



**Baulärm- und Erschütterungsprognose für die
Erneuerung der Aufzug- und Treppenanlage mit
Personenüberführung am Hbf Wuppertal, Strecke
2550 und 2525**

Baulärm- und Erschütterungsprognose für die Erneuerung der Aufzug- und Treppenanlage mit Personenüberführung am Hbf Wuppertal, Strecke 2550 und 2525

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 84 Seiten, davon 49 Seiten Text und 35 Seiten Anlagen.

Auftraggeber: DB InfraGO AG
Bahnhofsmanagement Essen
Am Hauptbahnhof 5, 45127 Essen

Berichtsnummer: VL 10044-1
Datum: 05.03.2025

Referenz: YH/SiS
Ansprechperson: Sina Schäfer-Brandenburg
0231725499180
sina.schaefer-brandenburg@peutz.de



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

Peutz Consult GmbH, Borussiastraße 112, 44149 Dortmund, Tel. +49 231 725 499 10
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram, Dipl.-Ing. Mark Bless, Ing. David den Boer
AG Düsseldorf, HRB Nr. 22586, Ust-IdNr. DE 119424700, Steuer-Nr. 106/5721/1489
info@peutz.de, www.peutz.de

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

VL 10044-1
05.03.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	6
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien	7
3	Beurteilungsgrundlagen	10
3.1	Baulärm	10
3.1.1	AVV Baulärm	10
3.1.2	Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG)	11
3.1.3	Zusätzliche Aspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen	11
3.1.4	Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen	13
3.2	Erschütterungen	16
3.2.1	Allgemeines	16
3.2.2	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	17
3.2.3	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	19
4	Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung	24
4.1	Gebietsnutzung im Umfeld	24
4.2	Beschreibung der geplanten Baumaßnahme	24
5	Schalltechnische Berechnungen zum Baulärm	26
5.1	Allgemeine Vorgehensweise	26
5.2	Emissionen der Baumaschinen und Geräte	27
5.3	Emissionen der Vorbelastung	28
5.4	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	29
5.4.1	Bauphase 1: vorbereitende Arbeiten (1 Monat)	29
5.4.2	Bauphase 2: Rückbau PÜ (2 Monate)	30
5.4.3	Bauphase 3: Neubau Bahnsteig 1 und 2 (1,5 Monate)	31
5.4.4	Bauphase 4: Rück- und Neubau Bahnsteig 2 und 3 (1,5 Monate)	31
5.4.5	Bauphase 5: nachbereitende Arbeiten (3,5 Monate)	31
5.4.6	Zusammenfassung der Ergebnisse	32
5.5	Minderungsmaßnahmen	33
6	Erschütterungstechnische Betrachtungen	36
6.1	Vorbemerkungen	36
6.2	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlage	38

6.3	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden	40
6.4	Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen	44
6.5	Minderungsmaßnahmen für das vorliegende Bauvorhaben	45
7	Zusammenfassung	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm	10
Tabelle 3.2:	Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm	11
Tabelle 3.3:	Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1	18
Tabelle 3.4:	Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung	19
Tabelle 4.1:	Darstellung der schalltechnischen Bauphasen	25
Tabelle 5.1:	Auflistung der Baumaschinen mit Angabe der Schallleistungspegel	27
Tabelle 5.2:	Übersicht der berücksichtigten Gesamt-Schallleistungspegel der einzelnen Bauphasen	28
Tabelle 6.1:	Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose	37
Tabelle 6.2:	Berücksichtigte Berechnungsformeln für die Erschütterungsprognose gemäß Literatur	37
Tabelle 6.3:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-3	39
Tabelle 6.4:	Anhaltswerte für die Konstante cF für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen, Tabelle 3 der DIN 4150, Teil 2	40
Tabelle 6.5:	Eigenfrequenzen von Decken	41
Tabelle 6.6:	Berücksichtigte Gebäude und Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2 für den Tageszeitraum	43
Tabelle 6.7:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 ohne Resonanzfall, Tageszeitraum	43
Tabelle 6.8:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen und Beurteilung nach DIN 4150-2 mit Resonanzfall, Tageszeitraum	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 2, für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Sprengungen) zum Tageszeitraum	18
Abbildung 3.2: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 3	20
Abbildung 3.3: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Gebäude gemäß Tabelle 4 der DIN 4150, Teil 3	21
Abbildung 3.4: Schematische Darstellung der Abstände zwischen Spundwand und Gebäude der DIN 4150, Teil 3, Anhang C, Bild C.1	23

1 Situation und Aufgabenstellung

Die DB InfraGO AG plant den Rückbau der Personenüberführung und die Erstellung einer Aufzug- und Treppenanlage mit Personenüberführung am Hbf Wuppertal an Gleis 4 und 5.

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 schalltechnisch relevante Bauphasen unterteilt. Hierbei ergeben sich insgesamt fünf Bauphasen.

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

Weiterhin sind Aussagen zu den von der Baumaßnahme ausgehenden Erschütterungen zu tätigen. Es werden hierbei die in den nächstgelegenen Gebäuden durch die Baumaßnahmen entstehenden Erschütterungen prognostiziert und anhand der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 [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] BlmSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G	Aktuelle Fassung
[2] 24. BlmSchV 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung	Geändert am 23.09.1997 und Begründung in Bundesratsdrucksache 363/96 vom 02.07.1996	V	04.02.1997
[3] 32. BlmSchV 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung	Bundesgesetzblatt B1232, vom 29.08.2002 (BGBl. I S. 3478) zuletzt geändert am 08.11.2011 (BGBl. I S. 2178)	V	29.08.2002 zuletzt geändert am 08.11.2011
[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	Juni 2001
[6] DIN 4150, Teil 2	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	N	Juni 1999
[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	Ausgabe Oktober 1999
[9] DIN 45 669, Teil 1	Messung von Schwingungsimmissionen - Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung	N	September 2010

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[10] DIN 45 669, Teil 2	Messung von Schwingungs- immissionen - Messverfahren	N	Juni 2005
[11] RLS-19 Richtlinien für den Lärm- schutz 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 Schie- nenwegen	Bundesgesetzblatt Jahrgang 2014 Teil I Nr. 61, ausgegeben zu Bonn am 23.12.2014	RIL	in Kraft ge- treten am 01.01.2015
[13] VDI 2719	Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen	RIL	August 1987
[14] Technischer Bericht zur Un- tersuchung der Geräusche- missionen von Baumaschinen	Hessisches Landesamt für Um- welt, Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 247	Lit.	1998
[15] Technischer Bericht zur Un- tersuchung der Geräusche- missionen von Baumaschinen	Hessisches Landesamt für Um- welt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 2	Lit.	2004
[16] Taschenbuch der Technischen Akustik	G. Müller, M. Möser (Hrsg.), 3. Auflage	Lit.	2003
[17] Bauwerkerschütterungen durch Tiefbauarbeiten	Institut für Bauforschung e.V. Hannover	Lit.	2006
[18] Expertensystem für Lärm- und Erschütterungsprogno- sen beim Einbringen von Spundbohlen	K. Funk, Mitteilungen des Curt- Risch-Institutes für Dynamik, Schall- und Messtechnik der Universität Hannover	Lit.	1996
[19] Standardleistungsbuch für das Bauwesen, Regional- Leistungsbereich 898, Schutz gegen Baulärm und Erschüt- terungen	Umweltbundesamt Berlin	Lit.	Ausgabe April 1996
[20] Urteil zu Baulärmimmissionen des 7. Senats des BVerwG	BVerwG 7 A 24.11	Lit.	10.07.2012
[21] Urteil zu Verhältnismäßigkeit von Schutzvorkehrungen ge- gen Baulärm bei Arbeiten an einer Bahnstrecke des OVG Rheinland-Pfalz	OVG Rheinland-Pfalz 8 C 11694/17	Lit.	10.10.2018
[22] Verfügung zur Überschrei- tung der Immissionsricht- werte nach AVV Baulärm	Eisenbahn-Bundesamt	Lit.	12.01.2021

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[23] Anlage 1 zur Verfügung Überschreitung der Immissi- onsrichtwerte nach AVV Bau- lärm	Eisenbahn-Bundesamt	Lit.	12.01.2021
[24] Geodaten (DGM, LoD1)	Interministerieller Ausschuss zum Aufbau der Geodateninf- rastruktur in NRW (IMA GDI.NRW)	P	2024
[25] Lärmkartierung	Ministerium für Umwelt, Land- wirtschaft, Natur- und Verbrau- cherschutz NRW	P	Abruf am 23.05.2022
[26] Planunterlagen, Zugzahlen	DB InfraGO AG	P	2024
[27] Bebauungspläne	Onlineauskunft der Stadt Wup- pertal	P	Abruf am 03.01.2025

Kategorien:

G: Gesetz

V: Verordnung

VV: Verwaltungsvorschrift

RdErl.: Runderlass

N: Norm

RIL: Richtlinie

Lit: Buch, Aufsatz, Berichtigung

P: Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Baulärm

3.1.1 AVV Baulärm

Die Beurteilung von Schallimmissionen aus dem Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen erfolgt auf Grundlage der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – (AVV Baulärm [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 Fenster zu einer schutzbedürftigen Nutzung sind in der nachfolgenden Tabelle 3.1 aufgeführt. Für die Festlegung der Gebietseinstufungen ist von Festsetzungen in Bebauungsplänen, oder sollten keine rechtskräftigen Bebauungspläne vorliegen, von der tatsächlichen Nutzung auszugehen.

Tabelle 3.1: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm

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

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

Tabelle 3.2: Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm

Durchschnittliche Betriebsdauer Tageszeit 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr	Durchschnittliche Betriebsdauer 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

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

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

3.1.2 Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG)

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

3.1.3 Zusätzliche Aspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen

Innenpegel

Ab wann eine nachteilige Wirkung durch Baulärm für Betroffene vorliegt, ist nicht eindeutig bestimmt. Aus der Rechtsprechung [20] und anderen Regelungen zum Thema Lärm, zum Beispiel der 24. BImSchV [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 Unterrichtsräume, und
- 30 dB(A) für Schlafräume nachts.

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

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

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

Vorbelastung

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

Genaue Vorgaben, wie die Bewertung von Hintergrundgeräuschen im Zusammenhang mit Baulärm zu geschehen hat, lässt das Urteil [20] offen. Im Urteil wurde jedoch nicht beanstandet, dass bei Vorliegen von Verkehrslärmimmissionen, welche für die örtliche Umgebungen typisch sind und nicht explizit während der Bautätigkeit auch vorzuliegen haben, die Baulärmimmissionen zu relativieren sind. Somit sind auch Überschreitungen von Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm nicht zu beanstanden, wenn diese nicht relevant zu einer Erhöhung der Gesamtgeräuschbelastung am betrachteten Immissionsort beitragen.

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

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

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

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

3.1.4 Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen

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

Dazu kommen in Betracht:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- innerhalb eines Zeitraums von 30 Tagen die Immissionsrichtwerte im Nachtzeitraum an mindestens 18 Nächten eingehalten werden,
- die Immissionsrichtwerte an nicht mehr als vier aufeinanderfolgenden Nächten überschritten werden,

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

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

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

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

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

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

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

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

Der Tatbestand der Nummer 5.2.2 der AVV Baulärm erfordert weiterhin, dass die Bauarbeiten ohne die Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt werden können. Dies setzt eine vollständige Erfüllung des Vermeidungs- und Minimierungsgebotes durch den Vorhabenträger voraus. Diese kann, entsprechende Planungen des Vorhabenträgers flankierend, auch durch entsprechende Nebenbestimmungen i. S. d. § 36 VwVfG sichergestellt werden (nicht jedoch durch Schutzvorkehrungen i. S. d. § 74 Abs. 2 S. 2 VwVfG, die keine Nebenbestimmung, sondern eine Inhaltsbestimmung des Plans darstellen (vgl. hierzu auch RL 38 (5) der Planfeststellungsrichtlinien)). Praktikabel

*ist eine Nebenbestimmung, die im Rahmen der Untersuchung zu bau-
bedingten Schallimmissionen (Baulärm) rechnerisch untersuchte und
bewertete Schutzmaßnahmen zur Umsetzung des Vermeidungs- und
Minimierungsgebots aufgreift, eine Fortschreibung des so entstehenden
Schallschutzkonzeptes vorsieht und die Verhältnismäßigkeit der erfor-
derlichen Schutzmaßnahmen gewährleistet.“*

3.2 Erschütterungen

3.2.1 Allgemeines

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

Die während einer Erschütterungsmissionsmessung 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 $\tau = 0,125$ s gebildet.

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

Die Messzeit wird in Takte von je 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 KB_{Fmax} und KB_{FTr} werden mit den in der DIN 4150, Teil 2, angegebenen Anhaltswerten für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen verglichen.

Im Falle von Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen im Tageszeitraum (außer Sprengungen) gelten die Anhaltswerte gemäß Tabelle 2 der DIN 4150, Teil 2. Darin sind deutlich höhere Anhaltswerte als bei einer Beurteilung von gewerblich oder verkehrlich induzierten Erschütterungen gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2 angegeben. Bei der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen sind nur die durch den Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungen zu bewerten. Für nachts auftretende Erschütterungen gelten die 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.

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

Abbildung 3.1: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 2, für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Sprengungen) zum Tageszeitraum

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

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkungen nach Tabelle 2 der DIN 4150, Teil 2 ist die Anzahl von (Werk-)Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungen auftreten (nicht die Dauer der Baumaßnahme an sich). Dabei sind Tage mit Erschütterungen, welche unter den jeweiligen Anhaltswerten für A_u und A_r gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2 liegen, nicht mitzuzählen [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 Tabelle 3.3) heranzuziehen.

Tabelle 3.3: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1

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

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

Für Werte von $A_0 \geq KB_{Fmax} > A_u$ 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 $\leq 0,1$ gehen gemäß Norm nicht in die Beurteilung mit ein. Ein solcher Wert kann als Maß für die Fühlschwelle herangezogen werden, wobei die Tatsache, ob eine Erschütterung gespürt wird, von vielen individuellen Faktoren und dem subjektiven Empfinden abhängt.

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

Tabelle 3.4: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung

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

3.2.3 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Zum Schutz nahe gelegener Gebäude vor Schäden während der Bauarbeiten sind die Anhaltswerte gemäß DIN 4150 Teil 3 [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 3.2 und Abbildung 3.3 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 10 Hz	50 Hz bis 100 Hz ^a	alle Frequenzen	
	1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 – 40	40 – 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 – 15	15 – 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen <u>und</u> besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 – 8	8 – 10	8	20 ^b
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 bis 5 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden						

Abbildung 3.2: 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.

	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ in mm/s	
		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 <u>und</u> 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 3.3: 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

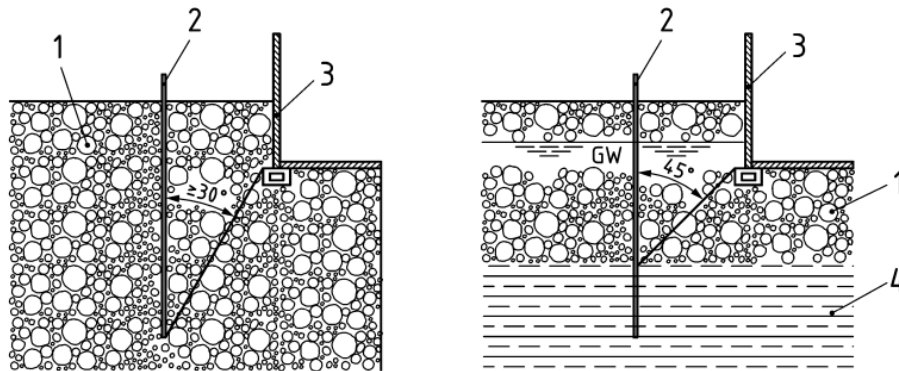
Durch mechanische Vorgänge, die durch Baumaschinen hervorgerufen werden, kann es auch zu Effekten im Boden selbst kommen.

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 3.4 empfohlen.

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

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

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



Legende

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

GW – Grundwasserspiegel

Abbildung 3.4: Schematische Darstellung der Abstände zwischen Spundwand und Gebäude der DIN 4150, Teil 3, Anhang C, Bild C.1

4 Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung

4.1 Gebietsnutzung im Umfeld

Die Baumaßnahme ist am Wuppertaler Hauptbahnhof in Nordrhein-Westfalen geplant. Der Bahnhof befindet sich entlang der Eisenbahnstrecken 2550 an km 115,37 sowie an der Strecke 2525 an km 38,141.

Bei einer Untersuchung nach der AVV Baulärm [4] sind bezüglich der Immissionsrichtwerte die Gebietsnutzungen gemäß den Festsetzungen in Bebauungsplänen [27] zugrunde zu legen. Gebiete für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der tatsächlichen Schutzbedürftigkeit der vorhandenen Bebauung zu beurteilen.

Gemäß der Bebauungspläne der Stadt Wuppertal [27] werden die Gebiete nördlich der Baumaßnahme nördlich der Bahnhofstraße und südlich der Bahnhofsallee sowie südlich der Baumaßnahme an der Straße "Distelbeck" als Mischgebiete (MI) ausgewiesen.

Für die übrigen Gebiete, inklusive des Bereichs um den Innenhof der Lindenstraße, existieren keine rechtskräftigen Bebauungspläne. Daher werden die Gebietsnutzungen gemäß der tatsächlichen Nutzung eingestuft. Für das Gebiet östlich der Straße "Kleeblatt" und nördlich der Gambrinusstraße wird ebenfalls ein Mischgebiet berücksichtigt. Für die restlichen Gebiete südlich der Gambrinusstraße und der Straße "Distelbeck" wird von der Schutzbedürftigkeit eines allgemeinen Wohngebietes (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 [26] mögliche baustellenbedingte Schallimmissionen während der untersuchten Baumaßnahmen zu ermitteln und gemäß AVV Baulärm [4] zu beurteilen.

Die Arbeiten sind dabei in fünf schalltechnisch relevante Bauphasen gegliedert worden. Diese weichen von der Aufteilung der planerischen Bauphasen ab, beinhalten aber ebenfalls alle schalltechnisch relevanten Arbeiten.

Die Arbeiten werden dabei ausschließlich im Tageszeitraum von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr durchgeführt.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen schalltechnischen Bauphasen, deren Dauer in Monaten sowie eine Beschreibung der durchzuführenden Arbeiten dargestellt. Für die gesamte Baumaßnahme ist nach aktuellem Planungsstand von einer Dauer von 9 Monaten auszugehen.

Tabelle 4.1: Darstellung der schalltechnischen Bauphasen

Bauphase	Dauer (Monate) Tageszeitraum	Arbeitsschritte
BP 1: vorbereitende Arbeiten	1	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau Schutzwand • Einbau Streckentrenner • Rückbau Dachflächen • Vorbereiten Fundament für Behelfsstützenkonstruktion
BP 2: Rückbau PÜ	2	<ul style="list-style-type: none"> • Rückbau PÜ und Treppe • Ausbau Dach • Aufbau Hilfskonstruktion • Neubau Fundamente
BP 3: Neubau Bahnsteig 1 und 2	1,5	<ul style="list-style-type: none"> • Einbau Dachfläche Bahnsteig 1 und 2 • Verfüllen Treppenschacht • Herstellen Stahlbetonwand
BP 4: Rück- und Neubau Bahnsteig 2 und 3	1	<ul style="list-style-type: none"> • Rückbau Treppen und OLA-Mastsicherung • Wiederherstellung Oberfläche
BP 5: nachbereitende Arbeiten	3,5	<ul style="list-style-type: none"> • Einbau Keilstufen und Handläufe Treppenanlage Bahnsteig 1 • Anpassung PU • Bodenbelag • Räumen Baustelle

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 Bauphasen in Form von Schallleistungspegeln bestimmt. Hierzu werden die Emissionen für die in der Tabelle 5.1 aufgeführten Baumaschinen ermittelt. Diese wurden auf der Grundlage der vom Auftraggeber [26] zur Verfügung gestellten Angaben beziehungsweise durch Angaben aus allgemein anerkannten technischen Berichten [14][15] angesetzt. Für die eingesetzten Maschinen und Baugeräte wurde dabei eine Einhaltung des Standes der Technik vorausgesetzt. Ausgehend von diesen Emissionen werden Immissionsberechnungen für die Umgebung der Baustellenbereiche über die gesamte Bauzeit durchgeführt.

Da im vorliegenden Fall die Maschineneinsätze über die Dauer der Baumaßnahme nicht fest zu verorten sind, werden die Emissionen der Bauarbeiten als energetisch gemittelte Ersatzflächenschallquellen in dem verwendeten Berechnungsprogramm SoundPLAN 9.0 berücksichtigt. Die Gebäude- sowie Geländedaten wurden vom Interministeriellen Ausschuss zum Aufbau der Geodateninfrastruktur in NRW (IMA GDI.NRW) zur Verfügung gestellt [24]. Die darin enthaltenen topografischen Informationen werden in Form eines digitalen Geländemodells und die bestehenden Gebäude im Umfeld als schallabschirmende und schallreflektierende Baukörper berücksichtigt.

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

Die Berechnungsergebnisse werden in Form von Einzelpunktberechnungen in den jeweiligen Ergebnistabellen dargestellt (siehe Anlage 3). Neben detaillierten Einzelpunktberechnungen werden Isophonenkarten in einer Berechnungshöhe von 12,9 m (durchschnittliche Höhe 4. 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
Betonpumpe	110
Bohrmaschine, druckluftbetrieben	112
Flaschenrüttler	109
Kettenbagger mit Spitzmeißel	122
LKW Fahrten	105
Mobilkran	108
Radlader	113
Rüttelplatte	110
Transportmischer	100

Je Bauphase werden die einzelnen Schallleistungspegel der oben aufgeführten Baumaschinen, sowie die energetisch addierte und kaufmännisch gerundete Summe der Schallleistungspegel ermittelt. Eine detaillierte Auflistung aller Baumaschinen inklusive der Zeitkorrekturen ist nach schalltechnischen Bauphasen getrennt in Anlage 2 dargestellt. Die Bauarbeiten sind gemäß AVV Baulärm im Tageszeitraum von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr geplant. Wie in Tabelle 3.2 dargestellt, wird für die Maschineneinsätze im Tageszeitraum von bis zu 2,5 Stunden ein Zeitkorrekturwert von 10 dB und von bis zu 8 Stunden ein Korrekturwert von 5 dB vergeben.

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.

Eine Übersicht über die berücksichtigten und auf die Beurteilungszeit bezogenen Gesamtschallleistungspegel $L_{WA,r}$ der einzelnen Bauphasen ist der folgenden Tabelle 5.2 zu entnehmen.

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

Schalltechnische Bauphase	L_{WAr} Tag [dB(A)]
BP 1	110
BP 2	119*
BP 3	111
BP 4	118
BP 5	108

In allen Bauphasen 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.

*Es gilt zu beachten, dass der Einsatz des Kettenbaggers in Bauphase 2 ausschließlich auf der ausgelagerten BE-Fläche zur Zerkleinerung der Bauteile geplant ist. Damit ergibt sich ein Schallleistungspegel von 114 dB(A) im Bereich der Baumaßnahme sowie von 117 dB(A) im Bereich der ausgelagerten BE-Fläche.

5.3 Emissionen der Vorbelastung

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

Für die vorliegende Untersuchung werden Verkehrslärmkarten zur Beurteilung der vorherrschenden Schallimmissionen aus dem Straßenverkehrslärm herangezogen, die durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW zur Verfügung gestellt werden [25]. Aufgrund der Gewichtung des Tag-Abend-Nacht-Lärmindezes (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.

Für die vorliegende Untersuchung wurden Zugzahlen nach Schall 03 für den Zustand 2024 zur Verfügung gestellt [26].

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. 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 Einzelpunktrechnungen in Anlage 3 zu entnehmen.

5.4 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

Um eine quantitative Beurteilung der Lärmbelastigung der zur Verkehrsstation nächstgelegenen und am stärksten belasteten Bebauung vorzunehmen, wurden die Pegel aus dem Baustellenlärm für 10 Immissionsorte im Bereich der Baumaßnahme sowie drei weitere Immissionsorte im Bereich der ausgelagerten Zerkleinerung der Bauteile in Bauphase 2 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 12,9 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.

Wie die Ergebnisse der Berechnungen zur Vorbelastung durch den Schienen- und Straßenverkehr zeigen (Ergebnistabellen in Anlage 3), reichen die Beurteilungspegel nicht aus, um sie zur Beurteilung und Relativierung des Baulärms hinzuzuziehen. Damit der Baulärm nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die betroffenen Anwohner führt, müsste die Vorbelastung an Immissionsorten mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm mindestens 10 dB oberhalb des Baulärms liegen, was während keiner Bauphase auftritt. Daher wird in der folgenden Darstellung der Immissionsberechnungen kein Bezug auf die ermittelte Vorbelastung genommen.

5.4.1 Bauphase 1: vorbereitende Arbeiten (1 Monat)

Während der Arbeiten in Bauphase 1 ergeben sich gemäß Anlage 3.1 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 74 dB(A) am Gebäude „Distelbeck 55“ (Immissionsort 02). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 14 dB überschritten. Am Gebäude „Döppersberg 37“ (Immissionsort 10) ist noch mit Beurteilungspegeln von bis zu 67 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis

zu 7 dB überschritten werden. Insgesamt sind 4 von 10 betrachteten Immissionsorten 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 am Immissionsort 02 erreicht.

Am Immissionsort 04 ergeben sich Beurteilungspegel von bis zu 56 dB(A). Damit wird zwar der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes überschritten, jedoch eines Mischgebietes von 60 dB(A) eingehalten. Da in Mischgebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann damit noch von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.1 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete an den Straßen „Distelbeck“ und „Kieselstraße“ bis zu einem Abstand von ca. 130 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 100 m an den Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“ und „Elisabeth-Schniewind-Straße“ überschritten.

5.4.2 Bauphase 2: Rückbau PÜ (2 Monate)

Während der Arbeiten in Bauphase 2 ergeben sich gemäß Anlage 3.2 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 88 dB(A) am Gebäude „Döppersberg 37“ (Immissionsort 10). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 28 dB überschritten. Am Gebäude „Belle-Alliance-Straße 18“ (Immissionsort 05) ist noch mit Beurteilungspegeln von bis zu 57 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 2 dB überschritten werden. Im Bereich der ausgelagerten Zerkleinerung ist noch mit Beurteilungspegeln von bis zu 71 dB(A) am Gebäude „Steinbecker Meile 1“ (Immissionsort 11) zu rechnen, womit der Immissionsrichtwert eines Gewerbegebietes um bis zu 6 dB überschritten wird. Insgesamt sind 9 der 13 betrachteten Immissionsorten 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 an den Immissionsorten 02, 10 und 11 erreicht.

Am Immissionsort 05 ergeben sich Beurteilungspegel von bis zu 57 dB(A). Damit wird zwar der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes überschritten, jedoch eines Mischgebietes von 60 dB(A) eingehalten. Da in Mischgebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann damit noch von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.2 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete unter anderem an den Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“, „Gambrinusstraße“, „Aderstraße“ und „Südstraße“ bis zu einem Abstand von ca. 280 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 240 m unter anderem an den Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“, „Elisabeth-Schniewind-Straße“ und „Viehhofstraße“ überschritten.

5.4.3 Bauphase 3: Neubau Bahnsteig 1 und 2 (1,5 Monate)

Während der Arbeiten in Bauphase 3 ergeben sich gemäß Anlage 3.3 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 85 dB(A) am Gebäude „Döppersberg 37“ (Immissionsort 10). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 25 dB überschritten. Am Gebäude „Distelbeck 51“ (Immissionsort 04) ist noch mit Beurteilungspegeln von bis zu 62 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 7 dB überschritten werden. Insgesamt sind 4 von 10 betrachteten Immissionsorten 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 an den Immissionsorten 02 und 10 erreicht.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.3 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete unter anderem an den Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“ und „Aderstraße“ bis zu einem Abstand von ca. 200 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 110 m unter anderem an den Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“ und „Elisabeth-Schniewind-Straße“ überschritten.

5.4.4 Bauphase 4: Rück- und Neubau Bahnsteig 2 und 3 (1,5 Monate)

Während der Arbeiten in Bauphase 4 ergeben sich gemäß Anlage 3.4 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 74 dB(A) am Gebäude „Distelbeck 55“ (Immissionsort 02). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 14 dB überschritten. An den Gebäuden „Belle-Alliance-Straße 18“ und „Gambrinusstraße 12“ (Immissionsort 05 und 07) ist noch mit Beurteilungspegeln von bis zu 57 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 2 dB überschritten werden. Insgesamt sind alle betrachteten Immissionsorten 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 an den Immissionsorten 02, 03 und 10 erreicht.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.4 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete unter anderem an den Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“ und „Gambrinusstraße“ bis zu einem Abstand von ca. 240 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 230 m unter anderem an den Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“, „Elisabeth-Schniewind-Straße“ und „Bahnhofstraße“ überschritten.

5.4.5 Bauphase 5: nachbereitende Arbeiten (3,5 Monate)

Während der Arbeiten in Bauphase 5 ergeben sich gemäß Anlage 3.5 im Tageszeitraum Beurteilungspegel von bis zu 83 dB(A) am Gebäude „Döppersberg 37“ (Immissionsort 10). Damit werden die Immissionsrichtwerte für ein Mischgebiet um bis zu 23 dB überschritten.

Am Gebäude „Distelbeck 51“ (Immissionsort 03) ist noch mit Beurteilungspegeln von bis zu 63 dB(A) zu rechnen, wodurch die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Wohngebiet um bis zu 8 dB überschritten werden. Insgesamt sind 4 von 10 betrachteten Immissionsorten 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 an Immissionsort 10 erreicht.

Am Immissionsort 04 ergeben sich Beurteilungspegel von bis zu 59 dB(A). Damit wird zwar der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes überschritten, jedoch eines Mischgebietes von 60 dB(A) eingehalten. Da in Mischgebieten regelmäßiges Wohnen vorgesehen ist, kann damit noch von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden.

Wie sich dem Schallimmissionsplan in Anlage 4.5 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte betroffen. So ergeben sich Überschreitungen für allgemeine Wohngebiete an den Straßen „Distelbeck“ und „Kieselstraße“ bis zu einem Abstand von ca. 115 m. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete werden bis zu einem Abstand von ca. 90 m an den Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“ und „Elisabeth-Schniewind-Straße“ überschritten.

5.4.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm während aller Bauphasen überschritten.

Im Tageszeitraum kommt es an 4 bis 10 der 10 bzw. 9 der 13 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 88 dB(A) liegen während der Bauphase 2 vor. Während der deutlich lärmärmeren Bauphase 1 sind nur vier Immissionsorte von Überschreitungen von bis zu 14 dB mit Beurteilungspegel von bis zu 74 dB(A) betroffen. Pegel oberhalb von 70 dB(A), die im Tageszeitraum sowohl die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung darstellen, sowie nicht mehr zur Einhaltung der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Innenraumpegel von 40 dB(A) im Tageszeitraum führen, werden während aller Bauphasen (ausgenommen Bauphase 5) an einem bis drei Immissionsorten erreicht.

Wie die Ergebnisse der Berechnungen zur Vorbelastung durch den Schienen- und Straßenverkehr zeigen (Ergebnistabellen in Anlage 3), reichen die Beurteilungspegel nicht aus, um sie zur Beurteilung und Relativierung des Baulärms hinzuzuziehen. Damit der Baulärm nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die betroffenen Anwohner führt, müsste die Vorbelastung an Immissionsorten mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm mindestens 10 dB oberhalb des Baulärms liegen, was während keiner Bauphase auftritt. Bei dem am stärksten betroffenen Gebäude „Döppersberg 37“ (Immissionsort 10) handelt es sich um das Bahnhofsgebäude.

Wie in den Schallimmissionsplänen in Anlage 4 zu sehen, kommt es während der Arbeiten zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu einem Abstand von etwa 280 m für ein allgemeines Wohngebiet und 240 m für ein Mischgebiet. Besonders betroffen sind die Straßen „Distelbeck“, „Kieselstraße“ und „Elisabeth-Schniewind-Straße“. Im Bereich der BE-Fläche für die Zerkleinerung der Bauteile ist insbesondere die Viehhofstraße sowie die „Steinbecker Meile“ betroffen.

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

5.5 Minderungsmaßnahmen

Gemäß der aktuellen Rechtsprechung [20] sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche bereits dann angeordnet werden, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten werden und nicht erst ab einer Überschreitung von 5 dB, wie dies in der AVV Baulärm beschrieben wird. Ziel sollte es sein, dass die Immissionsrichtwerte eingehalten werden. Wie bereits beschrieben, liegen die Beurteilungspegel für die untersuchten Bauphasen oberhalb der Immissionsrichtwerte, weshalb nachfolgendes Lärmschutzkonzept aufgestellt wird:

Information der Anwohner:

Da bei Bauarbeiten an Bahnanlagen, wie im aktuellen Fall, die Möglichkeiten der Lärmminde- rung begrenzt sind, sind die Anwohner früh genug und detailliert über das Bauvorhaben zu informieren. Punkte, die in einer Anwohnerinformation zu erwähnen sind, wären z.B. die durchzuführenden Bauverfahren, die Dauer der einzelnen Bauphasen und die zu 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. Bei der vorliegenden Baumaßnahme handelt es sich um Arbeiten im Bereich von Bahnsteigen, welche sich in einer Art Tallage befinden. Die Arbeiten erfolgen teilweise über den an der Straße "Distelbeck" platzierten Kran, welcher sich zugleich im Bereich der nächstgelegenen Wohngebäude befindet. Die Straße "Distelbeck" weist im Vergleich zum Bahnsteig eine Höhendifferenz von ca. 12 m auf. Da der Zugang zum Kran lediglich über die Straße "Distelbeck" erfolgen kann und dort ohnehin bereits beengte Platzverhältnisse bestehen, ist das Aufstellen einer temporären Lärmschutzwand zur Abschirmung der Baumaßnahme in Richtung der nächstgelegenen Wohngebäude nicht möglich.

Im Bereich der BE-Fläche für die ausgelagerte Zerkleinerung der Bauteile wird eine Lärmschutzwand mit einer Höhe von 4 m empfohlen. Deren Lage kann Anlage 4.6 entnommen werden. Wie die Ergebnisse zeigen, reduzieren sich die Beurteilungspegel an Immissionsort 12 von 64 dB(A) auf 60 dB(A) durch die Schallabschirmung der temporären Lärmschutzwand. Damit wird der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes noch um bis zu 5 dB überschritten, jedoch der Immissionsrichtwert eines Mischgebietes eingehalten, weshalb noch von gesunden Wohnverhältnissen ausgegangen werden kann. Für Immissionsort 11 erhöht sich die Lärmsituation um 1 dB auf 72 dB(A). Der Betroffenheitsradius reduziert sich von 280 m auf 230 m für allgemeine Wohngebiete sowie von 240 m auf 200 m für Mischgebiete. Für den Großteil der Weidenstraße und Moselstraße ergeben sich dadurch keine Überschreitungen der Immissionsrichtwerte mehr. Es gilt zu beachten, dass

die Lärmschutzwand lediglich für die Immissionsorte 11 bis 13 einen Einfluss auf die Lärmausbreitung hat.

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

Organisatorische und planerische Lärmschutzmaßnahmen

Nicht benötigte Baumaschinen sind auszuschalten und falls möglich Maschinen und 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 Bauphasen wurden bereits Betriebszeiten von 8 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.

Alternative Bauverfahren

Überwiegend ist der Geräteeinsatz in den Bauphasen auf ein Minimum reduziert und es werden bereits lärmarme Verfahren eingesetzt. Lediglich für Bauphase 2 und 4 kommt für die Abbrucharbeiten ein lärmintensiver Abbruchmeißel zum Einsatz. Der Einsatz des Abbruchmeißels wird jedoch ausgelagert, sodass dadurch die Lärmimmissionen im Bereich der Baumaßnahme reduziert werden.

Eine weitere Alternative könnte der Einsatz eines Zangenbaggers anstelle des Abbruchmeißels in Bauphase 4 sein. Bei einer Einsatzzeit von 8 Stunden reduziert sich der Schallleistungspegel in Bauphase 4 um 5 dB. Dadurch ergeben sich in Bauphase 4 noch Beurteilungspegel von bis zu 69 dB(A) mit insgesamt 5 betroffenen Immissionsorten.

Baubegleitende Messungen und Dokumentation

Es wird vorgeschlagen baubegleitende Messungen zur Überwachung und Dokumentation des auftretenden Baulärms durchzuführen. Die Dokumentation hat mindestens durch stichprobenartige baubegleitende Messungen, besser jedoch durch Dauerüberwachungen (Monitoring) an mindestens zwei Standorten zu erfolgen. Dafür wäre eine Ansprechstelle vorzusehen. Geeignete Messpunkte sind dabei Messorte, die nicht nur Rückschlüsse auf die Situation für ein einzelnes Gebäude, sondern für Bebauungsbereiche zulassen. Empfohlene Messstandorte sind Immissionsort 02, 10 und 11 sowie optional Immissionsort 12 sowie das Gebäude "Distelbeck 41", welches sich links neben Immissionsort 04 befindet,

dessen Standorte und Adressen Anlage 3 und 4 entnommen werden können. Sollte keine Zustimmung der Anwohner zur Messung in diesen Gebäuden vorliegen sind alternativ dazu nahegelegene Gebäude als Messstandort zu wählen. Ergänzend dazu sollte von der bauausführenden Firma kontrolliert werden, ob das durch dieses Gutachten und die Genehmigungsbehörde festgelegte Lärmschutzkonzept entsprechend umgesetzt wird.

Bereitstellung von Ersatzwohnraum

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

Bei den betroffenen Anwohnern am Gebäude Döppersberg 37 (Immissionsort 10) wird von einer Büronutzung ausgegangen. Hier sind entsprechend individuelle Abstimmungen mit den Nutzern zu möglichen Ausquartierungen vorzunehmen.

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 und Verdichtungsarbeiten mittels Rüttelplatte.

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	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 Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ 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 Dauerschütterungen bewertet.

Tabelle 6.2: Berücksichtigte Berechnungsformeln für die Erschütterungsprognose gemäß Literatur

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

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

E = Schlagenergie in kNm

G = Betriebsgewicht in t

W = Leistung in kW

f = Betriebsfrequenz in Hz

r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

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

horizontal:

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

vertikal:

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

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

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

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

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

k_z^{F-OG} = 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. Bei dem nächstgelegenen Gebäude Bahnhofsgelände, Döpperberg 37 zu den ungünstigsten Bereichen, in denen Abbrucharbeiten durchgeführt werden. Dieses Gebäude steht gemäß den Angaben des Auftraggebers unter Denkmalschutz. Gemäß DIN 4150-3 sind Gebäude als besonders empfindliche Gebäude (Denkmäler) zu betrachten, wenn deren Struktur besonders empfindlich gegenüber Erschütterungen ist. Dies ist jedoch nicht allein dadurch gegeben, wenn ein Gebäude unter Denkmalschutz steht, daher ist die Empfindlichkeit des Gebäudes auf Erschütterungen durch einen Statiker zu prüfen. Auf der sicheren Seite liegend werden jedoch nachfolgend die Anhaltswerte für Denkmäler berücksichtigt. Darüber hinaus werden Abbrucharbeiten im Bereich der ausgelagerten BE-Fläche durchgeführt. Das dazu nächstgelegene Gebäude mit der Struktur einer Gewerbebaute liegt ca. 2 m zu den Abbrucharbeiten. Dabei handelt es sich um ein funktionelles Gebäude der Bahn. Das nächstgelegene Gebäude mit der Struktur eines Wohngebäudes (Distelbeck 55) ist etwa 16 m von den Verdichtungsarbeiten entfernt. Die Stützmauer Richtung Distelbeck liegt in einer Entfernung von weniger als 1 m zu den Abbrucharbeiten sowie 16 m zu den Verdichtungsarbeiten. Zur Anwendbarkeit der zuvor genannten Formeln wird eine Entfernung von 1 m berücksichtigt.

6.2 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlage

Für die Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Wohngebäude empfiehlt die DIN 4150-3 [7] in Tabelle 1 Anhaltswerte für die maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit in der obersten Deckenebene von 5 mm/s in horizontaler Richtung und 10 mm/s in vertikaler Richtung. Für gewerblich genutzte Gebäude gilt eine maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit von 10 mm/s in horizontaler und vertikaler Richtung. Ein Anhaltswert von 2,5 mm/s in horizontaler Richtung sowie von 10 mm/s in vertikaler Richtung sind für das unter Denkmalschutz stehende Gebäude zu berücksichtigen. Für Ingenieurbauwerke aus Mauerwerk kann gemäß DIN 4150-3 Tabelle 3 ein Anhaltswert von 50 mm/s für

kurzzeitige Erschütterungen herangezogen werden. Da es sich im vorliegenden Fall um die Betrachtung von Dauererschütterungen handelt, kann der Anhaltswert um 50 % abgemindert werden.

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 6.1 dargestellten Leistungen sowie der in Tabelle 6.1 berücksichtigten Formeln ergeben sich für mittweiche Bodenverhältnisse ($k^F \cdot v_{x/y}^{OG} = 1,5$) die in Tabelle 6.3 dargestellten horizontalen und vertikalen Schwinggeschwindigkeiten von Decken und Wänden:

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

Baumaschine	Adresse	Entfernung [m]	$v_{x/y/z,max}^{OG}$ [mm/s]	Anhaltswert [mm/s] hori. / vert.	Einhaltung
Hydraulikhammer	Stützmauer	1	61,48	25	nein
Hydraulikhammer	Döppersberg 37	1	61,48	2,5 / 10	nein
Hydraulikhammer	Bahngebäude, BE-Fläche Zerkleinerung	2	24,97	10 / 10	nein
Rüttelplatte	Stützmauer	1	8,63	25	ja
Rüttelplatte	Distelbeck 55	16	0,54	5 / 10	ja

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 für die Rüttelplatte eingehalten. Für den Hydraulikhammer kommt hingegen zu einer Überschreitung der zulässigen Schwinggeschwindigkeiten. Ab einem Abstand von 2 m für die Stützmauer, 5 m für Gewerbebauten und ab einem Abstand von 12 m für Denkmäler ist mit Einhaltung der Anhaltswerte zu rechnen. Daher wird empfohlen den Rückbau mittels Trennschneider und / oder Zangenbagger durchzuführen, womit Erschütterungen gänzlich vermieden werden. Zur Einhaltung der Anhaltswerte einer Gewerbebaute in einer Entfernung von 2 m darf maximal ein handgehaltener Hydraulikhammer mit einer Schlagenergie von maximal 2 kNm und einer Betriebsfrequenz von 38,3 Hz eingesetzt werden. Hierbei werden die Anhaltswerte mit einer Schwinggeschwindigkeit von 9,54 mm/s jedoch nur knapp eingehalten, weshalb erschütterungstechnische Messungen zur Validierung der tatsächlich auftretenden Messungen erforderlich werden.

Der Anhaltswert der Bodenschwingbeschleunigung (Kapitel 3.2.3) von 3.300 mm/s wird für die Stützmauer überschritten, für das nächstgelegene Wohngebäude jedoch eingehalten. Wie in Kapitel 3.2.3 dargestellt, sind Setzungen vor allem bei Rammarbeiten zu erwarten und können daher bei Abbrucharbeiten / Verdichtungsarbeiten vernachlässigt werden.

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

Da es teilweise zu Überschreitungen der zulässigen Anhaltswerte kommt, sind in den Kapiteln 6.4 und 6.5 allgemeine und spezifische Minderungsmaßnahmen dargestellt.

6.3 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden werden die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und die resultierenden Beurteilungsschwingstärken KB_{FT} der DIN 4150, Teil 2 [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 6.4: Anhaltswerte für die Konstante c_F für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen, Tabelle 3 der DIN 4150, Teil 2

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

Zeile	Kurzbeschreibung der Einwirkungsart ¹⁾	C _f ²⁾
4	Einzelereignisse kurzer Dauer	
	a) mit Resonanzbeteiligung	0,8
	b) ohne Resonanzbeteiligung	0,6

- 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 (Gebäudefwand, Gebäudedecke, etc.) entspricht.

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

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

Tabelle 6.5: *Eigenfrequenzen von Decken*

Konstruktion	Eigenfrequenz häufig	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_{FT} 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:

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

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 während einer Dauer von bis zu drei Monaten zum Einsatz. Da die Erschütterungsgeräte jedoch nicht dauerhaft an der selben Stelle einwirken und sich damit die Entfernungen zu den umliegenden Gebäuden stetig ändern, wird eine Einwirkdauer von maximal 78 Tagen berücksichtigt. Zudem werden die Anwohner vorher über die Bauarbeiten informiert, sodass gemäß Abbildung 3.1 die Anhaltswerte der Stufe II berücksichtigt werden können. Aus den Berechnungen nach DIN 4150-3 ergibt sich eine Mindestentfernung von 7 m zur Einhaltung der Anhaltswerte des Hydraulikhammers. Daher wird diese Entfernung nachfolgend weiter betrachtet.

In der folgenden Tabelle 6.6 sind die erschütterungsrelevanten Baumaschinen, sowie deren Einsatzzeiten und die zu berücksichtigenden Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 dargestellt.

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

Baumaschine	Adresse / Nutzungsart	Entfernung [m]	Bauphase	Tägliche Einsatzzeit [h]	Anhaltswert $A_u / A_o / A_r$
Hydraulikhammer	Döppersberg 37, Wohngebäude	7	2 und 4	8	0,6 / 5 / 0,4
Rüttelplatte	Distelbeck 55, Wohngebäude	16	4	8	0,6 / 5 / 0,4

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 Tabellen 6.7 und 6.8 dargestellt.

Tabelle 6.7: 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	Döppersberg 37, Wohngebäude	1,81	1,28	0,6 / 5 / 0,4	nein
Rüttelplatte	Distelbeck 55, Wohngebäude	0,12	0,09	0,6 / 5 / 0,4	ja

Wie die Ergebnisse in Tabelle 6.7 zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 für den Einsatz der Rüttelplatte eingehalten. Für den Hydraulikhammer kommt es zu Überschreitungen, hier ist erst ab einem Abstand von 17 m mit einer Einhaltung der Anhaltswerte zu rechnen. Daher wird in der folgenden Berechnung des Resonanzfalls der Hydraulikhammer nicht mitbetrachtet, da auch für den Resonanzfall mit Überschreitungen zu rechnen ist.

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

Baumaschine	Adresse / Nutzungsart	KB_{Fmax}	KB_{FTr}	Anhaltswert $A_u / A_o / A_r$	Einhaltung der Anhaltswerte
Rüttelplatte	Distelbeck 55, Wohngebäude	1,21	0,85	0,6 / 5 / 0,4	nein

Wie die Ergebnisse zeigen kommt es für die Rüttelplatte zu Überschreitungen der Anhaltswerte im Resonanzfall. Erst ab einem Abstand von 32 m für die Rüttelplatte und von 96 m für den Hydraulikhammer ist mit einer Einhaltung zu rechnen.

Hinweis: Es ist sehr unwahrscheinlich, dass im Zuge von Verdichtungsarbeiten mittels Rüttelplatte und Rückbauarbeiten mittels Hydraulikhammer Resonanzen an den Gebäuden entstehen, da die Betriebsfrequenz der betrachteten Rüttelplatte (65 Hz) deutlich oberhalb und die des Hydraulikhammers (7 Hz) unterhalb der Deckeneigenfrequenz von üblichen Gebäuden liegt.

6.4 Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen

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

Konkrete Aussagen zu den zu erwartenden 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. Vor diesem Hintergrund und aus rechtlichen Gründen wird zu einer bautechnischen Beweissicherung vor Beginn der Baumaßnahmen geraten. Eine Beweissicherung wird für einen Radius von mindestens 50 m, ausgehend von dem Einsatzort der erschütterungsrelevanten Geräte, empfohlen. Diese wird gemäß Auftraggeber im Vorfeld durchgeführt.

Grundsätzlich ist es zu empfehlen, Anwohner von schützenswerten Nutzungen in der Umgebung vor Beginn der Baumaßnahmen schriftlich über den Sinn und Zweck, den Bauablauf und die Dauer der Baumaßnahme zu informieren (Informationsschreiben). Im Falle der Beurteilung der 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 die Rüttelplatte eingehalten. Für den Hydraulikhammer kommt hingegen zu einer Überschreitung der zulässigen Schwinggeschwindigkeiten. Ab einem Abstand von 2 m für die Stützmauer, 5 m für Gewerbebauten und ab einem Abstand von 12 m für Denkmäler ist mit Einhaltung der Anhaltswerte zu rechnen. Daher wird empfohlen den Rückbau mittels Trennschneider und / oder Zangenbagger durchzuführen, womit Erschütterungen gänzlich vermieden werden. Zur Einhaltung der Anhaltswerte einer Gewerbebaute in einer Entfernung von 2 m darf maximal ein handgehaltener Hydraulikhammer mit einer Schlagenergie von maximal 2 kNm und einer Betriebsfrequenz von 38,3 Hz eingesetzt werden. Hierbei werden die Anhaltswerte mit einer Schwinggeschwindigkeit von 9,54 mm/s jedoch nur knapp eingehalten, weshalb erschütterungstechnische Messungen zur Validierung der tatsächlich auftretenden Messungen erforderlich werden.

Es gilt zu beachten, dass das Gebäude "Döppersberg 37" aufgrund der Angaben des Auftraggebers, dass dieses unter Denkmalschutz steht im Sinne einer oberen Abschätzung mit den Anhaltswerten eines Denkmals nach DIN 4150-3 berücksichtigt wurde. Gemäß DIN 4150-3 sind Gebäude als besonders empfindliche Gebäude (Denkmäler) zu betrachten, wenn deren Struktur besonders empfindlich gegenüber Erschütterungen ist. Dies ist jedoch nicht allein dadurch gegeben, wenn ein Gebäude unter Denkmalschutz steht, daher ist die Empfindlichkeit des Gebäudes auf Erschütterungen durch einen Statiker zu prüfen.

Unter Berücksichtigung eines Mindestabstandes von 7 m ergeben sich ebenfalls nach DIN 4150-2 Überschreitungen für den Einsatz eines Hydraulikhammers. Erst ab einer Entfernung von 17 m werden die Anhaltswerte eingehalten.

Sofern ein alternativer Geräteeinsatz bautechnologisch nicht möglich ist, werden baubegleitende Erschütterungsmessungen empfohlen, welche Aufschluss über die tatsächlich auftretenden Erschütterungen bieten. Bestenfalls sind Messungen am unter Denkmalschutz stehenden Bahnhofsgebäude ("Döppersberg 37") durchzuführen. Sollte dies nicht möglich sein ist das nächstgelegene Gebäude mit geringer Distanz zur Erschütterungsquelle als Messstandort zu wählen. Dazu sind erschütterungstechnische Messungen mittels geeigneter Geophone oder Beschleunigungsaufnehmer entsprechend der DIN 45669 zu verwenden und nach DIN 4150-3 durchzuführen. Bei Überschreitung der Anhaltswerte ist entsprechend mit Anpassungen im Bauablauf zu reagieren, indem alternative Geräte mit geringeren Schlagenergien / Leistungen eingesetzt werden oder ein erschütterungsarmes Verfahren gewählt wird. Auch hier ist deren Wirksamkeit anhand von Messungen zu validieren.

7 Zusammenfassung

Die DB InfraGO AG plant den Rückbau der Personenüberführung und die Erstellung einer Aufzug- und Treppenanlage mit Personenüberführung am Hbf Wuppertal an Gleis 4 und 5.

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 den Umbau der Aufzug- und Treppenanlage sowie der Personenüberführung in schalltechnisch relevante Bauphasen unterteilt. Hierbei ergaben sich insgesamt fünf Bauphasen.

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm während aller Bauphasen überschritten.

Im Tageszeitraum kommt es an 4 bis 10 der 10 bzw. 9 der 13 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 88 dB(A) liegen während der Bauphase 2 vor. Während der deutlich lärmärmeren Bauphase 1 sind nur vier Immissionsorte von Überschreitungen von bis zu 14 dB mit Beurteilungspegel von bis zu 74 dB(A) betroffen. Pegel oberhalb von 70 dB(A), die im Tageszeitraum sowohl die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung darstellen, sowie nicht mehr zur Einhaltung der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Innenraumpegel von 40 dB(A) im Tageszeitraum führen, werden während aller Bauphasen (ausgenommen Bauphase 5) an einem bis drei Immissionsorten erreicht.

Wie die Ergebnisse der Berechnungen zur Vorbelastung durch den Schienen- und Straßenverkehr zeigen (Ergebnistabellen in Anlage 3), reichen die Beurteilungspegel nicht aus, um sie zur Beurteilung und Relativierung des Baulärms hinzuzuziehen. Damit der Baulärm nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation für die betroffenen Anwohner führt, müsste die Vorbelastung an Immissionsorten mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm mindestens 10 dB oberhalb des Baulärms liegen, was während keiner Bauphase auftritt. Bei dem am stärksten betroffenen Gebäude "Döppersberg 37" (Immissionsort 10) handelt es sich um das Bahnhofsgebäude.

Wie in den Schallimmissionsplänen in Anlage 4 zu sehen, kommt es während der Arbeiten zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu einem Abstand von etwa 280 m für ein allgemeines Wohngebiet und 240 m für ein Mischgebiet. Besonders betroffen sind die Straßen "Distelbeck", "Kieselstraße" und "Elisabeth-Schniewind-Straße". Im Bereich der BE-Fläche für die Zerkleinerung der Bauteile ist insbesondere die Viehhofstraße sowie die "Steinbecker Meile" betroffen.

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 Hammer schlagen oder das Werfen von Materialien resultieren, minimieren. Ebenfalls kann die Nutzung von Sprechfunk den Lärmpegel einer Baustelle senken.
- Aufstellen einer 4 m hohen temporären Lärmschutzwand im Bereich der ausgelagerten BE-Fläche (Lage siehe Anlage 4.2.2)
- Einsatz eines Trennschleifers (2,5 Stunden Einsatzzeit) oder eines Zangenbagger (8 Stunden Einsatzzeit) anstelle eines Spitzmeißels im Bereich der Baumaßnahme.
- Durchführung baubegleitender Messungen zur Überwachung und Dokumentation des auftretenden Baulärms durchzuführen. Konkrete Hinweise siehe Kapitel 5.5.
- Benennung einer Ansprechstelle für die Anwohner mit Beurteilungspegeln oberhalb von 70 dB(A). Diese soll befugt sein in Einzelfällen die Erstattung von Kosten für die Hotelübernachtungen zu prüfen und zuzusagen. Die betroffenen Gebäude können Anlage 4 entnommen werden.

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

Grundsätzlich stellt auch der Einsatz einer temporären mobilen Lärmschutzwand eine geeignete Minderungsmaßnahme dar. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten steht keine Fläche zum Aufstellen einer temporären Lärmschutzwand zu Verfügung und stellt daher aus gutachterlicher Sicht keine geeignete Minderungsmaßnahme dar.

Erschütterungen:

Weiterhin waren Aussagen zu den von der Baumaßnahme ausgehenden Erschütterungen innerhalb der Bauzeit zu tätigen. Es wurden hierbei die in den nächstgelegenen Gebäuden durch die Baumaßnahmen entstehenden Erschütterungen prognostiziert und anhand der Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 3 und Teil 2 beurteilt.

Die Arbeiten, die während dieser Baumaßnahme relevante Erschütterungen auslösen, sind die Abbrucharbeiten mittels Hydraulikhammer und Verdichtungsarbeiten mittels Rüttelplatte.

Im vorliegenden Fall besteht keine bauliche Verbindung zwischen der Baumaßnahme und den umliegenden Nachbargebäuden. Die nächstgelegenen Gebäude mit der Struktur eines Wohngebäudes befinden sich in einer Distanz von etwa 1 m (Bahnhofsgebäude, Döpperberg 37) zu den ungünstigsten Bereichen, in denen Abbrucharbeiten durchgeführt werden. Das nächstgelegene Gebäude mit der Struktur eines Wohngebäudes (Distelbeck 55) ist etwa 16 m von den Verdichtungsarbeiten entfernt. Die Stützmauer Richtung Distelbeck liegt in einer Entfernung von weniger als 1 m zu den Abbrucharbeiten sowie 16 m zu den Verdichtungsarbeiten. Zur Anwendbarkeit der zuvor genannten Formeln wird eine Entfernung von 1 m berücksichtigt.

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 für die Rüttelplatte eingehalten. Für den Hydraulikhammer kommt hingegen zu einer Überschreitung der zulässigen Schwinggeschwindigkeiten. Ab einem Abstand von 2 m für die Stützmauer, 5 m für Gewerbebauten und ab einem Abstand von 12 m für Denkmäler ist mit Einhaltung der Anhaltswerte zu rechnen. Daher wird empfohlen den Rückbau mittels Trennschneider und / oder Zangenbagger durchzuführen, womit Erschütterungen gänzlich vermieden werden. Zur Einhaltung der Anhaltswerte einer Gewerbebaute in einer Entfernung von 2 m darf maximal ein handgehaltener Hydraulikhammer mit einer Schlagenergie von maximal 2 kNm und einer Betriebsfrequenz von 38,3 Hz eingesetzt werden. Hierbei werden die Anhaltswerte mit einer Schwinggeschwindigkeit von 9,54 mm/s jedoch nur knapp eingehalten, weshalb erschütterungstechnische Messungen zur Validierung der tatsächlich auftretenden Messungen erforderlich werden.

Es gilt zu beachten, dass das Gebäude "Döppersberg 37" aufgrund der Angaben des Auftraggebers, dass dieses unter Denkmalschutz steht im Sinne einer oberen Abschätzung mit den Anhaltswerten eines Denkmals nach DIN 4150-3 berücksichtigt wurde. Gemäß DIN 4150-3 sind Gebäude als besonders empfindliche Gebäude (Denkmäler) zu betrachten, wenn deren Struktur besonders empfindlich gegenüber Erschütterungen ist. Dies ist jedoch nicht allein dadurch gegeben, wenn ein Gebäude unter Denkmalschutz steht, daher ist die Empfindlichkeit des Gebäudes auf Erschütterungen durch einen Statiker zu prüfen.

Unter Berücksichtigung eines Mindestabstandes von 7 m ergeben sich ebenfalls nach DIN 4150-2 Überschreitungen für den Einsatz eines Hydraulikhammers. Erst ab einer Entfernung von 17 m werden die Anhaltswerte eingehalten. Es gilt zu beachten, dass es sich bei dem nächstgelegenen Gebäude um das Bahnhofsgebäude "Döppersberg 37" handelt, bei dem es nicht zu prüfen gilt, ob sich dort dauerhaft Menschen aufhalten.

Sofern ein alternativer Geräteeinsatz bautechnologisch nicht möglich ist, werden baubegleitende Erschütterungsmessungen empfohlen, welche Aufschluss über die tatsächlich auftretenden Erschütterungen bieten. Bestenfalls sind Messungen am unter Denkmalschutz stehenden Bahnhofsgebäude ("Döppersberg 37") durchzuführen (siehe Hinweise in Kapitel 6.5). Bei Überschreitung der Anhaltswerte ist entsprechend mit Anpassungen im Bauablauf zu reagieren, indem alternative Geräte mit geringeren Schlagenergien / Leistungen eingesetzt werden oder ein erschütterungsarmes Verfahren gewählt wird. Auch hier ist deren Wirksamkeit anhand von Messungen zu validieren.

Peutz Consult GmbH

Dipl.-Ing. Mark Bless
(Messstellenleitung)

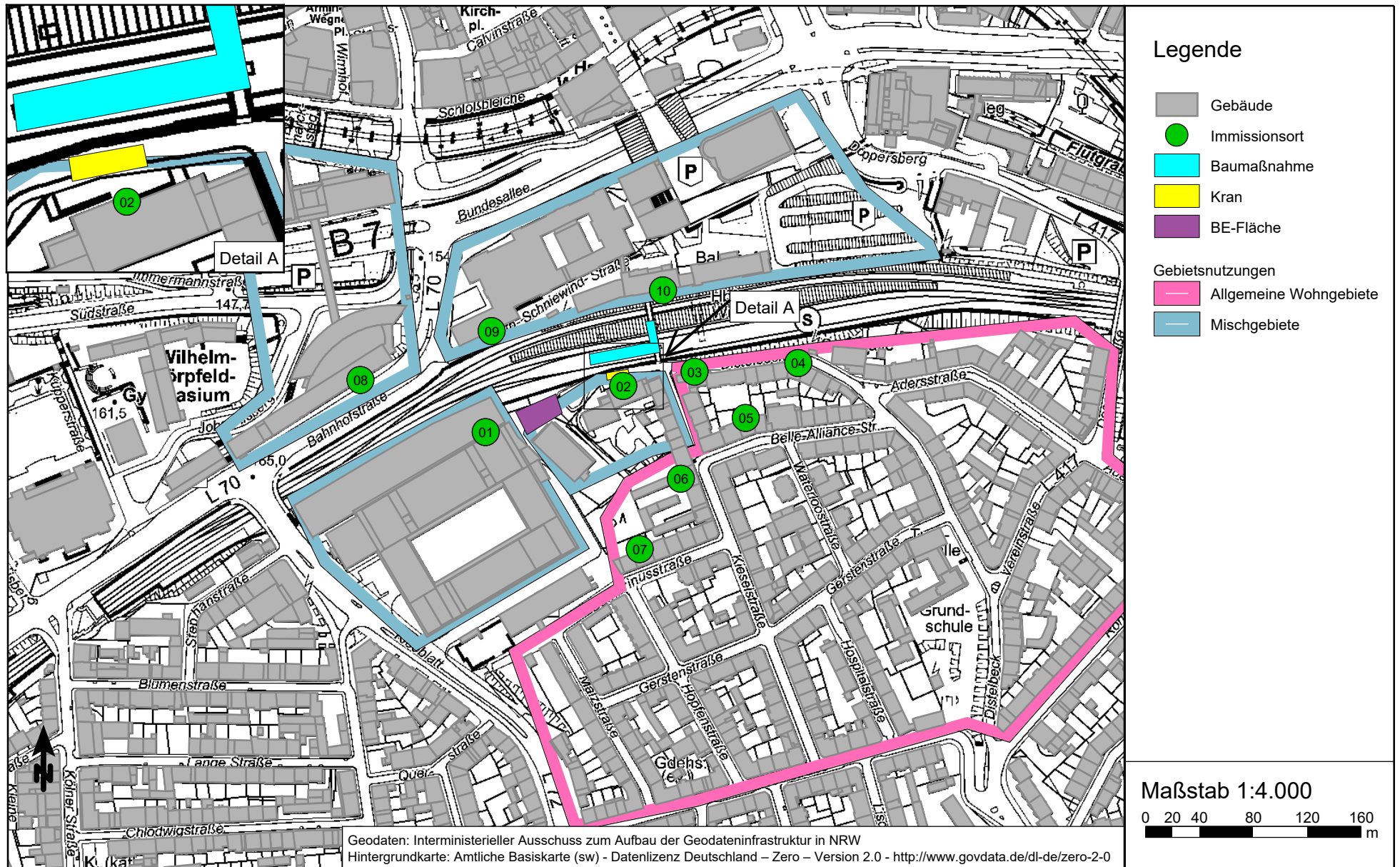

i.V. Sina Schäfer-Brandenburg
(Projektleitung / Projektbearbeitung)

VL 10044-1
05.03.2025

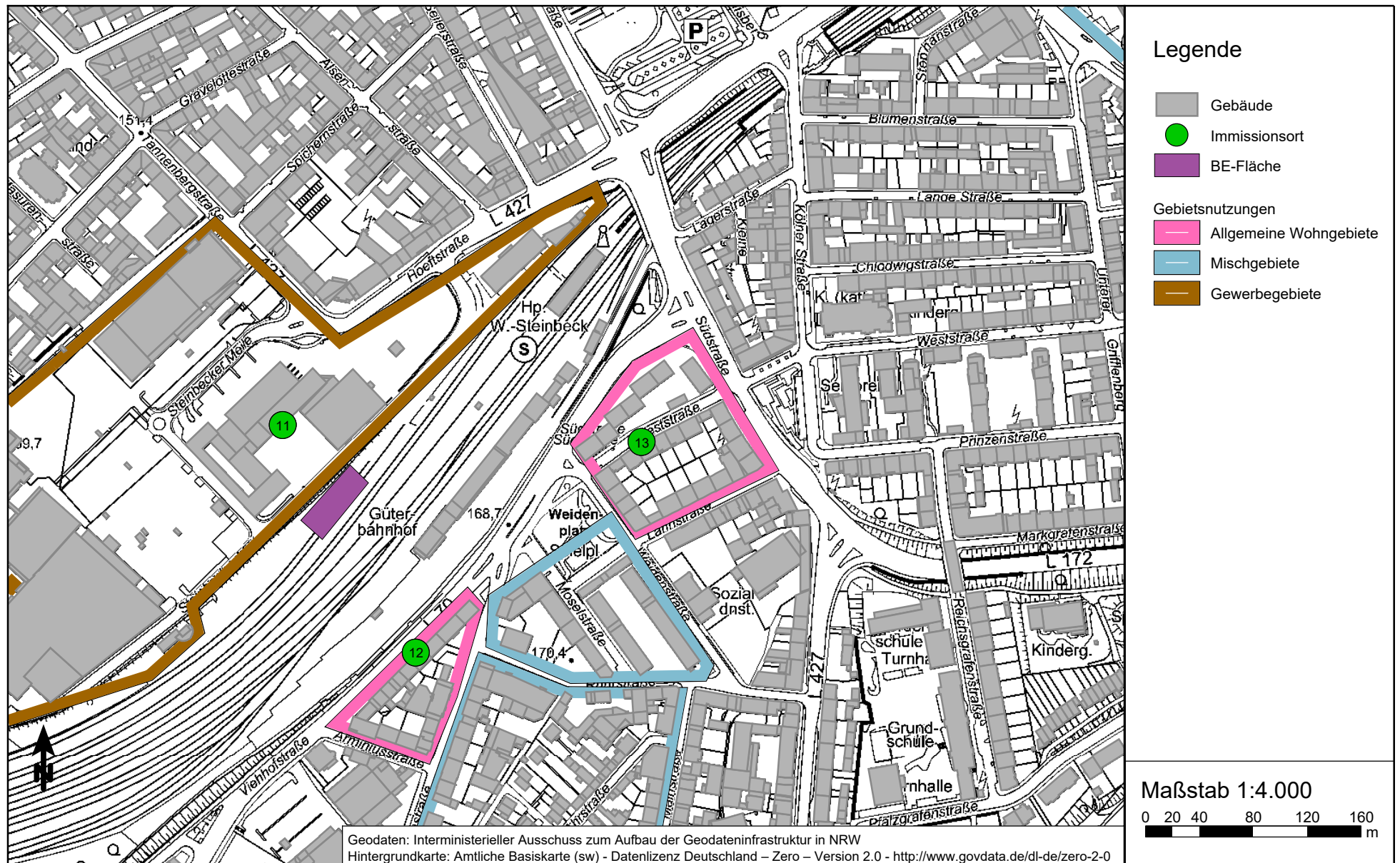
Anlagenverzeichnis

- | | |
|-----------|---|
| Anlage 1: | Übersichtslageplan mit Darstellung der umliegenden Nutzungen, Immissionsorte und Lage der Baumaßnahme |
| Anlage 2: | Ermittlung der Emissionen |
| Anlage 3: | Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm |
| Anlage 4: | Schallimmissionspläne |
| Anlage 5: | Darstellung der Vorbelastung aus dem Straßen- und Schienenverkehrslärm |
| Anlage 6: | Ergebnisse Immissionsberechnung gemäß DIN 4150-3 |

Anlage 1.1: Übersichtslageplan mit Darstellung der umliegenden Nutzungen, Immissionsorte und Lage der Baumaßnahme



Anlage 1.2: Übersichtslageplan mit Darstellung der umliegenden Nutzungen, Immissionsorte und Lage der ausgelagerten BE-Fläche für die Zerkleinerung



Bauphase 1

vorbereitende Arbeiten

Dauer: 1 Monat

Tätigkeiten: Aufbau Schutzwand, Einbau Streckentrenner, Rückbau Dachflächen, Vorbereiten Fundamentierung für Behelfsstützenkonstruktion

	Baumaschine/-vorgang	L _{WAT} [dB(A)]	L _{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	-	1	13	-	0	-	100	-
2	LKW Fahrten	105	-	1	8	-	-5	-	100	-
3	Mobilkran (Autokran)	108	-	1	8	-	-5	-	103	-
4	Radlader	113	-	1	8	-	-5	-	108	-
auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:									110	-
maßgeblicher Maximalpegel L _{WAFmax} [dB(A)]:									-	-

Bauphase 2.1 bis 2.3

Rückbau und Neubau

Dauer: 2 Monate

Tätigkeiten: Rückbau PÜ/Treppe, Ausbau Dach, Aufbau Hilfskonstruktion, Neubau Fundamente

	Baumaschine/-vorgang	L _{WAT} [dB(A)]	L _{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	-	1	10	-	0	-	100	-
2	Betonpumpe DA3	110	-	1	8	-	-5	-	105	-
3	Bohrmaschine, druckluftgetrieben	112	-	1	8	-	-5	-	107	-
4	Flaschenrüttler (Innenrüttler)	109	-	1	8	-	-5	-	104	-
5	Kettenbagger mit Spitzmeißel	122	-	1	8	-	-5	-	117	-
6	LKW Fahrten	105	-	1	8	-	-5	-	100	-
7	Mobilkran (Autokran)	108	-	1	8	-	-5	-	103	-
8	Radlader	113	-	1	8	-	-5	-	108	-
9	Transportmischer	100	-	1	8	-	-5	-	95	-
10	Trennschleifscheibe	118	-	1	2,5	-	-10	-	108	-

auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:

119

-

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

-

-

Bauphase 2.4

Neubau Bstg 1 und 2

Dauer: 1,5 Monate

Tätigkeiten: Einbau Dachfläche Bstg 1 und 2, Verfüllen Treppenschacht, Herstellen Stahlbetonwand

	Baumaschine/-vorgang	L _{WAT} [dB(A)]	L _{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	-	1	10	-	0	-	100	-
2	Betonpumpe DA3	110	-	1	8	-	-5	-	105	-
3	Bohrmaschine, druckluftgetrieben	112	-	1	8	-	-5	-	107	-
4	Flaschenrüttler (Innenrüttler)	109	-	1	8	-	-5	-	104	-
5	Mobilkran (Autokran)	108	-	1	8	-	-5	-	103	-
6	Transportmischer	100	-	1	8	-	-5	-	95	-
auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:									111	-
maßgeblicher Maximalpegel L _{WAFmax} [dB(A)]:									-	-

Bauphase 2.5

Rück- und Neubau Bstg 2 und 3

Dauer: 1 Monat

Tätigkeiten: Rückbau Treppen/OLA-Mastsicherung, Wiederherstellung Oberfläche und 3

	Baumaschine/-vorgang	L _{WAT} [dB(A)]	L _{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	-	1	10	-	0	-	100	-
2	Bohrmaschine, druckluftgetrieben	112	-	1	8	-	-5	-	107	-
3	Kettenbagger mit Spitzmeißel	122	-	1	8	-	-5	-	117	-
4	Mobilkran (Autokran)	108	-	1	8	-	-5	-	103	-
5	Radlader	113	-	1	8	-	-5	-	108	-
6	Rüttelplatte	110	-	1	8	-	-5	-	105	-
auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:									118	-
maßgeblicher Maximalpegel L _{WAFmax} [dB(A)]:									-	-

Bauphase 2.6 und 3

nachbereitende Arbeiten

Dauer: 3,5 Monate

Tätigkeiten: Einbau Keilstufen und Handläufe Treppenanlage Bstg 1, Anpassung PU, Bodenbelag, Räumen Baustelle

	Baumaschine/-vorgang	L_{WAT} [dB(A)]	L_{WAFmax} [dB(A)]	Anzahl	Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L_{WATr} [dB(A)]	
					tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	allgemeiner Baustellenlärm	100	-	1	10	-	0	-	100	-
2	Betonpumpe DA3	110	-	1	8	-	-5	-	105	-
3	Flaschenrüttler (Innenrüttler)	109	-	1	8	-	-5	-	104	-
4	Transportmischer	100	-	1	8	-	-5	-	95	-
auf Beurteilungszeit bezogener Gesamtschallleistungspegel [dB(A)]:									108	-
maßgeblicher Maximalpegel L_{WAFmax} [dB(A)]:									-	-

Anlage 3.1: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 1: vorbereitende Arbeiten (Dauer 1 Monat)
Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
01	Kleeblatt 3	NW	EG	MI	60	53	-	61
		NW	1.OG	MI	60	55	-	63
		NW	2.OG	MI	60	56	-	65
		NW	3.OG	MI	60	57	-	66
02	Distelbeck 55	N	EG	MI	60	74	14	61
		N	1.OG	MI	60	73	13	65
03	Distelbeck 51	N	EG	WA	55	62	7	65
		N	1.OG	WA	55	63	8	66
		N	2.OG	WA	55	64	9	66
		N	3.OG	WA	55	65	10	66
04	Distelbeck 39	N	EG	WA	55	49	-	56
		N	1.OG	WA	55	52	-	61
		N	2.OG	WA	55	54	-	64
		N	3.OG	WA	55	55	-	64
		N	4.OG	WA	55	55	-	65
		N	5.OG	WA	55	56	1	65
05	Belle-Alliance-Straße 18	N	EG	WA	55	38	-	42
		N	1.OG	WA	55	39	-	42
		N	2.OG	WA	55	42	-	44
		N	3.OG	WA	55	45	-	47
		N	4.OG	WA	55	47	-	48
		N	5.OG	WA	55	49	-	51
06	Kieselstraße 20	N	6.OG	WA	55	51	-	53
		W	EG	WA	55	47	-	49
		W	1.OG	WA	55	48	-	51
		W	2.OG	WA	55	50	-	52
		W	3.OG	WA	55	51	-	53
		W	4.OG	WA	55	52	-	54
07	Gambrinusstraße 12	W	5.OG	WA	55	52	-	55
		N	EG	WA	55	44	-	47
		N	1.OG	WA	55	46	-	50

Anlage 3.1:Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 1: vorbereitende Arbeiten (Dauer 1 Monat)
Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
07	Gambrinusstraße 12	N	2.OG	WA	55	47	-	51
		N	3.OG	WA	55	49	-	52
		N	4.OG	WA	55	50	-	52
		N	5.OG	WA	55	50	-	53
08	Johannisberg 7	SO	EG	MI	60	53	-	66
		SO	1.OG	MI	60	53	-	67
		SO	2.OG	MI	60	54	-	67
		SO	3.OG	MI	60	54	-	68
		SO	4.OG	MI	60	54	-	69
		SO	5.OG	MI	60	54	-	69
09	Döppersberg 41	SO	EG	MI	60	58	-	67
		SO	1.OG	MI	60	59	-	69
		SO	2.OG	MI	60	60	-	69
		SO	3.OG	MI	60	60	-	69
		SO	4.OG	MI	60	61	1	69
10	Döppersberg 37	S	EG	MI	60	66	6	70
		S	1.OG	MI	60	67	7	70
		S	2.OG	MI	60	67	7	70
		S	3.OG	MI	60	67	7	70

Anlage 3.2: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 2: Rückbau PÜ (Dauer 2 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
01	Kleeblatt 3	NW	EG	MI	60	57	-	61
		NW	1.OG	MI	60	60	-	63
		NW	2.OG	MI	60	62	2	65
		NW	3.OG	MI	60	62	2	66
02	Distelbeck 55	N	EG	MI	60	74	14	61
		N	1.OG	MI	60	75	15	65
03	Distelbeck 51	N	EG	WA	55	69	14	65
		N	1.OG	WA	55	70	15	66
		N	2.OG	WA	55	70	15	66
		N	3.OG	WA	55	70	15	66
04	Distelbeck 39	N	EG	WA	55	58	3	56
		N	1.OG	WA	55	63	8	61
		N	2.OG	WA	55	64	9	64
		N	3.OG	WA	55	64	9	64
		N	4.OG	WA	55	64	9	65
		N	5.OG	WA	55	63	8	65
05	Belle-Alliance-Straße 18	N	EG	WA	55	44	-	42
		N	1.OG	WA	55	45	-	42
		N	2.OG	WA	55	49	-	44
		N	3.OG	WA	55	51	-	47
		N	4.OG	WA	55	53	-	48
		N	5.OG	WA	55	55	-	51
		N	6.OG	WA	55	57	2	53
06	Kieselstraße 20	W	EG	WA	55	49	-	49
		W	1.OG	WA	55	53	-	51
		W	2.OG	WA	55	54	-	52
		W	3.OG	WA	55	54	-	53
		W	4.OG	WA	55	53	-	54
		W	5.OG	WA	55	54	-	55
07	Gambrinusstraße 12	N	EG	WA	55	49	-	47
		N	1.OG	WA	55	52	-	50

Anlage 3.2: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 2: Rückbau PÜ (Dauer 2 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
07	Gambrinusstraße 12	N	2.OG	WA	55	53	-	51
		N	3.OG	WA	55	54	-	52
		N	4.OG	WA	55	55	-	52
		N	5.OG	WA	55	55	-	53
08	Johannisberg 7	SO	EG	MI	60	56	-	66
		SO	1.OG	MI	60	57	-	67
		SO	2.OG	MI	60	57	-	67
		SO	3.OG	MI	60	57	-	68
		SO	4.OG	MI	60	58	-	69
		SO	5.OG	MI	60	58	-	69
09	Döppersberg 41	SO	EG	MI	60	62	2	67
		SO	1.OG	MI	60	63	3	69
		SO	2.OG	MI	60	63	3	69
		SO	3.OG	MI	60	63	3	69
		SO	4.OG	MI	60	64	4	69
10	Döppersberg 37	S	EG	MI	60	83	23	70
		S	1.OG	MI	60	86	26	70
		S	2.OG	MI	60	88	28	70
		S	3.OG	MI	60	84	24	70
11	Steinbecker Meile 1	SO	EG	GE	65	66	1	60
		SO	1.OG	GE	65	68	3	61
		SO	2.OG	GE	65	70	5	61
		SO	3.OG	GE	65	71	6	62
		SO	4.OG	GE	65	70	5	62
12	Viehhofstraße 9	NW	EG	WA	55	59	4	58
		NW	1.OG	WA	55	63	8	62
		NW	2.OG	WA	55	64	9	62
		NW	3.OG	WA	55	64	9	63
		NW	4.OG	WA	55	64	9	63
13	Weststraße 143	NW	EG	WA	55	49	-	48
		NW	1.OG	WA	55	50	-	49

Anlage 3.2: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 2: Rückbau PÜ (Dauer 2 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
13	Weststraße 143	NW	2.OG	WA	55	52	-	49
		NW	3.OG	WA	55	53	-	50
		NW	4.OG	WA	55	55	-	52

Anlage 3.3: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 3: Neubau Bahnsteig 1 und 2 (Dauer 1,5 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
01	Kleeblatt 3	NW	EG	MI	60	53	-	61
		NW	1.OG	MI	60	56	-	63
		NW	2.OG	MI	60	59	-	65
		NW	3.OG	MI	60	59	-	66
02	Distelbeck 55	N	EG	MI	60	74	14	61
		N	1.OG	MI	60	73	13	65
03	Distelbeck 51	N	EG	WA	55	66	11	65
		N	1.OG	WA	55	67	12	66
		N	2.OG	WA	55	67	12	66
		N	3.OG	WA	55	67	12	66
04	Distelbeck 39	N	EG	WA	55	55	-	56
		N	1.OG	WA	55	59	4	61
		N	2.OG	WA	55	61	6	64
		N	3.OG	WA	55	61	6	64
		N	4.OG	WA	55	62	7	65
		N	5.OG	WA	55	62	7	65
05	Belle-Alliance-Straße 18	N	EG	WA	55	40	-	42
		N	1.OG	WA	55	41	-	42
		N	2.OG	WA	55	44	-	44
		N	3.OG	WA	55	46	-	47
		N	4.OG	WA	55	48	-	48
		N	5.OG	WA	55	50	-	51
		N	6.OG	WA	55	52	-	53
06	Kieselstraße 20	W	EG	WA	55	45	-	49
		W	1.OG	WA	55	47	-	51
		W	2.OG	WA	55	48	-	52
		W	3.OG	WA	55	47	-	53
		W	4.OG	WA	55	48	-	54
		W	5.OG	WA	55	49	-	55
07	Gambrinusstraße 12	N	EG	WA	55	44	-	47
		N	1.OG	WA	55	46	-	50

Anlage 3.3: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 3: Neubau Bahnsteig 1 und 2 (Dauer 1,5 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
07	Gambrinusstraße 12	N	2.OG	WA	55	46	-	51
		N	3.OG	WA	55	49	-	52
		N	4.OG	WA	55	50	-	52
		N	5.OG	WA	55	50	-	53
08	Johannisberg 7	SO	EG	MI	60	53	-	66
		SO	1.OG	MI	60	53	-	67
		SO	2.OG	MI	60	53	-	67
		SO	3.OG	MI	60	53	-	68
		SO	4.OG	MI	60	53	-	69
		SO	5.OG	MI	60	54	-	69
09	Döppersberg 41	SO	EG	MI	60	57	-	67
		SO	1.OG	MI	60	58	-	69
		SO	2.OG	MI	60	59	-	69
		SO	3.OG	MI	60	60	-	69
		SO	4.OG	MI	60	60	-	69
10	Döppersberg 37	S	EG	MI	60	85	25	70
		S	1.OG	MI	60	81	21	70
		S	2.OG	MI	60	79	19	70
		S	3.OG	MI	60	78	18	70

Anlage 3.4: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 4: Rück- und Neubau Bahnsteig 2 und 3 (Dauer 1,5 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
01	Kleeblatt 3	NW	EG	MI	60	57	-	61
		NW	1.OG	MI	60	60	-	63
		NW	2.OG	MI	60	62	2	65
		NW	3.OG	MI	60	63	3	66
02	Distelbeck 55	N	EG	MI	60	74	14	61
		N	1.OG	MI	60	74	14	65
03	Distelbeck 51	N	EG	WA	55	66	11	65
		N	1.OG	WA	55	68	13	66
		N	2.OG	WA	55	69	14	66
		N	3.OG	WA	55	71	16	66
04	Distelbeck 39	N	EG	WA	55	55	-	56
		N	1.OG	WA	55	59	4	61
		N	2.OG	WA	55	60	5	64
		N	3.OG	WA	55	60	5	64
		N	4.OG	WA	55	61	6	65
		N	5.OG	WA	55	61	6	65
05	Belle-Alliance-Straße 18	N	EG	WA	55	46	-	42
		N	1.OG	WA	55	46	-	42
		N	2.OG	WA	55	49	-	44
		N	3.OG	WA	55	51	-	47
		N	4.OG	WA	55	53	-	48
		N	5.OG	WA	55	56	1	51
		N	6.OG	WA	55	57	2	53
06	Kieselstraße 20	W	EG	WA	55	54	-	49
		W	1.OG	WA	55	55	-	51
		W	2.OG	WA	55	56	1	52
		W	3.OG	WA	55	58	3	53
		W	4.OG	WA	55	59	4	54
		W	5.OG	WA	55	60	5	55
07	Gambrinusstraße 12	N	EG	WA	55	51	-	47
		N	1.OG	WA	55	53	-	50

Anlage 3.4: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 4: Rück- und Neubau Bahnsteig 2 und 3 (Dauer 1,5 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
07	Gambrinusstraße 12	N	2.OG	WA	55	54	-	51
		N	3.OG	WA	55	55	-	52
		N	4.OG	WA	55	56	1	52
		N	5.OG	WA	55	57	2	53
08	Johannisberg 7	SO	EG	MI	60	60	-	66
		SO	1.OG	MI	60	61	1	67
		SO	2.OG	MI	60	61	1	67
		SO	3.OG	MI	60	61	1	68
		SO	4.OG	MI	60	61	1	69
		SO	5.OG	MI	60	61	1	69
09	Döppersberg 41	SO	EG	MI	60	66	6	67
		SO	1.OG	MI	60	67	7	69
		SO	2.OG	MI	60	68	8	69
		SO	3.OG	MI	60	68	8	69
		SO	4.OG	MI	60	68	8	69
10	Döppersberg 37	S	EG	MI	60	72	12	70
		S	1.OG	MI	60	73	13	70
		S	2.OG	MI	60	73	13	70
		S	3.OG	MI	60	73	13	70

Anlage 3.5: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 5: nachbereitende Arbeiten (Dauer 3,5 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
01	Kleeblatt 3	NW	EG	MI	60	50	-	61
		NW	1.OG	MI	60	53	-	63
		NW	2.OG	MI	60	56	-	65
		NW	3.OG	MI	60	56	-	66
02	Distelbeck 55	N	EG	MI	60	56	-	61
		N	1.OG	MI	60	62	2	65
03	Distelbeck 51	N	EG	WA	55	63	8	65
		N	1.OG	WA	55	63	8	66
		N	2.OG	WA	55	63	8	66
		N	3.OG	WA	55	63	8	66
04	Distelbeck 39	N	EG	WA	55	52	-	56
		N	1.OG	WA	55	56	1	61
		N	2.OG	WA	55	57	2	64
		N	3.OG	WA	55	58	3	64
		N	4.OG	WA	55	59	4	65
		N	5.OG	WA	55	59	4	65
05	Belle-Alliance-Straße 18	N	EG	WA	55	37	-	42
		N	1.OG	WA	55	37	-	42
		N	2.OG	WA	55	41	-	44
		N	3.OG	WA	55	43	-	47
		N	4.OG	WA	55	45	-	48
		N	5.OG	WA	55	47	-	51
		N	6.OG	WA	55	49	-	53
06	Kieselstraße 20	W	EG	WA	55	41	-	49
		W	1.OG	WA	55	43	-	51
		W	2.OG	WA	55	45	-	52
		W	3.OG	WA	55	45	-	53
		W	4.OG	WA	55	46	-	54
		W	5.OG	WA	55	46	-	55
07	Gambrinusstraße 12	N	EG	WA	55	41	-	47
		N	1.OG	WA	55	43	-	50

Anlage 3.5: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 5: nachbereitende Arbeiten (Dauer 3,5 Monate)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
07	Gambrinusstraße 12	N	2.OG	WA	55	44	-	51
		N	3.OG	WA	55	46	-	52
		N	4.OG	WA	55	47	-	52
		N	5.OG	WA	55	48	-	53
08	Johannisberg 7	SO	EG	MI	60	49	-	66
		SO	1.OG	MI	60	49	-	67
		SO	2.OG	MI	60	49	-	67
		SO	3.OG	MI	60	49	-	68
		SO	4.OG	MI	60	50	-	69
		SO	5.OG	MI	60	50	-	69
09	Döppersberg 41	SO	EG	MI	60	53	-	67
		SO	1.OG	MI	60	54	-	69
		SO	2.OG	MI	60	55	-	69
		SO	3.OG	MI	60	56	-	69
		SO	4.OG	MI	60	56	-	69
10	Döppersberg 37	S	EG	MI	60	83	23	70
		S	1.OG	MI	60	79	19	70
		S	2.OG	MI	60	77	17	70
		S	3.OG	MI	60	76	16	70

Anlage 3.6: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 2: Rückbau PÜ (Dauer 2 Monate) mit Lärmschutzwand (Höhe = 4 m)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
01	Kleeblatt 3	NW	EG	MI	60	57	-	61
		NW	1.OG	MI	60	60	-	63
		NW	2.OG	MI	60	62	2	65
		NW	3.OG	MI	60	62	2	66
02	Distelbeck 55	N	EG	MI	60	74	14	61
		N	1.OG	MI	60	75	15	65
03	Distelbeck 51	N	EG	WA	55	69	14	65
		N	1.OG	WA	55	70	15	66
		N	2.OG	WA	55	70	15	66
		N	3.OG	WA	55	70	15	66
04	Distelbeck 39	N	EG	WA	55	58	3	56
		N	1.OG	WA	55	63	8	61
		N	2.OG	WA	55	64	9	64
		N	3.OG	WA	55	64	9	64
		N	4.OG	WA	55	64	9	65
		N	5.OG	WA	55	63	8	65
05	Belle-Alliance-Straße 18	N	EG	WA	55	44	-	42
		N	1.OG	WA	55	45	-	42
		N	2.OG	WA	55	49	-	44
		N	3.OG	WA	55	51	-	47
		N	4.OG	WA	55	53	-	48
		N	5.OG	WA	55	55	-	51
		N	6.OG	WA	55	57	2	53
06	Kieselstraße 20	W	EG	WA	55	49	-	49
		W	1.OG	WA	55	53	-	51
		W	2.OG	WA	55	54	-	52
		W	3.OG	WA	55	54	-	53
		W	4.OG	WA	55	53	-	54
		W	5.OG	WA	55	54	-	55
07	Gambrinusstraße 12	N	EG	WA	55	49	-	47
		N	1.OG	WA	55	52	-	50

Anlage 3.6: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 2: Rückbau PÜ (Dauer 2 Monate) mit Lärmschutzwand (Höhe = 4 m)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
07	Gambrinusstraße 12	N	2.OG	WA	55	53	-	51
		N	3.OG	WA	55	54	-	52
		N	4.OG	WA	55	55	-	52
		N	5.OG	WA	55	55	-	53
08	Johannisberg 7	SO	EG	MI	60	56	-	66
		SO	1.OG	MI	60	57	-	67
		SO	2.OG	MI	60	57	-	67
		SO	3.OG	MI	60	57	-	68
		SO	4.OG	MI	60	58	-	69
		SO	5.OG	MI	60	58	-	69
09	Döppersberg 41	SO	EG	MI	60	62	2	67
		SO	1.OG	MI	60	63	3	69
		SO	2.OG	MI	60	63	3	69
		SO	3.OG	MI	60	63	3	69
		SO	4.OG	MI	60	64	4	69
10	Döppersberg 37	S	EG	MI	60	83	23	70
		S	1.OG	MI	60	86	26	70
		S	2.OG	MI	60	88	28	70
		S	3.OG	MI	60	84	24	70
11	Steinbecker Meile 1	SO	EG	GE	65	67	2	60
		SO	1.OG	GE	65	69	4	61
		SO	2.OG	GE	65	72	7	61
		SO	3.OG	GE	65	72	7	62
		SO	4.OG	GE	65	72	7	62
12	Viehhofstraße 9	NW	EG	WA	55	57	2	58
		NW	1.OG	WA	55	58	3	62
		NW	2.OG	WA	55	59	4	62
		NW	3.OG	WA	55	59	4	63
		NW	4.OG	WA	55	60	5	63
13	Weststraße 143	NW	EG	WA	55	46	-	48
		NW	1.OG	WA	55	47	-	49

Anlage 3.6: Tabellarische Darstellung der Immissionsberechnungen und Beurteilung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 2: Rückbau PÜ (Dauer 2 Monate) mit Lärmschutzwand (Höhe = 4 m)
 Tageszeitraum



IP	Immissionsort				Immissionsrichtwert IRW der AVV Baulärm Tag dB(A)	Beurteilungspegel Tag dB(A)	Überschreitung IRW der AVV Baulärm Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Tag dB(A)
	Name	Fassaden- orientierung	Geschoss	Gebiets- einstufung				
13	Weststraße 143	NW	2.OG	WA	55	49	-	49
		NW	3.OG	WA	55	50	-	50
		NW	4.OG	WA	55	53	-	52

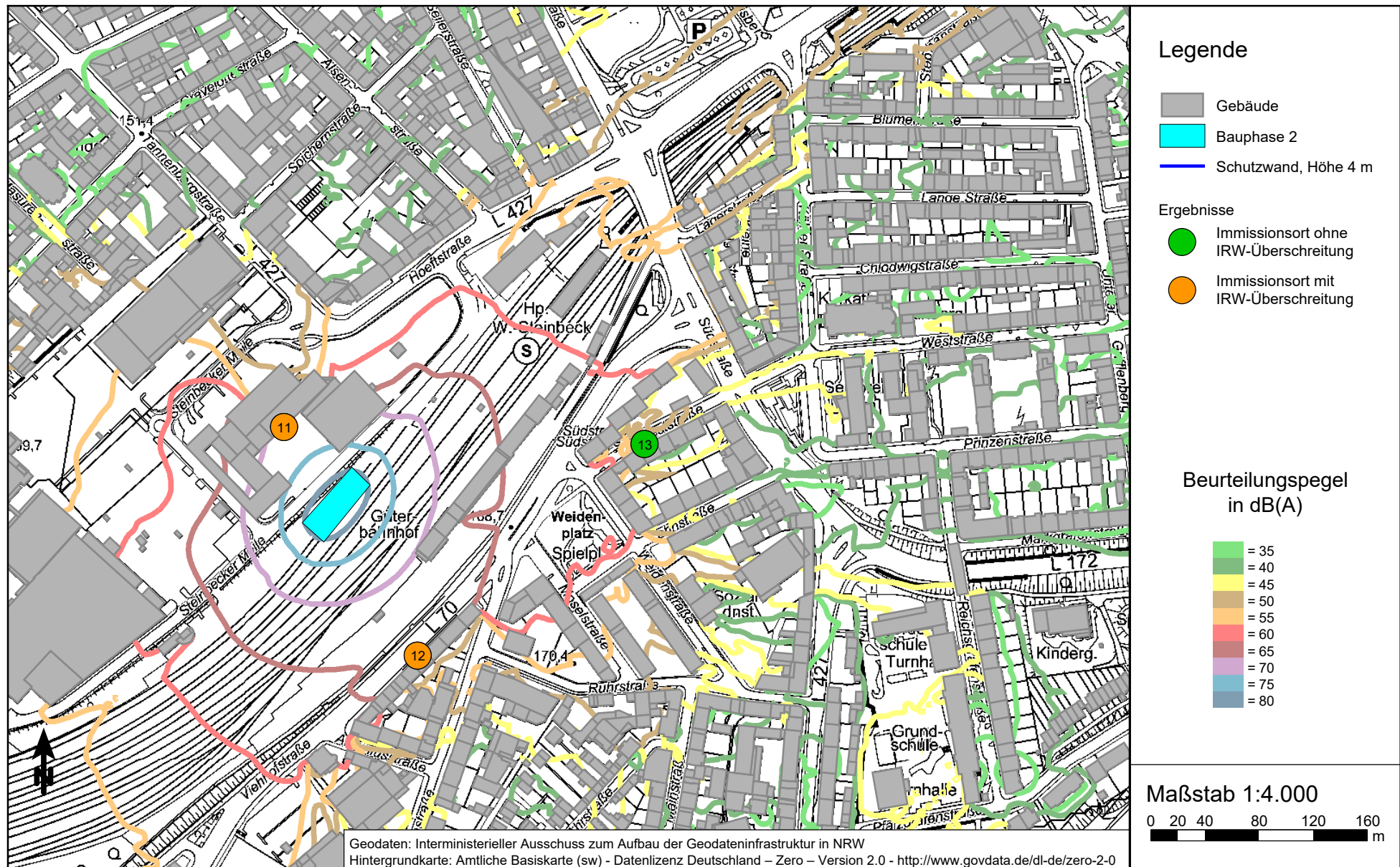
Anlage 4.1: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 12,9 m
 Lärmsituation während Bauphase 1: vorbereitende Arbeiten
 Tageszeitraum 7-20 Uhr, Dauer 1 Monat



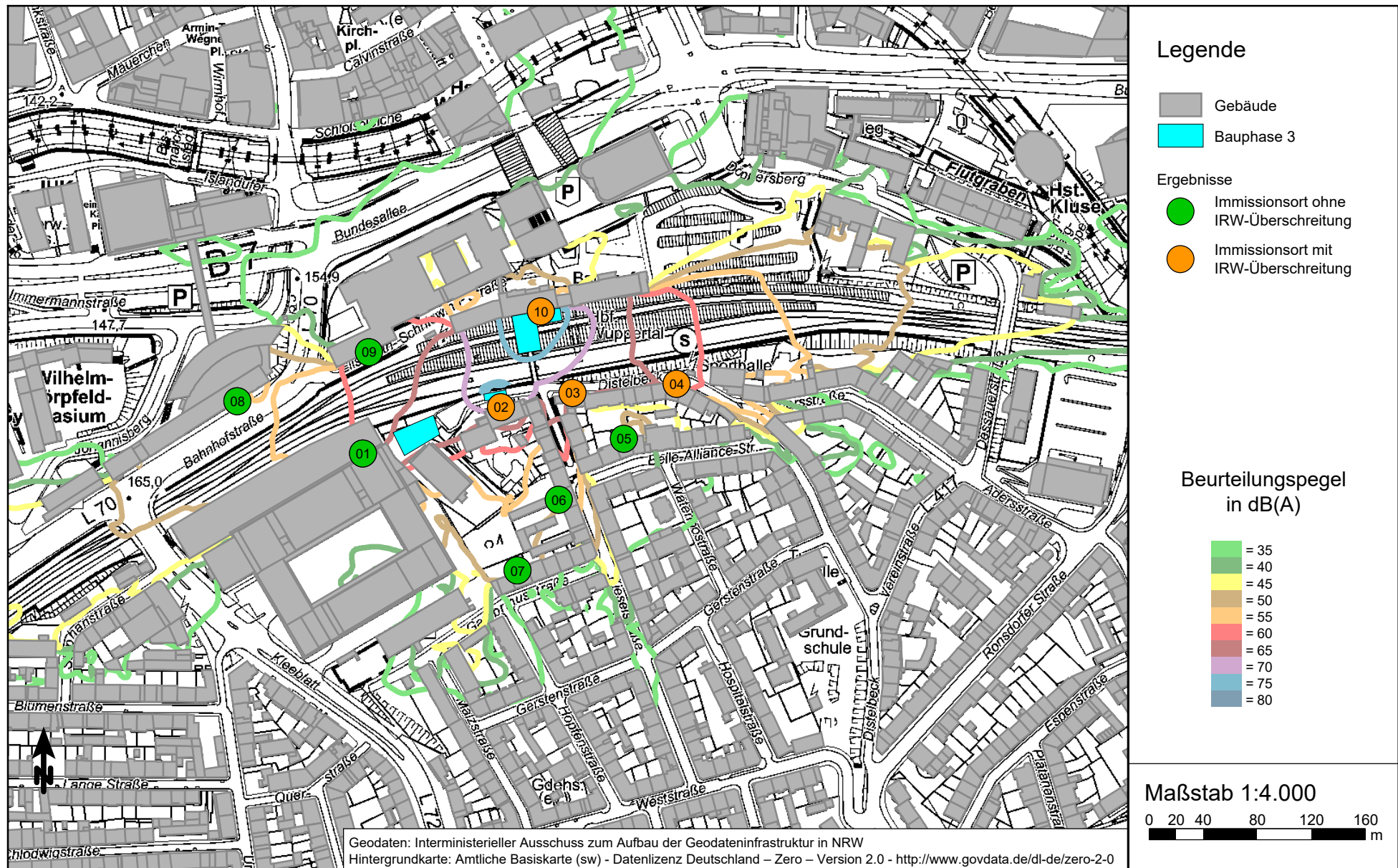
Anlage 4.2.1: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 12,9 m
 Lärmsituation während Bauphase 2: Rückbau PÜ, Bereich Baumaßnahme
 Tageszeitraum 7-20 Uhr, Dauer 2 Monate



Anlage 4.2.2: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 12,9 m
 Lärmsituation während Bauphase 2: Rückbau PÜ, Bereich BE-Fläche
 Tageszeitraum 7-20 Uhr, Dauer 2 Monate



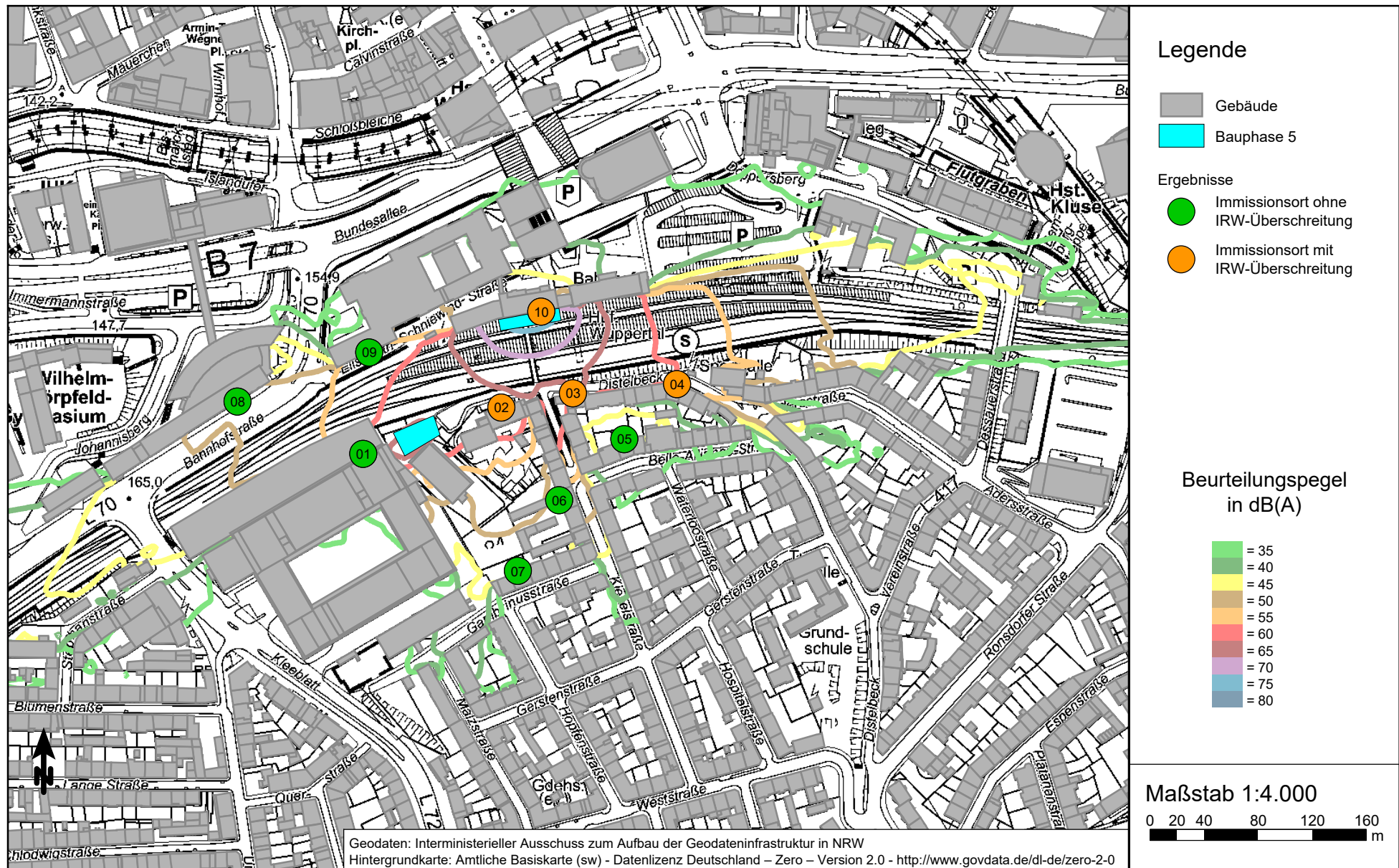
Anlage 4.3: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 12,9 m
 Lärmsituation während Bauphase 3: Neubau Bahnsteig 1 und 2
 Tageszeitraum 7-20 Uhr, Dauer 1,5 Monate



Anlage 4.4: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 12,9 m
 Lärmsituation während Bauphase 4: Rück- und Neubau Bahnsteig 2 und 3
 Tageszeitraum 7-20 Uhr, Dauer 1,5 Monate

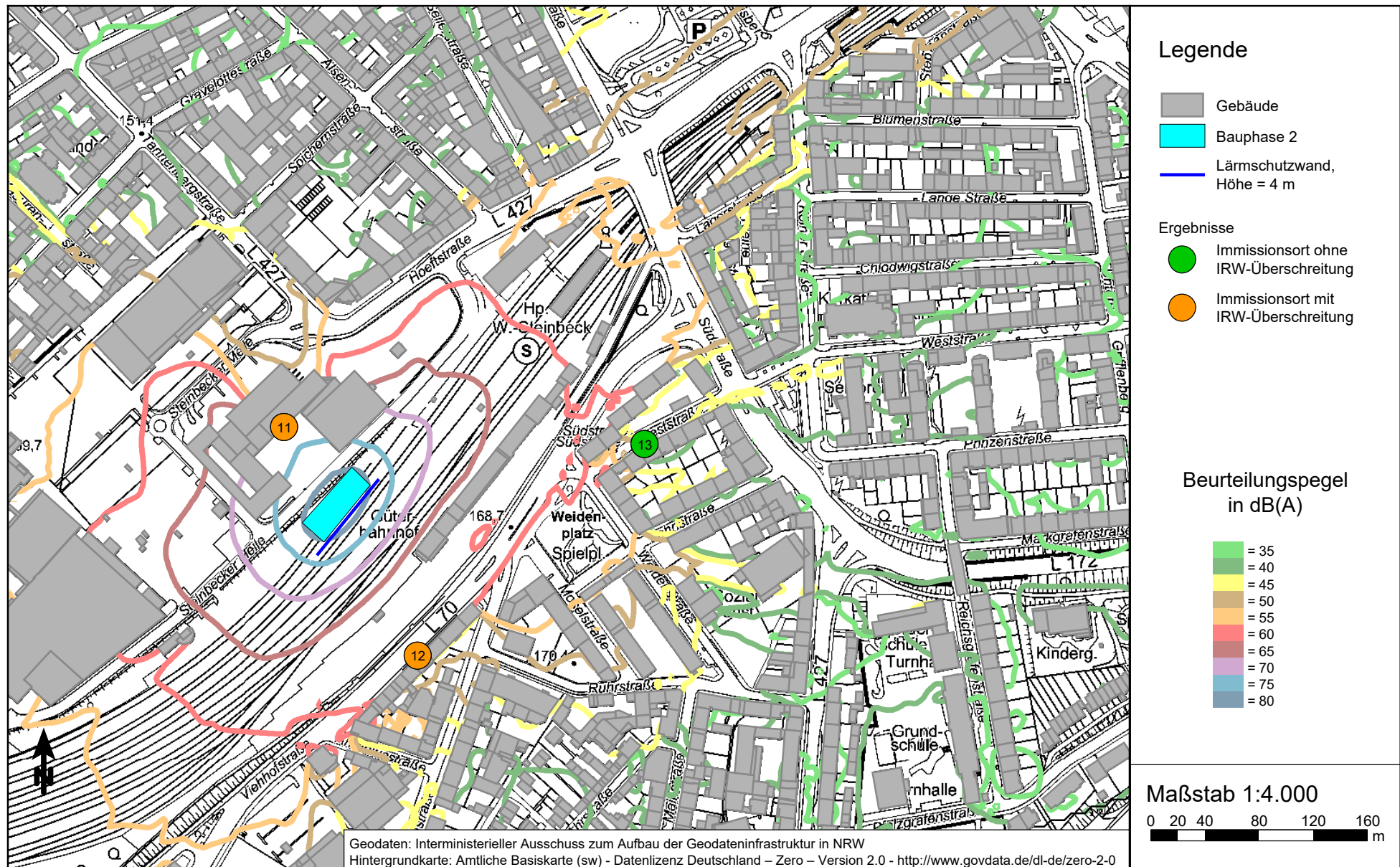


Anlage 4.5: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 12,9 m
 Lärmsituation während Bauphase 5: nachbereitende Arbeiten
 Tageszeitraum 7-20 Uhr, Dauer 3,5 Monate

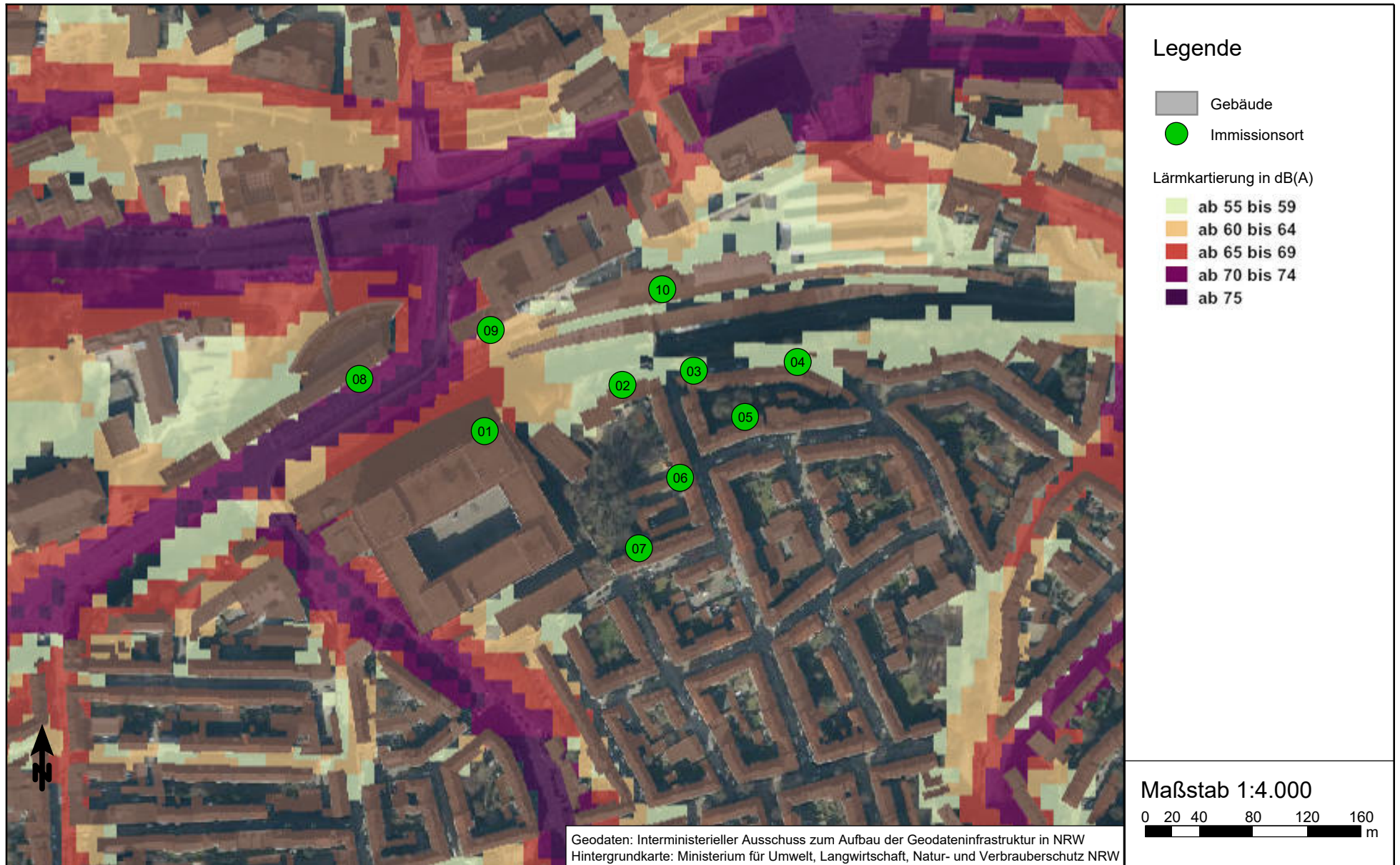


Anlage 4.6: Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 12,9 m
 Lärmsituation während Bauphase 2: Rückbau PÜ, Bereich BE-Fläche
 Tageszeitraum 7-20 Uhr, Dauer 2 Monate mit Lärmschutzwand

PEUTZ



Anlage 5.1: Darstellung der Vorbelastung aus dem Straßenverkehrslärm
LDEN, Tageszeitraum 06-22 Uhr



Anlage 5.2: Emissionsberechnungen nach Schall 03 Strecke 2525 und 2550



Zugart		Anzahl Züge		Geschwin- digkeit km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]					
Name		Tag	Nacht				Tag			Nacht		
							0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
Strecke 2550 - Gegenrichtungsgleis		Gleis:		Richtung:			Abschnitt: 1			Km: 0+000		
45	-A: 2550_GZ-E*1 7-Z5-A4*1 10-Z5*24 10-Z18*6	1,0	-	90	715	-	72,1	55,6	28,6	-	-	-
46	-A: 2550_GZ-E*2 7-Z5-A4*1 10-Z5*17 10-Z18*4	1,0	1,0	100	508	-	71,2	55,1	30,9	74,2	58,1	33,9
47	-A: 2550_GZ-E*3 7-Z5-A4*1 10-Z5*24 10-Z18*6	3,0	3,0	100	715	-	77,4	60,7	35,6	80,4	63,7	38,7
48	-A: 2550_GZ-E*4 7-Z5-A4*1 10-Z5*20 10-Z18*5	1,0	1,0	100	602	-	71,9	55,5	30,9	74,9	58,6	33,9
49	-A: 2550_GZ-E*5 7-Z5-A4*1 10-Z5*19 10-Z18*5	2,0	1,0	100	583	-	74,8	58,6	33,9	74,8	58,6	33,9
50	-A: 2550_GZ-E*6 7-Z5-A4*1 10-Z5*15 10-Z18*4	1,0	-	100	470	-	70,9	55,1	30,9	-	-	-
51	-A: 2550_GZ-E*7 7-Z5-A4*2 10-Z5*19 10-Z18*5	-	1,0	120	602	-	-	-	-	74,9	59,5	36,9
52	-A: 2550_IC-E*8 7-Z5-A4*1 9-Z5*5	5,0	1,0	160	151	-	70,0	56,8	37,9	66,0	52,9	33,9
53	-A: 2550_IC-E*9 7-Z5-A4*1 9-Z5*5	3,0	-	200	257	-	70,0	54,9	35,6	-	-	-
54	-A: 2550_IC-E*10 7-Z5-A4*1 9-Z5*7	1,0	-	200	204	-	64,2	50,0	30,9	-	-	-
68	-A: 2550_IC-E*11 3-Z11*1	1,0	-	120	200	-	60,5	44,5	28,9	-	-	-
55	-A: 2550_IC-E*12 4-V1*1	2,0	-	230	184	-	63,5	44,2	31,9	-	-	-
56	-A: 2550_IC-E*13 1*1 2-V1*7	11,0	-	250	205	-	69,8	60,7	41,3	-	-	-
57	-A: 2550_IC-E*14 3-Z9-A28*1	6,0	1,0	250	200	-	68,9	52,0	36,7	64,1	47,3	31,9
58	-A: 2550_IC-E*15 3-Z9-A52*1	6,0	1,0	250	374	-	71,4	52,0	36,7	66,6	47,3	31,9
67	-A: 2250_IC-E*16 3-Z11*1	1,0	-	300	200	-	60,5	44,5	28,9	-	-	-
59	-A: 2550_IC-E*17 3-Z9-A32*1	1,0	-	300	201	-	61,6	44,3	28,9	-	-	-
60	-A: 2550_LZ-E*18 7-Z5-A4*1	1,0	-	120	19	-	54,6	49,5	30,9	-	-	-
61	-A: 2550_LZ-E*19 7-Z5-A4*1	1,0	-	140	19	-	54,6	49,5	30,9	-	-	-
62	-A: 2550_RB/RE-E*20 5-Z5-A12*2	5,0	2,0	140	135	-	68,2	47,4	40,9	67,2	46,5	39,9
63	-A: 2550_RB/RE-E*21 5-Z5-A16*2	15,0	4,0	160	135	-	74,2	52,2	45,6	71,5	49,5	42,9
64	-A: 2550_RB/RE-E*22 5-Z5-A12*2	42,0	6,0	160	135	-	77,5	56,7	50,1	72,0	51,2	44,7
65	-A: 2550_RB/RE-E*23 5-Z5-A16*1	1,0	1,0	160	67	-	59,4	37,4	30,9	62,4	40,4	33,9
65	-A: 2550_RB/RE-E*23 5-Z5-A16*1	16,0	-	160	67	-	71,5	49,5	42,9	-	-	-
-	Gesamt	127,0	23,0	-	-	-	84,9	68,3	53,5	84,4	67,7	49,4
Strecke 2550 - Gegenrichtungsgleis		Gleis:		Richtung:			Abschnitt: 2			Km: 1+693		
45	-A: 2550_GZ-E*1 7-Z5-A4*1 10-Z5*24 10-Z18*6	1,0	-	90	715	-	70,1	55,2	19,8	-	-	-
46	-A: 2550_GZ-E*2 7-Z5-A4*1 10-Z5*17 10-Z18*4	1,0	1,0	100	508	-	68,6	54,6	19,8	71,6	57,6	22,8
47	-A: 2550_GZ-E*3 7-Z5-A4*1 10-Z5*24 10-Z18*6	3,0	3,0	100	715	-	74,8	60,0	24,6	77,9	63,0	27,6
48	-A: 2550_GZ-E*4 7-Z5-A4*1 10-Z5*20 10-Z18*5	1,0	1,0	100	602	-	69,3	54,9	19,8	72,4	57,9	22,8
49	-A: 2550_GZ-E*5 7-Z5-A4*1 10-Z5*19 10-Z18*5	2,0	1,0	100	583	-	72,3	57,9	22,8	72,3	57,9	22,8
50	-A: 2550_GZ-E*6 7-Z5-A4*1 10-Z5*15 10-Z18*4	1,0	-	100	470	-	68,4	54,6	19,8	-	-	-
51	-A: 2550_GZ-E*7 7-Z5-A4*2 10-Z5*19 10-Z18*5	-	1,0	120	602	-	-	-	-	72,3	59,5	25,8
52	-A: 2550_IC-E*8 7-Z5-A4*1 9-Z5*5	5,0	1,0	160	151	-	67,5	58,8	26,8	63,5	54,8	22,8
53	-A: 2550_IC-E*9 7-Z5-A4*1 9-Z5*5	3,0	-	200	257	-	67,5	56,9	24,6	-	-	-
54	-A: 2550_IC-E*10 7-Z5-A4*1 9-Z5*7	1,0	-	200	204	-	61,7	52,0	19,8	-	-	-
68	-A: 2550_IC-E*11 3-Z11*1	1,0	-	120	200	-	58,6	46,2	17,8	-	-	-
55	-A: 2550_IC-E*12 4-V1*1	2,0	-	230	184	-	61,3	45,3	20,8	-	-	-
56	-A: 2550_IC-E*13 1*1 2-V1*7	11,0	-	250	205	-	67,4	62,8	30,2	-	-	-
57	-A: 2550_IC-E*14 3-Z9-A28*1	6,0	1,0	250	200	-	66,9	54,0	25,6	62,1	49,2	20,8
58	-A: 2550_IC-E*15 3-Z9-A52*1	6,0	1,0	250	374	-	69,1	54,0	25,6	64,4	49,2	20,8
67	-A: 2250_IC-E*16 3-Z11*1	1,0	-	300	200	-	58,6	46,2	17,8	-	-	-
59	-A: 2550_IC-E*17 3-Z9-A32*1	1,0	-	300	201	-	59,6	46,2	17,8	-	-	-
60	-A: 2550_LZ-E*18 7-Z5-A4*1	1,0	-	120	19	-	52,5	51,4	19,8	-	-	-
61	-A: 2550_LZ-E*19 7-Z5-A4*1	1,0	-	140	19	-	52,5	51,4	19,8	-	-	-
62	-A: 2550_RB/RE-E*20 5-Z5-A12*2	5,0	2,0	140	135	-	65,9	48,3	29,8	64,9	47,3	28,8
63	-A: 2550_RB/RE-E*21 5-Z5-A16*2	15,0	4,0	160	135	-	71,8	53,1	34,6	69,1	50,3	31,8
64	-A: 2550_RB/RE-E*22 5-Z5-A12*2	42,0	6,0	160	135	-	75,1	57,5	39,0	69,7	52,1	33,6
65	-A: 2550_RB/RE-E*23 5-Z5-A16*1	1,0	1,0	160	67	-	57,0	38,3	19,8	60,0	41,3	22,8
65	-A: 2550_RB/RE-E*23 5-Z5-A16*1	16,0	-	160	67	-	69,1	50,3	31,8	-	-	-
-	Gesamt	127,0	23,0	-	-	-	82,4	69,0	42,4	81,9	67,4	38,3
Strecke 2525 - Gegenrichtungsgleis		Gleis:		Richtung:			Abschnitt: 2			Km: 0+000		
70	-A: 2525_GZ-V*2 8-A4*1 10-Z5*5 10-Z18*1 10	1,0	-	80	146	-	65,2	50,3	-	-	-	-
76	-A: 2525_RB/RE-E*8 5-Z5-A12*1	10,0	-	160	67	-	67,6	47,3	38,6	-	-	-
77	-A: 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	31,0	9,0	140	38	-	72,0	51,3	-	69,7	49,0	-
78	-A: 2525_S*10 5-Z5-A8*2	41,0	11,0	140	135	-	75,1	56,4	47,7	72,4	53,7	45,0
79	-A: 2525_S*11 5-Z5-A12*1	32,0	6,0	160	67	-	72,7	52,3	43,6	68,4	48,1	39,4
-	Gesamt	115,0	26,0	-	-	-	78,8	59,6	49,5	75,3	55,8	46,1

Anlage 5.2: Emissionsberechnungen nach Schall 03 Strecke 2525 und 2550



Zugart Name		Anzahl Züge		Geschwin- digkeit km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]					
		Tag	Nacht				Tag			Nacht		
							0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
Strecke 2525 - Gegenrichtungsgleis		Gleis:		Richtung:				Abschnitt: 2		Km: 1+260		
70	-A: 2525_GZ-V*2 8-A4*1 10-Z5*5 10-Z18*1 10-Z18*6	1,0	-	80	146	-	63,8	51,0	-	-	-	-
76	-A: 2525_RB/RE-E*8 5-Z5-A12*1	10,0	-	160	67	-	65,9	48,3	29,8	-	-	-
77	-A: 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	31,0	9,0	140	38	-	70,2	52,4	-	67,9	50,1	-
78	-A: 2525_S*10 5-Z5-A8*2	41,0	11,0	140	135	-	73,4	57,4	38,9	70,7	54,7	36,2
79	-A: 2525_S*11 5-Z5-A12*1	32,0	6,0	160	67	-	70,9	53,4	34,8	66,7	49,1	30,6
-	Gesamt	115,0	26,0	-	-	-	77,1	60,6	40,7	73,5	56,8	37,3
Strecke 2550 - Richtungsgleis		Gleis:		Richtung:				Abschnitt: 1		Km: 0+000		
47	-A: 2550_GZ-E*3 7-Z5-A4*1 10-Z5*24 10-Z18*6	2,0	2,0	100	715	-	75,7	58,9	33,9	78,7	61,9	36,9
48	-A: 2550_GZ-E*4 7-Z5-A4*1 10-Z5*20 10-Z18*6	-	1,0	100	602	-	-	-	-	74,9	58,6	33,9
49	-A: 2550_GZ-E*5 7-Z5-A4*1 10-Z5*19 10-Z18*6	1,0	-	100	583	-	71,8	55,5	30,9	-	-	-
51	-A: 2550_GZ-E*7 7-Z5-A4*2 10-Z5*19 10-Z18*6	-	1,0	120	602	-	-	-	-	74,9	59,5	36,9
52	-A: 2550_IC-E*8 7-Z5-A4*1 9-Z5*5	5,0	1,0	160	151	-	70,0	56,8	37,9	66,0	52,9	33,9
53	-A: 2550_IC-E*9 7-Z5-A4*1 9-Z5*9	2,0	-	200	257	-	68,2	53,1	33,9	-	-	-
54	-A: 2550_IC-E*10 7-Z5-A4*1 9-Z5*7	1,0	-	200	204	-	64,2	50,0	30,9	-	-	-
68	-A: 2550_ICE*11 3-Z11*1	1,0	-	120	200	-	60,5	44,5	28,9	-	-	-
55	-A: 2550_ICE*12 4-V1*1	2,0	-	230	184	-	63,5	44,2	31,9	-	-	-
56	-A: 2550_ICE*13 1*1 2-V1*7	11,0	-	250	205	-	69,8	60,7	41,3	-	-	-
57	-A: 2550_ICE*14 3-Z9-A28*1	6,0	-	250	200	-	68,9	52,0	36,7	-	-	-
58	-A: 2550_ICE*15 3-Z9-A52*1	6,0	1,0	250	374	-	71,4	52,0	36,7	66,6	47,3	31,9
67	-A: 2250_ICE*16 3-Z11*1	1,0	-	300	200	-	60,5	44,5	28,9	-	-	-
62	-A: 2550_RB/RE-E*20 5-Z5-A12*2	4,0	2,0	140	135	-	67,2	46,5	39,9	67,2	46,5	39,9
63	-A: 2550_RB/RE-E*21 5-Z5-A16*2	15,0	3,0	160	135	-	74,2	52,2	45,6	70,2	48,2	41,7
65	-A: 2550_RB/RE-E*23 5-Z5-A16*1	42,0	6,0	160	67	-	75,7	53,7	47,1	70,2	48,2	41,7
66	-A: 2550_RB/RE-E*24 5-Z5-A10*1 5-Z5-A12*1	16,0	-	160	135	-	72,9	52,5	45,9	-	-	-
-	Gesamt	115,0	17,0	-	-	-	82,9	66,1	52,5	82,3	65,6	47,4
Strecke 2550 - Richtungsgleis		Gleis:		Richtung:				Abschnitt: 2		Km: 0+105		
47	-A: 2550_GZ-E*3 7-Z5-A4*1 10-Z5*24 10-Z18*6	2,0	2,0	100	715	-	73,1	58,2	22,8	76,1	61,2	25,8
48	-A: 2550_GZ-E*4 7-Z5-A4*1 10-Z5*20 10-Z18*6	-	1,0	100	602	-	-	-	-	72,4	57,9	22,8
49	-A: 2550_GZ-E*5 7-Z5-A4*1 10-Z5*19 10-Z18*6	1,0	-	100	583	-	69,2	54,9	19,8	-	-	-
51	-A: 2550_GZ-E*7 7-Z5-A4*2 10-Z5*19 10-Z18*6	-	1,0	120	602	-	-	-	-	72,3	59,5	25,8
52	-A: 2550_IC-E*8 7-Z5-A4*1 9-Z5*5	5,0	1,0	160	151	-	67,5	58,8	26,8	63,5	54,8	22,8
53	-A: 2550_IC-E*9 7-Z5-A4*1 9-Z5*9	2,0	-	200	257	-	65,7	55,1	22,8	-	-	-
54	-A: 2550_IC-E*10 7-Z5-A4*1 9-Z5*7	1,0	-	200	204	-	61,7	52,0	19,8	-	-	-
68	-A: 2550_ICE*11 3-Z11*1	1,0	-	120	200	-	58,6	46,2	17,8	-	-	-
55	-A: 2550_ICE*12 4-V1*1	2,0	-	230	184	-	61,3	45,3	20,8	-	-	-
56	-A: 2550_ICE*13 1*1 2-V1*7	11,0	-	250	205	-	67,4	62,8	30,2	-	-	-
57	-A: 2550_ICE*14 3-Z9-A28*1	6,0	-	250	200	-	66,9	54,0	25,6	-	-	-
58	-A: 2550_ICE*15 3-Z9-A52*1	6,0	1,0	250	374	-	69,1	54,0	25,6	64,4	49,2	20,8
67	-A: 2250_ICE*16 3-Z11*1	1,0	-	300	200	-	58,6	46,2	17,8	-	-	-
62	-A: 2550_RB/RE-E*20 5-Z5-A12*2	4,0	2,0	140	135	-	64,9	47,3	28,8	64,9	47,3	28,8
63	-A: 2550_RB/RE-E*21 5-Z5-A16*2	15,0	3,0	160	135	-	71,8	53,1	34,6	67,8	49,1	30,6
65	-A: 2550_RB/RE-E*23 5-Z5-A16*1	42,0	6,0	160	67	-	73,3	54,5	36,0	67,8	49,1	30,6
66	-A: 2550_RB/RE-E*24 5-Z5-A10*1 5-Z5-A12*1	16,0	-	160	135	-	70,6	53,4	34,8	-	-	-
-	Gesamt	115,0	17,0	-	-	-	80,5	67,4	41,4	79,8	65,4	36,3
Strecke 2550 - Richtungsgleis		Gleis:		Richtung:				Abschnitt: 3		Km: 0+639		
47	-A: 2550_GZ-E*3 7-Z5-A4*1 10-Z5*24 10-Z18*6	2,0	2,0	100	715	-	73,1	58,2	22,8	76,1	61,2	25,8
48	-A: 2550_GZ-E*4 7-Z5-A4*1 10-Z5*20 10-Z18*6	-	1,0	100	602	-	-	-	-	72,4	57,9	22,8
49	-A: 2550_GZ-E*5 7-Z5-A4*1 10-Z5*19 10-Z18*6	1,0	-	100	583	-	69,2	54,9	19,8	-	-	-
51	-A: 2550_GZ-E*7 7-Z5-A4*2 10-Z5*19 10-Z18*6	-	1,0	120	602	-	-	-	-	72,3	59,5	25,8
52	-A: 2550_IC-E*8 7-Z5-A4*1 9-Z5*5	5,0	1,0	160	151	-	67,5	58,8	26,8	63,5	54,8	22,8
53	-A: 2550_IC-E*9 7-Z5-A4*1 9-Z5*9	2,0	-	200	257	-	65,7	55,1	22,8	-	-	-
54	-A: 2550_IC-E*10 7-Z5-A4*1 9-Z5*7	1,0	-	200	204	-	61,7	52,0	19,8	-	-	-
68	-A: 2550_ICE*11 3-Z11*1	1,0	-	120	200	-	58,6	46,2	17,8	-	-	-
55	-A: 2550_ICE*12 4-V1*1	2,0	-	230	184	-	61,3	45,3	20,8	-	-	-
56	-A: 2550_ICE*13 1*1 2-V1*7	11,0	-	250	205	-	67,4	62,8	30,2	-	-	-
57	-A: 2550_ICE*14 3-Z9-A28*1	6,0	-	250	200	-	66,9	54,0	25,6	-	-	-
58	-A: 2550_ICE*15 3-Z9-A52*1	6,0	1,0	250	374	-	69,1	54,0	25,6	64,4	49,2	20,8
67	-A: 2250_ICE*16 3-Z11*1	1,0	-	300	200	-	58,6	46,2	17,8	-	-	-
62	-A: 2550_RB/RE-E*20 5-Z5-A12*2	4,0	2,0	140	135	-	64,9	47,3	28,8	64,9	47,3	28,8
63	-A: 2550_RB/RE-E*21 5-Z5-A16*2	15,0	3,0	160	135	-	71,8	53,1	34,6	67,8	49,1	30,6
65	-A: 2550_RB/RE-E*23 5-Z5-A16*1	42,0	6,0	160	67	-	73,3	54,5	36,0	67,8	49,1	30,6
66	-A: 2550_RB/RE-E*24 5-Z5-A10*1 5-Z5-A12*1	16,0	-	160	135	-	70,6	53,4	34,8	-	-	-
-	Gesamt	115,0	17,0	-	-	-	80,5	67,4	41,4	79,8	65,4	36,3

Anlage 5.2: Emissionsberechnungen nach Schall 03 Strecke 2525 und 2550



Zugart Name		Anzahl Züge		Geschwin- digkeit km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]					
		Tag	Nacht				Tag			Nacht		
							0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
Strecke 2550 - Richtungsgleis		Gleis:		Richtung:		Abschnitt: 4			Km: 1+009			
47	-A: 2550_GZ-E*3 7-Z5-A4*1 10-Z5*24 10-Z18*6	2,0	2,0	100	715	-	75,7	58,9	33,9	78,7	61,9	36,9
48	-A: 2550_GZ-E*4 7-Z5-A4*1 10-Z5*20 10-Z18*5	-	1,0	100	602	-	-	-	-	74,9	58,6	33,9
49	-A: 2550_GZ-E*5 7-Z5-A4*1 10-Z5*19 10-Z18*5	1,0	-	100	583	-	71,8	55,5	30,9	-	-	-
51	-A: 2550_GZ-E*7 7-Z5-A4*2 10-Z5*19 10-Z18*5	-	1,0	120	602	-	-	-	-	74,9	59,5	36,9
52	-A: 2550_IC-E*8 7-Z5-A4*1 9-Z5*5	5,0	1,0	160	151	-	70,0	56,8	37,9	66,0	52,9	33,9
53	-A: 2550_IC-E*9 7-Z5-A4*1 9-Z5*9	2,0	-	200	257	-	68,2	53,1	33,9	-	-	-
54	-A: 2550_IC-E*10 7-Z5-A4*1 9-Z5*7	1,0	-	200	204	-	64,2	50,0	30,9	-	-	-
68	-A: 2550_IC-E*11 3-Z11*1	1,0	-	120	200	-	60,5	44,5	28,9	-	-	-
55	-A: 2550_IC-E*12 4-V1*1	2,0	-	230	184	-	63,5	44,2	31,9	-	-	-
56	-A: 2550_IC-E*13 1*1 2-V1*7	11,0	-	250	205	-	69,8	60,7	41,3	-	-	-
57	-A: 2550_IC-E*14 3-Z9-A28*1	6,0	-	250	200	-	68,9	52,0	36,7	-	-	-
58	-A: 2550_IC-E*15 3-Z9-A52*1	6,0	1,0	250	374	-	71,4	52,0	36,7	66,6	47,3	31,9
67	-A: 2250_IC-E*16 3-Z11*1	1,0	-	300	200	-	60,5	44,5	28,9	-	-	-
62	-A: 2550_RB/RE-E*20 5-Z5-A12*2	4,0	2,0	140	135	-	67,2	46,5	39,9	67,2	46,5	39,9
63	-A: 2550_RB/RE-E*21 5-Z5-A16*2	15,0	3,0	160	135	-	74,2	52,2	45,6	70,2	48,2	41,7
65	-A: 2550_RB/RE-E*23 5-Z5-A16*1	42,0	6,0	160	67	-	75,7	53,7	47,1	70,2	48,2	41,7
66	-A: 2550_RB/RE-E*24 5-Z5-A10*1 5-Z5-A12*1	16,0	-	160	135	-	72,9	52,5	45,9	-	-	-
-	Gesamt	115,0	17,0	-	-	-	82,9	66,1	52,5	82,3	65,6	47,4
Strecke 2525 - Richtungsgleis		Gleis:		Richtung:		Abschnitt: 1			Km: 0+000			
69	-A: 2525_GZ-V*1 8-A4*1 10-Z5*12 10-Z18*3 10	1,0	-	80	372	-	67,7	53,7	-	-	-	-
71	-A: 2525_GZ-V*3 8-A4*1 10-Z5*7 10-Z18*2 10	1,0	-	100	221	-	65,5	51,7	-	-	-	-
70	-A: 2525_GZ-V*2 8-A4*1 10-Z5*5 10-Z18*1 10	1,0	-	100	146	-	63,8	51,0	-	-	-	-
72	-A: 2525_LZ-E*4 7-Z5-A4*1	-	1,0	120	19	-	-	-	-	55,5	54,5	22,8
74	-A: 2525_LZ-V*6 8-A4*1	1,0	-	100	15	-	58,0	50,3	-	-	-	-
75	-A: 2525_LZ-V*7 8-A4*1 9-Z5*1	1,0	-	100	41	-	59,1	50,4	-	-	-	-
77	-A: 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	42,0	8,0	140	38	-	71,6	53,8	-	67,4	49,6	-
77	-A: 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	1,0	-	140	38	-	55,3	37,5	-	-	-	-
78	-A: 2525_S*10 5-Z5-A8*2	41,0	11,0	140	135	-	73,4	57,4	38,9	70,7	54,7	36,2
79	-A: 2525_S*11 5-Z5-A12*1	32,0	7,0	160	67	-	70,9	53,4	34,8	67,3	49,8	31,2
-	Gesamt	121,0	27,0	-	-	-	78,0	62,4	40,3	73,6	58,8	37,6
Strecke 2525 - Richtungsgleis		Gleis:		Richtung:		Abschnitt: 1			Km: 0+000			
69	-A: 2525_GZ-V*1 8-A4*1 10-Z5*12 10-Z18*3 10	1,0	-	80	372	-	67,7	53,7	-	-	-	-
70	-A: 2525_GZ-V*2 8-A4*1 10-Z5*5 10-Z18*1 10	1,0	-	100	146	-	63,8	51,0	-	-	-	-
71	-A: 2525_GZ-V*3 8-A4*1 10-Z5*7 10-Z18*2 10	1,0	-	100	221	-	65,5	51,7	-	-	-	-
72	-A: 2525_LZ-E*4 7-Z5-A4*1	1,0	-	120	19	-	52,5	51,4	19,8	-	-	-
73	-A: 2525_LZ-E*5 7-Z5-A4*1	-	1,0	140	19	-	-	-	-	55,5	54,5	22,8
74	-A: 2525_LZ-V*6 8-A4*1	1,0	-	100	15	-	58,0	50,3	-	-	-	-
75	-A: 2525_LZ-V*7 8-A4*1 9-Z5*1	1,0	-	100	41	-	59,1	50,4	-	-	-	-
76	-A: 2525_RB/RE-E*8 5-Z5-A12*1	10,0	-	160	67	-	65,9	48,3	29,8	-	-	-
77	-A: 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	32,0	9,0	140	38	-	70,4	52,6	-	67,9	50,1	-
78	-A: 2525_S*10 5-Z5-A8*2	42,0	11,0	140	135	-	73,5	57,5	39,0	70,7	54,7	36,2
79	-A: 2525_S*11 5-Z5-A12*1	32,0	7,0	160	67	-	70,9	53,4	34,8	67,3	49,8	31,2
-	Gesamt	122,0	28,0	-	-	-	78,0	62,8	40,8	73,8	58,9	37,6
Strecke 2525 - Richtungsgleis		Gleis:		Richtung:		Abschnitt: 2			Km: 0+003			
69	-A: 2525_GZ-V*1 8-A4*1 10-Z5*12 10-Z18*3 10	1,0	-	80	372	-	67,7	53,7	-	-	-	-
70	-A: 2525_GZ-V*2 8-A4*1 10-Z5*5 10-Z18*1 10	1,0	-	100	146	-	63,8	51,0	-	-	-	-
71	-A: 2525_GZ-V*3 8-A4*1 10-Z5*7 10-Z18*2 10	1,0	-	100	221	-	65,5	51,7	-	-	-	-
72	-A: 2525_LZ-E*4 7-Z5-A4*1	1,0	-	120	19	-	52,5	51,4	19,8	-	-	-
73	-A: 2525_LZ-E*5 7-Z5-A4*1	-	1,0	140	19	-	-	-	-	55,5	54,5	22,8
74	-A: 2525_LZ-V*6 8-A4*1	1,0	-	100	15	-	58,0	50,3	-	-	-	-
75	-A: 2525_LZ-V*7 8-A4*1 9-Z5*1	1,0	-	100	41	-	59,1	50,4	-	-	-	-
76	-A: 2525_RB/RE-E*8 5-Z5-A12*1	10,0	-	160	67	-	65,9	48,3	29,8	-	-	-
77	-A: 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	32,0	9,0	140	38	-	70,4	52,6	-	67,9	50,1	-
78	-A: 2525_S*10 5-Z5-A8*2	41,0	11,0	140	135	-	73,4	57,4	38,9	70,7	54,7	36,2
79	-A: 2525_S*11 5-Z5-A12*1	32,0	7,0	160	67	-	70,9	53,4	34,8	67,3	49,8	31,2
-	Gesamt	121,0	28,0	-	-	-	78,0	62,8	40,7	73,8	58,9	37,6

Anlage 5.2: Emissionsberechnungen nach Schall 03 Strecke 2525 und 2550



Zugart Name		Anzahl Züge		Geschwin- digkeit km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]					
		Tag	Nacht				Tag			Nacht		
							0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
Strecke 2525 - Richtungsgleis		Gleis:		Richtung:			Abschnitt: 3			Km: 0+638		
69	-A : 2525_GZ-V*1 8-A4*1 10-Z5*12 10-Z18*3 10-Z18*1	1,0	-	80	372	-	69,1	53,9	-	-	-	-
70	-A : 2525_GZ-V*2 8-A4*1 10-Z5*5 10-Z18*1 10-Z18*1	1,0	-	100	146	-	65,8	50,1	-	-	-	-
71	-A : 2525_GZ-V*3 8-A4*1 10-Z5*7 10-Z18*2 10-Z18*1	1,0	-	100	221	-	67,5	51,2	-	-	-	-
72	-A : 2525_LZ-E*4 7-Z5-A4*1	1,0	-	120	19	-	54,1	49,8	28,6	-	-	-
73	-A : 2525_LZ-E*5 7-Z5-A4*1	-	1,0	140	19	-	-	-	-	57,1	52,8	31,6
74	-A : 2525_LZ-V*6 8-A4*1	1,0	-	100	15	-	60,1	48,6	-	-	-	-
75	-A : 2525_LZ-V*7 8-A4*1 9-Z5*1	1,0	-	100	41	-	61,2	48,8	-	-	-	-
76	-A : 2525_RB/RE-E*8 5-Z5-A12*1	10,0	-	160	67	-	67,6	47,3	38,6	-	-	-
77	-A : 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	32,0	9,0	140	38	-	72,2	51,5	-	69,7	49,0	-
78	-A : 2525_S*10 5-Z5-A8*2	41,0	11,0	140	135	-	75,1	56,4	47,7	72,4	53,7	45,0
79	-A : 2525_S*11 5-Z5-A12*1	32,0	7,0	160	67	-	72,7	52,3	43,6	69,1	48,7	40,0
-	Gesamt	121,0	28,0	-	-	-	79,7	61,8	49,6	75,5	57,6	46,4
Strecke 2525 - Gegenrichtungsgleis		Gleis:		Richtung:			Abschnitt: 1			Km: 0+000		
70	-A : 2525_GZ-V*2 8-A4*1 10-Z5*5 10-Z18*1 10-Z18*1	1,0	-	100	146	-	63,8	51,0	-	-	-	-
77	-A : 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	41,0	7,0	140	38	-	71,5	53,6	-	66,8	49,0	-
77	-A : 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	1,0	-	140	38	-	55,3	37,5	-	-	-	-
78	-A : 2525_S*10 5-Z5-A8*2	41,0	10,0	140	135	-	73,4	57,4	38,9	70,3	54,3	35,8
79	-A : 2525_S*11 5-Z5-A12*1	32,0	7,0	160	67	-	70,9	53,4	34,8	67,3	49,8	31,2
-	Gesamt	116,0	24,0	-	-	-	77,1	60,6	40,3	73,2	56,5	37,1
Strecke 2525 - Gegenrichtungsgleis		Gleis:		Richtung:			Abschnitt: 2			Km: 0+460		
70	-A : 2525_GZ-V*2 8-A4*1 10-Z5*5 10-Z18*1 10-Z18*1	1,0	-	100	146	-	65,2	50,3	-	-	-	-
77	-A : 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	41,0	7,0	140	38	-	72,6	52,8	-	68,0	48,1	-
77	-A : 2525_RB/RE-V*9 6-A6*1	1,0	-	140	38	-	56,5	36,7	-	-	-	-
78	-A : 2525_S*10 5-Z5-A8*2	41,0	10,0	140	135	-	74,5	56,5	45,2	71,4	53,4	42,0
79	-A : 2525_S*11 5-Z5-A12*1	32,0	7,0	160	67	-	72,1	52,5	41,1	68,5	48,9	37,5
-	Gesamt	116,0	24,0	-	-	-	78,2	59,7	46,6	74,4	55,6	43,3

Anlage 6.1: Ergebnisse Immissionsberechnung gemäß DIN 4150-3
Wohngebäude, Hydraulikhammer (E = 13,71 kNm)

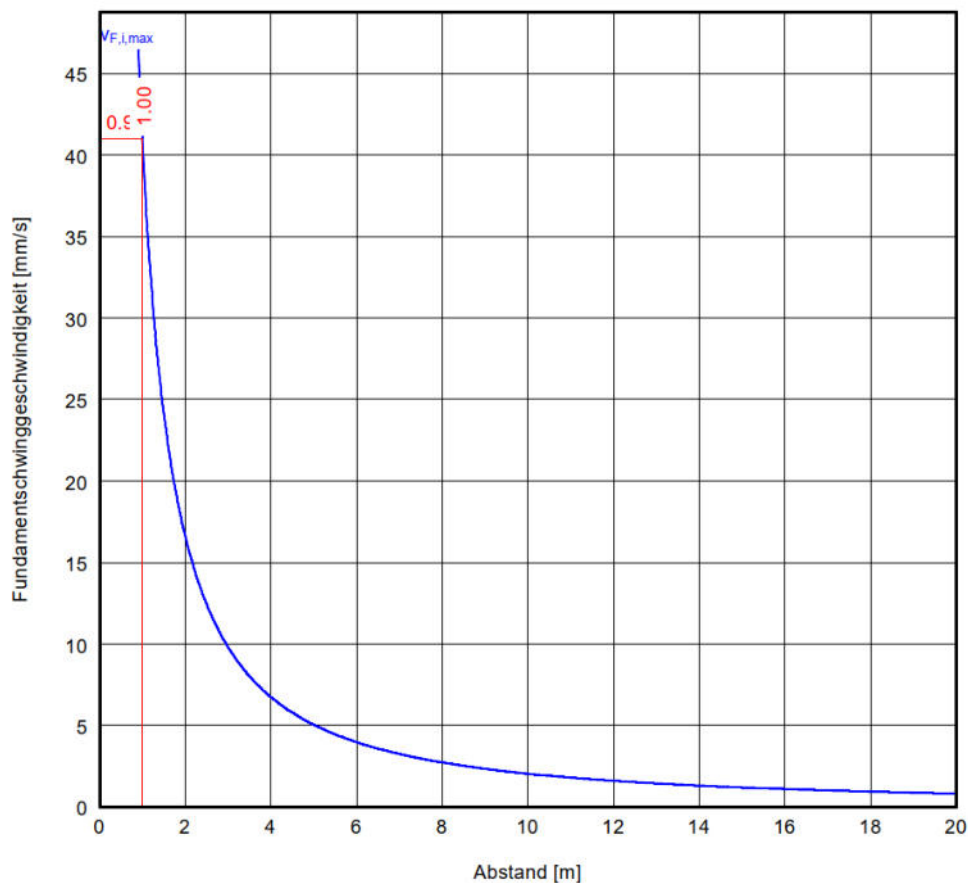


Hydraulikhammer
Besonders empfindliche Gebäude
Boden: bindige Böden
Boden ist weich bzw. locker
Abstand zum Gebäude r [m]: 1.00

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

Ergebnisse
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 2940.67
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$
Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\text{max}}$ [mm/s] = 40.99

Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 61.48
Zulässiger Wert [mm/s] = 2,50
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 61.48
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00



Vibrationsplatte
Ungünstige Werte (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Wohngebäude
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 [kJ·m] = 0.07
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [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] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 0.54
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00

