnahme und Grad der Anwohnerinformation drei unterschiedliche Anhaltswerte A_u, A_o und A_r angegeben.

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkungen nach Tabelle 4 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 [6]. 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 Abbildung 3.4) heranzuziehen.

Einwirkungsgrad	A_u Tag	A_u Nacht	A_o Tag	A_o Nacht	A_r Tag	A_r 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 / MU	0,2	0,1	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

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

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_0, sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.

Für Werte von $A_0 \geq KB_{Fmax} > A_u$ 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 ≤ 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.

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

Abbildung 3.5: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung

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 [7] 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 Abbildung 3.6 und Abbildung 3.7 sind die in den Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [7] angegebenen Anhaltswerte für kurzzeitige und Dauererschütterungen dargestellt.

	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 50 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 **und** 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						

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

[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.

		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.			

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

*) 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, Teil 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 [7], 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 [7], 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 [7], 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 [7], 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

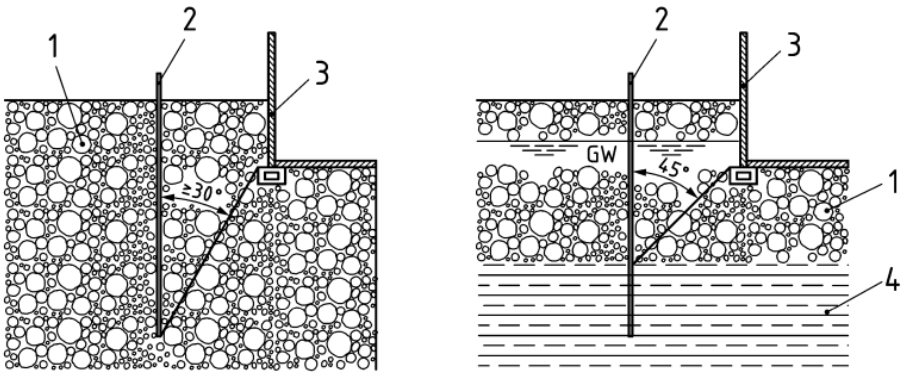
Durch mechanische Vorgänge, die durch Baumaschinen hervorgerufen werden, kann es auch zu Effekten im Boden selbst kommen.

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 3.8 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:

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

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 3.8: 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

Der Durchlass in Bad Schönborn befindet sich entlang der Eisenbahnstrecke 4000 bei km 42,495. Die Gemeinde Bad Schönborn liegt im nördlichen Landkreis Karlsruhe in Baden-Württemberg.

Bei einer Untersuchung nach der AVV Baulärm [4] sind bezüglich der Immissionsrichtwerte die Gebietsnutzungen gemäß den Festsetzungen in Bebauungsplänen zugrunde zu legen. Gebiete für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der tatsächlichen Schutzbedürftigkeit der vorhandenen Bebauung zu beurteilen.

Für die umliegenden Gebiete der Baumaßnahme existieren keine öffentlich zugänglichen rechtskräftigen Bebauungspläne. Daher werden die Gebietsnutzungen gemäß der tatsächlichen Nutzung eingestuft.

In direkter Lage zur Baumaßnahme im Bereich des Bahnhofs Bad Schönborn Süd sowie südlich der Ewald-Renz-Straße und westlich der Bahnstrecke 4000 liegen hauptsächlich gewerbliche Nutzungen vor, sodass diese Bereiche als Gewerbegebiete (GE) eingestuft werden.

Der Immissionsort 01 befindet sich direkt westlich angrenzend an die Baumaßnahme im Bereich der Vogtlandstraße. Aufgrund der gemischten Nutzungsstruktur, von sowohl Wohnen als auch Gewerbe, wird hier der Immissionsrichtwert entsprechend einem Mischgebiet (MI) zugrunde gelegt. Die westlich bzw. nordwestlich der Baumaßnahme gelegenen Immissionsorte 3, 4 und 7 sind durch eine vorwiegend wohnbauliche Nutzung geprägt und werden daher entsprechend einem allgemeinen Wohngebiet (WA) bewertet. In den Bereichen nördlich der Ewald-Renz-Straße und westlich der Donauschwabenstraße sowie nördlich der Dammstraße und westlich der Brückenstraße liegt ausschließlich eine Wohnnutzung vor. Somit erfolgt für die Immissionsorte 5 und 6 eine Einstufung entsprechend einem reinen Wohngebiet (WR). Die östlich der Bahnstrecke 4000 gelegenen Immissionsorte 2, 8, 9, 10 und 11 sind überwiegend durch Wohnnutzung geprägt. Aufgrund der vorhandenen Struktur wird für diese Immissionsorte von Immissionsrichtwerten entsprechend einem allgemeinen Wohngebiet (WA) ausgegangen.

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 [24] mögliche baustellenbedingte Schallimmissionen während der untersuchten Baumaßnahmen zu ermitteln und gemäß AVV Baulärm [4] zu beurteilen.

Die Baumaßnahme umfasst den Abbruch des bestehenden Durchlasses sowie den Einbau der Fertigbetonteile für den neuen Durchlass einschließlich der erforderlichen Vor- und Nacharbeiten. Hierzu zählen unter anderem das Auftrennen der Schienen, die Herstellung

der Anschlüsse an den Bestand am Ein- und Auslauf und das Einbringen der Hinterfüllung und des Oberbaus. Somit ergeben sich 5 Lärmsituationen.

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 4.1 sind die einzelnen Lärmsituationen, deren Dauer in Stunden (h) sowie eine Beschreibung der durchzuführenden Arbeiten dargestellt. Für die gesamte Baumaßnahme ist nach aktuellem Planungsstand von einer Dauer von 5 Tagen auszugehen.

Tabelle 4.1: Darstellung der Lärmsituationen

Lärmsituation	**Dauer (h) Tag**	**Dauer (h) Nacht**	**Arbeitsschritte**
LS 1: Baustelleneinrichtung	33	5	• Baustelleneinrichtung • Baufeldfreimachung • Herstellung Baugrube • Restarbeiten/Nachlaufarbeiten • Rückbau Baustelleneinrichtung
LS 2: Rückbau Durchlass	2	2	• Schienen auftrennen • Erdaushub • Abbruch bestehender Durchlass
LS 3: Einbau neuer Durchlass	4	4	• Gründungssohle herstellen • Einbau Bodenaustausch • Einbau der Fertigteile • Herstellung der Anschlüsse an den Bestand am Ein- und Auslauf
LS 4: Verfüllung Baugrube / Herstellung Böschungen	8	5	• Herstellung der Geländeanpassungen • Herstellung der Böschungen
LS 5: Stopfarbeiten	3	3	• Stopfarbeiten

5 Schalltechnische Berechnungen zum Baulärm

5.1 Allgemeine Vorgehensweise

Die AVV Baulärm [4] 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 [8] 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 Lärmsituationen 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 [24] 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 9.1 berücksichtigt. Im Fall der LS 5 wurden die Stopfarbeiten als Linienschallquelle mit einer gesamten Länge von 100 m berücksichtigt. Die Gebäude- sowie Geländedaten wurden vom Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg zur Verfügung gestellt [21]. 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 Lärmsituationen 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 7,3 m (durchschnittliche Höhe 2. 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
Flex	118
LKW Fahrten	105
Hydraulikhammer	122
Mobilkran (Autokran)	108
Presslufthammer	112
Radbagger	106
Radlader	113
Rüttelplatte	110
Schotteranstopfgerät	112
Stopfmaschine	115
Trennschleifscheibe	118
Zweiwegebagger	109

Je Lärmsituation 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 Lärmsituationen getrennt in Anlage 2 dargestellt. 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 Abbildung 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 [4] 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 Lärmsituationen ist der folgenden Tabelle 5.2 zu entnehmen.

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

Lärmsituationen	**L_{WAr} Tag [dB(A)]**	**L_{WAr} Nacht [dB(A)]**	**L_{WAFmax} Nacht [dB(A)]**	**Maßgebliche Baumaschine für Maximalpegel**
LS 1	111	110	123	Radlader
LS 2	115	115	128	Hydraulikhammer
LS 3	115	115	120	Stopfmaschine
LS 4	112	112	123	Radlader
LS 5	110	110	120	Stopfmaschine

In allen Lärmsituationen werden allgemein während des Baubetriebs auftretende Geräusche wie z.B. vereinzelte Lkw-Bewegungen, Rufen, Hämmern und Sägen in Form eines Schallleistungspegels L_{WAT} = 100 dB(A) für allgemeinen Baustellenlärm berücksichtigt. Dieser Pegel wird für alle Baustelleneinrichtungsflächen berücksichtigt.

Da die Schallleistungspegel der LS 2 und LS 3 am Tag und in der Nacht identisch sind sowie die örtliche Lage der Tätigkeiten sich nicht voneinander unterscheidet, werden diese in der Immissionsberechnung in Kapitel 5.4 in einer Lärmsituation zusammengefasst.

5.3 Emissionen der Vorbelastung

Wie in Kapitel 3.1.2 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 durch das Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zur Verfügung gestellt werden [22]. 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.

Da keine nach Schall 03 [12] in Kategorien aufgeteilte Zugzahlen vorliegen, wird die Vorbelastung näherungsweise anhand der bereitgestellten IST-Zugzahlen ermittelt [23]. Für die Zugkategorien SPNV, SPFV und SGV werden beispielhafte Züge aus vergleichbaren Verkehrslärmprojekten angesetzt.

Die Immissionsberechnungen werden entsprechend den Vorgaben der Schall 03 [12] für alle Immissionsorte durchgeführt. Abweichend von der Rechenvorschrift, werden die Immissionsorte analog zur AVV Baulärm 0,5 m vor dem geöffneten Fenster berücksichtigt. Durch den kürzeren und in der Regel weniger frequentierten Beurteilungszeitraum der Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr) kommt es bei der Berechnung gemäß Schall 03 im Sinne der Anwohner eher zu geringeren Beurteilungspegeln, als bei einer Betrachtung des Verkehrslärms gemäß AVV Baulärm für den Nachtzeitraum zwischen 20:00 und 07:00 Uhr. Die Berechnung der Vorbelastung dient dabei als Orientierungswert für die vorherrschende Lärmsituation und ist nicht als vollwertige schalltechnische Untersuchung zum Schienenverkehrslärm zu betrachten. Die daraus resultierenden Emissionen sind in Anlage 5 zusammengefasst.

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

5.4 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

Um eine quantitative Beurteilung der Lärmbelästigung der zum Durchlass 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. Zusätzlich sind die Isophonenkarten in einer Berechnungshöhe von 7,3 m in Anlage 4 dargestellt.

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.

Die Arbeiten finden ausschließlich innerhalb von Sperrpausen statt. Daher kann der Baulärm bis zu der Höhe der üblicherweise vorliegenden Vorbelastung vorliegen, ohne zu einer Erhöhung der Lärmsituation beizutragen.

5.4.1 Lärmsituation 1: Baustelleneinrichtung (33 h tags, 5 h nachts)

Tabelle 5.3: Darstellung der Ergebnisse für Lärmsituation 1

Max. Beurteilungspegel Lr [dB(A)]	Höhe der Überschreitungen [dB]	Anzahl der betroffenen Immissionsorte	Anzahl IO > 70 / 60 dB(A)	Anzahl IO Vorbelastung ausreichend
69 (WA), tags	14 (WA)	4 / 11	-	4 / 4
68 (WA), nachts	28 (WA)	10 / 11	3	10 / 10

Während der Baustelleneinrichtung in Lärmsituation 1 ergeben sich gemäß Anlage 3.1 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 69 dB(A) am Gebäude „Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 14 dB überschritten. Am "Plauener Weg 1" (Immissionsort 7) ist im Tagzeitraum noch mit Pegeln von bis zu 59 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 4 dB überschritten werden. Am Gebäude "Vogtlandstraße 22" (Immissionsort 1) werden mit Beurteilungspegeln von bis zu 68 dB(A) die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 8 dB überschritten. Insgesamt sind 4 von 10 betrachteten Immissionsorten im Tagzeitraum von Überschreitungen betroffen.

Im Nachtzeitraum ergeben sich gemäß Anlage 3.1 Beurteilungspegel von bis zu 68 dB(A) am Gebäude "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3), wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 28 dB überschritten werden. Am Gebäude "Donauschwabenstraße 18" (Immissionsort 5) werden Beurteilungspegel von bis zu 39 dB(A) prognostiziert. Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein reines Wohngebiet um 4 dB überschritten. Am Gebäude "Vogtlandstraße 22" (Immissionsort 1) ergeben sich mit Beurteilungspegeln von bis zu 67 dB(A) Überschreitungen von bis zu 22 dB für ein Mischgebiet. Insgesamt sind 10 von 11 betrachteten Immissionsorten im Nachtzeitraum 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 im Tagzeitraum an keinem der betrachteten Immissionsorte erreicht. Analog kann ein Pegel oberhalb von 60 dB(A), welcher die Schwelle der Zumutbarkeit im Nachtzeitraum darstellt, zur Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 30 dB(A) für Schlafräume mit geschlossenen standardisolierten Fenstern führen. Dieser Pegel wird an den Immissionsorten 1, 2 und 3 erreicht.

An allen Immissionsorten jeweils im Tages- und Nachtzeitraum zeigt sich, dass die üblicherweise vorliegende Vorbelastung aus dem Verkehrslärm oberhalb der Beurteilungspegel des Baulärms liegt. Für diese Immissionsorte kommt es zu keiner relevanten Erhöhung der Lärmsituation für die Anwohner.

Das Maximalpegelkriterium für Arbeiten im Nachtzeitraum wird an 8 Immissionsorten überschritten. Die höchsten Überschreitungen von bis zu 33 dB ergeben sich dabei am Gebäude "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3). Da an diesen Immissionsorten bereits

Überschreitungen der Beurteilungspegel vorliegen, entstehen durch die Überschreitung des Maximalpegelkriteriums keine zusätzlichen Betroffenheiten.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.1 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen im Tagzeitraum für allgemeine Wohngebiete an den Straßen „Vogtlandstraße“, „Ewald-Renz-Straße“, "Trechterweg", "Mühlenstraße" und „Plauener Weg“ bis zu einem Abstand von ca. 120 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 70 m überschritten. Im Nachtzeitraum ergeben sich Überschreitungen für reine Wohngebiete an den Straßen "Ewald-Renz-Straße", "Bachstraße", "Donauschwabenstraße", "Mühlenstraße" und "Dammstraße" bis zu einer Entfernung von ca. 400 m. Für allgemeine Wohngebiete ergeben sich Überschreitungen in den umliegenden Gebieten in einer Entfernung von bis zu 330 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete im Nachtzeitraum werden bis zu einer Entfernung von ca. 250 m überschritten.

Am Immissionsort 7 liegen Beurteilungspegel bis zu 58 dB(A) im Tageszeitraum vor. Im Nachtzeitraum werden an den Immissionsorten 5, 6 und 11 Beurteilungspegel von maximal 41 dB(A) prognostiziert. Somit kommt es zwar zu Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete bzw. reine Wohngebiete, aber zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte für Mischgebiete von 60 dB(A) tags und 45 dB(A) nachts. Da in Mischgebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann also von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

5.4.2 Lärmsituation 2/3: Rückbau Durchlass / Einbau neuer Durchlass (2 h tags, nachts / 4h tags, nachts)

Tabelle 5.4: Darstellung der Ergebnisse für Lärmsituation 2/3

Max. Beurteilungspegel Lr [dB(A)]	Höhe der Überschreitungen [dB]	Anzahl der betroffenen Immissionsorte	Anzahl IO > 70 / 60 dB(A)	Anzahl IO Vorbelastung ausreichend
73 (WA), tags	18 (MI)	5 / 11	2	4 / 5
73 (WA), nachts	33 (MI)	10 / 11	4	8 / 10

Während des Rückbaus des Durchlasses in Lärmsituation 2 bzw. des Einbaus des neuen Durchlasses in Lärmsituation 3 ergeben sich gemäß Anlage 3.2 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) an den Gebäuden „Vogtlandstraße 22“ (Immissionsort 1) und "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 13 dB bzw. für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 18 dB überschritten. Am "Südring 44 a" (Immissionsort 10) ist im Tagzeitraum noch mit Pegeln von bis zu 57 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 2 dB überschritten werden. Insgesamt sind 5 von 11 betrachteten Immissionsorten im Tagzeitraum von Überschreitungen betroffen.

Im Nachtzeitraum ergeben sich gemäß Anlage 3.2 Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) an den Gebäuden "Vogtlandstraße 22" (Immissionsort 1) und "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3), wodurch die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 28 dB bzw. für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 33 dB überschritten werden. Der

Immissionsrichtwert eines reinen Wohngebietes wird an der Donauschwabenstraße 18 (Immissionsort 5) mit einem Beurteilungspegel von bis zu 42 dB(A) noch um bis 7 dB überschritten. Insgesamt sind 10 von 11 betrachteten Immissionsorten im Nachtzeitraum 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 im Tagzeitraum an den Immissionsorten 1 und 3 erreicht. Analog kann ein Pegel oberhalb von 60 dB(A), welcher die Schwelle der Zumutbarkeit im Nachtzeitraum darstellt, zur Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 30 dB(A) für Schlafräume mit geschlossenen standardisolierten Fenstern führen. Dieser Pegel wird an den Immissionsorten 1, 2, 3 und 7 erreicht.

An den Immissionsorten 1, 3, 7 und 10 zeigt sich, dass die üblicherweise vorliegende Vorbelastung aus dem Verkehrslärm im Tagzeitraum oberhalb der Beurteilungspegel des Baulärms liegt. Für diese Immissionsorte kommt es zu keiner relevanten Erhöhung der Lärmsituation für die Anwohner. Lediglich an Immissionsort 2 liegt der Beurteilungspegel oberhalb der üblicherweise vorherrschenden Vorbelastung, sodass es dort zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die Anwohner durch die Baumaßnahme kommt. Im Nachtzeitraum liegt die Vorbelastung aus dem Verkehrslärm an 8 der 10 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten oberhalb der Beurteilungspegel des Baulärms. An den Immissionsorten 2 und 3 reicht die üblicherweise vorherrschenden Vorbelastung nicht aus um die Emissionen des Baulärms zu relativieren.

Das Maximalpegelkriterium für Arbeiten im Nachtzeitraum wird an 9 Immissionsorten überschritten. Die höchsten Überschreitungen von bis zu 29 dB ergeben sich dabei am Gebäude "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3). Da an diesen Immissionsorten bereits Überschreitungen der Beurteilungspegel vorliegen, entstehen durch die Überschreitung des Maximalpegelkriteriums keine zusätzlichen Betroffenheiten.

Wie sich den Schallimmissionsplänen in Anlage 4.2 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen im Tagzeitraum für allgemeine Wohngebiete an den Straßen „Vogtlandstraße“, „Ewald-Renz-Straße“, "Trechterweg", "Mühlenstraße", „Plauener Weg“ und "Südring" bis zu einem Abstand von ca. 220 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 130 m überschritten. Im Nachtzeitraum ergeben sich Überschreitungen für reine Wohngebiete an den Straßen "Ewald-Renz-Straße", "Bachstraße", "Donauschwabenstraße", "Mühlenstraße" und "Dammstraße" bis zu einer Entfernung von mehr als 450 m. Für allgemeine Wohngebiete ergeben sich Überschreitungen in den umliegenden Gebieten in einer Entfernung von ca. 400 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete im Nachtzeitraum werden bis zu einer Entfernung von ca. 380 m überschritten.

Am Immissionsort 10 liegen Beurteilungspegel bis zu 57 dB(A) im Tageszeitraum vor. Im Nachtzeitraum werden an den Immissionsorten 5 und 6 Pegel von maximal 42 dB(A) prognostiziert. Somit kommt es zwar zu Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete bzw. reine Wohngebiete, aber zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte für Mischgebiete von 60 dB(A) tags und für allgemeine Wohngebiete von 40 dB(A) nachts. Da in Mischgebieten bzw. allgemeinen Wohngebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann also von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

5.4.3 Lärmsituation 4: Verfüllung Baugrube / Herstellung Böschung (8 h tags, 5 h nachts)

Tabelle 5.5: Darstellung der Ergebnisse für Lärmsituation 4

Max. Beurteilungspegel Lr [dB(A)]	Höhe der Überschreitungen [dB]	Anzahl der betroffenen Immissionsorte	Anzahl IO > 70 / 60 dB(A)	Anzahl IO Vorbelastung ausreichend
70 (WA), tags	15 (WA)	4 / 11	-	4 / 4
70 (WA), nachts	30 (WA)	10 / 11	4	10 / 10

Während der Verfüllung der Baugrube und der Herstellung der Böschung in Lärmsituation 4 ergeben sich gemäß Anlage 3.3 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 70 dB(A) an den Gebäuden „Vogtlandstraße 22" (Immissionsort 1) und "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 10 dB bzw. für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 15 dB überschritten. Am "Plauener Weg 1" (Immissionsort 7) ist im Tageszeitraum noch mit Beurteilungspegeln von bis zu 61 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 6 dB überschritten werden. Insgesamt sind 4 von 11 betrachteten Immissionsorten im Tagzeitraum von Überschreitungen betroffen.

Im Nachtzeitraum ergeben sich gemäß Anlage 3.3 Beurteilungspegel von bis zu 70 dB(A) an den Gebäuden "Vogtlandstraße 22" (Immissionsort 1) und "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3), wodurch die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 25 dB bzw. für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 30 dB überschritten werden. An den Gebäuden "Donauschwabenstraße 18" (Immissionsort 5) und "Dammstraße 24" (Immissionsort 6) werden Beurteilungspegel von bis zu 39 dB(A) prognostiziert. Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein reines Wohngebiet noch um bis zu 4 dB überschritten werden. Insgesamt sind 10 von 11 betrachteten Immissionsorten im Nachtzeitraum 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 im Tagzeitraum an keinem der betrachteten Immissionsorte erreicht. Analog kann ein Pegel oberhalb von 60 dB(A), welcher die Schwelle der Zumutbarkeit im Nachtzeitraum darstellt, zur Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 30 dB(A) für Schlafräume mit geschlossenen standardisolierten Fenstern führen. Dieser Pegel wird an den Immissionsorten 1, 2, 3 und 7 erreicht.

An allen von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten im Tages- und Nachtzeitraum zeigt sich, dass die üblicherweise vorliegende Vorbelastung aus dem Verkehrslärm oberhalb der Beurteilungspegel des Baulärms liegt. Für diese Immissionsorte kommt es entsprechend zu keiner relevanten Erhöhung der Lärmsituation für die Anwohner.

Das Maximalpegelkriterium für Arbeiten im Nachtzeitraum wird an 7 Immissionsorten überschritten. Die höchsten Überschreitungen von bis zu 24 dB ergeben sich dabei am Gebäude "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3). Da an diesen Immissionsorten bereits

Überschreitungen der Beurteilungspegel vorliegen, entstehen durch die Überschreitung des Maximalpegelkriteriums keine zusätzlichen Betroffenheiten.

Wie sich den Schallimmissionsplänen in Anlage 4.3 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen im Tagzeitraum für allgemeine Wohngebiete an den Straßen „Vogtlandstraße“, „Ewald-Renz-Straße“, "Trechterweg", "Mühlenstraße" und „Plauener Weg“ bis zu einem Abstand von ca. 130 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 100 m überschritten. Im Nachtzeitraum ergeben sich Überschreitungen für reine Wohngebiete an den Straßen "Ewald-Renz-Straße", "Bachstraße", "Donauschwabenstraße", "Mühlenstraße" und "Dammstraße" bis zu einer Entfernung von mehr als 400 m. Für allgemeine Wohngebiete ergeben sich Überschreitungen in den umliegenden Gebieten in einer Entfernung von bis zu 360 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete im Nachtzeitraum werden bis zu einer Entfernung von ca. 330 m überschritten.

Im Nachtzeitraum werden an den Immissionsorten 5, 6 und 11 Beurteilungspegel von maximal 44 dB(A) prognostiziert. Somit kommt es zwar zu Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete bzw. reine Wohngebiete, aber zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte für Mischgebiete von 45 dB(A) bzw. teilweise auch für allgemeine Wohngebiete von 40 dB(A) nachts. Da in Mischgebieten bzw. allgemeinen Wohngebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann also von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

5.4.4 Lärmsituation 5: Stopfarbeiten (3 h tags, nachts)

Tabelle 5.6: Darstellung der Ergebnisse für Lärmsituation 5

Max. Beurteilungspegel Lr [dB(A)]	Höhe der Überschreitungen [dB]	Anzahl der betroffenen Immissionsorte	Anzahl IO > 70 / 60 dB(A)	Anzahl IO Vorbelastung ausreichend
68 (WA), tags	13 (WA)	4 / 10	-	4 / 4
68 (WA), nachts	28 (WA)	10 / 11	4	10 / 10

Während der Stopfarbeiten in Lärmsituation 5 ergeben sich gemäß Anlage 3.4 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 68 dB(A) an den Gebäuden „Vogtlandstraße 22“ (Immissionsort 1) und "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 8 dB bzw. für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 13 dB überschritten Am "Plauener Weg 1" (Immissionsort 7) ist im Tageszeitraum noch mit Beurteilungspegeln von bis zu 61 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 6 dB überschritten werden. Insgesamt sind 4 von 11 betrachteten Immissionsorten im Tagzeitraum von Überschreitungen betroffen.

Im Nachtzeitraum ergeben sich gemäß Anlage 3.4 Beurteilungspegel von bis zu 68 dB(A) an den Gebäuden "Vogtlandstraße 22" (Immissionsort 1) und "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3), wodurch die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 23 dB bzw. für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 28 dB überschritten werden. Am Gebäude "Donauschwabenstraße 18" (Immissionsort 5) werden Beurteilungspegel von bis zu 41 dB(A)

prognostiziert. Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein reines Wohngebiet noch um bis zu 6 dB überschritten werden. Insgesamt sind 10 von 11 betrachteten Immissionsorten im Nachtzeitraum 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 im Tagzeitraum an keinem der betrachteten Immissionsorte erreicht. Analog kann ein Pegel oberhalb von 60 dB(A), welcher die Schwelle der Zumutbarkeit im Nachtzeitraum darstellt, zur Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 30 dB(A) für Schlafräume mit geschlossenen standardisolierten Fenstern führen. Dieser Pegel wird an den Immissionsorten 1, 2, 3 und 7 erreicht.

An allen von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten im Tages- und Nachtzeitraum zeigt sich, dass die üblicherweise vorherrschende Vorbelastung aus dem Verkehrslärm oberhalb der Beurteilungspegel des Baulärms liegt. Für diese Immissionsorte kommt es entsprechend zu keiner relevanten Erhöhung der Lärmsituation für die Anwohner.

Das Maximalpegelkriterium für Arbeiten im Nachtzeitraum wird an 8 Immissionsorten überschritten. Die höchsten Überschreitungen von bis zu 19 dB ergeben sich dabei am Gebäude "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3). Da an diesen Immissionsorten bereits Überschreitungen der Beurteilungspegel vorliegen, entstehen durch die Überschreitung des Maximalpegelkriteriums keine zusätzlichen Betroffenheiten.

Wie sich den Schallimmissionsplänen in Anlage 4.4 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen im Tagzeitraum für allgemeine Wohngebiete an den Straßen „Vogtlandstraße“, „Ewald-Renz-Straße“, "Trechterweg", "Mühlenstraße" und „Plauener Weg“ bis zu einem Abstand von ca. 140 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 75 m überschritten. Im Nachtzeitraum ergeben sich Überschreitungen für reine Wohngebiete an den Straßen "Ewald-Renz-Straße", "Bachstraße", "Donauschwabenstraße", "Mühlenstraße" und "Dammstraße" bis zu einer Entfernung von mehr als 350 m. Für allgemeine Wohngebiete ergeben sich Überschreitungen in den umliegenden Gebieten in einer Entfernung von bis zu 300 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete im Nachtzeitraum werden bis zu einer Entfernung von ca. 280 m überschritten.

Im Nachtzeitraum werden an den Immissionsorten 5, 6 und 11 Beurteilungspegel von maximal 42 dB(A) prognostiziert. Somit kommt es zwar zu Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete bzw. reine Wohngebiete, aber zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte für Mischgebiete von 45 dB(A) bzw. teilweise für allgemeine Wohngebietes von 40 dB(A) nachts. Da in Mischgebieten bzw. allgemeinen Wohngebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann also von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

5.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm während aller Lärmsituationen im Tages- und Nachtzeitraum überschritten.

Im Tageszeitraum kommt es an 4 bis 5 der 11 betrachteten Immissionsorten zu Überschreitungen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) liegen während der Lärmsituationen 2 und 3 an den Gebäuden "Vogtlandstraße 22" (Immissionsort 1) und

"Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3) vor. Während der lärmärmeren Lärmsituationen 1 und 5 sind 4 Immissionsorte von Überschreitungen mit Beurteilungspegel von bis zu 69 dB(A) betroffen. Pegel oberhalb von 70 dB(A), die im Tageszeitraum sowohl die Zumutbarkeitsschwelle darstellen, sowie nicht mehr zur Einhaltung der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Innenraumpegel von 40 dB(A) führen, werden während der Lärmsituationen 2 und 3 an jeweils zwei Immissionsorten erreicht.

Unter Berücksichtigung der Vorbelastung zeigt sich, dass es für die Lärmsituationen 1, 4 und 5 im Tageszeitraum an allen Immissionsorten mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nicht zu einer relevanten Erhöhung der Lärmsituation kommt, da die üblicherweise vorherrschende Vorbelastung oberhalb der Pegel des Baulärms liegt. Abweichend hiervon wird die Vorbelastung in den Lärmsituationen 2 und 3 am Gebäude "Trechterweg 17" (Immissionsort 2) um bis zu 1 dB überschritten. An den weiteren Immissionsorten mit Überschreitungen aus den Lärmsituationen 2 und 3 kommt es zu keiner Erhöhung der Lärmsituation.

Am Immissionsort 7 während Lärmsituation 1 und Immissionsort 10 während der Lärmsituationen 2 und 3 liegen Beurteilungspegel bis zu 59 dB(A) vor. Somit kommt es zwar zu Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete, aber zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte für Mischgebiete von 60 dB(A). Da in Mischgebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann also von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

Wie in den Schallimmissionsplänen in Anlage 4 zu sehen, kommt es während der Arbeiten in den lärmintensivsten Lärmsituationen 2 und 3 im Tageszeitraum zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu einem Abstand von etwa 220 m für ein allgemeines Wohngebiet und 130 m für ein Mischgebiet. Besonders betroffen sind die Straßen "Vogtlandstraße" und "Trechterweg".

Während der Nachtarbeiten sind in allen Lärmsituationen an 10 der 11 betrachteten Immissionsorten Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zu erwarten. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) liegen während der Lärmsituationen 2 und 3 vor. Während der lärmärmeren Lärmsituationen 1 und 5 werden Beurteilungspegel von bis zu 68 dB(A) prognostiziert. Zu Pegeln oberhalb von 60 dB(A), die im Nachtzeitraum sowohl die Zumutbarkeitsschwelle darstellen, sowie nicht mehr zur Einhaltung der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Innenraumpegel von 30 dB(A) in Schlafräumen führen, kommt es je nach Lärmsituation an 3 bis 4 Immissionsorten.

Die Vorbelastung liegt im Nachtzeitraum für die Lärmsituationen 1, 4 und 5 an allen Immissionsorten mit Überschreitungen oberhalb der ermittelten Beurteilungspegel des Baulärms. In den Lärmsituationen 2 und 3 reicht die Vorbelastung an 8 der 10 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten aus, um die ermittelten Beurteilungspegel für den Baulärm zu relativieren. An den Immissionsorten 2 und 3 liegen die Beurteilungspegel aus dem Baulärm jedoch um bis zu 2 dB über der Vorbelastung, sodass es dort zu einer Erhöhung der Lärmsituation durch die Baumaßnahme kommt.

An den Immissionsorten 5, 6 und 11 während der Lärmsituationen 1, 4 und 5 bzw. an den Immissionsorten 05 und 06 während der Lärmsituationen 2 und 3 liegen Beurteilungspegel von bis zu 45 dB(A) vor. Somit kommt es zwar zu Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete, aber zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte für Mischgebiete von 45 dB(A). Da in Mischgebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann also von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

Wie in den Schallimmissionsplänen in Anlage 4 zu sehen, kommt es während der Arbeiten in den lärmintensivsten Lärmsituationen 2 und 3 im Nachtzeitraum zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu einem Abstand von mehr als 450 m für ein reines Wohngebiet, 400 m für ein allgemeines Wohngebiet und 380 m für ein Mischgebiet. Besonders betroffen sind die Straßen "Vogtlandstraße", "Trechterweg" und "Donauschwabenstraße".

Das Maximalpegelkriterium für Arbeiten im Nachtzeitraum wird je nach Lärmsituation an 7 bis 10 Immissionsorten überschritten. Der höchste Maximalpegel von bis zu 93 dB(A) und Überschreitungen von bis zu 33 dB ergibt sich während Lärmsituation 1. Da an diesen Immissionsorten bereits Überschreitungen der Beurteilungspegel vorliegen, entstehen durch die Überschreitung des Maximalpegelkriteriums keine zusätzlichen Betroffenheiten.

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

5.5 Minderungsmaßnahmen

Für die vorliegende Baumaßnahme ergeben sich für den Tages- und Nachtzeitraum Überschreitungen der Immissionsrichtwerte. Für die Lärmsituationen 1, 4 und 5 führen diese jedoch aufgrund der üblicherweise vorherrschenden Vorbelastung zu keiner relevanten Erhöhung der Lärmbelastung. Abweichend hiervon wird die Vorbelastung in den Lärmsituationen 2 und 3 im Tagzeitraum an Immissionsort 2 um bis zu 1 dB und im Nachtzeitraum an den Immissionsorten 2 und 3 um bis zu 2 dB überschritten.

Gemäß der aktuellen Rechtsprechung [19] 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 Lärmsituationen oberhalb der Immissionsrichtwerte, weshalb nachfolgendes Lärmschutzkonzept aufgestellt wird:

Information der Anwohner

Da bei Bauarbeiten an Bahnanlagen, wie im aktuellen Fall, die Möglichkeiten der Lärmminderung 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 Lärmsituationen und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen durch den Baubetrieb. Für den Fall, dass sich Anwohner vom verursachten Lärm stark gestört fühlen beziehungsweise sich auch bei sämtlichen anderen Problemen im Zusammenhang mit dem Thema Lärm mitteilen können, ist in der Information an die Anwohner auch ein Ansprechpartner zu benennen.

Aktive Lärmschutzmaßnahmen

Der Einsatz einer temporären, mobilen Lärmschutzwand kann eine wirkungsvolle Lärmschutzmaßnahme darstellen. Es ist abzuwägen, ob eine Lärmschutzwand zu einem verhältnismäßigen Lärmschutz der betroffenen Anwohner führen würde.

Für die vorliegende Baumaßnahme ist von einer kurzen Dauer von lediglich 5 Tagen (5 Nächte mit Nachtarbeit) auszugehen. Zudem liegt im Untersuchungsgebiet bereits eine hohe Vorbelastung durch den Verkehrslärm vor, sodass nur wenige relevante Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zu erwarten sind. Daher steht aus gutachterlicher Sicht der Aufwand einer Lärmschutzwand vermutlich nicht im Verhältnis zu dem zu erwartenden Nutzen.

Darüber hinaus bestehen einige räumliche Einschränkungen im Baustellenbereich. Die beengten Platzverhältnisse, insbesondere durch die angrenzenden Straßen "Vogtlandstraße" und "Römerstraße" sowie die anliegenden Parkplätze, würden die Aufstellung einer Lärmschutzwand deutlich erschweren. Zudem ist davon auszugehen, dass eine Lärmschutzwand Zufahrtswege zur Baustelle beeinträchtigen und damit den Bauablauf sowie den Einsatz der Baumaschinen einschränken würde.

Organisatorische und planerische Lärmschutzmaßnahmen

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

Bezüglich der auf den Baustellen eingesetzten Baumaschinen und Geräte ist bei der Auswahl zu beachten, dass diese den Vorgaben der EG-Richtlinie 2000/14/EG „Outdoorrichtlinie" 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 Lärmsituationen wurden bereits Betriebszeiten von 8 sowie teilweise 2,5 Stunden 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. Darüber hinaus dauern die Lärmsituationen 2 und 3, bei der es nicht zu einer Relativierung durch die Vorbelastung an zwei Immissionsorten kommt, jeweils nur 4 Stunden am Tag und in der Nacht.

Alternative Bauverfahren

Zur Minimierung der Lärmemissionen während Lärmsituation 2 ist zu prüfen, ob es bautechnologisch möglich ist, den eingesetzten Hydraulikhammer durch eine Fräse, Zangenbagger oder Betonsäge zu ersetzen. Im Fall des Zangenbaggers ergibt sich eine Absenkung des Schallleistungspegels um 2 dB. Infolgedessen ergibt sich für den Tages- und Nachtzeitraum keine Erhöhung der Lärmbelastung der Anwohner an den Immissionsorten 2 und 3, da der Pegel der üblicherweise vorherrschenden Vorbelastung nicht überschritten wird. Für Lärmsituation 3 werden bereits lärmarme Baumaschinen eingesetzt, deren Einsatzzeiten auf ein Minimum reduziert sind, sodass keine weitere Lärmreduzierung möglich ist.

Alternative Bauverfahren wurden durch den Auftraggeber geprüft, jedoch aus bautechnologischen Gründen für die Durchführung der Bauarbeiten am Durchlass verworfen.

Beschränkungen im Nachtzeitraum

Da die Arbeiten im Nachtzeitraum an Sperrpausen gebunden sind, kann nicht auf Nachtarbeit verzichtet werden.

Während der Nachtarbeiten stellen der Hydraulikhammer in Lärmsituation 2 bzw. die Stopfmaschine und die Flex in Lärmsituation 3 die lautesten Baugeräte dar. Daher ist bautechnologisch zu prüfen ob auf den Einsatz dieser besonders lärmintensiven Geräte im Nachtzeitraum verzichtet werden kann.

Zusätzlich gelten folgende Einschränkungen:

- Kein Lieferverkehr
- Nutzung von Funkgeräten. Kein lautes Rufen etc.
- Beschränkung der Warngeräusche auf das nötigste Maß

Baubegleitende Messungen und Dokumentation

Aus gutachterlicher Sicht wird empfohlen, die bauausführende Firma zur Überwachung und Dokumentation des auftretenden Baulärms verpflichtet werden. Die Dokumentation hat durch baubegleitende Messungen zu erfolgen. Dafür wäre ein Immissionsschutzbeauftragter vorzusehen. Geeignete Messpunkte sind dabei Messorte, die nicht nur Rückschlüsse auf die Situation für ein einzelnes Gebäude, sondern für Bebauungsbereiche zulassen. Ergänzend dazu sollte von der bauausführenden Firma kontrolliert werden, ob das durch dieses Gutachten festgelegte Lärmschutzkonzept entsprechend umgesetzt wird.

Übernahme von Kosten für Hotelübernachtungen

Auch mit den beschriebenen Minderungsmaßnahmen sind weiterhin Beurteilungspegel oberhalb von 70 dB(A) im Tageszeitraum und 60 dB(A) im Nachtzeitraum zu erwarten, die nicht durch die üblicherweise vorherrschende Vorbelastung zu relativieren sind. 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 von Überschreitungen der Zumutbarkeitsschwelle betroffenen Gebäude (ohne Berücksichtigung der Vorbelastung) sind nachfolgend in Tabelle 5.7 aufgeführt.

Tabelle 5.7: Darstellung der betroffenen Gebäude ohne Minderungsmaßnahmen

Lärmsituation	> 70 dB(A) im Tageszeitraum	> 60 dB(A) im Nachtzeitraum
1	Keine Betroffenheit	Vogtlandstraße 26 Trechterweg 15 Vogtlandstraße 28 Trechterweg 25a Trechterweg 23 Vogtlandstraße 20 Vogtlandstraße 18 Ewald-Renz-Straße 2, 2a

Lärmsituation	> 70 dB(A) im Tageszeitraum	> 60 dB(A) im Nachtzeitraum
		Ewald-Renz-Straße 2b, 2c Ewald-Renz-Straße 4, 4a, 4b, 4c Vogtlandstraße 24 Vogtlandstraße 22 Trechterweg 25 Trechterweg 17 Trechterweg 11 Römerstraße 33 Römerstraße 33 a Römerstraße 35
2 / 3	Ewald-Renz-Straße 2 Trechterweg 15 Trechterweg 17 Trechterweg 21 Trechterweg 23 Vogtlandstraße 20 Vogtlandstraße 22 Vogtlandstraße 24 Vogtlandstraße 26 Vogtlandstraße 28	Ewald-Renz-Straße 2 Trechterweg 15 Trechterweg 17 Trechterweg 21 Trechterweg 23 Vogtlandstraße 20 Vogtlandstraße 22 Vogtlandstraße 24 Vogtlandstraße 26 Vogtlandstraße 28 Ewald-Renz-Straße 2c Ewald-Renz-Straße 4a Ewald-Renz-Straße 4b Ewald-Renz-Straße 4c Mühlenstraße 11a Plauener Weg 1 Plauener Weg 3 Plauener Weg 5 Plauener Weg 7 Plauener Weg 9 Plauener Weg 11

Lärmsituation	> 70 dB(A) im Tageszeitraum	> 60 dB(A) im Nachtzeitraum
		Plauener Weg 13 Südring 34 Südring 36 Südring 38 Südring 40 Vogtlandstraße 16 Vogtlandstraße 16a Vogtlandstraße 16b Vogtlandstraße 16c Vogtlandstraße 18
4	Keine Betroffenheit	Vogtlandstraße 26 Trechterweg 29 Trechterweg 15 Vogtlandstraße 28 Trechterweg 25 a Trechterweg 15 a Trechterweg 23 Vogtlandstraße 20 Vogtlandstraße 18 Ewald-Renz-Straße 2, 2a Ewald-Renz-Straße 2b, 2c Ewald-Renz-Straße 4, 4a, 4b, 4c Vogtlandstraße 24 Plauener Weg 9 Plauener Weg 1 Plauener Weg 3 Plauener Weg 5 Plauener Weg 7 Plauener Weg 11 Trechterweg 27 Trechterweg 25

Lärmsituation	> 70 dB(A) im Tageszeitraum	> 60 dB(A) im Nachtzeitraum
		Trechterweg 21 Trechterweg 17 Trechterweg 11 Römerstraße 33a Römerstraße 35
5	Keine Betroffenheit	Vogtlandstraße 26 Trechterweg 29 Trechterweg 15 Trechterweg 25 a Trechterweg 23 Vogtlandstraße 20 Vogtlandstraße 18 Ewald-Renz-Straße 2, 2a Ewald-Renz-Straße 2b, 2c Ewald-Renz-Straße 4, 4a, 4b, 4c Vogtlandstraße 24 Vogtlandstraße 22 Plauener Weg 9 Plauener Weg 1 Plauener Weg 3 Plauener Weg 5 Plauener Weg 7 Plauener Weg 11 Trechterweg 25 Trechterweg 17 Trechterweg 11 Römerstraße 33a Römerstraße 35

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.

Die Arbeiten, die während dieser Baumaßnahme relevante Erschütterungen auslösen, sind die Abbrucharbeiten mittels Hydraulikhammer während des Rückbaus des Durchlasses in Lärmsituation 2 und der Einsatz der Rüttelplatte während des Einbaus des neuen Durchlasses in Lärmsituation 3 sowie der Verfüllung der Baugrube und der Herstellung der Böschungen in Lärmsituation 4.

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.

Auch lassen sich für Hydraulikhämmer zu erwartende Schlagenergien und maximal mögliche auftretende Schlagenergien (Tabelle 6.1) berechnen. Hierbei werden die zu erwartenden Energien analog dem oben beschriebenen Vorgehen nach DIN 4150, Teil 2 und die maximal möglich auftretenden Schlagenergien nach DIN 4150, Teil 3 angesetzt.

Tabelle 6.1: Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose

Baumaschine	Klasse / Gewicht	Art der Anregung	Frequenz	Energie / Leistung wahrscheinlich	Energie / Leistung maximal
Hydraulikhammer	3,6 t	periodisch stationär	7 Hz	9,64 kNm	13,71 kNm
Rüttelplatte	0,28 t	harmonisch stationär	65 Hz	4,6 kW	4,6 kW

Für die erschütterungsrelevanten Geräte kann gemäß Literatur [17] die maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit $v^{F}_{i,max}$ mit den in Tabelle 6.2 aufgeführten Berechnungsformeln abgeschätzt werden. Da keine Berechnungsgrundlage in der Literatur für Rückbauarbeiten mithilfe eines Hydraulikhammers bekannt ist, wird hilfsweise die Berechnung für eine Schlagrammung herangezogen, aber anhand der Anhaltswerte für Dauererschütterungen bewertet.

Tabelle 6.2: Berücksichtigte Berechnungsformeln für die Erschütterungsprognose gemäß Literatur

Baumaschine	Formel DIN 4150-3	Formel DIN 4150-2
Hydraulikhammer	$v^{F}_{i,max} = 11{,}07 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r^{1{,}3}}$	$v^{F}_{i,max} = 11{,}07 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r^{1{,}3}}$
Rüttelplatte	$v^{F}_{i,max} = 10{,}87 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$	$v^{F}_{i,max} = 4{,}31 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$

$v^{F}_{i,max}$ = maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit in mm/s

E = Schlagenergie in kNm

G = Betriebsgewicht in t

r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

Die Berechnungsansätze liefern Abschätzungen der maximalen zu erwartenden Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit $v^{F}_{i,max}$ 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:

$$v^{OG}_{x/y,max} = v^{F}_{i,max} \cdot k^{F-OG}_{x/y}$$

vertikal:

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

$v^{F}_{i,max}$ = maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit in mm/s

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

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

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

$k^{F\text{-}OG}_{z}$ = 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. Da die nächstgelegene schützenswerte Bebauung je nach eingesetzter Baumaschine variiert, sind die kürzesten Distanzen zu den jeweiligen Gebäudearten in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 6.3: Berücksichtigte Distanzen der jeweiligen Baumaschinen zu den schützenswerten Bebauungen

Baumaschine	**Gebäude / Adresse**	**Gebäudeart nach DIN 4150-3**	**Entfernung**
Hydraulikhammer	Vogtlandstraße 28	Wohngebäude	26 m
	Römerstraße 35 (Schuppen)	Gewerblich genutzte Bauten	16 m
Rüttelplatte	Vogtlandstraße 28	Wohngebäude	26 m
	Römerstraße 35 (Schuppen)	Gewerblich genutzte Bauten	16 m

6.2 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen

Für die Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Wohngebäude empfiehlt die DIN 4150-3 [7] in Tabelle 4 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 mittelweiche Bodenverhältnisse ($k^{F\text{-}OG}_{x/y}$ = 1,5)

die in Tabelle 6.4 dargestellten horizontalen und vertikalen Schwinggeschwindigkeiten von Decken und Wänden:

Tabelle 6.4: Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-3

Baumaschine	**Adresse**	**Entfernung [m]**	**$v^{OG}_{x/y/z,max}$ [mm/s]**	**Anhaltswert [mm/s] hori. / vert.**	**Einhaltung**
Hydraulikhammer	Vogtlandstraße 28 Wohngebäude	26	0,89	5 / 10	ja
	Römerstraße 35 Gewerbegebäude (Schuppen)	16	1,67	10 / 10	ja
Rüttelplatte	Vogtlandstraße 28 Wohngebäude	26	0,33	5 / 10	ja
	Römerstraße 35 Gewerbegebäude (Schuppen)	16	0,54	10 / 10	ja

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 für den Hydraulikhammer und die Rüttelplatte eingehalten.

Der Anhaltswert der Bodenschwingbeschleunigung (Kapitel 3.2.3) von 3.300 mm/s wird für alle Baumaschinen eingehalten.

Wie in Kapitel 3.2.3 dargestellt, sind Setzungen vor allem bei Rammarbeiten zu erwarten und können daher bei Abbruch- und Verdichtungsarbeiten vernachlässigt werden.

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_{FTr} der DIN 4150, Teil 2 [6] 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 [6] 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 6.5: 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
4	Einzelereignisse kurzer Dauer a) mit Resonanzbeteiligung b) ohne Resonanzbeteiligung	 0,8 0,6

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.

2) Die Werte für c_F sind mittlere Erfahrungswerte. Abweichungen von etwa ± 15 % können auftreten.

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 6.6 dargestellten Eigenfrequenzen von Decken entnommen werden.

Tabelle 6.6: Eigenfrequenzen von Decken

Konstruktion	**Eigenfrequenz häufig**	**Eigenfrequenz 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 [6] mit folgender Gleichung berechnet:

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

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 3 Tagen zum Einsatz. Da die Anwohner vorher über die Bauarbeiten informiert werden, können gemäß Abbildung 3.3 die Anhaltswerte der Stufe II berücksichtigt werden.

In den folgenden Tabelle 6.7 und Tabelle 6.8 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. Bei dem nach DIN 4150-3 betrachteten Schuppen (gewerblich genutztes Gebäude) handelt es sich nicht um ein Gebäude, in dem sich dauerhaft Menschen aufhalten, sodass nachfolgend alternativ für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen im Tageszeitraum die angrenzende gewerblich genutzte Halle auf dem gleichen Grundstück betrachtet wird. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass dort keine Nutzung im Nachtzeitraum stattfindet, weshalb nachfolgend im Nachtzeitraum ausschließlich das nächstgelegene Wohngebäude in einem allgemeinen Wohngebiet betrachtet wird.

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

Baumaschine	**Adresse / Nutzungsart**	**Entfernung [m]**	**Lärmsituation**	**Tägliche Einsatzzeit [h]**	**Anhaltswert A_u / A_o / A_r**
Hydraulikhammer	Vogtlandstraße 28, Wohngebäude	26	2	2,5	1,07 / 5 / 0,73
	Römerstraße 35, Gewerbegebäude	39	2	2,5	1,07 / 6 / 0,73

Baumaschine	Adresse / Nutzungsart	Entfernung [m]	Lärmsituation	Tägliche Einsatzzeit [h]	Anhaltswert A_u / A_o / A_r
Rüttelplatte	Vogtlandstraße 28, Wohngebäude	26	3 und 4	8	1,07 / 5 / 0,73
	Römerstraße 35, Gewerbegebäude	39	3 und 4	8	1,07 / 6 / 0,73

Tabelle 6.8: Berücksichtigte Gebäude und Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 für den Nachtzeitraum

Baumaschine	Adresse / Nutzungsart	Entfernung [m]	Lärmsituation	Nächtliche Einsatzzeit [h]	Anhaltswert A_u / A_o / A_r
Hydraulikhammer	Vogtlandstraße 28, Wohngebäude (WA)	26	2	2	0,1 / 0,2 / 0,05
Rüttelplatte	Vogtlandstraße 28, Wohngebäude (WA)	26	3 und 4	6	0,1 / 0,2 / 0,05

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

Baumaschine	Adresse / Nutzungsart	KB_{Fmax}	KB_{FTr}	Anhaltswert A_u / A_o / A_r	Einhaltung der Anhaltswerte
Hydraulikhammer	Vogtlandstraße 28, Wohngebäude	0,33	0,13	1,07 / 5 / 0,73	Ja

Baumaschine	Adresse / Nutzungs-art	KB_{Fmax}	KB_{FTr}	Anhaltswert A_u / A_o / A_r	Einhaltung der Anhalts-werte
	Römerstraße 35, Gewerbegebäude	0,19	0,08	1,07 / 6 / 0,73	Ja
Rüttelplatte	Vogtlandstraße 28, Wohngebäude	0,07	0,05	1,07 / 5 / 0,73	Ja
	Römerstraße 35, Gewerbegebäude	0,05	0,03	1,07 / 6 / 0,73	Ja

Wie die Ergebnisse in Tabelle 6.9 zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 für die Rüttelplatte und den Hydraulikhammer an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten.

Hinweis: Die untersuchten Maschinen liegen mit ihrer Betriebsfrequenz außerhalb der Deckeneigenfrequenzen von üblichen Gebäuden. Entsprechend ist für den Einsatz der Maschinen nicht mit Resonanzen zu rechnen, weshalb auf eine detaillierte Berechnung verzichtet wird. Bei abweichendem Geräteeinsatz ist eine erneute Einschätzung möglicher Resonanzeffekte erforderlich. Die Betriebsfrequenzen der Baumaschinen sind so wählen, dass keine Resonanzen auftreten bzw. Maschinen mit variabler Frequenz eingesetzt werden, um auf Resonanzeffekte reagieren zu können. Diese Aussagen sind ebenfalls auf den Nachtzeitraum zu übertragen.

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 / Nut-zungsart	KB_{Fmax}	KB_{FTr}	Anhaltswert A_u / A_o / A_r	Einhaltung der Anhalts-werte
Hydraulikhammer	Vogtlandstraße 28, Wohngebäude (WA)	0,33	0,16	0,1 / 0,2 / 0,05	Nein
Rüttelplatte	Vogtlandstraße 28, Wohngebäude (WA)	0,07	0,06	0,1 / 0,2 / 0,05	Ja

Wie die Ergebnisse in zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 für die Rüttelplatte an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten. Für den Hydraulikhammer kommt es zu Überschreitungen an den nächstgelegenen Wohngebäuden. Zudem wird der

Anhaltswert A_o durch den KB_{FTr} überschritten, sodass es zu unzumutbaren Erschütterungseinwirkungen kommt. Erst ab einem Abstand von 63 m mit einer Einhaltung der Anhaltswerte für allgemeine Wohngebiete zu rechnen. Für Mischgebiete beträgt der mindestens einzuhaltende Abstand 50 m.

Es wird empfohlen auf den Einsatz eines Hydraulikhammers im Nachtzeitraum zu verzichten. Aufgrund der Überschreitung der oberen Anhaltswerte liegen unzumutbare Erschütterungswirkungen für Wohngebäude im allgemeinen Wohngebiet und Mischgebiet vor, sodass die Kosten für Hotelübernachtungen für die betroffenen Anwohner übernommen werden sollten.

6.4 Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen

Aufgrund der frühen Planungsphase liegen noch keine detaillierten Angaben zu den geplanten Geräteeinsätzen vor. Daher wurden für die vorliegende Erschütterungsuntersuchung gängige Maschinendaten anhand von Literaturangaben untersucht. Es gilt zu beachten, dass es während der Baumaßnahme dazu kommen kann, dass leichtere und weniger leistungsfähige sowie auch schwerere und leistungsstärkere Maschinen eingesetzt werden könnten. Entsprechend sind die hier durchgeführten Untersuchungen mit den realistischen Geräteeinsätzen zu vergleichen und ggfs. erneut zu bewerten.

Konkrete Aussagen zu den zu erwartenden Erschütterungsimmissionen sind ohne Messungen kaum möglich, da die Bauweise der Gebäude die Höhe der Erschütterungsimmissionen maßgeblich bestimmt. Die Situation kann prinzipiell an jedem Gebäude anders sein.

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 Erschütterungsimmissionen 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 Erschütterungsimmissionen 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.

6.5 Minderungsmaßnahmen für das vorliegende Bauvorhaben

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 für den Hydraulikhammer und für die Rüttelplatte an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten. Der Anhaltswert der Bodenschwingbeschleunigung (Kapitel 3.2.3) von 3.300 mm/s wird ebenfalls für alle Geräte eingehalten.

Gemäß der DIN 4150, Teil 2 werden die Anhaltswerte für die Rüttelplatte an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten. Für den Hydraulikhammer kommt es im Nachtzeitraum zu Überschreitungen für die nächstgelegenen Wohngebäude. Für allgemeine Wohngebiete ist ein Mindestabstand von 63 m einzuhalten, um Überschreitungen der Anhaltswerte zu vermeiden. Für Mischgebiete beträgt der mindestens einzuhaltende Abstand 50 m. Zudem wird der obere Anhaltswert A_o durch den KB_{FTr} überschritten, sodass unzumutbare Erschütterungseinwirkungen für Wohngebäude im allgemeinen Wohngebiet und Mischgebiet vorliegen. Dieser Anhaltswert wird ab einer Entfernung von 30 m eingehalten. Sollte die genannte Entfernung nicht eingehalten werden können, sind betroffene Anwohner analog zum Baulärm hinsichtlich einer Hotelunterbringung zu entschädigen.

Zur Einhaltung der Anhaltwerte der DIN 4150 Teil 2 am nächstgelegenen Wohngebäude (Vogtlandstraße 28) darf ein Gerät mit einer maximalen Energie pro Rammschlag von E = 0,66 kNm und einer Betriebsfrequenz von 19 Hz eingesetzt werden.

Die untersuchten Maschinen liegen mit ihrer Betriebsfrequenz außerhalb der Deckeneigenfrequenzen von üblichen Gebäuden. Entsprechend ist für den Einsatz der Maschinen nicht mit Resonanzen zu rechnen, weshalb auf eine detaillierte Berechnung verzichtet wurde. Bei abweichendem Geräteeinsatz ist eine erneute Einschätzung möglicher Resonanzeffekte erforderlich. Die Betriebsfrequenzen der Baumaschinen sind so wählen, dass keine Resonanzen auftreten bzw. Maschinen mit variabler Frequenz eingesetzt werden, um auf Resonanzeffekte reagieren zu können.

7 Zusammenfassung

Die DB InfraGO AG plant die Erneuerung eines Durchlasses in Bad Schönborn an der Strecke 4000 an km 42,495. Im Zuge der Bauarbeiten wird der bestehende Durchlass zurückgebaut und durch eine Rahmenkonstruktion aus mehreren Stahlbetonfertigteilen erneuert.

Baulärm:

In dieser Untersuchung wurden die zu erwartenden Baulärmimmissionen mit einer Ausbreitungsberechnung gemäß der DIN EN ISO 9613-2 [8] durchgeführt und anschließend gemäß der AVV Baulärm [4] in Verbindung mit der aktuellen Rechtsprechung beurteilt. Für die Berechnungen wurden die Abläufe für die Erneuerung in Lärmsituationen unterteilt. Hierbei ergaben sich insgesamt fünf Lärmsituationen.

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm während aller Lärmsituationen im Tages- und Nachtzeitraum überschritten.

Im Tageszeitraum kommt es an 4 bis 5 der 11 betrachteten Immissionsorten zu Überschreitungen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) liegen während der Lärmsituationen 2 und 3 an den Gebäuden "Vogtlandstraße 22" (Immissionsort 1) und "Vogtlandstraße 28" (Immissionsort 3) vor. Während der lärmärmeren Lärmsituationen 1 und 5 sind 4 Immissionsorte von Überschreitungen mit Beurteilungspegel von bis zu 69 dB(A) betroffen. Pegel oberhalb von 70 dB(A), die im Tageszeitraum sowohl die Zumutbarkeitsschwelle darstellen, sowie nicht mehr zur Einhaltung der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Innenraumpegel von 40 dB(A) führen, werden während der Lärmsituationen 2 und 3 an jeweils zwei Immissionsorten erreicht.

Unter Berücksichtigung der Vorbelastung zeigt sich, dass es für die Lärmsituationen 1, 4 und 5 im Tageszeitraum an allen Immissionsorten mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nicht zu einer relevanten Erhöhung der Lärmsituation kommt, da die üblicherweise vorherrschende Vorbelastung oberhalb der Pegel des Baulärms liegt. Abweichend hiervon wird die Vorbelastung in den Lärmsituationen 2 und 3 am Gebäude "Trechterweg 17" (Immissionsort 2) um bis zu 1 dB überschritten. An den weiteren Immissionsorten mit Überschreitungen aus den Lärmsituationen 2 und 3 kommt es zu keiner Erhöhung der Lärmsituation.

Am Immissionsort 7 während Lärmsituation 1 und Immissionsort 10 während der Lärmsituationen 2 und 3 liegen Beurteilungspegel bis zu 59 dB(A) vor. Somit kommt es zwar zu Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete, aber zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte für Mischgebiete von 60 dB(A). Da in Mischgebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann also von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

Wie in den Schallimmissionsplänen in Anlage 4 zu sehen, kommt es während der Arbeiten in den lärmintensivsten Lärmsituationen 2 und 3 im Tageszeitraum zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu einem Abstand von etwa 220 m für ein allgemeines Wohngebiet und 130 m für ein Mischgebiet. Besonders betroffen sind die Straßen "Vogtlandstraße" und "Trechterweg".

Während der Nachtarbeiten sind in allen Lärmsituationen an 10 der 11 betrachteten Immissionsorten Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zu erwarten. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) liegen während der Lärmsituationen

2 und 3 vor. Während der lärmärmeren Lärmsituationen 1 und 5 werden Beurteilungspegel von bis zu 68 dB(A) prognostiziert. Zu Pegeln oberhalb von 60 dB(A), die im Nachtzeitraum sowohl die Zumutbarkeitsschwelle darstellen, sowie nicht mehr zur Einhaltung der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Innenraumpegel von 30 dB(A) in Schlafräumen führen, kommt es je nach Lärmsituation an 3 bis 4 Immissionsorten.

Die Vorbelastung liegt im Nachtzeitraum für die Lärmsituationen 1, 4 und 5 an allen Immissionsorten mit Überschreitungen oberhalb der ermittelten Beurteilungspegel des Baulärms. In den Lärmsituationen 2 und 3 reicht die Vorbelastung an 8 der 10 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten aus, um die ermittelten Beurteilungspegel für den Baulärm zu relativieren. An den Immissionsorten 2 und 3 liegen die Beurteilungspegel aus dem Baulärm jedoch um bis zu 2 dB über der Vorbelastung, sodass es dort zu einer Erhöhung der Lärmsituation durch die Baumaßnahme kommt.

An den Immissionsorten 5, 6 und 11 während der Lärmsituationen 1, 4 und 5 bzw. an den Immissionsorten 05 und 06 während der Lärmsituationen 2 und 3 liegen Beurteilungspegel von bis zu 45 dB(A) vor. Somit kommt es zwar zu Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete, aber zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte für Mischgebiete von 45 dB(A). Da in Mischgebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann also von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

Wie in den Schallimmissionsplänen in Anlage 4 zu sehen, kommt es während der Arbeiten in den lärmintensivsten Lärmsituationen 2 und 3 im Nachtzeitraum zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu einem Abstand von mehr als 450 m für ein reines Wohngebiet, 400 m für ein allgemeines Wohngebiet und 380 m für ein Mischgebiet. Besonders betroffen sind die Straßen "Vogtlandstraße", "Trechterweg" und "Donauschwabenstraße".

Das Maximalpegelkriterium für Arbeiten im Nachtzeitraum wird je nach Lärmsituation an 7 bis 10 Immissionsorten überschritten. Der höchste Maximalpegel von bis zu 93 dB(A) und Überschreitungen von bis zu 33 dB ergibt sich während Lärmsituation 1. Da an diesen Immissionsorten bereits Überschreitungen der Beurteilungspegel vorliegen, entstehen durch die Überschreitung des Maximalpegelkriteriums keine zusätzlichen Betroffenheiten.

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

- Lärmmindernd 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 Hammerschlagen oder das Werfen von Materialien resultieren, minimieren. Ebenfalls kann die Nutzung von Sprechfunk den Lärmpegel einer Baustelle senken.

- Aus gutachterlicher Sicht wird empfohlen, die bauausführende Firma zur Überwachung und Dokumentation des auftretenden Baulärms verpflichtet werden. Die Dokumentation hat durch baubegleitende Messungen zu erfolgen.
- Benennung einer Ansprechstelle für Anwohner, welche von Beurteilungspegeln oberhalb von 70 dB(A) im Tageszeitraum und 60 dB(A) im Nachtzeitraum während Lärmsituation 2 und 3 betroffen sind. Diese soll befugt sein in Einzelfällen die Erstattung von Kosten für die Hotelübernachtungen zu prüfen und zuzusagen. Die betroffenen Gebäude können Anlage 4 bzw. Kapitel 5.5 entnommen werden.

Die Anpassung der täglichen Betriebszeiten der Baugeräte zur Vergabe von Pegelkorrekturen sowie der Einsatz einer temporären mobilen Lärmschutzwand stellen für die vorliegende Baumaßnahme keine geeigneten Minderungsmaßnahme dar. Konkrete Ausführungen zu den untersuchten Minderungsmaßnahmen können Kapitel 5.5 entnommen werden.

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 Rüttelplatte sowie Abbrucharbeiten mittels Hydraulikhammer.

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 für den Hydraulikhammer und für die Rüttelplatte an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten. Der Anhaltswert der Bodenschwingbeschleunigung (Kapitel 3.2.3) von 3.300 mm/s wird ebenfalls für alle Geräte eingehalten.

Gemäß der DIN 4150, Teil 2 werden die Anhaltswerte für die Rüttelplatte an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten. Für den Hydraulikhammer kommt es im Nachtzeitraum zu Überschreitungen für die nächstgelegenen Wohngebäude. Für allgemeine Wohngebiete ist ein Mindestabstand von 63 m einzuhalten, um Überschreitungen der Anhaltswerte zu vermeiden. Für Mischgebiete beträgt der mindestens einzuhaltende Abstand 50 m. Zudem wird der obere Anhaltswert A_o durch den KB_{FTr} überschritten, sodass unzumutbare Erschütterungseinwirkungen für Wohngebäude im allgemeinen Wohngebiet und Mischgebiet vorliegen. Dieser Anhaltswert wird ab einer Entfernung von 30 m eingehalten. Sollte die genannte Entfernung nicht eingehalten werden können, sind betroffene Anwohner analog zum Baulärm hinsichtlich einer Hotelunterbringung zu entschädigen.

Zur Einhaltung der Anhaltwerte der DIN 4150 Teil 2 am nächstgelegenen Wohngebäude (Vogtlandstraße 28) darf ein Gerät mit einer maximalen Energie pro Rammschlag von E = 0,66 kNm und einer Betriebsfrequenz von 19 Hz eingesetzt werden.

Die untersuchten Maschinen liegen mit ihrer Betriebsfrequenz außerhalb der Deckeneigenfrequenzen von üblichen Gebäuden. Entsprechend ist für den Einsatz der Maschinen nicht mit Resonanzen zu rechnen, weshalb auf eine detaillierte Berechnung verzichtet wurde. Bei abweichendem Geräteeinsatz ist eine erneute Einschätzung möglicher Resonanzeffekte erforderlich. Die Betriebsfrequenzen der Baumaschinen sind so wählen, dass keine Resonanzen auftreten bzw. Maschinen mit variabler Frequenz eingesetzt werden, um auf Resonanzeffekte reagieren zu können.

Peutz Consult GmbH

EES - Signiert über Certifaction

Dipl.-Ing. Mark Bless
(Messstellenleitung)

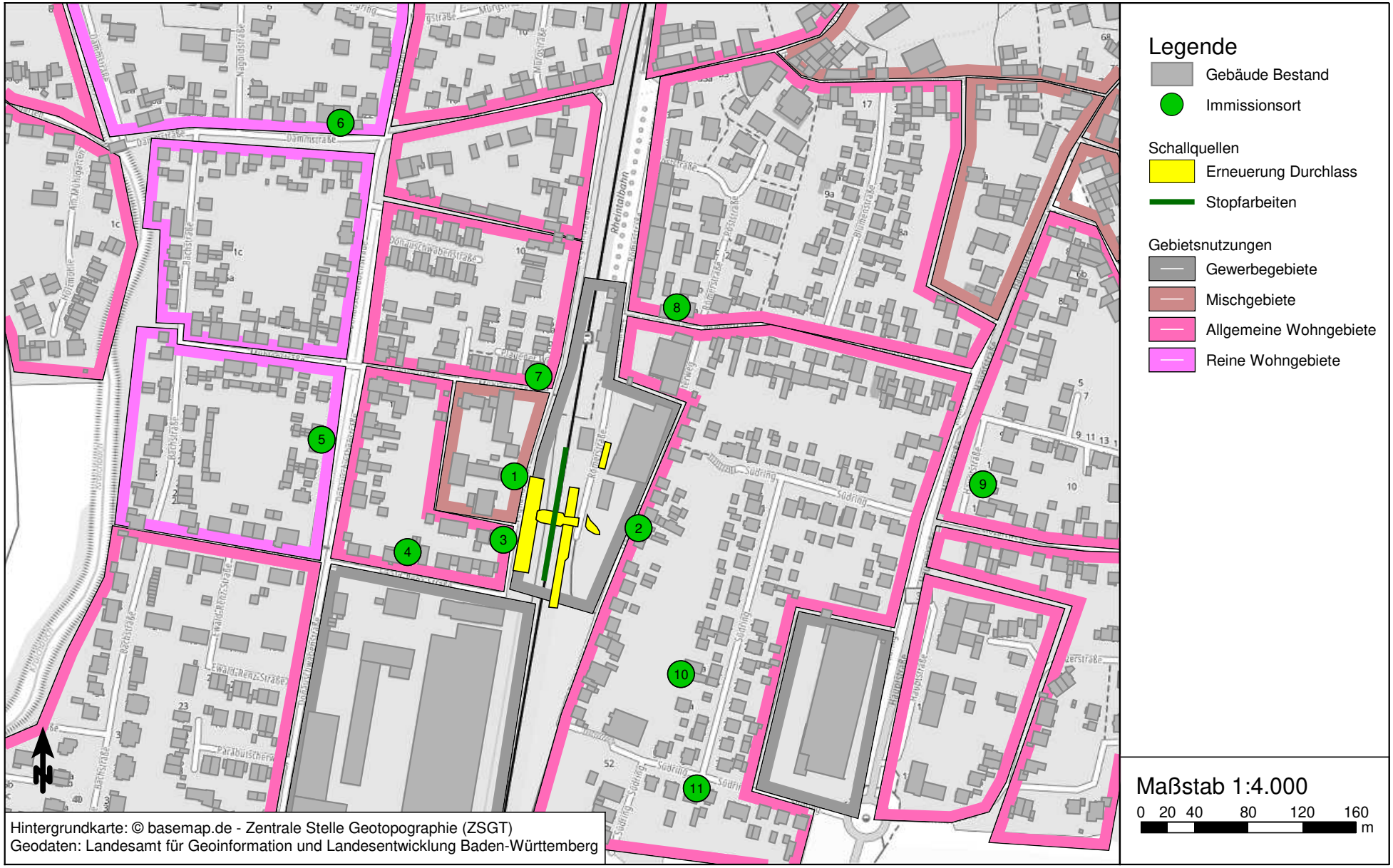
i.V. Sina Schäfer-Brandenburg, M.Sc.
(Projektleitung)

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Übersichtslageplan mit Darstellung der berücksichtigten Immissionsorten und Gebietsnutzungen
Anlage 2:	Ermittlung der Emissionen Baulärm
Anlage 3:	Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
Anlage 4:	Schallimmissionspläne der Immissionsberechnungen gemäß AVV Baulärm
Anlage 5:	Emissionsberechnungen der Vorbelastung nach Schall 03 / Darstellung der Vorbelastung durch den Straßenverkehr
Anlage 6:	Ergebnisse Immissionsberechnung gemäß DIN 4150-3

Anlage 1: Übersichtslageplan mit Darstellung der berücksichtigten Immissionsorte und Gebietsnutzungen

PEUTZ



LS 1

Baustelleneinrichtung

Dauer: 33 h tags / 5 h nachts

Tätigkeiten: Baustelleneinrichtung; Baufeldfreimachung; Herstellung Baugrube; Restarbeiten / Nachlaufarbeiten; Rückbau Baustelleneinrichtung

	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	104	1	10	6	0	-5	100	95
2	LKW Fahrten	105	108	1	8	6	-5	-5	100	100
3	Radbagger	106	-	1	8	-	-5	-	101	-
4	Radlader	113	123	1	8	6	-5	-5	108	108
5	Zweiwegebagger	109	119	1	8	6	-5	-5	104	104

auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:	111	110
maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)] (Zeile 4):	-	123

LS 2

Rückbau Durchlass

Dauer: 2 h tags / 2 h nachts

Tätigkeiten: Schienen auftrennen (Gleisjoch ausbauen und seitlich lagern); Erdaushub; Abbruch bestehender Durchlass

	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	104	1	2,5	2	-10	-10	90	90
2	Flex	118	119	1	2,5	2	-10	-10	108	108
3	Hydraulikhammer	122	128	1	2,5	2	-10	-10	112	112
4	LKW Fahrten	105	108	1	2,5	2	-10	-10	95	95
5	Presslufthammer	112	114	1	2,5	2	-10	-10	102	102
6	Radlader	113	123	1	2,5	2	-10	-10	103	103
7	Trennschleifscheibe	118	119	1	2,5	2	-10	-10	108	108
8	Zweiwegebagger	109	119	1	2,5	2	-10	-10	99	99

auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:	115	115
maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)] (Zeile 3):	-	128

LS 3

Einbau neuer Durchlass

Dauer: 4 h tags / 4 h nachts

Tätigkeiten: Gründungssohle herstellen und Einbau Bodenaustausch; Einbau der Fertigteile; Fugen mit Pagelmörtel schließen; Herstellung der Anschlüsse an den Bestand am Ein- und Auslauf; Einbau

	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	104	1	10	8	0	0	100	100
2	Flex	118	119	1	2,5	2	-10	-10	108	108
3	LKW Fahrten	105	108	1	8	6	-5	-5	100	100
4	Mobilkran (Autokran)	108	117	1	8	6	-5	-5	103	103
5	Radbagger	106	115	1	8	6	-5	-5	101	101
6	Rüttelplatte	110	112	1	8	6	-5	-5	105	105
7	Schotteranstopfgerät	112	117	1	8	6	-5	-5	107	107
8	Stopfmaschine	115	120	1	8	6	-5	-5	110	110
9	Zweiwegebagger	109	119	1	8	6	-5	-5	104	104

auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:	115	115
maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)] (Zeile 8):	-	120

LS 4

Verfüllung Baugrube / Herstellung Böschungen

Dauer: 8 h nachts / 5 h nachts

Tätigkeiten: Herstellung der Geländeanpassungen am Ein- und Auslauf; Herstellung der Böschungen am Ein- und Auslauf

	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	104	1	10	8	0	0	100	100
2	LKW Fahrten	105	108	1	8	6	-5	-5	100	100
3	Radbagger	106	115	1	8	6	-5	-5	101	101
4	Radlader	113	123	1	8	6	-5	-5	108	108
5	Rüttelplatte	110	112	1	8	6	-5	-5	105	105
6	Zweiwegebagger	109	119	1	8	6	-5	-5	104	104
	auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:								112	112
	maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)] (Zeile 4):								-	123

LS 5

Stopfarbeiten

Dauer: 3 h tags / 3 h nachts

Tätigkeiten: Stopfarbeiten

	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	104	1	10	8	0	0	100	100
2	Stopfmaschine	115	120	1	8	6	-5	-5	110	110
	auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:								110	110
	maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)] (Zeile 2):								-	120

Anlage 3.1: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
Lärmsituation 1: Baustelleneinrichtung (Dauer 33 h tags, 5 h nachts)
Tages- und Nachtzeitraum

PEUTZ

Immissionsort					Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm		Beurteilungspegel		Überschreitung IRW der AVV Baulärm		Maximalpegel (Nacht)			Vorbelastung durch Verkehrslärm	
IP	Name	Fassaden-orientierung	Geschoss	Gebiets-einstufung	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB	Nacht dB	IRW dB(A)	Pegel dB(A)	Über-schreitung IRW dB	Tag dB(A)	Nacht dB(A)
1	Vogtlandstraße 22	O	EG	MI	60	45	68	67	8	22	65	92	27	73	72
		O	1.OG	MI	60	45	68	67	8	22	65	92	27	74	73
		O	2.OG	MI	60	45	68	67	8	22	65	91	26	75	74
2	Trechterweg 17	W	EG	WA	55	40	66	65	11	25	60	84	24	68	67
		W	1.OG	WA	55	40	66	65	11	25	60	84	24	70	69
3	Vogtlandstraße 28	O	EG	WA	55	40	69	68	14	28	60	93	33	72	71
		O	1.OG	WA	55	40	69	68	14	28	60	93	33	73	72
		O	2.OG	WA	55	40	69	68	14	28	60	92	32	75	73
4	Ewald-Renz-Straße 6	N	EG	WA	55	40	43	42	-	2	60	65	5	52	51
		N	1.OG	WA	55	40	51	50	-	10	60	73	13	59	58
5	Donauschwabenstraße 18	O	EG	WR	50	35	39	38	-	3	55	58	3	49	48
		O	1.OG	WR	50	35	40	39	-	4	55	61	6	51	50
6	Dammstraße 24	S	EG	WR	50	35	34	33	-	-	55	50	-	48	47
		S	1.OG	WR	50	35	36	35	-	-	55	52	-	52	51
		S	2.OG	WR	50	35	38	37	-	2	55	54	-	54	53
7	Plauener Weg 1	S	EG	WA	55	40	58	57	3	17	60	75	15	70	69
		S	1.OG	WA	55	40	59	58	4	18	60	77	17	73	72
		S	2.OG	WA	55	40	59	58	4	18	60	78	18	74	73
8	Römerstraße 22 a	W	EG	WA	55	40	48	47	-	7	60	66	6	59	58
		W	1.OG	WA	55	40	49	48	-	8	60	67	7	62	61
		W	2.OG	WA	55	40	50	49	-	9	60	68	8	63	61
		W	3.OG	WA	55	40	52	51	-	11	60	69	9	63	62
9	Hauptstraße 103	W	EG	WA	55	40	32	31	-	-	60	47	-	60	56
		W	1.OG	WA	55	40	33	32	-	-	60	49	-	60	56
10	Südring 44 a	W	EG	WA	55	40	50	49	-	9	60	70	10	60	59
		W	1.OG	WA	55	40	52	51	-	11	60	72	12	63	62
11	Südring 57	N	EG	WA	55	40	35	34	-	-	60	53	-	60	58
		N	1.OG	WA	55	40	38	37	-	-	60	58	-	61	59
		N	2.OG	WA	55	40	42	41	-	1	60	60	-	62	60

SoundPLAN noise 9.1

Anlage 3.2: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
Lärmsituation 2/3: Rückbau Durchlass (2 h tags/nachts) / Einbau neuer Durchlass (4 h tags/nachts)
Tages- und Nachtzeitraum

PEUTZ

Immissionsort					Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm		Beurteilungspegel		Überschreitung IRW der AVV Baulärm		Maximalpegel (Nacht)			Vorbelastung durch Verkehrslärm	
IP	Name	Fassaden-orientierung	Geschoss	Gebiets-einstufung	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB	Nacht dB	IRW dB(A)	Pegel dB(A)	Über-schreitung IRW dB	Tag dB(A)	Nacht dB(A)
1	Vogtlandstraße 22	O	EG	MI	60	45	72	72	12	27	65	88	23	73	72
		O	1.OG	MI	60	45	72	72	12	27	65	88	23	74	73
		O	2.OG	MI	60	45	73	73	13	28	65	88	23	75	74
2	Trechterweg 17	W	EG	WA	55	40	69	69	14	29	60	85	25	68	67
		W	1.OG	WA	55	40	70	70	15	30	60	85	25	70	69
3	Vogtlandstraße 28	O	EG	WA	55	40	71	71	16	31	60	89	29	72	71
		O	1.OG	WA	55	40	73	73	18	33	60	89	29	73	72
		O	2.OG	WA	55	40	73	73	18	33	60	89	29	75	73
4	Ewald-Renz-Straße 6	N	EG	WA	55	40	45	45	-	5	60	61	1	52	51
		N	1.OG	WA	55	40	52	52	-	12	60	70	10	59	58
5	Donauschwabenstraße 18	O	EG	WR	50	35	41	41	-	6	55	58	3	49	48
		O	1.OG	WR	50	35	42	42	-	7	55	60	5	51	50
6	Dammstraße 24	S	EG	WR	50	35	38	38	-	3	55	54	-	48	47
		S	1.OG	WR	50	35	39	39	-	4	55	56	1	52	51
		S	2.OG	WR	50	35	41	41	-	6	55	58	3	54	53
7	Plauener Weg 1	S	EG	WA	55	40	64	64	9	24	60	78	18	70	69
		S	1.OG	WA	55	40	64	64	9	24	60	78	18	73	72
		S	2.OG	WA	55	40	64	64	9	24	60	78	18	74	73
8	Römerstraße 22 a	W	EG	WA	55	40	52	52	-	12	60	70	10	59	58
		W	1.OG	WA	55	40	54	54	-	14	60	70	10	62	61
		W	2.OG	WA	55	40	54	54	-	14	60	71	11	63	61
		W	3.OG	WA	55	40	55	55	-	15	60	72	12	63	62
9	Hauptstraße 103	W	EG	WA	55	40	36	36	-	-	60	51	-	60	56
		W	1.OG	WA	55	40	38	38	-	-	60	53	-	60	56
10	Südring 44 a	W	EG	WA	55	40	55	55	-	15	60	71	11	60	59
		W	1.OG	WA	55	40	57	57	2	17	60	73	13	63	62
11	Südring 57	N	EG	WA	55	40	40	40	-	-	60	54	-	60	58
		N	1.OG	WA	55	40	42	42	-	2	60	57	-	61	59
		N	2.OG	WA	55	40	47	47	-	7	60	62	2	62	60

SoundPLANnoise 9.1

Anlage 3.3: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
Lärmsituation 4: Verfüllung Baugrube / Herstellung Böschungen (Dauer 8 h tags, 5 h nachts)
Tages- und Nachtzeitraum

PEUTZ

Immissionsort					Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm		Beurteilungspegel		Überschreitung IRW der AVV Baulärm		Maximalpegel (Nacht)			Vorbelastung durch Verkehrslärm	
IP	Name	Fassaden-orientierung	Geschoss	Gebiets-einstufung	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	IRW	Pegel	Über-schreitung IRW	Tag	Nacht
					dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	dB	dB(A)	dB(A)
1	Vogtlandstraße 22	O	EG	MI	60	45	69	69	9	24	65	83	18	73	72
		O	1.OG	MI	60	45	70	70	10	25	65	83	18	74	73
		O	2.OG	MI	60	45	70	70	10	25	65	83	18	75	74
2	Trechterweg 17	W	EG	WA	55	40	66	66	11	26	60	80	20	68	67
		W	1.OG	WA	55	40	67	67	12	27	60	80	20	70	69
3	Vogtlandstraße 28	O	EG	WA	55	40	69	69	14	29	60	84	24	72	71
		O	1.OG	WA	55	40	70	70	15	30	60	84	24	73	72
		O	2.OG	WA	55	40	70	70	15	30	60	84	24	75	73
4	Ewald-Renz-Straße 6	N	EG	WA	55	40	43	43	-	3	60	56	-	52	51
		N	1.OG	WA	55	40	50	50	-	10	60	65	5	59	58
5	Donauschwabenstraße 18	O	EG	WR	50	35	38	38	-	3	55	53	-	49	48
		O	1.OG	WR	50	35	39	39	-	4	55	55	-	51	50
6	Dammstraße 24	S	EG	WR	50	35	35	35	-	-	55	49	-	48	47
		S	1.OG	WR	50	35	36	36	-	1	55	51	-	52	51
		S	2.OG	WR	50	35	39	39	-	4	55	53	-	54	53
7	Plauener Weg 1	S	EG	WA	55	40	61	61	6	21	60	73	13	70	69
		S	1.OG	WA	55	40	61	61	6	21	60	73	13	73	72
		S	2.OG	WA	55	40	61	61	6	21	60	73	13	74	73
8	Römerstraße 22 a	W	EG	WA	55	40	50	50	-	10	60	65	5	59	58
		W	1.OG	WA	55	40	51	51	-	11	60	65	5	62	61
		W	2.OG	WA	55	40	52	52	-	12	60	66	6	63	61
		W	3.OG	WA	55	40	53	53	-	13	60	67	7	63	62
9	Hauptstraße 103	W	EG	WA	55	40	33	33	-	-	60	46	-	60	56
		W	1.OG	WA	55	40	35	35	-	-	60	48	-	60	56
10	Südring 44 a	W	EG	WA	55	40	53	53	-	13	60	66	6	60	59
		W	1.OG	WA	55	40	54	54	-	14	60	68	8	63	62
11	Südring 57	N	EG	WA	55	40	37	37	-	-	60	49	-	60	58
		N	1.OG	WA	55	40	39	39	-	-	60	52	-	61	59
		N	2.OG	WA	55	40	44	44	-	4	60	57	-	62	60

SoundPLANnoise 9.1

Anlage 3.4: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
Lärmsituation 5: Stopfarbeiten (Dauer 3 h tags, 3 h nachts)
Tages- und Nachtzeitraum

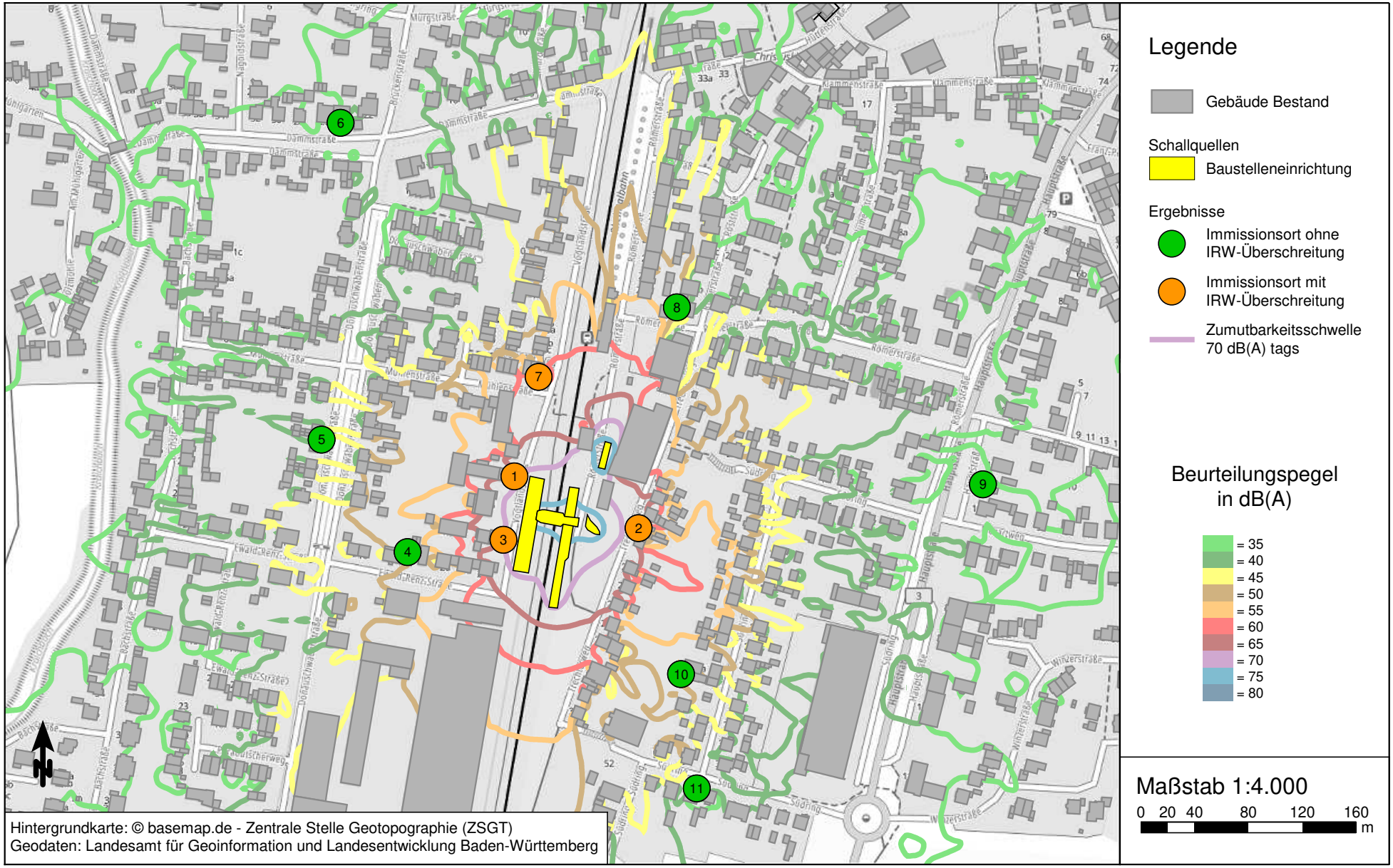
PEUTZ

Immissionsort					Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm		Beurteilungspegel		Überschreitung IRW der AVV Baulärm		Maximalpegel (Nacht)			Vorbelastung durch Verkehrslärm	
IP	Name	Fassaden-orientierung	Geschoss	Gebiets-einstufung	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB	Nacht dB	IRW dB(A)	Pegel dB(A)	Über-schreitung IRW dB	Tag dB(A)	Nacht dB(A)
1	Vogtlandstraße 22	O	EG	MI	60	45	67	67	7	22	65	80	15	73	72
		O	1.OG	MI	60	45	68	68	8	23	65	80	15	74	73
		O	2.OG	MI	60	45	68	68	8	23	65	80	15	75	74
2	Trechterweg 17	W	EG	WA	55	40	62	62	7	22	60	74	14	68	67
		W	1.OG	WA	55	40	63	63	8	23	60	75	15	70	69
3	Vogtlandstraße 28	O	EG	WA	55	40	66	66	11	26	60	79	19	72	71
		O	1.OG	WA	55	40	68	68	13	28	60	79	19	73	72
		O	2.OG	WA	55	40	68	68	13	28	60	79	19	75	73
4	Ewald-Renz-Straße 6	N	EG	WA	55	40	43	43	-	3	60	58	-	52	51
		N	1.OG	WA	55	40	51	51	-	11	60	66	6	59	58
5	Donauschwabenstraße 18	O	EG	WR	50	35	40	40	-	5	55	56	1	49	48
		O	1.OG	WR	50	35	41	41	-	6	55	56	1	51	50
6	Dammstraße 24	S	EG	WR	50	35	33	33	-	-	55	46	-	48	47
		S	1.OG	WR	50	35	35	35	-	-	55	47	-	52	51
		S	2.OG	WR	50	35	37	37	-	2	55	50	-	54	53
7	Plauener Weg 1	S	EG	WA	55	40	60	60	5	20	60	75	15	70	69
		S	1.OG	WA	55	40	61	61	6	21	60	77	17	73	72
		S	2.OG	WA	55	40	61	61	6	21	60	77	17	74	73
8	Römerstraße 22 a	W	EG	WA	55	40	47	47	-	7	60	62	2	59	58
		W	1.OG	WA	55	40	48	48	-	8	60	62	2	62	61
		W	2.OG	WA	55	40	49	49	-	9	60	63	3	63	61
		W	3.OG	WA	55	40	50	50	-	10	60	64	4	63	62
9	Hauptstraße 103	W	EG	WA	55	40	32	32	-	-	60	43	-	60	56
		W	1.OG	WA	55	40	33	33	-	-	60	45	-	60	56
10	Südring 44 a	W	EG	WA	55	40	50	50	-	10	60	66	6	60	59
		W	1.OG	WA	55	40	52	52	-	12	60	66	6	63	62
11	Südring 57	N	EG	WA	55	40	35	35	-	-	60	49	-	60	58
		N	1.OG	WA	55	40	38	38	-	-	60	54	-	61	59
		N	2.OG	WA	55	40	42	42	-	2	60	56	-	62	60

SoundPLAN noise 9.1

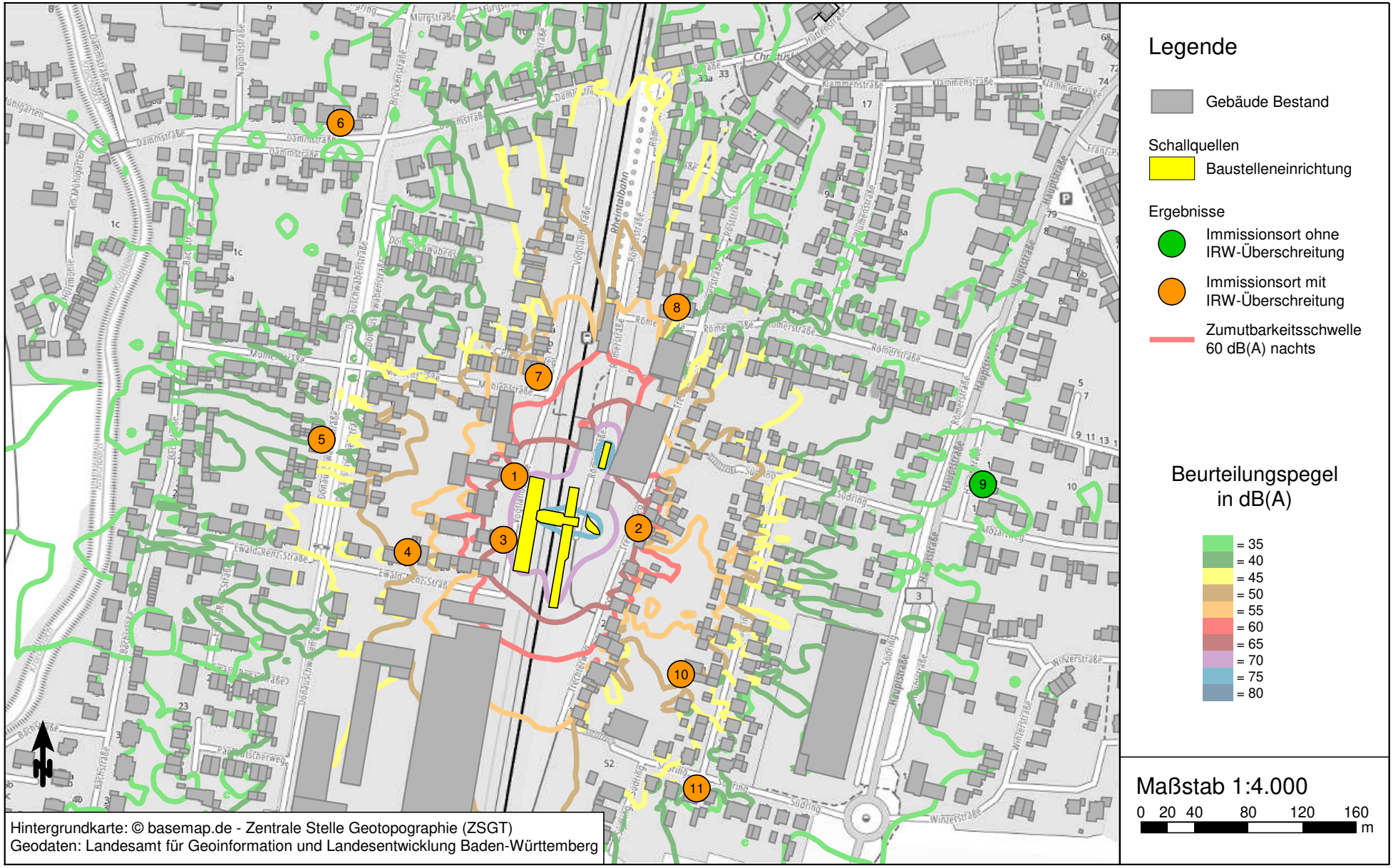
Anlage 4.1.1: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 7,3 m
Lärmsituation 1: Baustelleneinrichtung (33 h tags)
Tageszeitraum 07-20 Uhr

PEUTZ



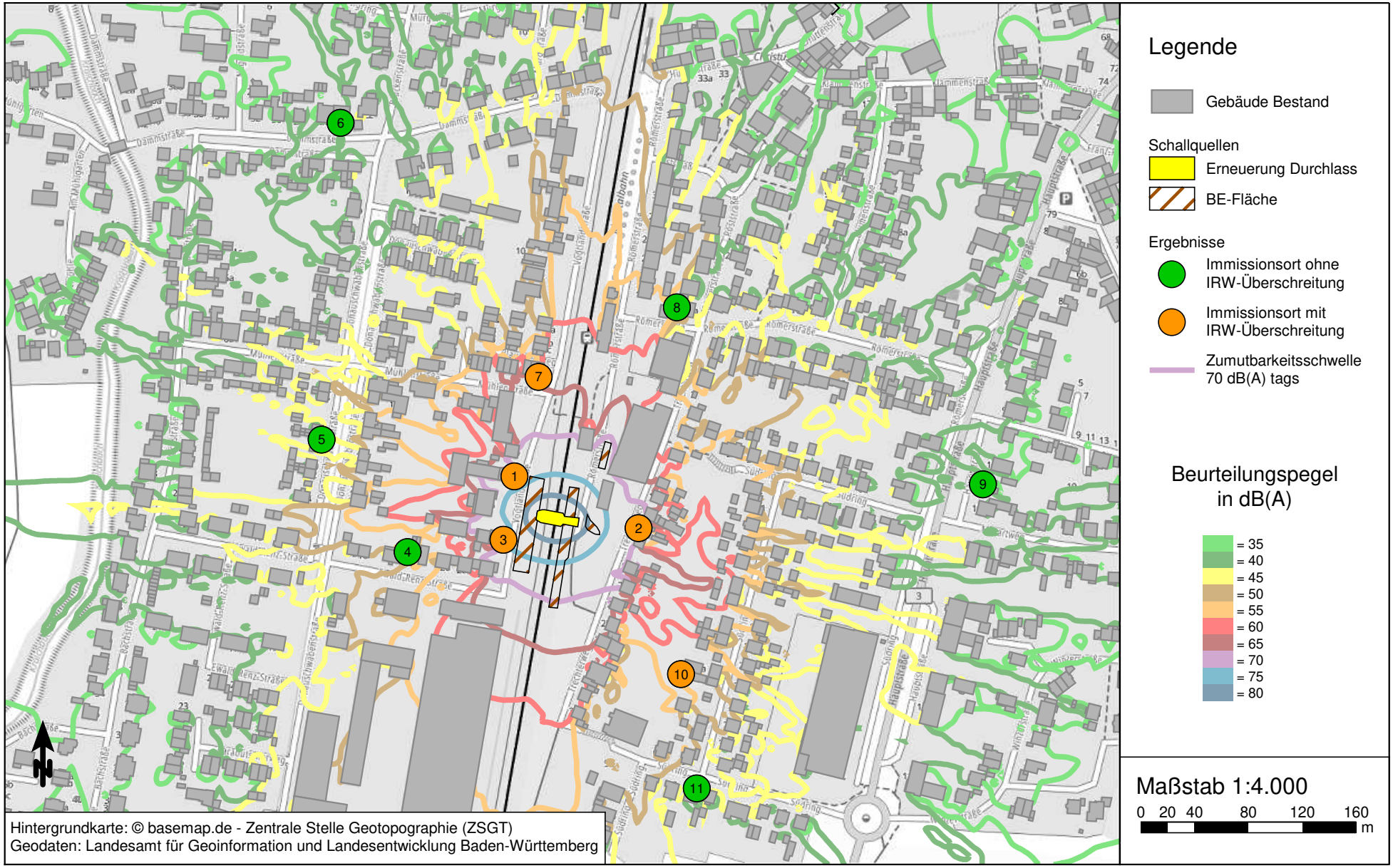
Anlage 4.1.2: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 7,3 m
Lärmsituation 1: Baustelleneinrichtung (5 h nachts)
Nachtzeitraum 20-07 Uhr

PEUTZ



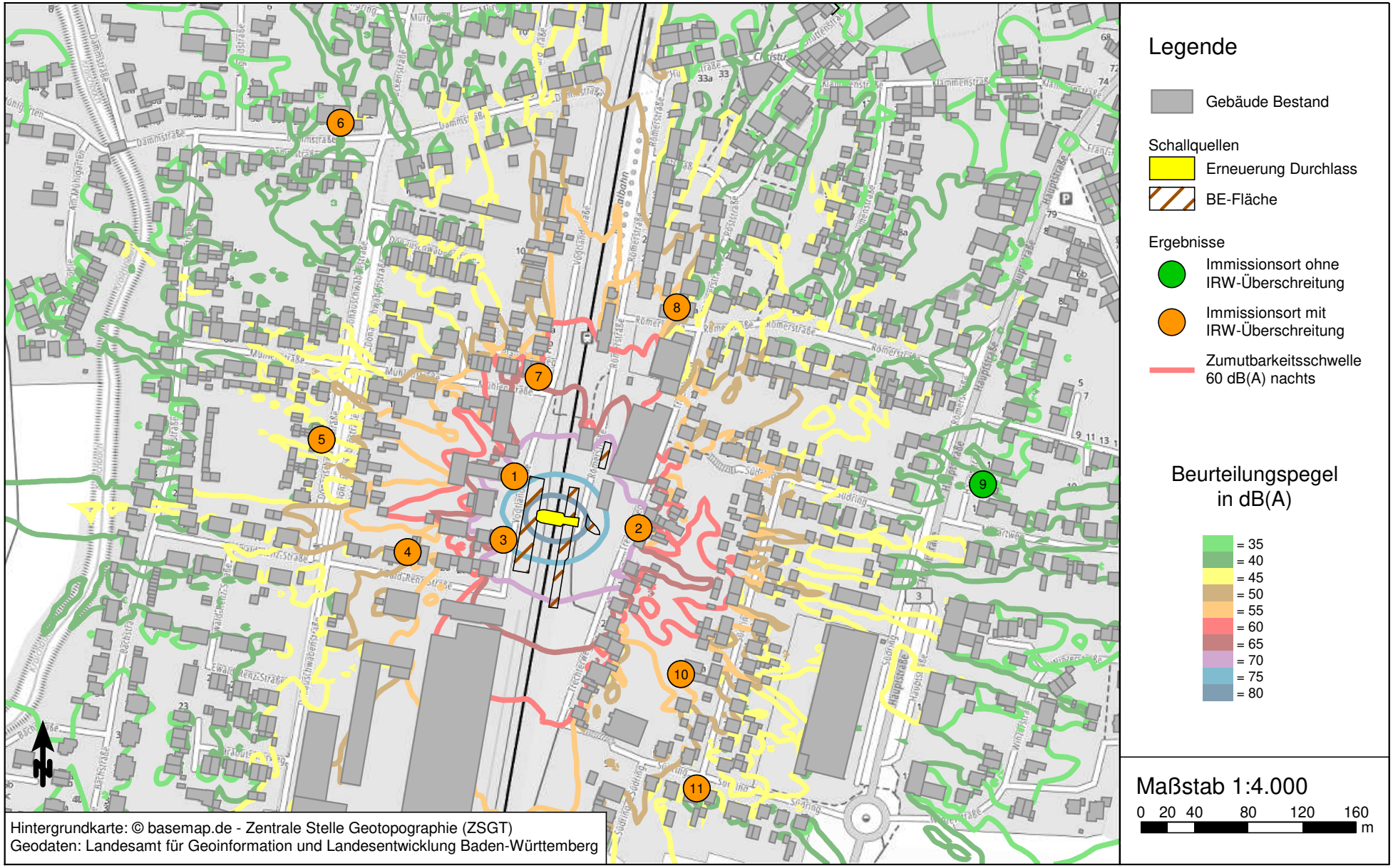
Anlage 4.2.1: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 7,3 m
Lärmsituation 2/3: Rückbau Durchlass (2 h tags) / Einbau neuer Durchlass (4 h tags)
Tageszeitraum 07-20 Uhr

PEUTZ



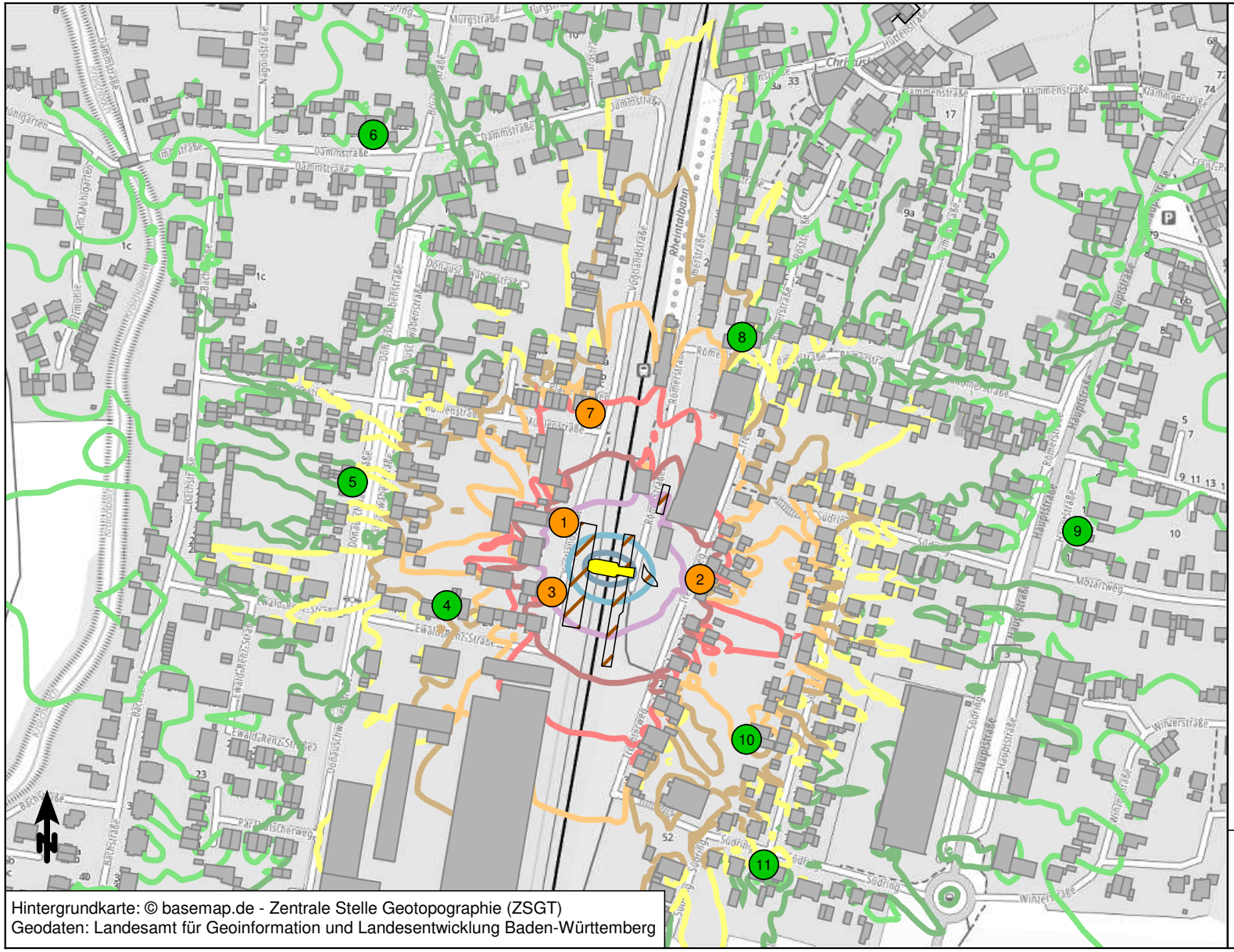
Anlage 4.2.2: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 7,3 m
Lärmsituation 2/3: Rückbau Durchlass (2 h nachts) / Einbau neuer Durchlass (4 h nachts)
Nachtzeitraum 20-07 Uhr

PEUTZ



Anlage 4.3.1: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 7,3 m
Lärmsituation 4: Verfüllung Baugrube / Herstellung Böschung (8 h tags)
Tageszeitraum 07-20 Uhr

PEUTZ



Hintergrundkarte: © basemap.de - Zentrale Stelle Geotopographie (ZSGT)
Geodaten: Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg

Legende

Gebäude Bestand

Schallquellen
- Erneuerung Durchlass
- BE-Fläche

Ergebnisse
- Immissionsort ohne IRW-Überschreitung
- Immissionsort mit IRW-Überschreitung
- Zumutbarkeitsschwelle 70 dB(A) tags

Beurteilungspegel in dB(A)

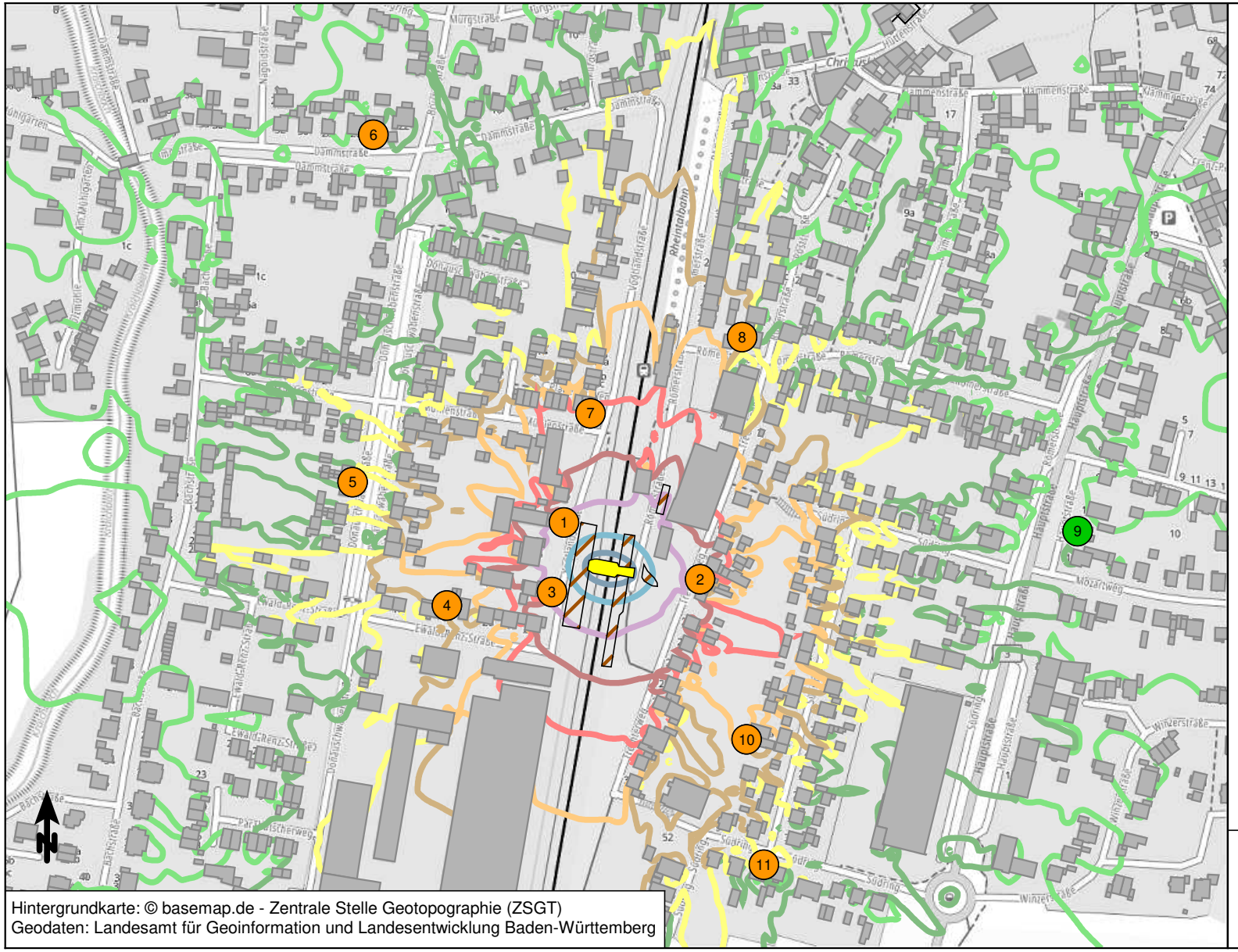
= 35
= 40
= 45
= 50
= 55
= 60
= 65
= 70
= 75
= 80

Maßstab 1:4.000

0 20 40 80 120 160 m

Anlage 4.3.2: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 7,3 m
Lärmsituation 4: Verfüllung Baugrube / Herstellung Böschung (5 h nachts)
Nachtzeitraum 20-07 Uhr

PEUTZ



Hintergrundkarte: © basemap.de - Zentrale Stelle Geotopographie (ZSGT)
Geodaten: Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg

Legende

Gebäude Bestand

Schallquellen
- Erneuerung Durchlass
- BE-Fläche

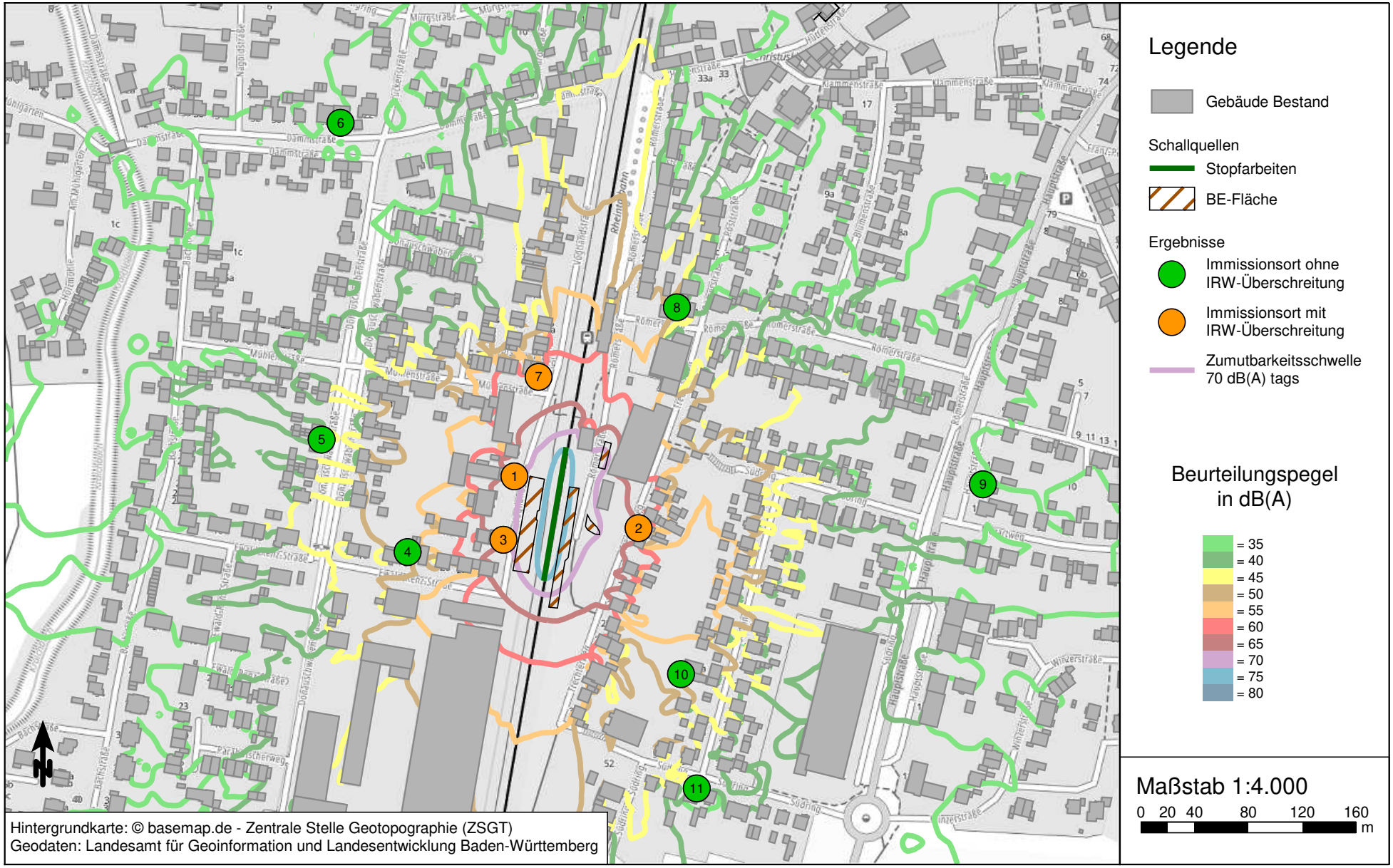
Ergebnisse
- Immissionsort ohne IRW-Überschreitung
- Immissionsort mit IRW-Überschreitung
- Zumutbarkeitsschwelle 60 dB(A) nachts

Beurteilungspegel in dB(A)
- = 35
- = 40
- = 45
- = 50
- = 55
- = 60
- = 65
- = 70
- = 75
- = 80

Maßstab 1:4.000
0 20 40 80 120 160 m

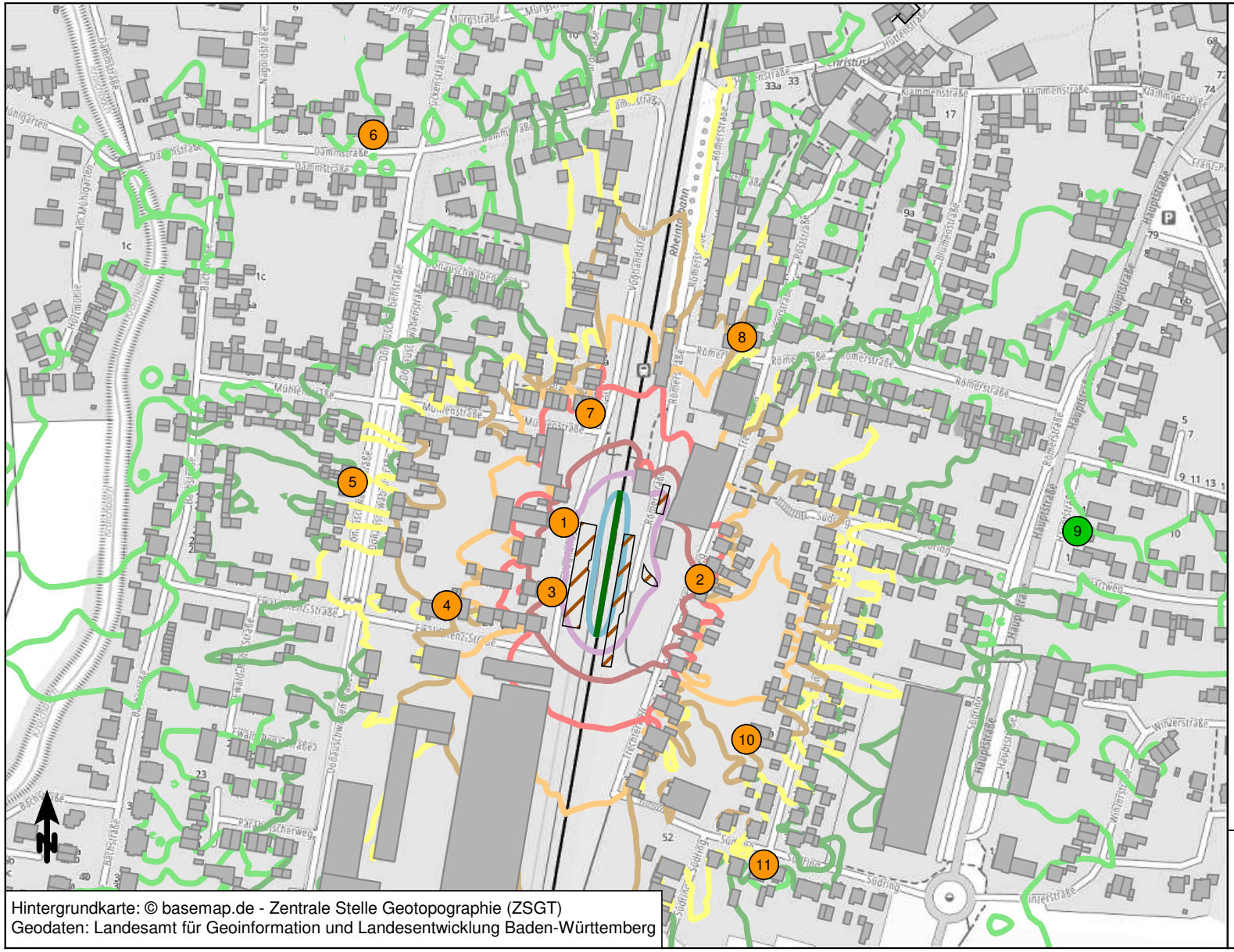
Anlage 4.4.1: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 7,3 m
Lärmsituation 5: Stopfarbeiten (3 h tags)
Tageszeitraum 07-20 Uhr

PEUTZ



Anlage 4.4.2: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 7,3 m
Lärmsituation 5: Stopfarbeiten (3 h nachts)
Nachtzeitraum 20-07 Uhr

PEUTZ



Hintergrundkarte: © basemap.de - Zentrale Stelle Geotopographie (ZSGT)
Geodaten: Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg

Legende

Gebäude Bestand

Schallquellen
- Stopfarbeiten
- BE-Fläche

Ergebnisse
- Immissionsort ohne IRW-Überschreitung
- Immissionsort mit IRW-Überschreitung
- Zumutbarkeitsschwelle 60 dB(A) nachts

Beurteilungspegel in dB(A)

= 35
= 40
= 45
= 50
= 55
= 60
= 65
= 70
= 75
= 80

Maßstab 1:4.000

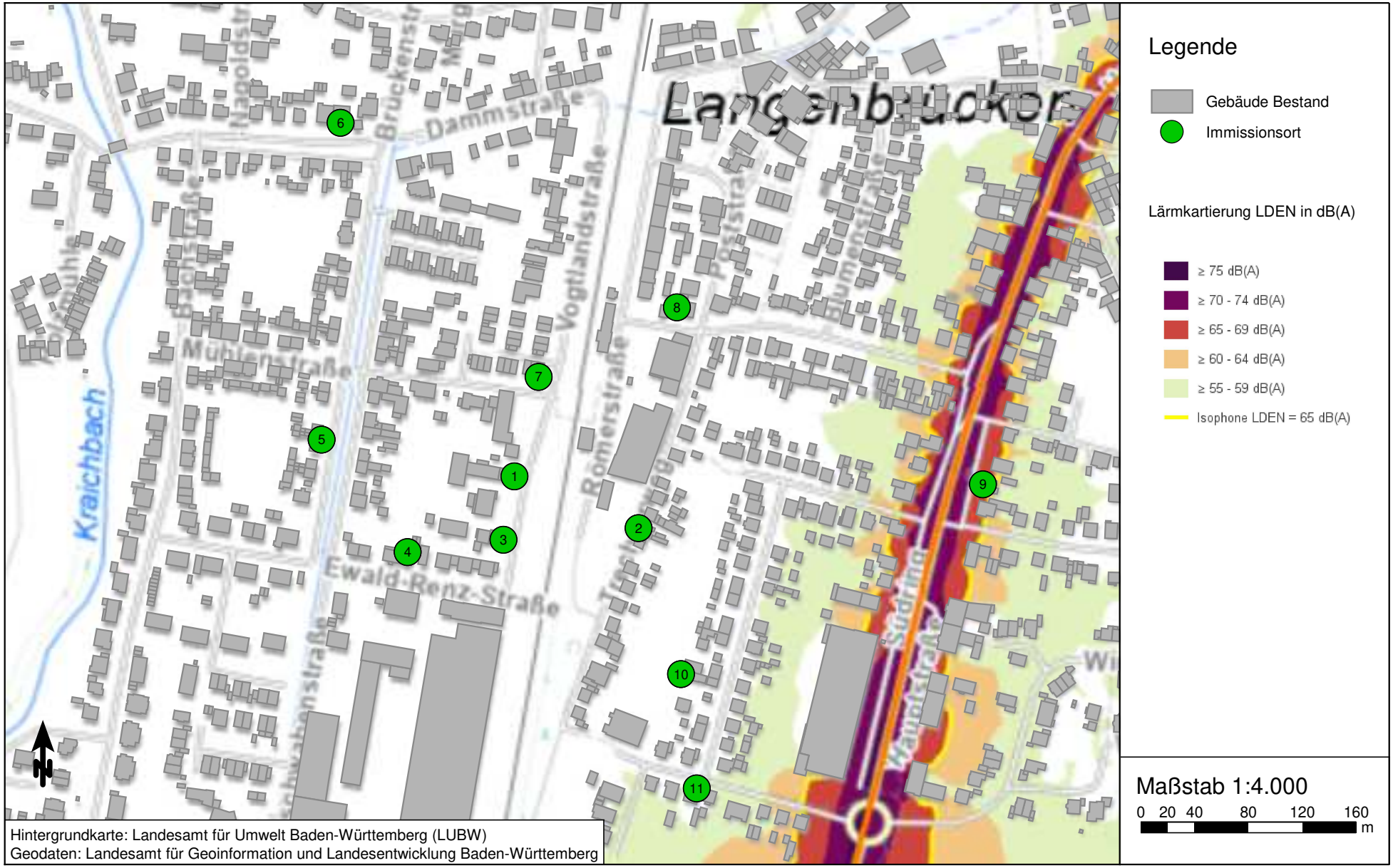
0 20 40 80 120 160 m

Anlage 5.1: Emissionsberechnungen nach Schall 03
Strecke 4000

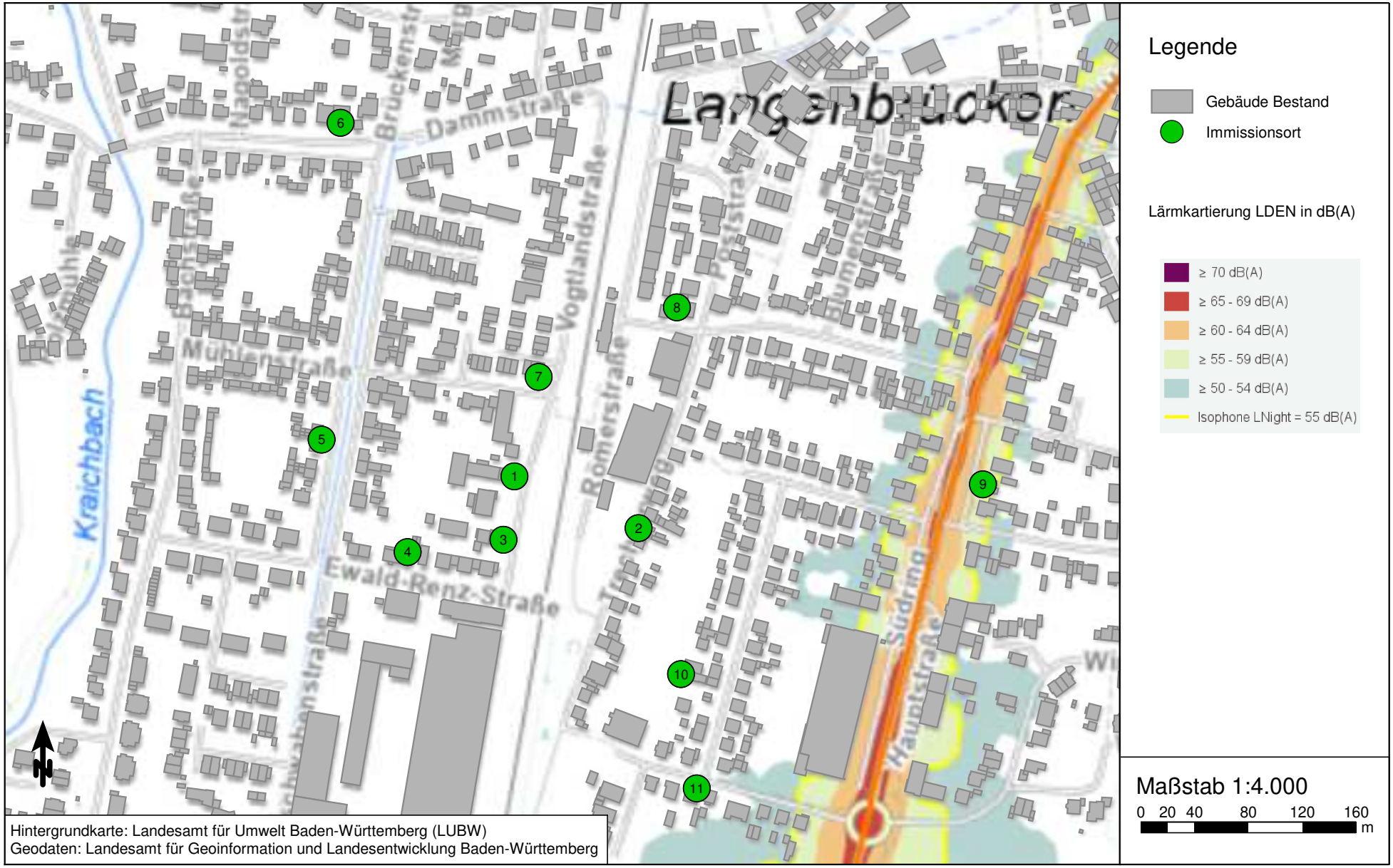
Zugart	Name	Anzahl Züge Tag	Anzahl Züge Nacht	Geschwindigkeit km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)] Tag 0 m	Tag 4 m	Tag 5 m	Nacht 0 m	Nacht 4 m	Nacht 5 m
4000 (2- Gegenrichtungsgleis) Rheintalbahn Gleis: 4000		Richtung: 2 (Gegenrichtungsgleis)					Abschnitt: 1			Km: 0+000		
3	IC-Zug (bespannt mit E-Lok)	30,0	4,0	200	336	-	84,3	65,6	55,8	78,6	59,9	50,1
1	Nahverkehrszug (bespannt mit E-Lok)	49,0	9,0	160	151	-	88,3	67,3	58,0	83,9	63,0	53,6
2	Güterzug (bespannt mit E-Lok)	12,0	11,0	100	470	-	85,1	60,2	41,7	87,8	62,9	44,3
-	Gesamt	91,0	24,0	-	-	-	91,0	70,0	60,1	89,6	66,9	55,6
4000 (1 - Richtungsgleis) Rheintalbahn Gleis: 4000		Richtung: 1 (Richtungsgleis)					Abschnitt: 1			Km: 0+000		
3	IC-Zug (bespannt mit E-Lok)	28,0	6,0	200	336	-	84,0	65,3	55,5	80,3	61,6	51,9
1	Nahverkehrszug (bespannt mit E-Lok)	49,0	11,0	160	151	-	88,3	67,3	58,0	84,8	63,9	54,5
2	Güterzug (bespannt mit E-Lok)	16,0	12,0	100	470	-	86,4	61,5	42,9	88,1	63,3	44,7
-	Gesamt	93,0	29,0	-	-	-	91,3	70,1	60,0	90,3	67,8	56,7

SoundPLAN noise 9.1

Anlage 5.2: Darstellung der Vorbelastung aus dem Straßenverkehr
LDEN - Tageszeitraum 06-22 Uhr



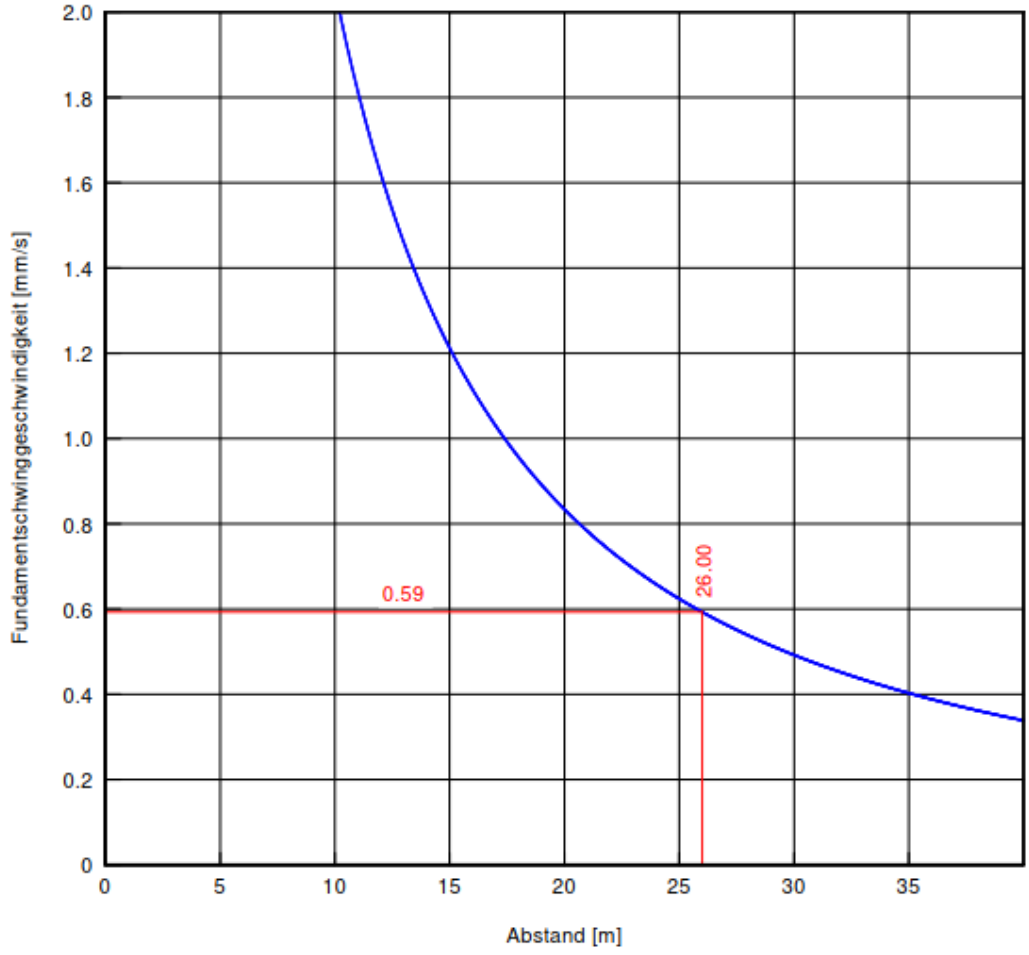
Anlage 5.3: Darstellung der Vorbelastung aus dem Straßenverkehr
LNight - Nachtreitraum 22-06 Uhr



Hydraulikhammer
Wohngebäude
Boden: bindige Böden
Boden ist weich bzw. locker
Abstand zum Gebäude r [m]: 26.00

Energie pro Rammschlag [kN·m] = 13.70
Schwingfrequenz [Hz]: 7.00

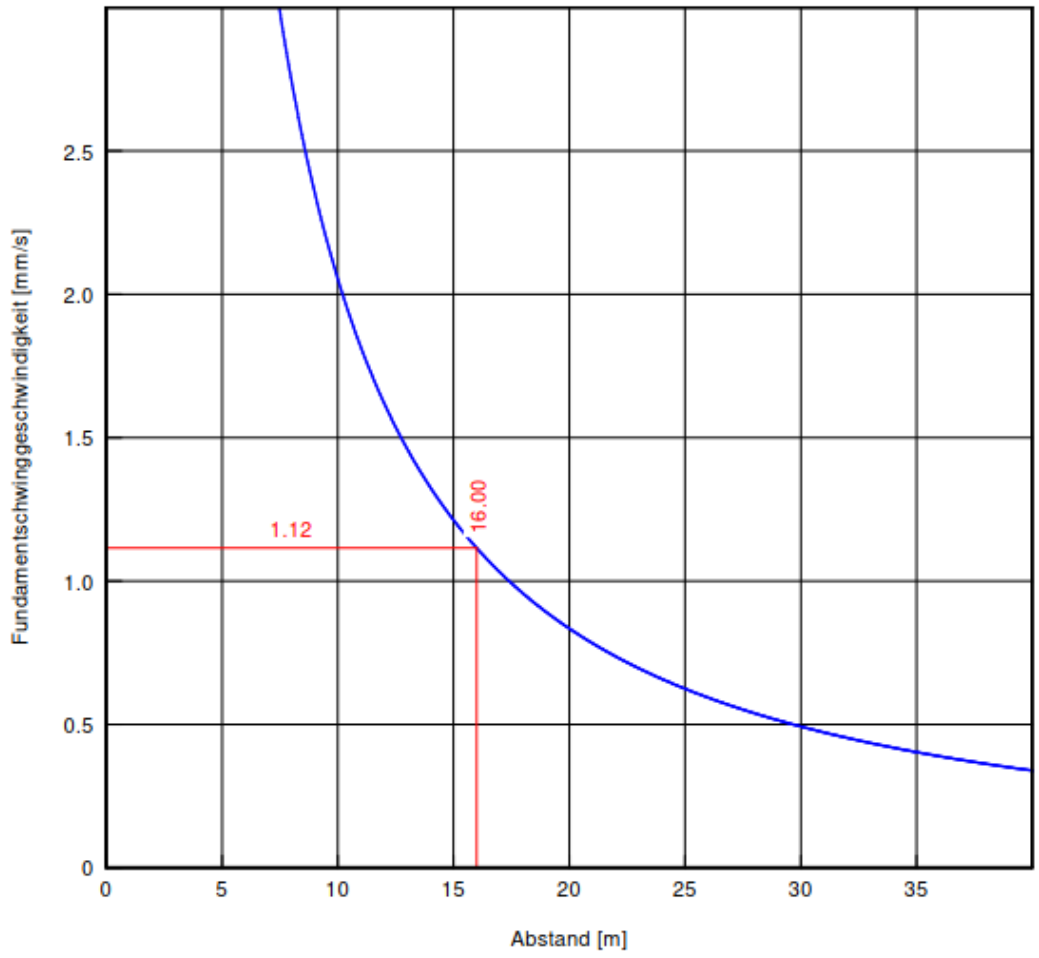
Ergebnisse
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{Boden,R}$ [mm/s²] = 113.06
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = g/3 = 3300.00
Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,max}$ [mm/s] = 0.59
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 0.89
Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 0.89
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00



Hydraulikhammer
Gewerbe-, Industriebauten
Boden: bindige Böden
Boden ist weich bzw. locker
Abstand zum Gebäude r [m]: 16.00

Energie pro Rammschlag [kN·m] = 13.71
Schwingfrequenz [Hz]: 7.00

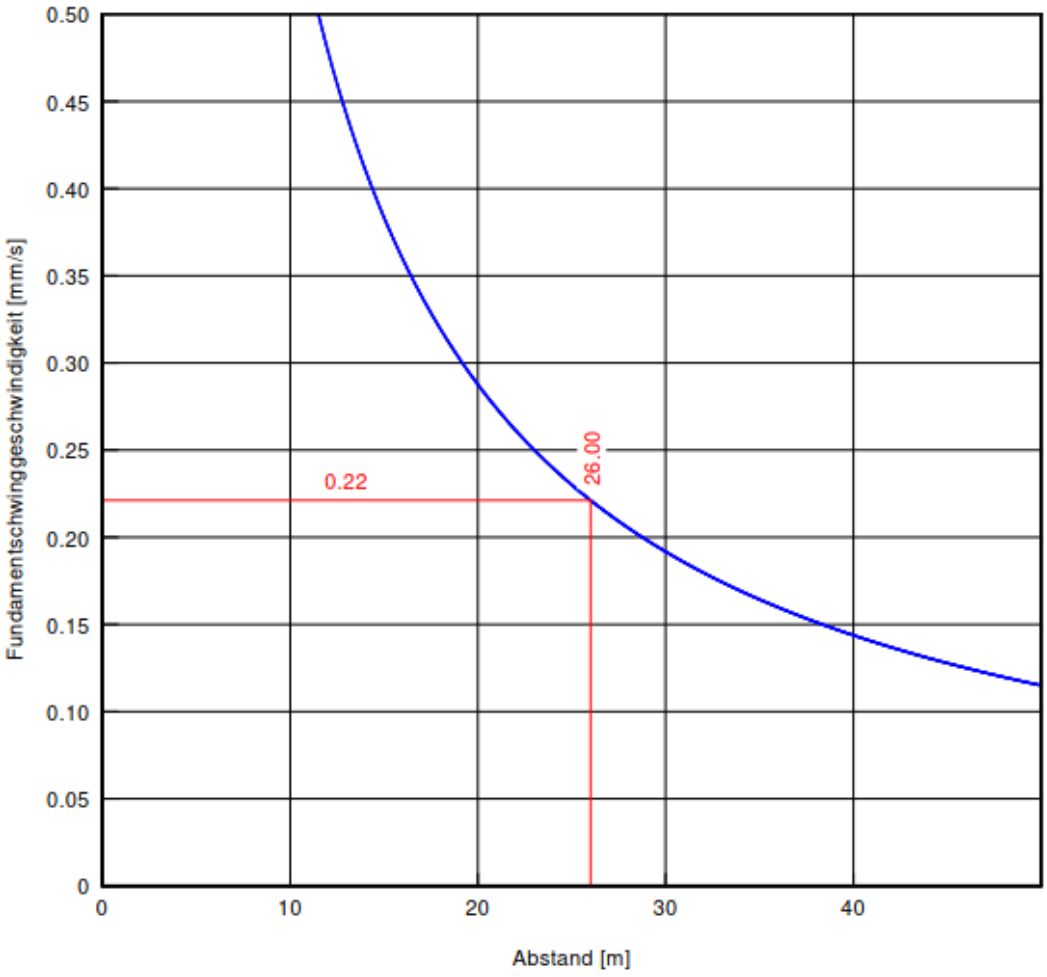
Ergebnisse
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{Boden,R}$ [mm/s²] = 183.79
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = g/3 = 3300.00
Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,max}$ [mm/s] = 1.12
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 1.67
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 1.67
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00



Rüttelplatte
Ungünstige Werte (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Wohngebäude
Abstand zum Gebäude r [m]: 26.00

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 $a_{Boden,R}$ [mm/s²] = 417.87
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = g/3 = 3300.00
Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,max}$ [mm/s] = 0.22
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 0.33
Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 0.33
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00



Rüttelplatte
Ungünstige Werte (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Gewerbe-, Industriebauten
Abstand zum Gebäude r [m]: 16.00

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 $a_{Boden,R}$ [mm/s²] = 679.04
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = g/3 = 3300.00
Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,max}$ [mm/s] = 0.36
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 0.54
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 0.54
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00

