

Baulärm- und Erschütterungsprognose zur Erneuerung des Haltepunk- tes (HP) Hervest-Dorsten Strecke 2236, Stations-km 20,5

Bericht VL 9143-6.2 vom 15.08.2025

Auftraggeber: DB InfraGO AG
Bahnhofsmanagement Münster
Berliner Platz 25
48143 Münster (Westf.)

Bericht-Nr.: VL 9143-6.2

Datum: 15.08.2025

Ansprechpartner/in: Herr Şen

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 72 Seiten,
davon 52 Seiten Text und 20 Seiten Anlagen.



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

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Borussiastraße 112
44149 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Pestalozzistraße 3
10625 Berlin
Tel. +49 30 92 100 87 00
Fax +49 30 92 100 87 29
berlin@peutz.de

Fürther Straße 27
90429 Nürnberg
Tel. +49 911 477 576 60
Fax +49 911 477 576 70
nuernberg@peutz.de

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

Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSEDDXXX

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Eindhoven, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B

peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	5
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	6
3	Beurteilungsgrundlagen.....	9
3.1	Baulärm.....	9
3.1.1	AVV Baulärm.....	9
3.1.2	Landes-Immissionsschutzgesetz (LlmschG).....	10
3.1.3	Zusätzliche Bewertungsaspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen...10	
3.1.4	Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen.....	14
3.2	Erschütterungen.....	15
3.2.1	Allgemeines.....	15
3.2.2	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.....	16
3.2.3	Einwirkungen auf bauliche Anlagen.....	19
4	Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung.....	24
4.1	Beschreibung der Gebietsnutzungen.....	24
4.2	Beschreibung des Bauablaufs.....	24
5	Schalltechnische Berechnungen zum Baulärm.....	26
5.1	Allgemeine Vorgehensweise.....	26
5.2	Emissionen der Baumaschinen und Geräte.....	26
5.3	Vorbelastung durch Verkehrslärm.....	29
5.4	Allgemeine Vorgehensweise bei den Immissionsberechnungen.....	30
5.5	Ergebnisse der Immissionsberechnung.....	30
5.5.1	Bauphase 1: Baustelleneinrichtung – Dauer: ca. 3 Wochen.....	31
5.5.2	Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken – Dauer: ca. 10 Tage – Sperrpause.....	32
5.5.3	Bauphase 3: Rück- und Neubau Personenunterführung (PU) – Dauer: ca. 6 Monate.....	32
5.5.4	Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig – Dauer: ca. 7 Wochen – Sperrpause.....	33
5.5.5	Bauphase 5: Rückbau BE-Fläche – Dauer: ca. 3 Wochen.....	33
5.6	Interpretation der Ergebnisse.....	34
5.7	Lärmschutzmaßnahmen.....	34
6	Erschütterungstechnische Betrachtungen.....	37
6.1	Vorbemerkungen.....	37
6.2	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen.....	39

6.2.1	Abbrucharbeiten mit Bagger mit Anbaumeißel.....	40
6.2.2	Verbauarbeiten mit Vibrationsramme.....	40
6.3	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden.....	41
6.3.1	Abbrucharbeiten mit Bagger mit Anbaumeißel.....	44
6.3.2	Verbauarbeiten mit Vibrationsramme.....	45
6.4	Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen.....	47
7	Zusammenfassung.....	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm.....	9
Tabelle 3.2:	Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm.....	9
Tabelle 3.3:	Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 2, für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen zum Tageszeitraum.....	18
Tabelle 3.4:	Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1.....	18
Tabelle 3.5:	Zusammenhang bewertete Schwingstärke und subjektive Wahrnehmung [16].	19
Tabelle 3.6:	Zusammengefasste Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von Erschütterungen auf Bauwerke gemäß den Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [10] für kurzzeitige und Dauererschütterungen.....	21
Tabelle 3.7:	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf die Auskleidung von unterirdischen Hohlräumen.....	22
Tabelle 4.1:	Darstellung der verwendeten Baumaschinen je schalltechnisch relevanter Bauphase.....	25
Tabelle 5.1:	Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Bauphase Baustelleneinrichtung..	27
Tabelle 5.2:	Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Bauphase Einbau Hilfsbrücken.....	28
Tabelle 5.3:	Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Bauphase Rück- und Neubau Personenunterführung.....	28
Tabelle 5.4:	Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Bauphase Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig.....	29
Tabelle 5.5:	Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Bauphase Rückbau BE-Fläche.....	29
Tabelle 6.1:	Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose.....	38
Tabelle 6.2:	Entfernung zwischen Baumaschine und Gebäude.....	39

Tabelle 6.3: Anhaltswerte für die Konstante c_F für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen, Tabelle 3 der DIN 4150, Teil 2.....	42
Tabelle 6.4: Eigenfrequenzen von Decken.....	43
Tabelle 6.5: Erschütterungsimmissionen für das nächstgelegene Gebäude ohne Resonanzfall.....	45
Tabelle 6.6: Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude ohne Resonanzfall.....	46

Abbildungsverzeichnis

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

1 Situation und Aufgabenstellung

Die DB InfraGO AG plant eine Erneuerung des Haltepunktes (HP) Hervest-Dorsten, an der Strecke 2236 bei km 20,5. Die Strecke 2236 verläuft zwischen Gelsenkirchen-Bismarck und Borken (Westf.).

In der vorliegenden Untersuchung werden die zu erwartenden Baulärmimmissionen im Einwirkungsbereich der Baumaßnahme für die einzelnen Bauphasen mit einer Ausbreitungsrechnung gemäß der DIN ISO 9613-2 [5] ermittelt und auf Grundlage der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) [4] und der aktuellen Rechtsprechung beurteilt.

Für die Berechnungen werden in Absprache mit dem Auftraggeber fünf schalltechnisch relevante Bauphasen betrachtet. Diese werden in der folgend dargestellten Reihenfolge untersucht:

- 1) Baustelleneinrichtung,
- 2) Einbau Hilfsbrücken,
- 3) Rück- und Neubau Personenunterführung (PU),
- 4) Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig,
- 5) Rückbau BE-Fläche.

Bei Überschreitungen der zulässigen Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm sind mögliche Maßnahmen zur Lärminderung vorzuschlagen.

Weiterhin sind Aussagen zu den von der Baumaßnahme ausgehenden Erschütterungen innerhalb der Bauzeit zu tätigen. Es werden hierbei die in dem nächstgelegenen Gebäude durch die Baumaßnahmen entstehenden Erschütterungen prognostiziert und anhand der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 [9] und Teil 3 [10] beurteilt.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1]	BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	G	Aktuelle Fassung
[2]	24. BImSchV 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung	V	04.02.1997
[3]	32. BImSchV 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung	V	2002
[4]	AVV Baulärm Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, Geräuschimmissionen	VV	1970
[5]	DIN ISO 9613, Teil 2	N	1999
[6]	DIN 45 669, Teil 1	N	2001
[7]	DIN 45 669, Teil 2	N	Juni 2005
[8]	DIN 4150, Teil 1	N	2001
[9]	DIN 4150, Teil 2	N	1999
[10]	DIN 4150, Teil 3	N	2016
[11]	Schall 03 Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen	RIL	in Kraft getreten am 01.01.2015
[12]	VDI 2719	RIL	1987

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[13]	Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen	Hessisches Landesamt für Umwelt, Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 247	Lit. 1998
[14]	Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 2	Lit. 2004
[15]	Standardleistungsbuch für das Bauwesen, Regional-Leistungsbereich 898, Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen	Umweltbundesamt Berlin,	Lit. Ausgabe April 1996
[16]	Taschenbuch der technischen Akustik	G. Müller; M. Möser	Lit. 2004
[17]	Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten	Institut für Bauvorschung e.V. Hannover	Lit. 2006
[18]	Expertensystem für Lärm- und Erschütterungsprognosen beim Einbringen von Spundbohlen	K. Funk, Mitteilungen des Curt-Risch-Institutes für Dynamik, Schall- und Messtechnik der Universität Hannover	Lit. 1996
[19]	Urteil zu Baulärmimmissionen des 7. Senats des BVerwG	BVerwG 7 A 24.11	Lit. 10.07.2012
[20]	Urteil zu Verhältnismäßigkeit von Schutzvorkehrungen gegen Baulärm bei Arbeiten an einer Bahnstrecke des OVG Rheinland-Pfalz	OVG Rheinland-Pfalz 8 C 11694/17	Lit. 10.10.2018
[21]	Verfügung zum Umgang mit bauzeitlichem Lärm in der Planfeststellung	Eisenbahn-Bundesamt	V 19.09.2016
[22]	Verfügung zur Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm	Eisenbahn-Bundesamt	Lit. 12.01.2021
[23]	Anlage 1 zur Verfügung Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm	Eisenbahn-Bundesamt	Lit. 12.01.2021
[24]	Geodaten (DGM, LoD1)	Interministerieller Ausschuss zum Aufbau der Geodateninfrastruktur in NRW (IMA GDI.NRW)	P Januar 2024
[25]	Umgebungslärmkartierung	Geoportal Eisenbahn-Bundesamt	P Januar 2024
[26]	Flächennutzungsplan	Onlineauskunft der Stadt Dorsten	P Januar 2023
[27]	Planungsunterlagen zum Bauvorhaben	Zur Verfügung gestellt vom Auftraggeber	P Dezember 2023

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, 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
Kurzegebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	SOK	45	35

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

Tabelle 3.2: Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm

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

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

Aufgrund des Alters der AVV Baulärm (1970), ist bei der Beurteilung von Baulärmimmissionen, auch stets die aktuelle Rechtsprechung und die sich daraus ergebenden Aspekte bei der Beurteilung von Baulärmimmissionen zu berücksichtigen.

3.1.2 Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG)

Die jeweiligen Landesimmissionsschutzgesetze regeln meist ergänzend oder zusätzlich Lärmeinwirkungen über das Bundesimmissionsschutzgesetz, in der die AVV Baulärm eingebettet ist. In der Regel wird in den Landesimmissionsschutzgesetzen 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, die dem öffentlichen Wohl dienen. Der Erhalt der Infrastruktur sollte dem öffentlichen Wohl dienen und 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 Bewertungsaspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen

Innenpegel

Ab wann noch eine nachteilige Wirkung durch Baulärm für Betroffene vorliegt ist nicht eindeutig bestimmt. Aus der Rechtsprechung [19] und anderen Regelungen zum Thema Lärm z.B. der 24. BImSchV [2] oder der VDI 2719 [12] lassen sich jedoch „Zumutbarkeitsschwellen“ ableiten. So lassen sich zusammenfassend aus diesen Regelwerken und der Rechtsprechung Innenraumpegel ableiten, 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

- 30 dB(A) für Schlafräume nachts

Im Rahmen einer Prognoseberechnung zu Baulärmimmissionen ist es nur möglich flächen-deckend die Immissionen gemäß AVV Baulärm 0,5 m vor einem Fenster zu einer schutzbe-dürftigen 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 ste-hen und organisatorische Maßnahmen ausgeschöpft sind, kann das Ergebnis einer Abwä-gung auch sein, Anwohnern für eine begrenzte Zeit zuzumuten, Fenster geschlossen zu hal-ten, sofern dann auch ausreichend niedrige Innenpegel vorliegen [20]. Innerhalb des Tages-zeitraumes 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 Ta-geszeitraum. 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 (z.B. Außenluftdurchlässe oder Lüftungsanlagen) vorhanden sind.

Es lassen sich überschlägig für gängige Wohnraumabmessungen im Wohnungsbau Beurtei-lungspegel vor den Fenstern ableiten, welche in der Regel zu den oben aufgeführten Innen-raumpegeln führen werden. Zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 40 dB(A) im Tages-zeitraum reichen standard-isolierverglaste Fenster mit einem Schalldämmmaß von $R_{w,R} \geq 32$ dB aus, wenn ein Außenlärmpegel von 70 dB(A) nicht überschritten wird [20]. Ent-sprechend reichen zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 30 dB(A) im Nachtzeitraum standard-isolierverglaste Fenster mit einem Schalldämmmaß von $R_{w,R} \geq 32$ dB aus, wenn ein Außenlärmpegel von 60 dB(A) nicht überschritten wird [20]. Bei zur Nachtlüftung notwendi-gen, gekippten Fenstern dürfte ein Außenlärmpegel von ca. 45 dB(A) nicht überschritten werden, um einen Innenraumpegel von 30 dB(A) nicht zu überschreiten.

Vorbelastung:

Generell ist als erstes Ziel für den Baulärm die Einhaltung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm vorgesehen. Das Bundesverwaltungsgericht urteilte in seinem Urteil zu Baulärmim-missionen zum Bau der sogenannten Kanzler-U-Bahn in Berlin entlang der Friedrichstraße [19], dass neben der Einhaltung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in einem inner-städtischen Bereich oder Bereichen, in denen weitere prägnante Lärmeinflüsse durch z.B. Verkehr, Gewerbe oder anderen Lärmquellen vorherrschen, diese mit bei der Beurteilung der Baulärmimmissionen zu berücksichtigen sind. Das Urteil beinhaltet auch Aussagen dazu, dass neben den Beurteilungspegeln 0,5 m vor offenbaren Fenstern zu schutzbedürftigen Raumnutzungen, der Innenraumpegel (s. oben) ein weiteres Schutzziel sein kann.

Genaue Vorgaben, wie die Bewertung von Hintergrundgeräuschen im Zusammenhang mit Baulärm zu geschehen hat, lässt das Urteil [19] offen. Im Urteil wurde jedoch nicht beanstandet, dass bei Vorliegen von Verkehrslärmimmissionen, welche für die örtliche Umgebungen typisch sind und nicht explizit während der Bautätigkeit auch vorzuliegen haben, die Baulärmimmissionen zu relativieren sind. Somit sind auch Überschreitungen von Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm nicht zu beanstanden, wenn diese nicht relevant zu einer Erhöhung der Gesamtgeräuschbelastung am betrachteten Immissionsort beitragen.

Eine Überdeckung des Baulärms durch die Vorbelastung liegt rechnerisch vor, wenn die Vorbelastung mindestens 10 dB höher ist als die Baulärmimmissionen. Dies ist dadurch herzu-leiten, dass bei der Addition von kaufmännischen gerundeten Schallpegeln die sich um mindestens 10 dB unterscheiden keine Erhöhung des höheren Schalldruckpegels ergibt. So ist z.B. $70 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 70 \text{ dB}$. Weiterhin werden gleiche Geräusche, die 10 dB leiser oder lauter sind als halb so leise oder doppelt so laut vom menschlichen Gehör wahrgenommen. So-mit 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 (Zeit-verlauf, Frequenz ...) aufweisen würden.

Eine rechnerische Erhöhung der Gesamtgeräuschbelastung durch den Baulärm liegt eben-falls nicht vor, wenn die ermittelten Maximalpegel (kurzzeitige Geräuschspitzen) des Bau-lärms 10 dB unterhalb des Maximalpegels der üblicherweise vorherrschenden Vorbelastung liegen. Die Maximalpegel der Vorbelastung durch Schienenverkehr sind dabei von der An-zahl der Zugvorbeifahrten auf der vorbelastenden Strecke abhängig und können in der Re-gel so angesetzt werden, dass der Maximalpegel (im zu betrachtenden Nachtzeitraum) etwa 10 dB über dem berechneten Beurteilungspegel des Schienenverkehrslärms liegt.

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

In Ergänzung zur Verfügung über den Umgang mit bauzeitlichem Lärm in der Planfeststel-lung vom 19.09.2016 gilt seit 12.01.2021 die Verfügung zur Überschreitung der Immissions-richtwerte nach AVV Baulärm [22]. Darin wird die Wahl des Zulassungsverfahrens sowie die Einordnung möglicher Umweltauswirkungen beschrieben. Dies soll zur besseren baubetrieb-lichen 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 Immissions-richtwerte [23] gilt nicht jede Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm als unzumutbar. Demnach kann es in konkreten Einzelfällen dazu kommen, dass der Immissi-onsrichtwert 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 [4] 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
- die Dauer der gesamten Baumaßnahme 90 Tage nicht überschreitet

Die Beschränkung der Baumaßnahme auf maximal 90 Tage soll dazu beitragen, dass sich die Überschreitungen im Rahmen des zumutbaren halten, welche sich aus einer Kombination von Überschreitungen im Tages- und Nachtzeitraum ergeben können.

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 [23]. 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] unter Punkt 2. b) Der Tatbestand der Nummer 5.2.2 der AVV Baulärm heißt es:

„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 baubedingten Schallimmissionen (Baulärm) rechnerisch untersuchte und bewertete Schutzmaßnahmen zur Umsetzung des Vermeidungs- und Minimierungsgebots aufgreift, eine Fortschreibung des so entstehenden Schallschutzkonzeptes vorsieht und die Verhältnismäßigkeit der erforderlichen Schutzmaßnahmen gewährleistet.“

3.1.4 Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen

Maßnahmen zur Minderung der Baustellengeräusche sollen gemäß aktueller Rechtsprechung 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 –verfahren
- 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 Bau-
lärm 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.

3.2 Erschütterungen

3.2.1 Allgemeines

Die während einer Erschütterungsimmissionsmessung erfasste und registrierte Messgröße ist die Schwingschnelle $v(t)$ in mm/s (das Schnellesignal). Diese Größe ist gemäß DIN 4150, Teil 3 [10] ohne jegliche Zeit- und Frequenzbewertung zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude heranzuziehen.

Entsprechend der DIN 4150, Teil 2 [9] 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 [6] in Form der sogenannten "KB-Bewertung".

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

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

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

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

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

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

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} sowie, 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 [9] 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 denen 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 höhere Anhaltswerte als bei einer Beurteilung von gewerblich oderverkehrlich induzierten Erschütterungen gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2. Die für Baumaß-

namen anzuwendenden Anhaltswerte liegen dabei deutlich über den ansonsten anzuwendenden Beurteilungswerten.

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 nicht weiter nach Gebietseinstufungen unterschieden. Für besonders schützenswerte Gebäude wie z. B. Krankenhäuser sind die folgenden 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.

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.

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

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

*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A_o = 6.

Hierbei sind je nach Dauer der Baumaßnahme und Grad der Anwohnerinformation drei unterschiedliche Anhaltswerte A_u, A_o und A_r angegeben. Für Einwirkzeiträume zwischen 1 bis 6 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 [9].

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

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

Einwirkungsgrad		A _u		A _o		A _r	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1	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	0,15	0,1	3	0,2	0,07	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 $A_0 \geq KB_{Fmax} \geq A_u$ 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.

Im Fall der hier zu untersuchenden Baumaßnahme ist geplant, die Anwohner schriftlich zu informieren. Somit sind die während der Bautätigkeiten auftretenden Erschütterungsimmissionen nach den Spalten 1 bis 9 für die Stufe II gemäß Tabelle 3.3 je nach Dauer der Baumaßnahme zu beurteilen.

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

Tabelle 3.5: Zusammenhang bewertete Schwingstärke und subjektive Wahrnehmung [16]

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

3.2.3 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Zum Schutz nahe gelegener Gebäude vor Schäden während der Bauarbeiten sind die Anhaltswerte gemäß DIN 4150 Teil 3 [10] 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.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne der DIN 4150-3 ist 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 [10], 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 [10], jeweils Zeile 1 beurteilt, stellen leichte Schäden keine Minderung des Gebrauchswertes dar.

Unter der besonderen Erschütterungsempfindlichkeit gemäß den Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [10], jeweils Zeile 3 wird die Eigenschaft eines Bauwerkes verstanden, dass bereits geringe Erschütterungen leichte Schäden hervorrufen können.

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 kurzzeitige Erschütterungen nicht zutrifft.

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.

In der nachfolgenden Tabelle 3.6 sind die in der Tabelle 1 für kurzzeitige Erschütterungen und Tabelle 4 für Dauererschütterungen der DIN 4150, Teil 3 [10] angegebenen Anhaltswerte zusammengefasst dargestellt.

Bei Einhaltung der Anhaltswerte der Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [10], jeweils Zeile 1 können in diesen Gebäuden leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.

Tabelle 3.6: Zusammengefasste Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von Erschütterungen auf Bauwerke gemäß den Tabellen 1 und 4 der DIN 4150, Teil 3 [10] für kurzzeitige und Dauererschütterungen

Anhaltswerte für $v_{i,max}$ in mm/s zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen und Dauererschütterungen auf Gebäude								
Zeile / Spalte	Gebäudeart	Kurzzeitige Erschütterungen			Dauererschütterungen			
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$ Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken vertikal, $i = z$	Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken vertikal, $i = z$
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz ^a	alle Frequenzen		alle Frequenzen	
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 – 40	40 – 50	40	20	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 – 15	15 – 20	15	20	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 – 8	8 – 10	8	20 ^b	2,5	10 ^b
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 bis 5 und 7 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden								

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

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

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.

Beurteilung von massiven Bauteilen und unterirdischen Bauwerken

Für Ingenieurbauwerke in massiver Bauweise (z. B. Stahlbetonbauteile für Widerlager, Blockfundamente) gilt als Anhaltswert 80 mm/s, sofern keine Gefahren aus bodenmechanischen Vorgängen (Setzungen) entstehen können. Für die Beurteilung von Auskleidungen von Tunneln, Stollen und Kavernen im Festgestein sind die Anhaltswerte in Tabelle 2 der DIN 4150, Teil 3 oder in Tabelle 3.7 dieses Berichtes angegeben. Voraussetzung für die Anwendung dieser Anhaltswerte ist ein Zustand der Auskleidung entsprechend dem Stand der Technik, andernfalls sind die Anhaltswerte abzumindern.

Tabelle 3.7: Anhaltswerte für $v_{i,max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf die Auskleidung von unterirdischen Hohlräumen

Zeile	Baustoffe der Auskleidung	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ [mm/s] rechtwinklig zur Auskleidungsfläche
1	Stahl- und Spritzbeton, Tübbing	80
2	Beton, Naturstein Mauerwerk	60
3	Mauerwerk	40

ANMERKUNG: Die genannten Anhaltswerte wurden bei Sprengungen im Nahbereich ermittelt und gelten für die Auskleidung unterirdischer Bauwerke. Sie gelten jedoch nicht für deren Einbauten.

Bodensackungen

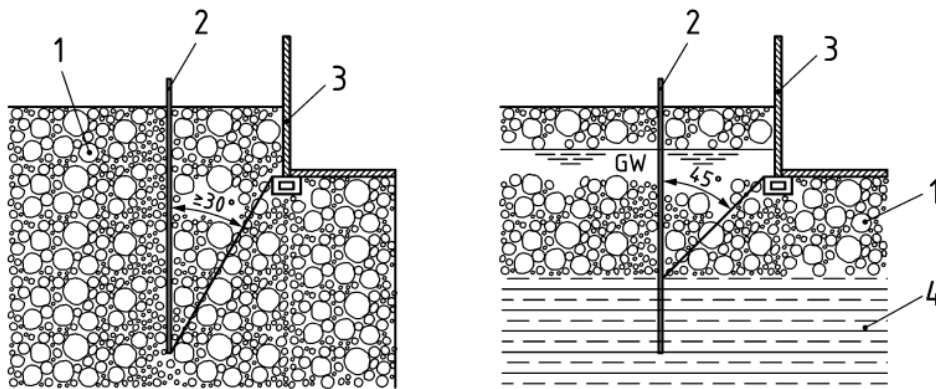
Durch die mechanischen Vorgänge hervorgerufen durch Baumaschinen, kann es auch zu Effekten im Boden selbst kommen.

Eine Bauwerksschädigung durch Erschütterung kann auch indirekt (als Setzungsschaden) erfolgen, wenn durch die Erschütterung eine Veränderung der Struktur des Gründungsbodens erfolgt. In der DIN 4150-3 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 3.3.1 empfohlen.

Bodensackungen können durch eine vibrationsbedingte Reduktion der Scherfestigkeit und dadurch verursachte Kornumlagerungen auftreten. Als diesbezüglich maßgeblicher Parameter wird in der Regel die resultierende Bodenbeschleunigung angesehen. Als Grenzwert für lockere und mitteldichte nichtbindige Böden, bei dessen Überschreitung Kornumlagerungen nicht mehr ausgeschlossen werden können, wird in der Literatur [18] ein Drittel der Erdbeschleunigung g vorgeschlagen:

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

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



Legende

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

GW – Grundwasserspiegel

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

4 Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung

4.1 Beschreibung der Gebietsnutzungen

Der Haltepunkt Hervest-Dorsten liegt im westlichen Teil der Stadt bei km 20,5 der Strecke 2236 in Nordrhein-Westfalen.

Für die vorliegende Maßnahme werden 12 Immissionsorte (IO) untersucht. Aufgrund dessen, dass für den Untersuchungsbereich keine Bebauungspläne vorliegen, wurden die Schutzbedürftigkeiten in Anlehnung an den Flächennutzungsplan und anhand der tatsächlichen Nutzung angesetzt.

In Anlehnung an den Flächennutzungsplan [26] und der tatsächlichen Nutzung wird für die Immissionsorte 01 bis 06 und 10 bis 12 die Schutzbedürftigkeit eines allgemeinen Wohngebietes (WA), für den Immissionsort 08 die eines Gewerbegebietes (GE) und für die Immissionsorte 07 und 09 die eines Mischgebietes (MI) berücksichtigt.

Eine Übersicht der Örtlichkeiten sowie der Lage des Haltepunktes sind in Anlage 1 dargestellt. Die berücksichtigten Immissionsorte und Gebietsnutzungen sind in den Lageplänen der Bauphasen (Anlage 2) enthalten.

4.2 Beschreibung des Bauablaufs

Im Rahmen der schalltechnischen Prognoseberechnungen zum Baulärm sind auf Grundlage von Bauablaufplanungen mögliche baustellenbedingte Schallimmissionen während der untersuchten Baumaßnahmen zu ermitteln und gemäß AVV Baulärm [4] zu beurteilen. Die Baumaßnahmen sind für den Zeitraum von Anfang Februar bis Ende November 2026 vorgesehen und werden ausschließlich im Tageszeitraum ausgeführt.

Für die Arbeiten zur Erneuerung des Haltepunktes werden zuerst Vorarbeiten ausgeführt. Hierzu gehört unter anderem die Baustelleneinrichtung sowie die Gerüstarbeiten für den Treppenturm. Daraufhin erfolgt innerhalb der Sperrpause der Teilrückbau der Personenunterführung (PU), die Herstellung der Gründung für die Hilfsbrücken sowie das Einheben dieser und die Herstellung von Verbauten im Bereich der PU. Anschließend wird unter dem Schutz der Hilfsbrücken zunächst der Rest der bestehenden PU abgebrochen und im Anschluss die neue PU sowie der Fahrstuhlschacht bis zur Unterkante der Hilfsbrücken hergestellt. In einer zweiten Sperrpause werden dann die Hilfsbrücken zurückgebaut, die PU sowie der Fahrstuhlschacht fertiggestellt, der Bahnsteig rück- und neugebaut, der Verbau wieder entfernt und der Stopfgang durchgeführt. Nach Fertigstellung dieser Arbeiten erfolgen die Restarbeiten wie der Rückbau der Baustelleneinrichtungsfläche [27].

Die Arbeiten werden nach der Arbeitszeitenbeurteilung der AVV Baulärm [4] tags zwischen 7:00 Uhr und 20:00 Uhr durchgeführt.

Die verwendeten Baumaschinen je schalltechnisch relevanter Bauphase werden in der nachfolgenden Tabelle 4.1 aufgeführt.

Tabelle 4.1: Darstellung der verwendeten Baumaschinen je schalltechnisch relevanter Bauphase

schalltechnisch relevante Bauphase	verwendete Baumaschinen	Dauer der Bauphase
1: Baustelleneinrichtung	• Bagger mit Tieflöffel • Mobilkran	ca. 3 Wochen – Tageszeitraum
2: Einbau Hilfsbrücken	• Vibrationsramme • Zweiwegebagger • Bagger mit Anbaumeißel • Bohrergerät • Bagger mit Tieflöffel • Stopfmaschine • Mobilkran • LKW	ca. 10 Tage – Sperrpause – Tageszeitraum
3: Rück- und Neubau Personenunterführung	• Bagger mit Anbaumeißel • Zweiwegebagger • Mobilkran • LKW	ca. 6 Monate – Tageszeitraum
4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig	• Bagger mit Anbaumeißel • Zweiwegebagger • Stopfmaschine • Mobilkran	ca. 7 Wochen – Sperrpause – Tageszeitraum
5: Rückbau BE-Fläche	• Zweiwegebagger • Bagger mit Tieflöffel	ca. 3 Wochen – Tageszeitraum

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 geforderte Baulärmprognose wurden Immissionsberechnungen in Anlehnung an die AVV Baulärm mit Ausbreitungsrechnungen nach DIN ISO 9613-2 [5] durchgeführt.

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

Innerhalb der Berechnungen zur vorliegenden Untersuchung wurden als Annahmen bezüglich der Schallemissionen mittlere Schallkennwerte zugrunde gelegt [13] [14]. Für die eingesetzten Maschinen und Baugeräte wurde dabei eine Einhaltung des Standes der Technik vorausgesetzt.

Die vorliegende Untersuchung dient zur Berechnung der möglichen Baulärmimmissionen über pauschalisierte Ansätze mit Betrachtung von typischen Arbeitsschritten und -vorgängen.

Bei der Durchführung der schalltechnischen Berechnungen wurden zunächst die Emissionen der in der Tabelle 4.1 aufgeführten, schalltechnisch relevanten Bauphasen in Form von Schallleistungspegeln ermittelt. Ausgehend von diesen Emissionen wurden Immissionsberechnungen für die Umgebung der Baustellenbereiche durchgehend für die gesamte Bauzeit im Tageszeitraum durchgeführt.

5.2 Emissionen der Baumaschinen und Geräte

Für die einzelnen zur Umsetzung der Baumaßnahmen erforderlichen Bauphasen werden nachfolgend die verwendeten Emissionsansätze beschrieben.

Es ist geplant, die Bauarbeiten im Tageszeitraum durchzuführen. Gemäß der AVV Baulärm wird der Tageszeitraum von 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr betrachtet. Wie in Tabelle 3.2 dargestellt, wird für die Baumaßnahmen 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. Für den Nachtzeitraum beziehen sich die Arbeitszeiten auf 2 Stunden beziehungsweise 6 Stunden.

In allen berücksichtigten Situationen werden allgemein während des Baubetriebs auftretende Geräusche wie z.B. vereinzelte Lkw Bewegungen, Rufen, kurzes Hämmern oder vereinzelte Einsätze einer Säge in Form eines Schallleistungspegels $L_{WA} = 100 \text{ dB(A)}$ für allgemeinen Baustellenlärm über den gesamten Beurteilungszeitraum (13 Stunden tags und 11 Stunden nachts) berücksichtigt.

Je Bauphase sind jeweils die einzelnen Schallleistungspegel der Baumaschinen, sowie die energetisch addierte und kaufmännisch gerundete Summe der Schallleistungspegel aufgeführt.

Dabei wird der Schallleistungspegel L_{WAT} berücksichtigt, der über die Fläche der Baustelle energetisch gemittelt darstellt, welche Beurteilungspegel L_r an den umliegenden Immissionsorten im Beurteilungszeitraum zu erwarten sind. Zusätzlich wird das maximale, kurzzeitige Schallereignis im Nachtzeitraum, also der Maximalpegel $L_{r,max}$, nach der AVV Baulärm [4] ermittelt und beurteilt. Ein Kriterium für unzulässige oder schädliche Geräuscheinwirkungen aufgrund von Maximalpegeln innerhalb des Tageszeitraums existiert in der AVV Baulärm oder der Rechtsprechung nicht.

Bauphase 1: Baustelleneinrichtung

Tabelle 5.1: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Bauphase Baustelleneinrichtung

Baumaschine / Bautätigkeit	L_{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]	Zeitkorrektur [dB]	$L_{WA,r}$ je Quelle [dB(A)]
		Tag	Tag	Tag
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	-	100
Bagger mit Tieflöffel	109	8	5	104
Mobilkran	108	8	5	103
Beurteilungsschallleistungspegel $L_{WA,r}$ gesamt:				107

Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken

Tabelle 5.2: Berücksichtigte Schalleistungspegel für die Bauphase Einbau Hilfsbrücken

Baumaschine / Bautätigkeit	L_{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h] Tag	Zeitkorrektur [dB] Tag	L_{WAR} je Quelle [dB(A)] Tag
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	-	100
Vibrationsramme (2x)	120	13	-	120
Zweiwegebagger (2x)	109	13	-	112
Bagger mit Anbaumeißel (2x)	122	13	-	125
Bohrgerät (2x)	109	13	-	109
Bagger mit Tieflöffel	109	13	-	109
LKW	105	13	-	105
Stopfmaschine	115	13	-	115
Mobilkran	108	13	-	108
Beurteilungsschalleistungspegel L_{WAR} gesamt:				128

Bauphase 3: Rück- und Neubau Personenunterführung

Tabelle 5.3: Berücksichtigte Schalleistungspegel für die Bauphase Rück- und Neubau Personenunterführung

Baumaschine / Bautätigkeit	L_{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h] Tag	Zeitkorrektur [dB] Tag	L_{WAR} je Quelle [dB(A)] Tag
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	-	100
Bagger mit Anbaumeißel (2x)	122	8	5	120
Zweiwegebagger (2x)	109	8	5	107
LKW	105	8	5	100
Mobilkran	108	8	5	103
Beurteilungsschalleistungspegel L_{WAR} gesamt:				120

Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig

Tabelle 5.4: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Bauphase Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]	Zeitkorrektur [dB]	L _{WA} je Quelle [dB(A)]
		Tag	Tag	Tag
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	-	100
Bagger mit Anbaumeißel (2x)	122	8	5	120
Zweiwegebagger	109	8	5	104
Stopfmaschine	115	13	-	115
Mobilkran	108	8	5	103
Beurteilungsschallleistungspegel L_{WA} gesamt:				126

Bauphase 5: Rückbau BE-Fläche

Tabelle 5.5: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Bauphase Rückbau BE-Fläche

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]	Zeitkorrektur [dB]	L _{WA} je Quelle [dB(A)]
		Tag	Tag	Tag
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	-	100
Zweiwegebagger (2x)	109	8	5	107
Bagger mit Tieflöffel	109	8	5	104
Beurteilungsschallleistungspegel L_{WA} gesamt:				109

5.3 Vorbelastung durch Verkehrslärm

Wie in Kapitel 3.1.3 beschrieben, kann die Vorbelastung durch den Schienenverkehr relativierend zur Beurteilung des Baulärms hinzugezogen werden. Im vorliegenden Fall ist die Bahnstrecke 2236 als maßgebliche Lärmquelle des Schienenverkehrs zu nennen.

Das Eisenbahn-Bundesamt stellt Lärmkarten für die Lärmindizes L_{DEN} und L_{night} bereit [25]. Aufgrund der Gewichtung des Tag-Abend-Nacht-Lärmindex (L_{DEN}) mit Zuschlägen für die sensibleren Abend- und Nachtstunden, kann der aus der Lärmkartierung ermittelte Wert für den Tageszeitraum nicht direkt mit den berechneten Beurteilungspegeln verglichen werden. Dennoch können die Ergebnisse der Lärmkartierung als grober Orientierungswert zur Bestimmung der Lärmvorbelastung herangezogen werden. Im Folgenden wird der untere L_{DEN}-Wert abzüglich 6 dB(A) als Vergleichswert zur Beurteilung der Vorbelastung im Tageszeitraum berücksichtigt. Für den Nachtzeitraum wird jeweils der angegebene untere L_{night}-Wert ohne Abzüge berücksichtigt.

Im vorliegenden Fall ist anhand der Umgebungslärmkartierung des Eisenbahn-Bundesamtes zu erkennen, dass nur an den Immissionsorten 11 und 12 ein Beurteilungspegel von mindestens 55 dB(A) im Tageszeitraum vorliegt. Des Weiteren ergibt sich an diesen Immissionsorten mit Berücksichtigung des Abzuges von 6 dB(A) ein Beurteilungspegel von 49 dB(A) im Tageszeitraum.

Folglich liegt die Vorbelastung an keinem Immissionsort, an dem Überschreitungen vorliegen, um mindestens 10 dB oberhalb des Beurteilungspegels des Baulärms und dies führt demnach auch zu keiner rechnerischen Überdeckung des Baulärms, siehe Kapitel 3.1.3.

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

5.4 Allgemeine Vorgehensweise bei den Immissionsberechnungen

Ausgehend von den in Kapitel 5.2 aufgeführten Beurteilungsschallleistungspegeln $L_{WA,r}$ im Bereich der geplanten Baumaßnahme wurden Berechnungen an den Fassaden der zur Baumaßnahme nächstgelegenen Bebauungen mit einer Schallausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 [5] mit dem Berechnungsprogramm SoundPlan Version 8.2 durchgeführt.

Aufgrund der zum jetzigen Zeitpunkt im Vorfeld der Baumaßnahmen noch nicht genau bekannten Aufstellung der Baumaschinen und Geräte und da die Baumaßnahmen keine ortsfesten Maßnahmen sind und Arbeiten auch gleichzeitig an unterschiedlichen Orten stattfinden können, wurde eine vereinfachte Immissionsberechnung mit Annahme von Flächen- sowie Linienschallquellen im Bereich der Baumaßnahme durchgeführt. Die räumliche Lage wurde hierbei gemäß der zur Verfügung gestellten Planungsunterlagen (Lageplan) zum Bauvorhaben angenommen [27].

Bei den Immissionsberechnungen wurden die Einflüsse der Gebäude (Abschirmungen, Reflexionen bis zur dritten Ordnung) berücksichtigt. Topografische Informationen wurden in Form eines digitalen Geländemodells berücksichtigt. Die Gebäude- sowie Geländedaten wurden vom Interministeriellen Ausschuss zum Aufbau der Geodateninfrastruktur in NRW (IMA GDI.NRW) [24] zur Verfügung gestellt.

5.5 Ergebnisse der Immissionsberechnung

Um eine quantitative Beurteilung der Lärmbelastigung der nächstgelegenen und am stärksten belasteten Bebauung vorzunehmen, wurden die Pegel aus dem Baustellenlärm für 12 Immissionsorte detailliert prognostiziert (vgl. Anlage 3). Die Immissionsorte sollen reprä-

sentativ die Immissionen in den unterschiedlichen Bereichen der Umgebung auf Grundlage der berechneten Emissionen wiedergeben.

Neben detaillierten Einzelpunktberechnungen wurden Rasterlärmkarten in einer Berechnungshöhe von 1,7 m (ungefähre Höhe der Fenstermitte des Erdgeschosses) über dem jeweils vorhandenen Bodenniveau berechnet und für den Tageszeitraum dargestellt (siehe Anlage 4). In diesen Anlagen wird die Lärmausbreitung der jeweiligen untersuchten Bauphase bei einer bestimmten Rechenhöhe dargestellt. Bei dieser Darstellungsart werden die Beurteilungspegel farbig in 5 dB-Stufen dargestellt. Die Schwellenwerte von 70 dB(A) am Tag sind dabei farbig markiert. Die 70 dB(A)-Schwelle hat ihren Ursprung in der Rechtsprechung zum Verkehrslärm und wird dort als Schwelle zur möglichen, beginnenden Gesundheitsgefährdung betrachtet. Weiterhin wird gemäß Rechtsprechung [20] davon ausgegangen, dass bei geschlossenen Fenster (mit Isolierverglasung) bei bis zu 70 dB(A) tags als Baulärmimmission vor dem Fenster, der zulässige Innenpegel in einem Aufenthaltsraum von 40 dB(A) tags noch eingehalten werden.

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 in 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.

5.5.1 Bauphase 1: Baustelleneinrichtung – Dauer: ca. 3 Wochen

Tageszeitraum

Wie die Ergebnisse in Anlage 3.1 zeigen, wird der Immissionsrichtwert der AVV Baulärm nur an dem Immissionsorten 06 überschritten. Hier liegen Überschreitungen von bis zu 4 dB mit einem Beurteilungspegel von bis zu 59 dB(A) in einem allgemeinen Wohngebiet vor. Weitere Immissionsorte sind nicht 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, werden an diesem Immissionsort nicht erreicht.

Auch ist dem Isophonenplan in Anlage 4.1 zu entnehmen, dass der Schwellenwert von 70 dB(A) tags an keiner schutzbedürftigen Nutzung überschritten wird.

5.5.2 Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken – Dauer: ca. 10 Tage – Sperrpause

Tageszeitraum

Wie die Ergebnisse in Anlage 3.2 zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm, bis auf den Immissionsort 09, an allen Immissionsorten überschritten. Hier liegen Überschreitungen von bis zu 26 dB mit einem Beurteilungspegel von bis zu 81 dB(A) am Immissionsort 06 in einem allgemeinen Wohngebiet vor.

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, werden an den Immissionsorten 06 und 07 überschritten.

Aus dem Isophonenplan in Anlage 4.2.1 ist zu entnehmen, dass der Schwellenwert von 70 dB(A) tags ab einer ungefähren Entfernung von 105 m eingehalten wird.

5.5.3 Bauphase 3: Rück- und Neubau Personenunterführung (PU) – Dauer: ca. 6 Monate

Tageszeitraum

Wie die Ergebnisse in Anlage 3.3 zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm an den Immissionsorten 05 bis 07 überschritten. Hier liegen Überschreitungen von bis zu 18 dB mit einem Beurteilungspegel von bis zu 73 dB(A) am Immissionsort 06 in einem allgemeinen Wohngebiet vor. Weitere Immissionsorte sind nicht 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, werden nur an dem Immissionsort 06 erreicht.

Auch ist dem Isophonenplan in Anlage 4.3 zu entnehmen, dass der Schwellenwert von 70 dB(A) tags ab einer ungefähren Entfernung von 65 m eingehalten wird.

Des Weiteren ist zu erwähnen, dass der Gesamt-Beurteilungsschalleistungspegel $L_{WA,r}$ in der Zeit, in der der Bagger mit Anbaumeißel nicht im Einsatz ist, 110 dB(A) beträgt. Folglich sind in diesem Zeitraum nur an dem Immissionsort 06 Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zu erwarten.

5.5.4 Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig – Dauer: ca. 7 Wochen – Sperrpause

Tageszeitraum

Wie die Ergebnisse in Anlage 3.4 zeigen, werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm an den Immissionsorten 02 bis 07 und 10 bis 12 überschritten. Hier liegen Überschreitungen von bis zu 21 dB mit einem Beurteilungspegel von bis zu 76 dB(A) am Immissionsort 10 in einem allgemeinen Wohngebiet vor. Weitere Immissionsorte sind nicht 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, werden an den Immissionsorten 10 und 11 erreicht.

Aus dem Isophonenplan in Anlage 4.4.1 ist zu entnehmen, dass der Schwellenwert von 70 dB(A) tags ab einer ungefähren Entfernung von 70 m eingehalten wird.

Des Weiteren ist zu erwähnen, dass der Gesamt-Beurteilungsschallleistungspegel L_{WAf} in der Zeit, in der der Bagger mit Anbaumeißel nicht im Einsatz ist, 117 dB(A) beträgt. Folglich sind in diesem Zeitraum nur noch an fünf Immissionsorten (05 bis 07, 10 und 11) Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zu erwarten.

5.5.5 Bauphase 5: Rückbau BE-Fläche – Dauer: ca. 3 Wochen

Tageszeitraum

Wie die Ergebnisse in Anlage 3.5 zeigen, wird der Immissionsrichtwert der AVV Baulärm nur an dem Immissionsorten 06 überschritten. Hier liegen Überschreitungen von bis zu 6 dB mit einem Beurteilungspegel von bis zu 61 dB(A) in einem allgemeinen Wohngebiet vor. Weitere Immissionsorte sind nicht 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, werden an diesem Immissionsort nicht erreicht.

Auch ist dem Isophonenplan in Anlage 4.5 zu entnehmen, dass der Schwellenwert von 70 dB(A) tags an keiner schutzbedürftigen Nutzung überschritten wird.

5.6 Interpretation der Ergebnisse

Tageszeitraum

Wie die Ergebnisse zeigen, werden im Tageszeitraum in allen Bauphasen die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm überschritten. Die höchste Überschreitung von 26 dB mit einem Beurteilungspegel von 81 dB(A) liegt dabei am Immissionsort 06 in der Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken vor.

Des Weiteren liegen in der Bauphase 1: Baustelleneinrichtung Überschreitungen an einem Immissionsort (06), in der Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken an insgesamt elf Immissionsorten (01 bis 08 und 10 bis 12), in der Bauphase 3: Rück- und Neubau Personenunterführung (PU) an insgesamt drei Immissionsorten (05 bis 07), in der Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig an insgesamt neun Immissionsorten (02 bis 07 und 10 bis 12) und in der Bauphase 5: Rückbau BE-Fläche an einem Immissionsort (06) vor.

Die Zumutbarkeitsschwelle des maximalen Außenlärmpegels von 70 dB(A) zur Einhaltung eines gesicherten Innenraumpegels von 40 dB(A) wird in der Bauphase 2 an den Immissionsorten 06 und 07, in der Bauphase 3 an dem Immissionsort 06 und in der Bauphase 4 an den Immissionsorten 10 und 11 überschritten.

Wie den Isophonenplänen in Anlage 4 zu entnehmen ist, wird der Schwellenwert von 70 dB(A) tags in der Bauphase 2 ab einer ungefähren Entfernung von 105 m, in der Bauphase 3 ab ungefähr 65 m und in der Bauphase 4 ab ungefähr 70 m eingehalten.

Wie in Kapitel 5.3 dargestellt, liegt die Vorbelastung an keinem Immissionsort mindestens 10 dB oberhalb des Beurteilungspegels des Baulärms. Somit wird der Baulärm rechnerisch nicht überdeckt. Folglich kommt es an allen Immissionsorten mit Überschreitungen zu einer Erhöhung der Lärmbelastung durch die Baumaßnahme.

5.7 Lärmschutzmaßnahmen

Gemäß der aktuellen Rechtsprechung [19] sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche bereits dann angeordnet werden, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten werden. Ziel sollte es sein, dass die Immissionsrichtwerte eingehalten werden. Wie bereits beschrieben, liegen die Beurteilungspegel für die untersuchten Bauphasen größtenteils oberhalb der Immissionsrichtwerte, weshalb nachfolgendes Lärmschutzkonzept aufgestellt wird.

Aktive Lärmschutzmaßnahmen

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

Im vorliegende Fall kann von aktiven Lärmschutzmaßnahme wie beispielsweise das Aufstellen von mobilen Lärmschutzwänden (LSW) abgesehen werden, da aufgrund der Höhe der umliegenden Gebäude eine solche Wand eine ungefähre Mindesthöhe von 12 m haben müsste. Des Weiteren müsste eine LSW aufgrund der Mindesthöhe mit einer Rückverankerung versehen werden, welche zusätzlichen Platz in Anspruch nehmen würde. Auch werden in der Regel durch aufblasbare Lärmschutzwände meist nur Höhen von ca. 8 m erreicht. Durch Stapelung oder Modulbauweise können Lärmschutzwände zwar höher errichtet werden, sind jedoch möglichst nahe an der Quelle aufzustellen, um eine Wirkung zu erzielen. Somit wäre eine LSW beispielsweise in der Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken um die Personenunterführung entlang der Baufeldgrenze aufzustellen. Somit wären in dieser Bauphase an den IO 06 und 07 keine Pegel oberhalb des Schwellenwertes von 70 dB(A) tags zu erwarten. Des Weiteren würde dadurch die Bewegungsfreiheit der großen Baumaschinen sehr stark eingeschränkt werden. Auf Grundlage der aufgeführten Sachverhalte und der Tatsache, dass die Überschreitungen der Schwellenwerte im Vergleich zur Gesamtdauer der Baumaßnahme nur an wenigen Tagen vorliegen, steht aus gutachterlicher Sicht der Aufwand einer Lärmschutzwand nicht im Verhältnis zu dem zu erwartenden Nutzen und stellt daher keine geeignete Maßnahme zur Minderung der Schallimmissionen dar.

Information der Anlieger

Die Empfindung von Lärm hat nicht nur eine physikalische Komponente, sondern hängt auch von der subjektiven Einstellung der Anwohner zur Geräuschquelle / zum Verursacher ab.

Daher führt eine Information der Anlieger zwar nicht zu einer Minderung der physikalischen Geräuschbelastung, aber in der Regel zu einer Erhöhung der Akzeptanz und damit auch zu einer Minderung der Belästigung. Zusätzlich zu der Information über die geplanten Bauarbeiten wird den Anliegern ein Ansprechpartner genannt, an den sie sich bei Fragen oder Beschwerden wenden können.

Die Vorhabenträgerin sagt zu, die betroffenen Anlieger frühzeitig (ca. 14 bis 16 Wochen vor Baubeginn) über die Baumaßnahmen zu informieren. Die Ankündigung enthält Informationen zur Planung (Entwurfs-/Ausführungsplanung, genauen Bauablaufplan), zur Art und zum Umfang der Baustelle, den eingesetzten Bauverfahren, zur Dauer der Bautätigkeiten und der zu erwartenden Einschränkungen durch Baulärmimmissionen.

Zudem wird über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkung aufgeklärt, da durch die Baumaßnahme die weitere Nutzung der Bahnstrecke garantiert wird und das vorgesehene Bauverfahren die kürzeste Bauzeit sowie die geringsten Baulärmimmissionen hervorruft.

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 beachten, dass diese bezüglich der hiervon ausgehenden Geräuschimmissionen den Vorgaben der EG-Richtlinie 2000/14EG „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 oder das Werfen von Materialien resultieren, minimieren. Ebenfalls kann die Nutzung von Sprechfunk den Lärmpegel einer Baustelle senken. Da die Auswirkungen dieser Maßnahmen allerdings nicht hinreichend genau prognostiziert werden können, wird diese Maßnahme nicht rechnerisch in Ansatz gebracht.

Des Weiteren wurden für die vorliegenden Arbeiten die Einsatzzeiten der Maschinen so gewählt, dass Sie den erfahrungsgemäß tatsächlichen Arbeitszeiten beziehungsweise dem Arbeitsaufwand entsprechen. Somit konnte hier die Zeitkorrektur von 5 dB im Tageszeitraum für 4 von 5 Bauphasen berücksichtigt werden. Lediglich in der Bauphase 2 konnten aufgrund der kurzen Sperrpause und den in dieser Zeit auszuführenden Arbeiten keine Zeitkorrekturen berücksichtigt werden. Gemäß Auftraggeber wird geprüft, ob längere Sperrpausen angemeldet werden können, sodass für den Bagger mit Anbaumeißel und die Vibrationsramme eine Einsatzzeit von 8 Stunden am Tag berücksichtigt und somit eine Zeitkorrektur von 5 dB angesetzt werden kann. Im Gesamt-Beurteilungsschallleistungspegel würde dies eine Minderung um 4 dB bedeuten. Somit würden in der Bauphase 2 auch die Beurteilungspegel um 4 dB vermindert und der Schwellenwert von 70 dB(A) tags nur noch an dem Immissionsort 06 überschritten werden.

Bereitstellung von Ersatzwohnraum

Aufgrund dessen, dass die Betriebszeitenkorrekturen nach Möglichkeit für die Berechnungen berücksichtigt wurden und auch der Einsatz einer LSW nicht möglich ist und somit an einigen Immissionsorten Beurteilungspegel oberhalb der Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) tags vorliegen, ist eine Ansprechstelle zu benennen. Diese soll befugt sein, in Einzelfällen die Erstattung von Kosten für die Ersatzwohneäume zu prüfen und zuzusagen. Für gewerbliche Nutzungen sind individuelle Regelungen zu treffen. Die betroffenen Gebäude mit Überschreitungen der Zumutbarkeitsschwellen für den Tageszeitraum können Anlage 4 entnommen werden.

6 Erschütterungstechnische Betrachtungen

6.1 Vorbemerkungen

Allgemeine Erschütterungsprognosen zu Bautätigkeiten sind Prognosen mit höherer Unsicherheit, welche entweder 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 oder den Boden ergibt sich zwangsläufig eine geringere Prognosesicherheit.

Von den Bautätigkeiten verursachte Erschütterungen werden im Erdboden in Richtung Gebäude weitergeleitet und auf dem Ausbreitungsweg 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 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr definiert. Dementsprechend ist der Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 6:00 Uhr definiert. Dies unterscheidet sich von der Definition des Tages- und Nachtzeitraum zum Baulärm.

In dieser Untersuchung werden detailliert der Bagger mit Anbaumeißel für Abbrucharbeiten und die Vibrationsramme für Verbauarbeiten im Tageszeitraum betrachtet.

Für die vorliegende Baumaßnahme kommen gemäß den Angaben des Auftraggebers zwei Vibrationsrammen sowie zwei Bagger mit Anbaumeißel parallel zum Einsatz. Entsprechend ist gemäß DIN 4150-2 die Summe der parallel eingesetzten Geräte für den KBFT_r zu bilden. Aufgrund der durch die frühe Planungsphase noch fehlenden Detailangaben zu den Einsatzorten (und der damit erforderlichen Angaben zu den Abständen) der parallel laufenden Geräte ist eine Betrachtung dessen nicht möglich. Daher wird zu einer detaillierten Untersuchung der Erschütterungen nach Vergabe der Bauleistungen und bei Vorliegen der benötigten Informationen hinsichtlich der Abstände zwischen den parallel laufenden Baumaschinen geraten. Nachfolgend wird daher nur der Einsatz jeweils einer der erschütterungsrelevanten Bau-

maschinen im voraussichtlich kürzesten Abstand zu den nächstgelegenen Gebäuden untersucht.

Für die nachfolgenden Betrachtungen werden für eine Vibrationsramme unterschiedliche Berechnungsansätze [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 weitestgehend 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 nicht kontinuierlich Maximalereignisse wie bei der Betrachtung von Gebäudeschäden heranzuziehen sind.

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

Für die Erschütterungsprognose wurden die nachfolgend in Tabelle 6.1 aufgeführten Eingangsdaten verwendet.

Tabelle 6.1: Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose

Baumaschine	Klasse / Gewicht	Art der Anregung	Frequenz	Energie / Leistung	
				wahrscheinlich	maximal
Bagger mit Anbaumeißel (Hydraulikhämmer)	3,6 t	Periodisch stationär	9 Hz	9,6 kNm	13,7 kNm
Vibrationsramme	2,5 t	Periodisch stationär	30 Hz	150 kW	150 kW

Im vorliegenden Fall besteht keine bauliche Verbindung zwischen der Baumaßnahme und den umliegenden Nachbargebäuden. Des Weiteren werden für die Untersuchung die kürzesten Abstände zwischen den erschütterungsintensiven Arbeiten und den umliegenden Gebäuden berücksichtigt. Der Abstand je Baumaschine und Gebäude ist in der Tabelle 6.2 aufgeführt.

Tabelle 6.2: Entfernung zwischen Baumaschine und Gebäude

Baumaschine	Gebäude / Adresse	Gebäudeart nach DIN 4150-3 [10]	Entfernung
Bagger mit Anbaumeißel (Hydraulikhammer)	Am Holzplatz 4	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	ca. 15 m
Vibrationsramme	Am Holzplatz 4	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	ca. 25 m

6.2 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen

Für die Erschütterungsimmissionen, die während Dauererschütterungen entstehen, empfiehlt die DIN 4150-3 [10] in Tabelle 3.6 als Anhaltswert für die maximale horizontale Schwinggeschwindigkeit an der obersten Deckenebene einen Wert von $v_{h,max,OG} = 5 \text{ mm/s}$ und für die maximale vertikale Schwinggeschwindigkeit an Decken einen Wert von $v_{v,max,OG} = 10 \text{ mm/s}$ für Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten.

Des Weiteren muss für die Wände und Geschossdecken in den oberen Geschossen eine Weiterleitung im Gebäude mit berücksichtigt werden, welche sich mit nachfolgenden Formel aus der Literatur [17] berechnen lässt:

horizontal:

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

vertikal:

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

Darin sind:

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

$v_{x/y,max}^{OG}$ = 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 weicher Untergrund) bis 2,0 (sehr harter Untergrund); hier 1,5

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

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

6.2.1 Abbrucharbeiten mit Bagger mit Anbaumeißel

Gemäß der Planungsunterlagen werden während dem Rück- und Neubau der Personenunterführung und des Bahnsteiges durchgeführt. Da keine Berechnungsgrundlage in der Literatur für Rückbauarbeiten mit Hydraulikhämmern bekannt sind, wird hilfsweise und auf der sicheren Seite liegend, die Berechnung für eine Schlagrammung mit Freifallbär herangezogen. Gemäß Literatur [17] kann die maximale Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{i,max, \text{Fundament}}$ für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 2,25 % folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$v_{i,max}^F = 11,07 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r^{1,3}}$$

Darin sind:

- $v_{i,max}^F$ = maximale Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit in mm/s
- E = Schlagenergie in kNm
- r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

Für die Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen durch Rückbauarbeiten wird ein Abbruchhammer mit einer Schlagenergie von $E = 13,7$ kNm, was einem Abbruchhammer mit einem Gewicht von ca. 3.600 kg entspricht, und einer Betriebsfrequenz von 9 Hz berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung der angegebenen Werte, ergibt sich für das nächstgelegene Gebäude an der Adresse Am Holzplatz 4 bei einer ungefähren Entfernung von 15 m eine horizontale und vertikale Schwinggeschwindigkeit von Decken und Wänden $v_{x/y/z,max}^{OG} = 1,82$ mm/s (s. Anlage 5.1). Die in Kapitel 3.2.3 dargestellten zu berücksichtigenden Anhaltswerte für Wohngebäude von Decken und Wänden von 5 mm/s horizontal und von 10 mm/s vertikal werden eingehalten.

Somit werden die Anhaltswerte an allen umliegenden Gebäuden eingehalten.

6.2.2 Verbauarbeiten mit Vibrationsramme

Verbauarbeiten sind gemäß der Planungsunterlagen während dem Rückbau der Personenunterführung und dem Einbau der Hilfsbrücken zu erwarten. Für Verbauarbeiten mit der Vibrationsramme kann gemäß Literatur [17] die maximale Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 2,25 % folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$v_{i,max}^F = 18,52 \cdot \frac{\sqrt{W/f}}{r}$$

Darin sind:

- $v_{i,max}^F$ = maximale Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit in mm/s
- W = Leistung in kW
- f = Betriebsfrequenz in Hz
- r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

Unter der Berücksichtigung einer Leistung von $W = 150$ kW, einer Betriebsfrequenz von 30 Hz und mittelharter Bodenverhältnisse ($k^{F-OG}_{x/y} = 1,5$) würde sich in etwa 25 m Entfernung für das nächstgelegene Gebäude (Am Holzplatz 4) eine horizontale und vertikale Schwinggeschwindigkeit von Decken und Wänden $v_{x/y/z,max}^{OG} = 2,48$ mm/s ergeben (s. Anlage 5.2). Die in Kapitel 3.2.3 dargestellten zu berücksichtigenden Anhaltswerte für Wohngebäude von Decken und Wänden von 5 mm/s horizontal und von 10 mm/s vertikal werden eingehalten.

Auch hier werden die Anhaltswerte an allen umliegenden Gebäuden eingehalten.

6.3 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden werden die maximal bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und die zulässigen resultierenden Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} der DIN 4150, Teil 2 [9] ermittelt.

Die maximal 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 maximal bewertete Schwingstärke wird nach DIN 4150, Teil 2 [9] 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 6.3 dieses Berichtes

KB = Schwingstärke, dimensionslos

Tabelle 6.3: 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);	0,8
	b) ohne Resonanzbeteiligung (z. B. auf nicht unterkellerten Wohnfußböden)	0,7
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 $\pm 15\%$ können auftreten.		

Da die in Kapitel 6.2 berücksichtigten Arbeiten stochastische bzw. periodische Schwingungen mit Resonanzbeteiligung sind, kann nach der Tabelle 3 aus der DIN 4150, Teil 2 ein Wert für c_F von 0,8 angenommen werden.

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

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 weiteren Berechnungen wird ein vertikaler Übertragungsfaktor vom Fundament in das Obergeschoss von 15 berücksichtigt.

Der Literatur [16] können die in der folgenden Tabelle 6.4 dargestellten Eigenfrequenzen von Decken entnommen werden.

Tabelle 6.4: Eigenfrequenzen von Decken

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

Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} ist der Taktmaximal-Effektivwert über die Beurteilungszeit. Diese Beurteilungs-Schwingstärke für Einwirkungen außerhalb von Ruhezeiten wird nach DIN 4150, Teil 2 [9] 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

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:

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

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 Geschossdecken in den oberen Geschossen muss eine Weiterleitung im Gebäude mit berücksichtigt werden, welche sich mit nachfolgenden Formel aus der Literatur [17] berechnen lässt:

vertikal:

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

Darin sind:

- $v_{i,max}^F$ = maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit in mm/s
 $v_{z,max}^{OG}$ = maximale vertikale Schwinggeschwindigkeit im Obergeschoss in mm/s
 k_z^{F-OG} = vertikaler Übertragungsfaktor vom Fundament in das Obergeschoss, außerhalb des Resonanzfalls < 1,5

6.3.1 Abbrucharbeiten mit Bagger mit Anbaumeißel

Abbrucharbeiten der Bestands-Personenunterführung werden in der Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken und Bauphase 3: Rück- und Neubau PU durchgeführt. In der Bauphase 2 erfolgt der Teilrückbau und in der Bauphase 3 der restliche Rückbau der PU. Für den Teilrückbau wird eine Dauer von insgesamt maximal 10 Tagen bei einer kürzesten Entfernung von 15 m angesetzt. Die restlichen Rückbauarbeiten der PU werden im Bereich des Haltepunktes unter dem Schutz der Hilfsbrücken ausgeführt. Somit verlängert sich die kürzeste Entfernung zur nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzung auf ca. 20 m bei steigender Einwirkdauer (max. ca. 50 Tage).

Da die Anwohner gemäß Auftraggeber vorher über die Bauarbeiten informiert werden, kann gemäß DIN 4150-2 ein Anhaltswert im Tageszeitraum gemäß Tabelle 3.3 von $A_u = 0,6$, $A_r = 0,4$ und $A_o = 5$ berücksichtigt werden.

Gemäß Literatur [17] kann die maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 50 % folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$v_{i,max}^F = 11,07 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r^{1,3}}$$

Darin sind:

- $v_{i,max}^F$ = maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit in mm/s
 G = Betriebsgewicht in t
 r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

Die Ergebnisse für die Berechnungen der maximalen Schwingschnelle an dem Fundament des betrachteten Gebäudes werden in der Anlage 5.1 dargestellt.

Das Berechnungsergebnis unter Verwendung der individuell ermittelten maximalen Schwing-schnellen und der sich daraus ergebenden Schwingstärken in den Obergeschossen des be-

trachteten Gebäudes und der Berücksichtigung der aufgeführten Formeln und Annahmen wird in der folgenden Tabelle 6.5 und 6.6 dargestellt.

Tageszeitraum

Während dem Teilrückbau beträgt die Arbeitszeit der erschütterungsintensiven Arbeiten 13 Stunden am Tag und damit entspricht die Teileinwirkzeit $T_{e,j} = 13$ Stunden. Für den Rückbau im Schutze der Hilfsbrücken entspricht die Teileinwirkzeit $T_{e,j} = 8$ Stunden.

Tabelle 6.5: Erschütterungsimmissionen für das nächstgelegene Gebäude ohne Resonanzfall

Adresse	Entfernung in m	KB_{Fmax}	KB_{FTr}	A_u	A_o	A_r
Am Holzplatz 4 – Teilrückbau	15	0,73	0,66	0,6	5	0,4
Am Holzplatz 4 – Rückbau unterhalb Hilfsbrücken	20	0,50	0,36	0,6	5	0,4

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anforderungen der DIN 4150-2 bei einer Entfernung von 15 m nicht eingehalten werden, da sowohl der KB_{Fmax} den unteren Anhaltswert A_u als auch der KB_{FTr} den Anhaltswert A_r überschreiten. Die Anforderungen werden erst an einer ungefähren Entfernung von 18 m und einem $KB_{Fmax} = 0,58$ eingehalten.

Entsprechend werden die Anhaltswerte bei einer Entfernung von 20 m ebenfalls eingehalten.

Im Resonanzfall würden die Anforderungen der DIN 4150-2 bei einer Schlagenergie von $E = 9,6$ kNm und einer Betriebszeit von 13 Stunden erst ab einer ungefähren Entfernung von 103 m eingehalten werden.

Jedoch ist zu beachten, dass die jeweiligen Betriebsfrequenzen niedriger sind als die Deckeneigenfrequenzen und somit keine Resonanzeffekte zu erwarten sind.

6.3.2 Verbauarbeiten mit Vibrationsramme

Für die Durchführung von Rammarbeiten, in denen die Vibrationsramme eingesetzt werden soll, wird eine Dauer von maximal 10 Tagen angesetzt.

Da die Anwohner gemäß Auftraggeber vorher über die Bauarbeiten informiert werden, kann gemäß DIN 4150-2 ein Anhaltswert im Tageszeitraum gemäß Tabelle 3.3 von $A_u = 0,6$, $A_r = 0,4$ und $A_o = 5$.

Gemäß Literatur [17] kann die maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 50 % folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$v_{i,max}^F = 7,9 \cdot \frac{\sqrt{W / f}}{r}$$

Darin sind:

- $v_{i,max}^F$ = maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit in mm/s
 W = Leistung in kW
 f = Betriebsfrequenz in Hz
 r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

Die Ergebnisse für die Berechnungen der maximalen Schwingschnelle an dem Fundament des betrachteten Gebäudes werden in der Anlage 5.2 dargestellt.

Das Berechnungsergebnis unter Verwendung der individuell ermittelten maximalen Schwing-schnellen und der sich daraus ergebenden Schwingstärken in den Obergeschossen des be-trachteten Gebäudes und der Berücksichtigung der aufgeführten Formeln und Annahmen wird in der folgenden Tabelle 6.7 und 6.8 dargestellt.

Tageszeitraum

Die Arbeitszeit der erschütterungsintensiven Arbeiten beträgt 13 Stunden am Tag und damit entspricht die Teileinwirkzeit der Rammarbeiten $T_{ej} = 13$ Stunden. Da der eigentliche Ramm-prozess aber nur etwa 1/3 der Arbeitszeit ausmacht, entspricht die Teileinwirkzeit der Ramm-arbeiten $T_{ej} = 4,3$ Stunden am Tag.

Tabelle 6.6: Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude ohne Resonanz-fall

Adresse	Entfernung in m	KB_{Fmax}	KB_{FTr}	A_u	A_o	A_r
Am Holzplatz 4	25	0,59	0,31	0,6	5	0,4

Die Ergebnisse zeigen, dass an dem Gebäude der KB_{Fmax} sowohl unterhalb des unteren An-haltswertes A_u als auch des oberen Anhaltswertes A_o liegt und somit die Anhaltswerte der DIN 4150-2 eingehalten werden.

Im Resonanzfall würden die Anforderungen der DIN 4150-2 bei einer Teileinwirkzeit von 4,3 Stunden und einer Leistung von $W = 150$ kW erst ab ungefähr 191 m eingehalten wer-den.

Sollten Resonanzeffekte entstehen, kann mit wechseln der Betriebsfrequenz der Vibrations-ramme dagegen gesteuert werden.

6.4 Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen

Aufgrund dessen, dass 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 leistungsstärkere Maschinen eingesetzt werden könnten.

Aus diesem Grund sind konkrete Aussagen zu den zu erwartenden Erschütterungsimmissionen ohne Messungen kaum möglich, da die Bauweise der Gebäude die Höhe der Erschütterungsimmissionen maßgeblich bestimmt. Daher ist die Situation an jedem Gebäude anders. Vor diesem Hintergrund und aus rechtlichen Gründen wird zu einer bautechnischen Beweissicherung vor Beginn der Baumaßnahmen geraten.

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 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. Daher 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.

Die Maßnahmen a) bis e) sind vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahmen durchzuführen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 eingehalten werden. Jedoch kommt es im Tageszeitraum während den Teilrückbauarbeiten sowohl bei den Rückbau- als auch bei den Verbauarbeiten zu Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2. Daher ist für die betroffenen Anwohner eine Ansprechstelle zu benennen. Diese soll befugt sein, in Einzelfällen die Erstattung von Kosten für die Ersatzwohnräume zu prüfen und zuzusagen.

Da während den Verbauarbeiten auch Resonanzeffekte vorliegen können, sollten Vibrationsrammen mit variabler Frequenz eingesetzt werden, um beim Auftreten von Resonanzen die Frequenz anzupassen. Die Vermeidung der Resonanzeffekte kann durch Probemessungen der Rammarbeiten geprüft bzw. kontrolliert werden.

7 Zusammenfassung

Die DB InfraGO AG plant eine Erneuerung des Haltepunktes (HP) Hervest-Dorsten, an der Strecke 2236 bei km 20,5. Die Strecke 2236 verläuft zwischen Gelsenkirchen-Bismarck und Borken (Westf.).

Baulärm:

In der vorliegenden Untersuchung wurden die zu erwartenden Baulärmimmissionen im Einwirkungsbereich der Baumaßnahme für die einzelnen Bauphasen mit einer Ausbreitungsrechnung gemäß der DIN ISO 9613-2 [5] ermittelt und auf Grundlage der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) [4] und der aktuellen Rechtsprechung beurteilt.

Wie die Ergebnisse zeigen, werden im Tageszeitraum in allen Bauphasen die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm überschritten. Die höchste Überschreitung von 26 dB mit einem Beurteilungspegel von 81 dB(A) liegt dabei am Immissionsort 06 in der Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken vor.

Des Weiteren liegen in der Bauphase 1: Baustelleneinrichtung Überschreitungen an einem Immissionsort (06), in der Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken an insgesamt elf Immissionsorten (01 bis 08 und 10 bis 12), in der Bauphase 3: Rück- und Neubau Personenunterführung (PU) an insgesamt drei Immissionsorten (05 bis 07), in der Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig an insgesamt neun Immissionsorten (02 bis 07 und 10 bis 12) und in der Bauphase 5: Rückbau BE-Fläche an einem Immissionsort (06) vor.

Die Zumutbarkeitsschwelle des maximalen Außenlärmpegels von 70 dB(A) zur Einhaltung eines gesicherten Innenraumpegels von 40 dB(A) wird in der Bauphase 2 an den Immissionsorten 06 und 07, in der Bauphase 3 an dem Immissionsort 06 und in der Bauphase 4 an dem Immissionsort 10 überschritten.

Darüber hinaus zeigt sich, dass im Tageszeitraum die Vorbelastung an keinem Immissionsort mindestens 10 dB oberhalb des Beurteilungspegels des Baulärms liegt. Somit wird der Baulärm rechnerisch nicht überdeckt. Folglich kommt es an allen Immissionsorten mit Überschreitungen zu einer Erhöhung der Lärmbelastung durch die Baumaßnahme.

Angesichts der Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm wurden Lärm-minderungsmaßnahmen erarbeitet, die die zu erwartenden Immissionen für die Anwohner auf ein erreichbares Mindestmaß begrenzen.

Hieraus hat sich ergeben, dass eine weitere Reduzierung der Betriebszeit, zusätzlich zu den vorher berücksichtigten, und das Aufstellen einer mobilen Lärmschutzwand, aufgrund der

benötigten Höhe, der beengten Platzverhältnisse und der Sperrpausen, als Minderungsmaßnahmen nicht anwendbar sind. Jedoch wurde in Kapitel 5.7 dargestellt, wie sich die Ergebnisse ändern würden, wenn vor allem in der Bauphase 2 eine Reduzierung der Einsatzzeit bestimmter Baugeräte angewendet werden würde. Ohne die Reduzierung der Einsatzzeit sind die Lärmschutzmaßnahmen auf folgende organisatorische und planerische Maßnahmen begrenzt:

- Information der Anlieger über die geplanten Bautätigkeiten je Bauphase und die Benennung eines Ansprechpartners an denen Sie sich bei Fragen oder Beschwerden wenden können.
- Nicht benötigte Baumaschinen auszuschalten und Maschinen und Aggregate in größtmöglicher Entfernung zu den Immissionsorten zu positionieren.
- Bei der Wahl der Baumaschinen ist auf die Vorgaben der EG-Richtlinie 2000/14/EG sowie den Stand der Technik zu achten.
- 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 Hammer-schlagen oder das Werfen von Materialien resultieren, minimieren. Ebenfalls kann die Nutzung von Sprechfunk den Lärmpegel einer Baustelle senken.
- Aufgrund der Beurteilungspegel oberhalb des Schwellenwertes von 70 dB(A) tags ist eine Ansprechstelle zu benennen, die in Einzelfällen bei Anwohnern die Erstattung der Kosten für die Ersatzwohnräume prüft und zusagt. Zusätzlich sind mit gewerblichen Nutzungen individuelle Regelungen zu treffen.

Erschütterung:

Zusätzlich zur Baulärmuntersuchung wurde eine Erschütterungsuntersuchung durchgeführt. Hierbei wurden die Bauverfahren anhand der Anhaltswerte der DIN 4150-2 zum Schutz des Menschen und der DIN 4150-3 zum Schutz der Gebäude, als Dauererschütterungen, berücksichtigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 eingehalten werden. Jedoch kommt es im Tageszeitraum während den Teilrückbauarbeiten zu Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2. Daher ist für die betroffenen Anwohner eine Ansprechstelle zu benennen. Diese soll befugt sein, in Einzelfällen die Erstattung von Kosten für die Ersatzwohnräume zu prüfen und zuzusagen.

Da während den Verbauarbeiten auch Resonanzeffekte vorliegen können, sollten Vibrationsrammen mit variabler Frequenz eingesetzt werden, um beim Auftreten von Resonanzen die Frequenz anzupassen. Die Vermeidung der Resonanzeffekte kann durch Probemessungen der Rammarbeiten geprüft bzw. kontrolliert werden.

Als weitere Maßnahme sollten die Anlieger über mögliche Erschütterungseinwirkungen informiert und ein Ansprechpartner, für eventuelle Beschwerden, benannt werden.

Peutz Consult GmbH



Dipl.-Ing. Mark Bless
(Messstellenleitung)



i.A. B.Eng. Hüseyin Şen
(Projektbearbeitung)

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Übersichtslageplan

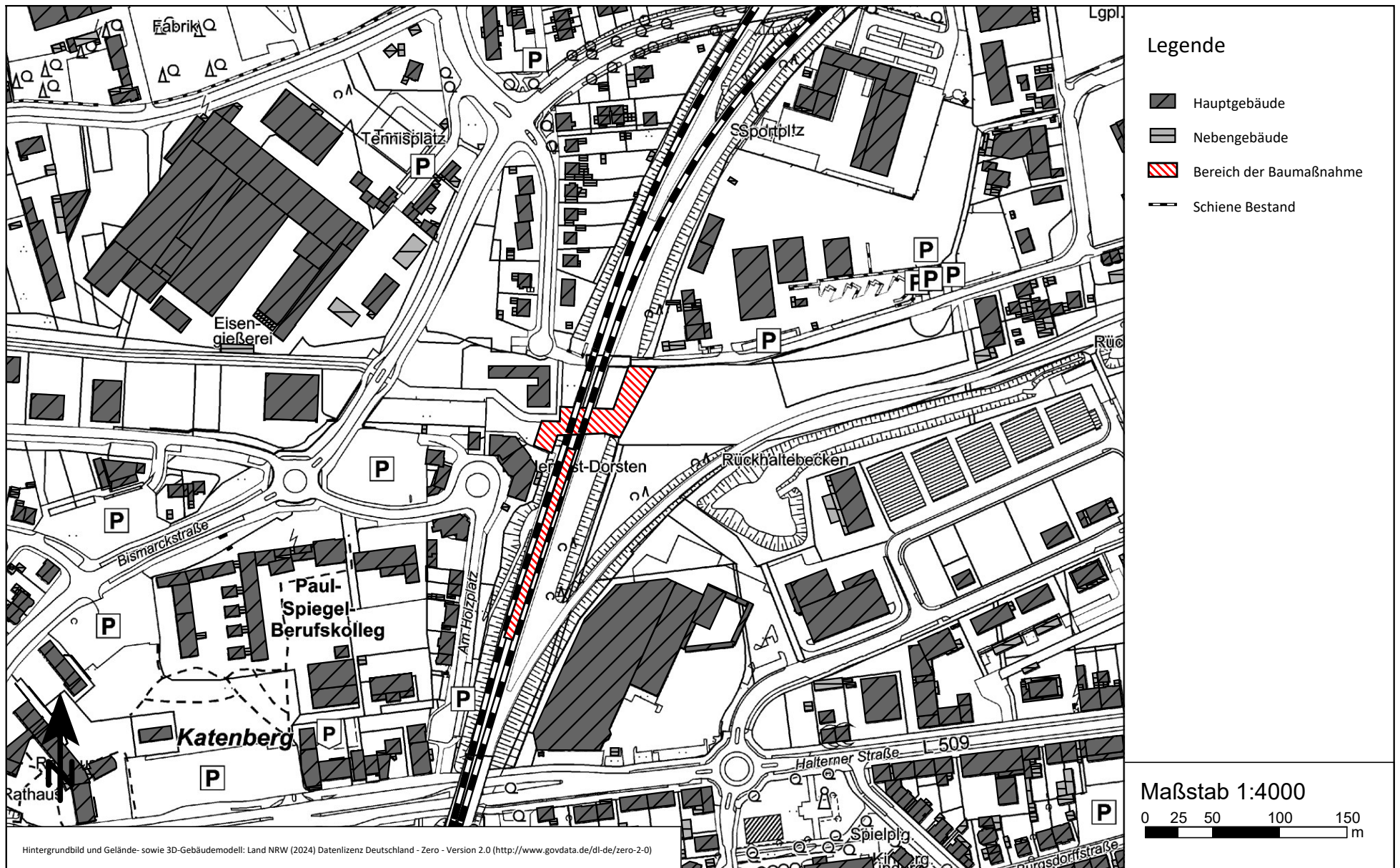
Anlage 2 Lageplan mit Darstellung der Immissionsorte, der Gebietsnutzungen und der jeweiligen Bauphase

Anlage 3 Ergebnisse der Immissionsberechnungen der jeweiligen Bauphase

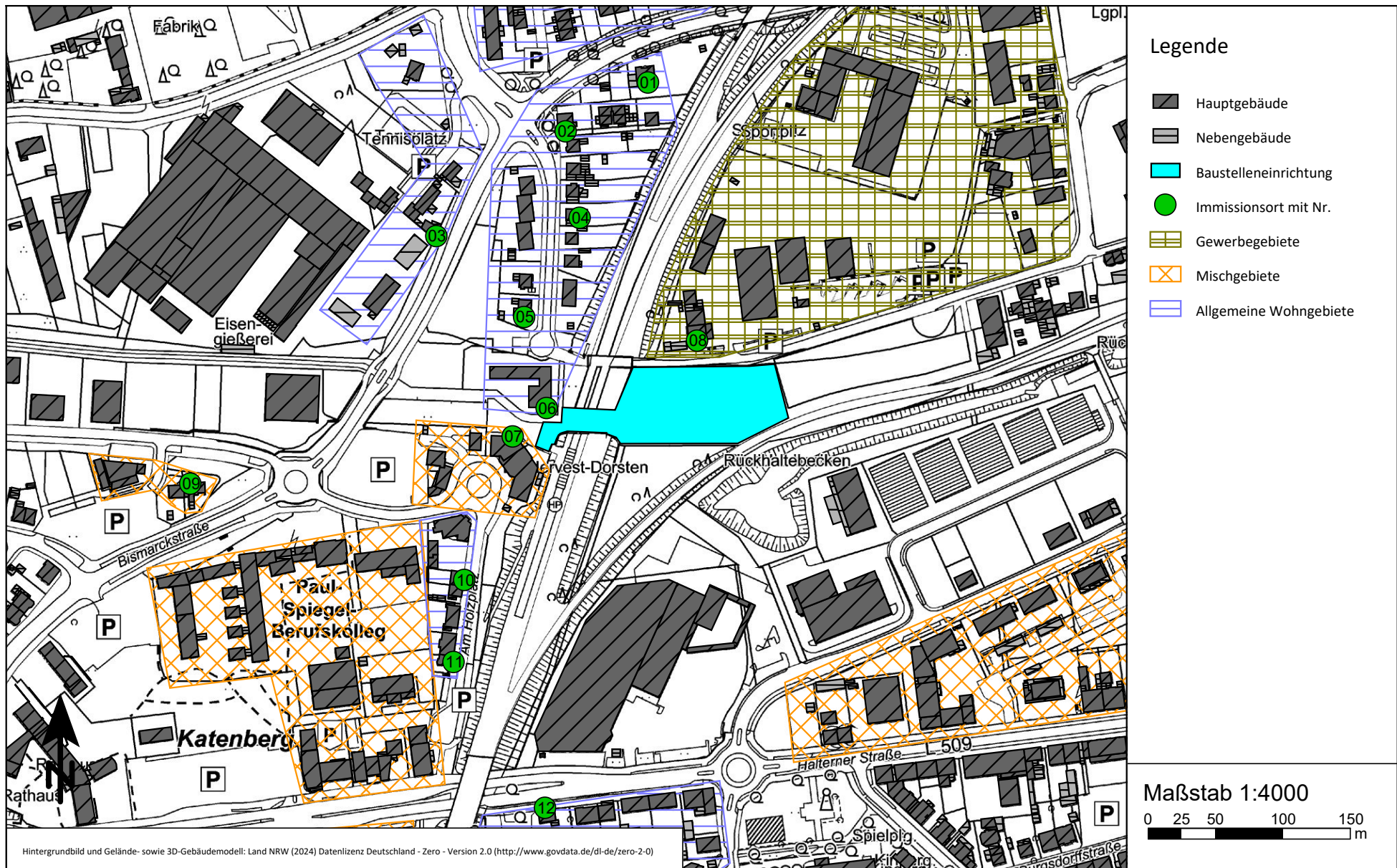
Anlage 4 Isophonendarstellung der jeweiligen Bauphase

Anlage 5 Ergebnisse der Erschütterungsimmissionen der jeweiligen Baumaschine

Anlage 1:
Übersichtslageplan: Haltepunkt (HP) Hervest-Dorsten bei km 20,5 der Strecke 2236



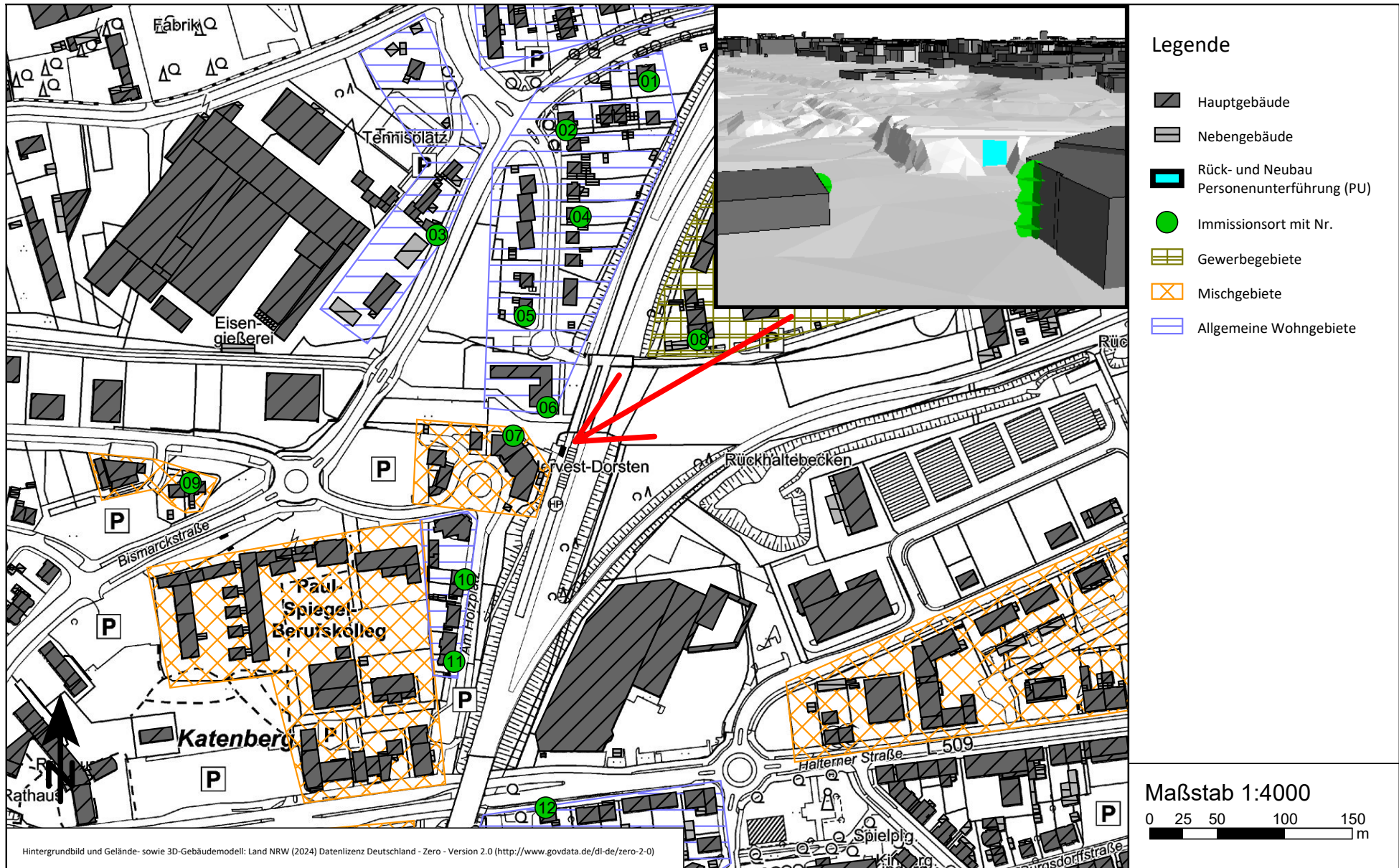
Anlage 2.1:
Lageplan mit Darstellung der Immissionsorte, der Gebietsnutzungen und
der Bauphase 1: Baustelleneinrichtung



Anlage 2.2:
Lageplan mit Darstellung der Immissionsorte, der Gebietsnutzungen und
der Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken



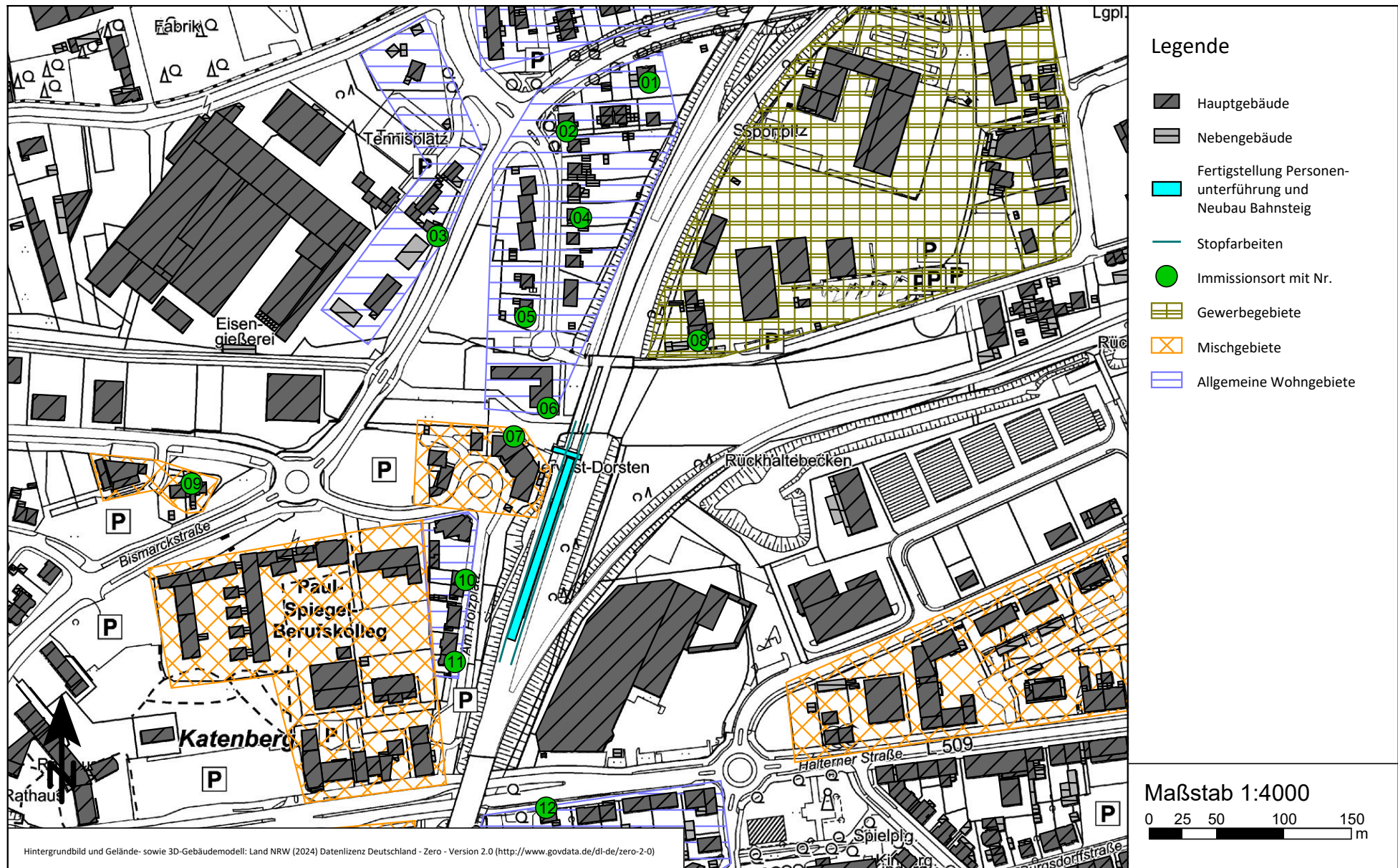
Anlage 2.3:
Lageplan mit Darstellung der Immissionsorte, der Gebietsnutzungen und
der Bauphase 3: Rück- und Neubau Personenunterführung (PU)



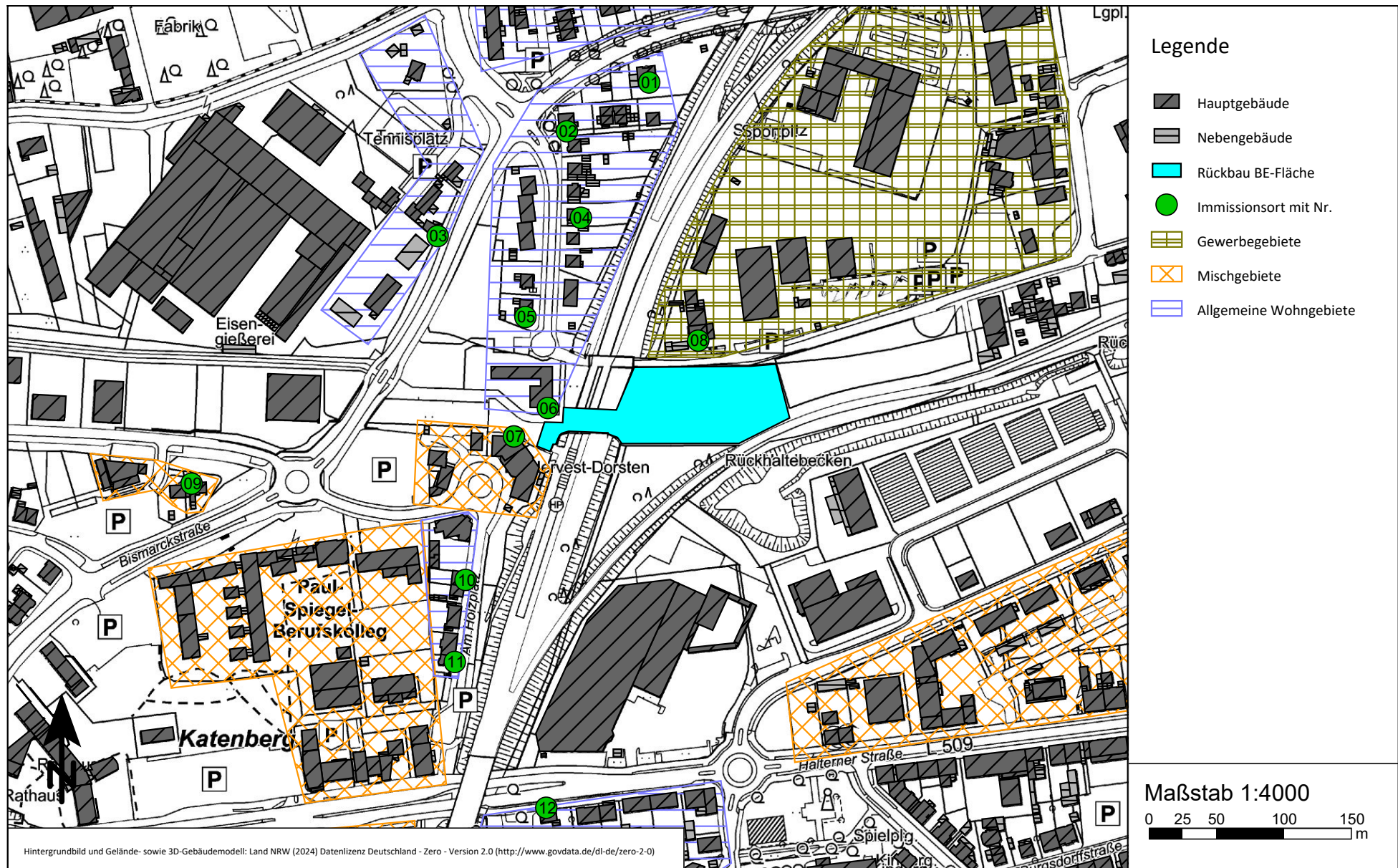
Anlage 2.4:

Lageplan mit Darstellung der Immissionsorte, der Gebietsnutzungen und der Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig

PEUTZ



Anlage 2.5:
Lageplan mit Darstellung der Immissionsorte, der Gebietsnutzungen und
der Bauphase 5: Rückbau BE-Fläche



Anlage 3.1: Ergebnisse der Immissionsberechnung
Bauphase 1: Baustelleneinrichtung
Dauer: ca. 3 Wochen



Immissionsort					Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Baulärm Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Beurteilungspegel Lr Tag dB(A)
Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Richtung	Gebiets- nutzung				
01	An der Wienbecke 6	EG	S	WA	55	33	-	-
		1.OG	S		55	36	-	-
02	Grüner Weg 18	EG	S	WA	55	33	-	-
		1.OG	S		55	35	-	-
		2.OG	S		55	39	-	-
03	Bismarckstraße 43	EG	O	WA	55	36	-	-
		1.OG	O		55	38	-	-
04	Grüner Weg 10	EG	O	WA	55	39	-	-
		1.OG	O		55	43	-	-
05	Grüner Weg 1	EG	S	WA	55	44	-	-
		1.OG	S		55	46	-	-
06	Grüner Weg 1a	EG	S	WA	55	59	4	-
07	Am Holzplatz 6	EG	N	MI	60	54	-	-
		1.OG	N		60	55	-	-
		2.OG	N		60	55	-	-
08	An der Wienbecke 15	EG	S	GE	65	59	-	-
		1.OG	S		65	60	-	-
		2.OG	S		65	60	-	-
09	Bismarckstraße 39	EG	N	MI	60	28	-	-
		1.OG	N		60	35	-	-
10	Am Holzplatz 15	EG	O	WA	55	35	-	-
		1.OG	O		55	38	-	-
		2.OG	O		55	41	-	-
11	Am Holzplatz 5	EG	O	WA	55	35	-	49
		1.OG	O		55	37	-	49
		2.OG	O		55	39	-	49
12	Halterner Straße 42	EG	N	WA	55	31	-	49

Anlage 3.1: Ergebnisse der Immissionsberechnung
Bauphase 1: Baustelleneinrichtung
Dauer: ca. 3 Wochen



Immissionsort					Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Baulärm		Vorbelastung durch Verkehrslärm Beurteilungspegel Lr Tag dB(A)
Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Richtung	Gebiets- nutzung		Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	
12	Halterner Straße 42	1.OG	N	WA	55	34	-	49
		2.OG	N		55	36	-	49

Anlage 3.2: Ergebnisse der Immissionsberechnung
Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken
Dauer: ca. 10 Tage - Sperrpause



Nr.	Immissionsort				Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Baulärm Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Beurteilungspegel Lr Tag dB(A)
	Beschreibung	Stock- werk	Richtung	Gebiets- nutzung				
01	An der Wienbecke 6	EG	S	WA	55	60	5	-
		1.OG	S		55	61	6	-
02	Grüner Weg 18	EG	S	WA	55	62	7	-
		1.OG	S		55	63	8	-
		2.OG	S		55	64	9	-
03	Bismarckstraße 43	EG	O	WA	55	62	7	-
		1.OG	O		55	63	8	-
04	Grüner Weg 10	EG	O	WA	55	60	5	-
		1.OG	O		55	63	8	-
05	Grüner Weg 1	EG	S	WA	55	66	11	-
		1.OG	S		55	69	14	-
06	Grüner Weg 1a	EG	S	WA	55	81	26	
07	Am Holzplatz 6	EG	N	MI	60	74	14	-
		1.OG	N		60	74	14	-
		2.OG	N		60	75	15	-
08	An der Wienbecke 15	EG	S	GE	65	64	-	-
		1.OG	S		65	66	1	-
		2.OG	S		65	68	3	-
09	Bismarckstraße 39	EG	N	MI	60	48	-	-
		1.OG	N		60	52	-	-
10	Am Holzplatz 15	EG	O	WA	55	64	9	-
		1.OG	O		55	65	10	-
		2.OG	O		55	68	13	-
11	Am Holzplatz 5	EG	O	WA	55	62	7	49
		1.OG	O		55	63	8	49
		2.OG	O		55	64	9	49
12	Halterner Straße 42	EG	N	WA	55	55	-	49

Anlage 3.2: Ergebnisse der Immissionsberechnung
 Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken
 Dauer: ca. 10 Tage - Sperrpause

PEUTZ



Immissionsort					Baulärm			Vorbelastung durch
Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Richtung	Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW	Beurteilungs- pegel Lr	Überschreitung	Verkehrslärm
					Tag dB(A)	Tag dB(A)	IRW Tag dB	Beurteilungspegel Lr Tag dB(A)
12	Halterner Straße 42	1.OG	N	WA	55	58	3	49
		2.OG	N		55	61	6	49

Anlage 3.3: Ergebnisse der Immissionsberechnung
Bauphase 3: Rück- und Neubau Personenunterführung (PU)
Dauer: ca. 7 Monate



Immissionsort					Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Baulärm Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Beurteilungspegel Lr Tag dB(A)
Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Richtung	Gebiets- nutzung				
01	An der Wienbecke 6	EG	S	WA	55	49	-	-
		1.OG	S		55	51	-	-
02	Grüner Weg 18	EG	S	WA	55	52	-	-
		1.OG	S		55	52	-	-
		2.OG	S		55	53	-	-
03	Bismarckstraße 43	EG	O	WA	55	52	-	-
		1.OG	O		55	54	-	-
04	Grüner Weg 10	EG	O	WA	55	47	-	-
		1.OG	O		55	51	-	-
05	Grüner Weg 1	EG	S	WA	55	55	-	-
		1.OG	S		55	60	5	-
06	Grüner Weg 1a	EG	S	WA	55	73	18	-
07	Am Holzplatz 6	EG	N	MI	60	69	9	-
		1.OG	N		60	70	10	-
		2.OG	N		60	68	8	-
08	An der Wienbecke 15	EG	S	GE	65	49	-	-
		1.OG	S		65	50	-	-
		2.OG	S		65	51	-	-
09	Bismarckstraße 39	EG	N	MI	60	39	-	-
		1.OG	N		60	42	-	-
10	Am Holzplatz 15	EG	O	WA	55	48	-	-
		1.OG	O		55	48	-	-
		2.OG	O		55	50	-	-
11	Am Holzplatz 5	EG	O	WA	55	47	-	49
		1.OG	O		55	48	-	49
		2.OG	O		55	49	-	49
12	Halterner Straße 42	EG	N	WA	55	39	-	49

PEUTZ

Immissionsort					Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Baulärm Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Beurteilungspegel Lr Tag dB(A)
Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Richtung	Gebiets- nutzung				
12	Halterner Straße 42	1.OG	N	WA	55	40	-	49
		2.OG	N		55	41	-	49

Anlage 3.4: Ergebnisse der Immissionsberechnung
Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig
Dauer: ca. 9 Wochen



Nr.	Immissionsort				Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Baulärm Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Beurteilungspegel Lr Tag dB(A)
	Beschreibung	Stock- werk	Richtung	Gebiets- nutzung				
01	An der Wienbecke 6	EG	S	WA	55	55	-	-
		1.OG	S		55	55	-	-
02	Grüner Weg 18	EG	S	WA	55	56	1	-
		1.OG	S		55	57	2	-
		2.OG	S		55	57	2	-
03	Bismarckstraße 43	EG	O	WA	55	55	-	-
		1.OG	O		55	57	2	-
04	Grüner Weg 10	EG	O	WA	55	53	-	-
		1.OG	O		55	57	2	-
05	Grüner Weg 1	EG	S	WA	55	58	3	-
		1.OG	S		55	62	7	-
06	Grüner Weg 1a	EG	S	WA	55	69	14	
07	Am Holzplatz 6	EG	N	MI	60	62	2	-
		1.OG	N		60	62	2	-
		2.OG	N		60	65	5	-
08	An der Wienbecke 15	EG	S	GE	65	61	-	-
		1.OG	S		65	62	-	-
		2.OG	S		65	63	-	-
09	Bismarckstraße 39	EG	N	MI	60	49	-	-
		1.OG	N		60	53	-	-
10	Am Holzplatz 15	EG	O	WA	55	71	16	-
		1.OG	O		55	74	19	-
		2.OG	O		55	76	21	-
11	Am Holzplatz 5	EG	O	WA	55	68	13	49
		1.OG	O		55	70	15	49
		2.OG	O		55	72	17	49
12	Halterner Straße 42	EG	N	WA	55	58	3	49

Anlage 3.4: Ergebnisse der Immissionsberechnung
 Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig
 Dauer: ca. 9 Wochen



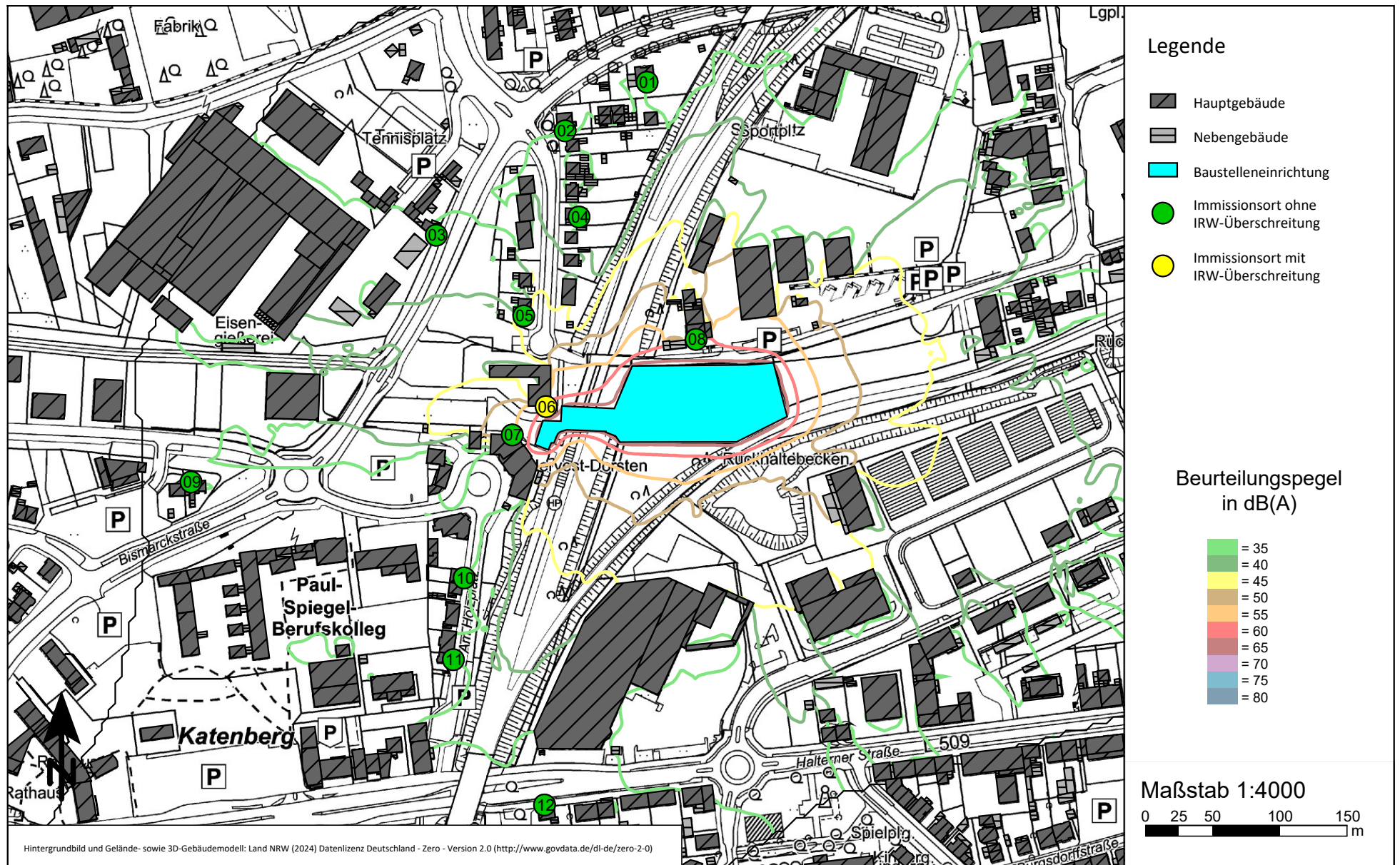
Nr.	Immissionsort				Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Baulärm Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung durch Verkehrslärm Beurteilungspegel Lr Tag dB(A)
	Beschreibung	Stock- werk	Richtung	Gebiets- nutzung				
12	Halterner Straße 42	1.OG	N	WA	55	60	5	49
		2.OG	N		55	62	7	49

Anlage 4.1: Isophonendarstellung - Rechenhöhe EG - Tageszeitraum

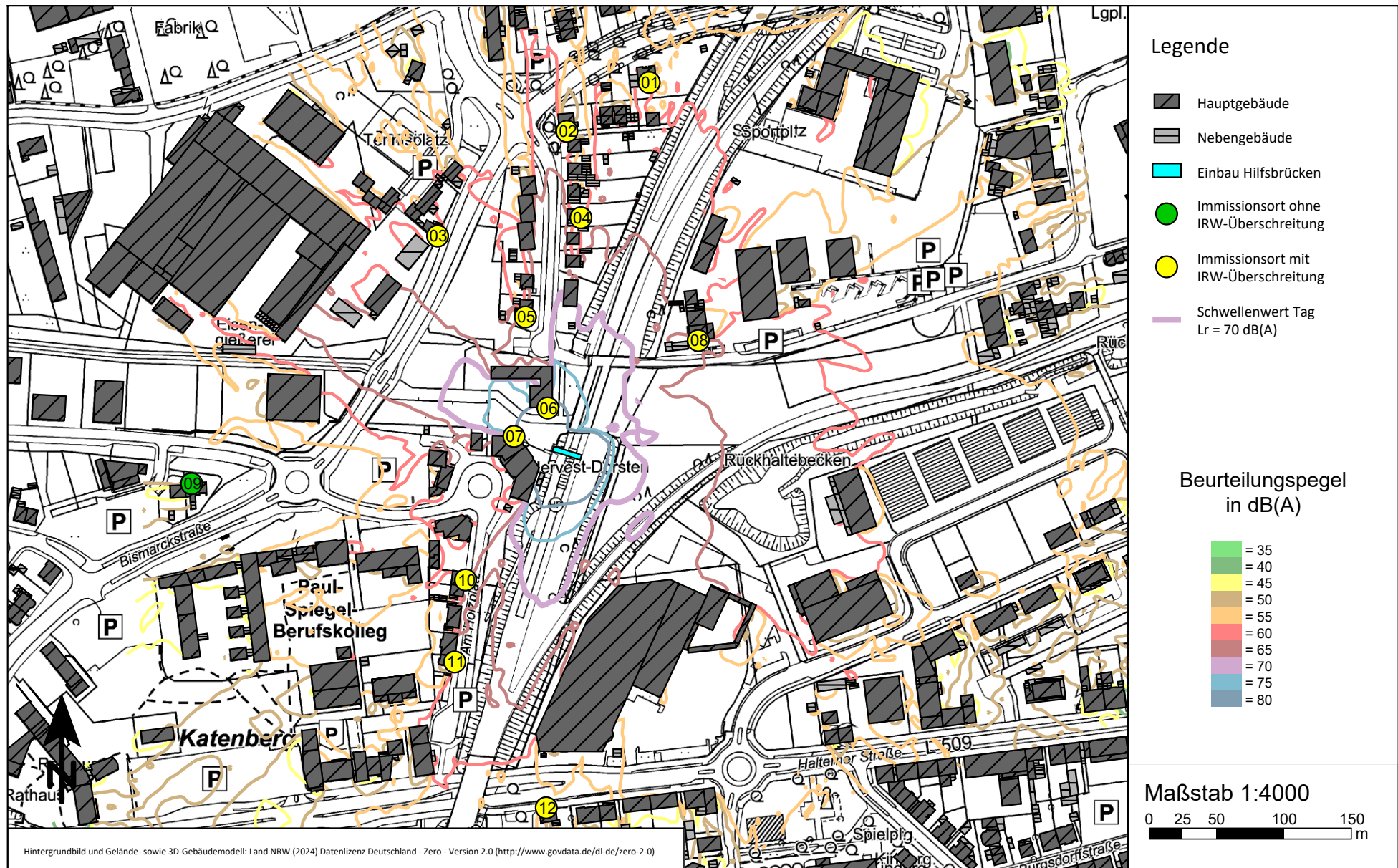
Bauphase 1: Baustelleneinrichtung

Dauer: ca. 3 Wochen

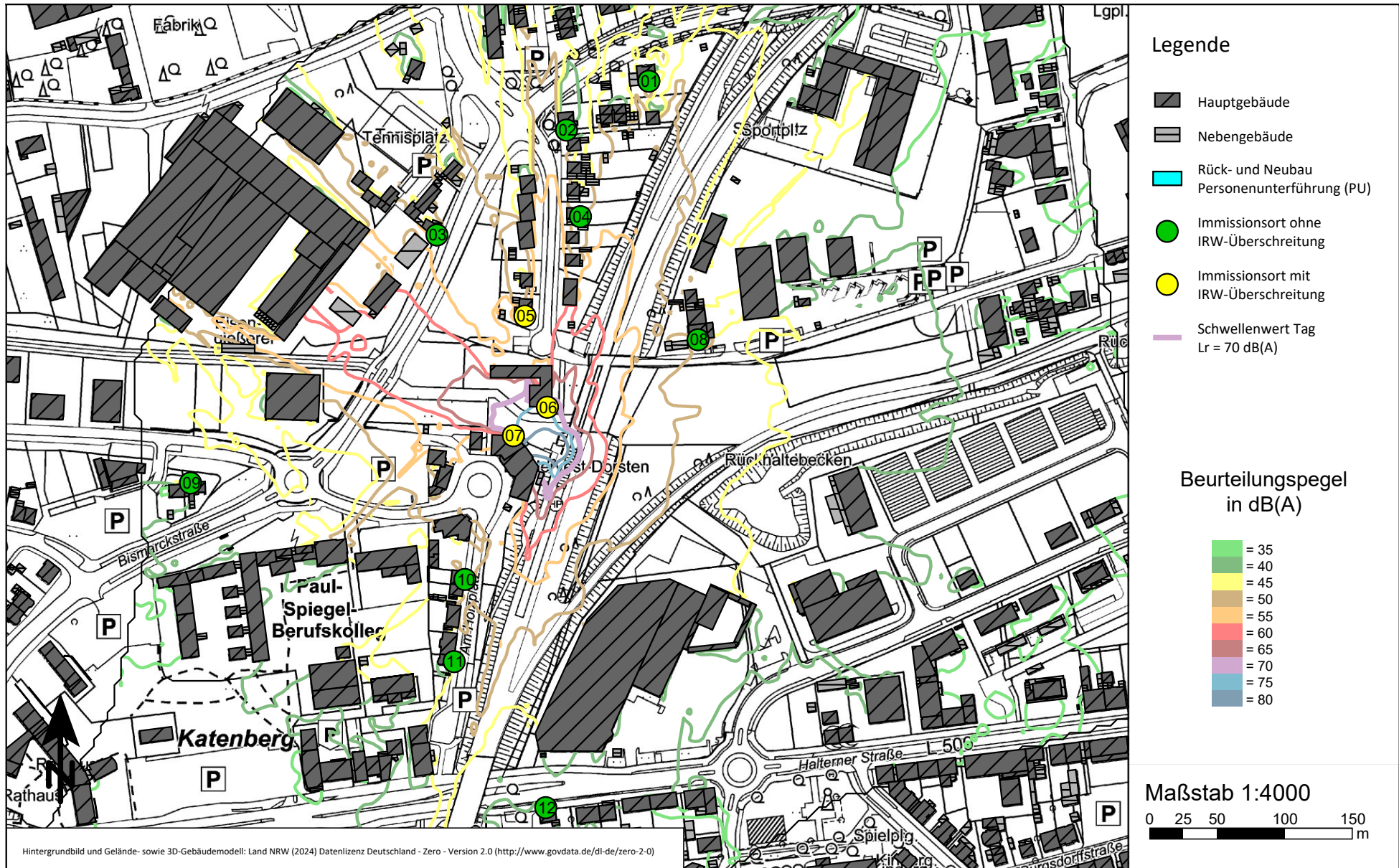
PEUTZ



Anlage 4.2: Isophonendarstellung - Rechenhöhe EG - Tageszeitraum
 Bauphase 2: Einbau Hilfsbrücken
 Dauer: ca. 10 Tage - Sperrpause



Anlage 4.3: Isophonendarstellung - Rechenhöhe 1. OG - Tageszeitraum
 Bauphase 3: Rück- und Neubau Personenunterführung (PU)
 Dauer: ca. 7 Monate

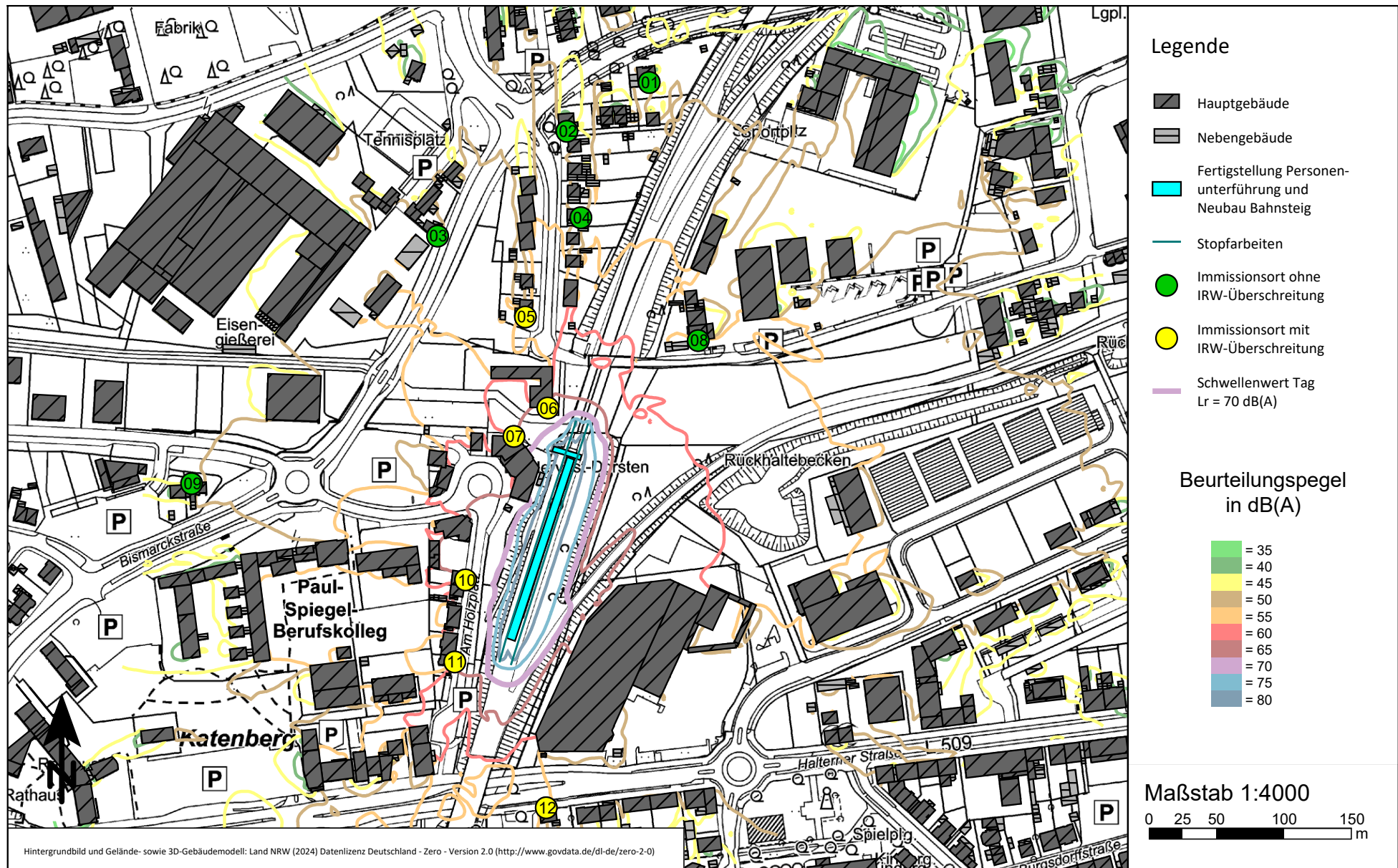


Anlage 4.4: Isophonendarstellung - Rechenhöhe EG - Tageszeitraum

Bauphase 4: Fertigstellung Personenunterführung und Neubau Bahnsteig

Dauer: ca. 9 Wochen

PEUTZ



Anlage 5.1: Ergebnisse der Erschütterungsimmissionen -
Am Holzplatz 4
Bagger mit Anbaumeißel / Entfernung ca. 15 m



Schlagramme (Freifallbär)

Wohngebäude

Boden: bindige Böden

Boden ist sehr steif bzw. dicht

Abstand zum Gebäude r [m]: 15.00

Energie pro Rammschlag [kJ·m] = 13.70

Schwingfrequenz [Hz]: 9.00

Ergebnisse

Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 391.95

Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$

Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\text{max}}$ [mm/s] = 1.21

Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00

Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50

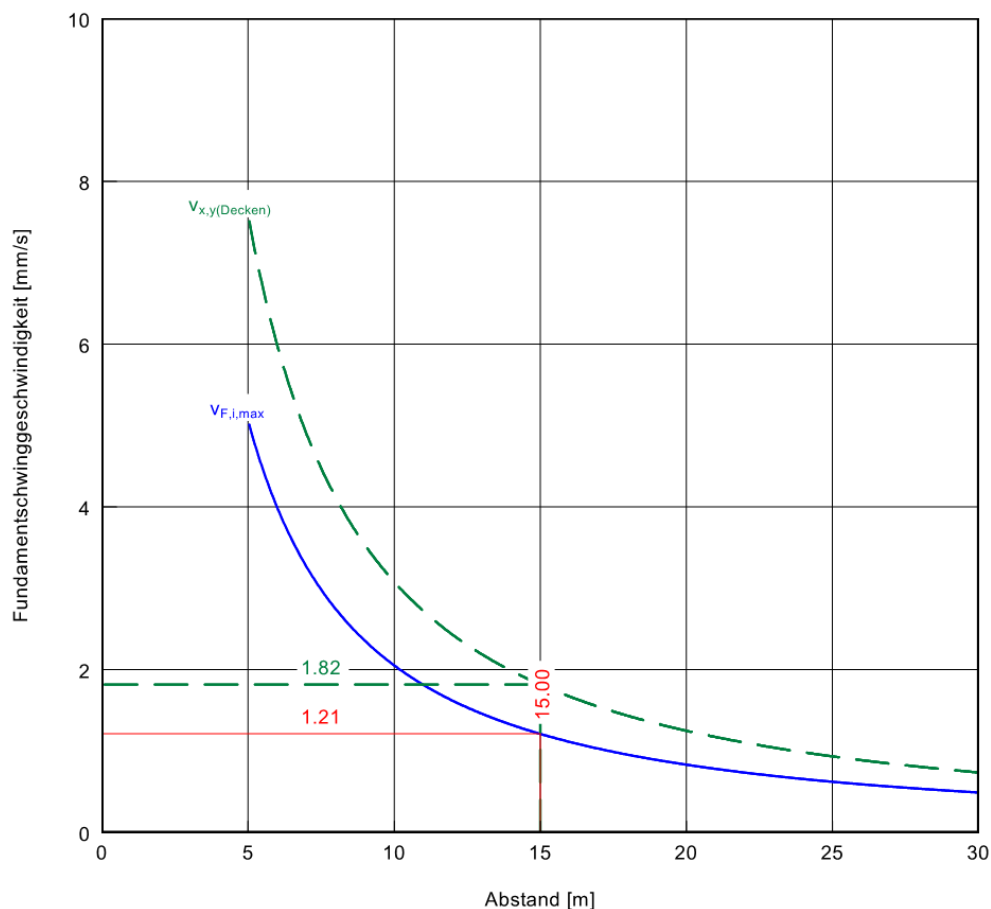
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 1.82

Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00

Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50

Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 1.82

Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00



Anlage 5.2: Ergebnisse der Erschütterungsimmissionen -
Am Holzplatz 4
Vibrationsramme / Entfernung ca. 25 m



Vibrationsramme
Ungünstige Werte (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Wohngebäude
Abstand zum Gebäude r [m]: 25.00

Leistung Vibrationsramme [kW]: 150.00
Frequenz Vibrationsramme [1/s]: 30.00

Ergebnisse
Energie pro Schwingungsperiode E [kJ·m] = 5.00
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 399.57
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3$ = 3300.00
Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\max}$ [mm/s] = 1.66
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 2.48
Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 2.48
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00

