

Baulärm- und Erschütterungsprognose zur Erneuerung des Bahnsteigs am Haltepunkt Geeste an der Strecke 2931 an Bahn-km 248,8

Bericht VL 8807-1 vom 12.12.2023

Auftraggeber: DB InfraGo AG
Bahnhofsmanagement Braunschweig
Willi-Brandt-Platz 1
38102 Braunschweig

Bericht-Nr.: VL 8807-1
Datum: 12.12.2023
Ansprechpartner: Herr Hintzen

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 97 Seiten,
davon 56 Seiten Text und 41 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

Gostenhofer Hauptstraße 21
90443 Nürnberg
Tel. +49 911 477 576 60
Fax +49 911 477 576 70
nuernberg@peutz.de

Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen
ir. Ferry Koopmans
ing. David den Boer
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

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	Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung.....	8
3.1	Gebietsnutzung im Umfeld.....	8
3.2	Beschreibung der geplanten Baumaßnahmen.....	8
4	Baulärm.....	10
4.1	Beurteilungsgrundlagen.....	10
4.1.1	AVV Baulärm.....	10
4.1.2	Zusätzliche Bewertungsaspekte zur Beurteilung von Baulärmimmissionen... ..	11
4.1.3	Maßnahmen zur Minderung von Baustellengeräuschen.....	13
4.2	Schalltechnische Berechnungen zum Baulärm.....	14
4.2.1	Allgemeine Vorgehensweise.....	14
4.2.2	Vorgehensweisen zur Berechnung der Vorbelastung.....	16
4.2.3	Emissionen der Baumaschinen und Geräte.....	16
4.3	Ergebnisse der Immissionsberechnung.....	20
4.3.1	Bauphase 1 - Oberleitungsarbeiten (Dauer: ca. 12 Nächte).....	20
4.3.2	Bauphase 2 - Vorbereitende Arbeiten (Dauer: 10 Tage und 10 Nächte).....	21
4.3.3	Bauphase 3 - Gründung außerhalb Bahnsteig (Dauer: ca. 32 Tage).....	22
4.3.4	Bauphase 4 - Rück- und Neubau Bahnsteig 1 (Dauer: ca. 76 Tage und 13 Nächte).....	23
4.3.5	Bauphase 5 - Zuwegung Bahnsteig 1 (Dauer: ca. 11 Tage und 5 Nächte).....	24
4.3.6	Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2 (Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte).....	25
4.3.7	Bauphase 7 - Zuwegung Bahnsteig 2 (Dauer: ca. 36 Tage).....	26
4.3.8	Bauphase 8 - Abschlussarbeiten (Dauer: ca. 4 Tage).....	27
4.4	Beurteilung der Ergebnisse.....	28
4.5	Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen für die vorliegende Baumaßnahme..	29
5	Erschütterungen.....	32
5.1	Allgemeines.....	32
5.1.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.....	33
5.1.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen.....	36
5.2	Erschütterungstechnische Betrachtungen.....	39
5.3	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen.....	41
5.4	Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden.....	44
5.5	Allgemeine Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen.....	50

6	Zusammenfassung.....	52
---	----------------------	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Darstellung der verwendeten Baumaschinen je Arbeitsschritt.....	9
Tabelle 4.1: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm.....	10
Tabelle 4.2: Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm.....	10
Tabelle 4.3: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Oberleistungsarbeiten.....	17
Tabelle 4.4: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die vorbereitenden Arbeiten.....	17
Tabelle 4.5: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Gründungsarbeiten außerhalb des Bahnsteigs.....	18
Tabelle 4.6: Berücksichtigte Schallleistungspegel für den Rück- und Neubau Bahnsteig 1...18	
Tabelle 4.7: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Zuwegung am Bahnsteig 1.....	19
Tabelle 4.8: Berücksichtigte Schallleistungspegel für den Rück- und Neubau Bahnsteig 2...19	
Tabelle 4.9: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Zuwegung am Bahnsteig 2.....	19
Tabelle 4.10: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Abschlussarbeiten.....	20
Tabelle 4.11: Von Lärmimmissionen >70 dB(A) tags und >60 dB(A) nachts betroffene Gebäude während der Bauarbeiten.....	31
Tabelle 5.1: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 2, für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen zum Tageszeitraum.....	34
Tabelle 5.2: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1.....	35
Tabelle 5.3: Zusammenhang bewertete Schwingstärke und subjektive Wahrnehmung [15].	36
Tabelle 5.4: 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.....	37
Tabelle 5.5: Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose.....	40
Tabelle 5.6: Anhaltswerte für die Konstante cF für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen, Tabelle 3 der DIN 4150, Teil 2.....	44
Tabelle 5.7: Eigenfrequenzen von Decken.....	45
Tabelle 5.8: Berücksichtigte Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2.....	46
Tabelle 5.9: Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude ohne Resonanzfall.....	47

Tabelle 5.10: Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude im Resonanzfall	48
Tabelle 5.11: Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude ohne Resonanzfall.....	49
Tabelle 5.12: Mindestabstände für die angesetzten erschütterungsintensiven Baumaschinen	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 5.1: Schematische Darstellung der Abstände zwischen Spundwand und Gebäude der DIN 4150, Teil 3 Anhang C, Bild C.1.....	39
--	----

1 Situation und Aufgabenstellung

Die DB Station & Service AG plant die Erneuerung des Bahnsteiges am Haltepunkt Geeste an der Strecke 2931 bei km 248,8.

In dieser Untersuchung werden die zu erwartenden Baulärmimmissionen mit einer Ausbreitungsberechnung gemäß der DIN EN ISO 9613-2 [5] durchgeführt und anschließend gemäß der AVV Baulärm [4] bewertet. Für die Berechnungen werden die Abläufe für den Umbau in schalltechnisch relevante Bauphasen unterteilt. Hierbei ergeben sich insgesamt acht Bauphasen.

Abhängig von der Höhe der Baulärmimmissionen und der Vorbelastung durch den vorhandenen Verkehrslärm sind mögliche Maßnahmen zur Baulärminderung vorzuschlagen und zu beurteilen.

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. Gegebenenfalls werden bei Überschreitungen der Anhaltswerte Minderungsmaßnahmen empfohlen.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1]	BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G Aktuelle Fassung
[2]	24. BImSchV 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung	Geändert am 23.09.1997 und Begründung in Bundesratsdrucksache 363/96 vom 02.07.1996	V 04.02.1997
[3]	32. BImSchV 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung	Bundesgesetzblatt B1232, vom 29.08.2002 (BGBl. I S. 3478) zuletzt geändert am 08.11.2011 (BGBl. I S. 2178)	V 29.08.2002 zuletzt geändert am 08.11.2011
[4]	AVV Baulärm Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, Geräuschemissionen	Beilage zum BAnz Nr. 160 vom 1. September 1970	VV 19.08.1970
[5]	DIN ISO 9613, Teil 2	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Allgemeines Berechnungsverfahren; <i>Verweis in der TA Lärm auf den Entwurf Sept. 1997</i>	N Ausgabe Oktober 1999 (Entwurf Sept. 1997)
[6]	DIN 45 669, Teil 1	Messung von Schwingungsimmissionen - Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung	N September 2010
[7]	DIN 45 669, Teil 2	Messung von Schwingungsimmissionen - Messverfahren	N Juni 2005
[8]	DIN 4150, Teil 1	Erschütterungen im Bauwesen, Vorermittlungen von Schwingungsgrößen	N 2001
[9]	DIN 4150, Teil 2	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	N 1999
[10]	DIN 4150, Teil 3	Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen	N 2016

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[11]	Schall 03 Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen	Bundesgesetzblatt Jahrgang 2014 Teil I Nr. 61, ausgegeben zu Bonn am 23.12.2014	RIL in Kraft getreten am 01.01.2015
[12]	VDI 2719	Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen	RIL 1987
[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]	Taschenbuch der Technischen Akustik	G. Müller, M. Möser (Hrsg.), 3. Auflage	Lit. 2003
[16]	Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten	Institut für Bauforschung e.V. Hannover	Lit. 2006
[17]	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
[18]	Standardleistungsbuch für das Bauwesen, Regional-Leistungsbereich 898, Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen	Umweltbundesamt Berlin,	Lit. Ausgabe April 1996
[19]	Urteil zu Baulärmimmissionen des 7. Senats des BVerwG	BVerwG 7 A 24.11	Lit. 10.07.2012
[20]	Urteil zu Verhältnismäßigkeit von Schutzvorkehrungen gegen Baulärm bei Arbeiten an einer Bahnstrecke des OVG Rheinland-Pfalz	OVG Rheinland-Pfalz 8 C 11694/17	Lit. 10.10.2018
[21]	Geodaten (DGM, LoD1)	Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen	P 2022
[22]	Planunterlagen und Zugzahlen	DB Station & Service AG	P 2021-2023
[23]	Bebauungspläne	Gemeinde Geeste	P Abruf am 11.04.2022
[24]	Umgebungslärmkarten	Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz Niedersachsen	P 12/2023

Kategorien:

G	Gesetz	N	Norm
V	Verordnung	RIL	Richtlinie
VV	Verwaltungsvorschrift	Lit	Buch, Aufsatz, Berichtigung
RdErl.	Runderlass	P	Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten und Baubeschreibung

3.1 Gebietsnutzung im Umfeld

Die Baumaßnahme befindet sich am Haltepunkt Geeste des Landkreises Emsland in Niedersachsen. Die Umgebung ist überwiegend von landwirtschaftlicher Nutzung geprägt. Nordöstlich befindet sich der Ort Osterbrock.

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

Gemäß der Bebauungspläne der Gemeinde Geeste [23] befinden sich westlich der Gartenstraße und nördlich des Tannenwegs Mischgebiete (MI).

Für die restlichen Gebiete waren keine Bebauungspläne online abrufbar, sodass die Schutzbedürftigkeit anhand der tatsächlichen Nutzung festgelegt wird.

Östlich der Bahnhofstraße und nördlich der Bawinkeler Straße wird das Gebiet als allgemeines Wohngebiet (WA) berücksichtigt. Westlich der Bahngleise wird das Gebiet mit den Immissionsrichtwerten eines Gewerbegebietes (GE) berücksichtigt. Die Gebäude an den Immissionsorten 13, 14 und 15 befinden sich im unbeplanten Außenbereich und werden mit den Immissionsrichtwerten eines Mischgebietes (MI) berücksichtigt.

Ein Übersichtslageplan mit Darstellung der Gebietsnutzungen und den berücksichtigten Immissionsorten kann Anlage 1 entnommen werden.

3.2 Beschreibung der geplanten Baumaßnahmen

Im Rahmen der schalltechnischen Prognoseberechnungen zum Baulärm sind auf Grundlage von Bauablaufplanungen [22] mögliche baustellenbedingte Schallimmissionen während der untersuchten Baumaßnahmen zu ermitteln und gemäß AVV Baulärm [4] zu beurteilen.

Die Bauarbeiten werden überwiegend im Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr) und teilweise im Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr) in einem Zeitraum von ca. 7 Monaten durchgeführt.

Für jeden Arbeitsschritt werden die auf der Grundlage vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten [22] zu betrachtenden Bauverfahren mit den jeweiligen Arbeitsmaschinen angesetzt. Diese werden in der nachfolgenden Tabelle 3.1 dargestellt:

Tabelle 3.1: Darstellung der verwendeten Baumaschinen je Arbeitsschritt

Arbeitsschritt	verwendete Baumaschinen
BP1: Oberleitungsarbeiten Dauer: ca. 12 Nächte	<ul style="list-style-type: none"> Bohrgerät
BP2: Vorbereitende Arbeiten Dauer: ca. 10 Tage und 10 Nächte	<ul style="list-style-type: none"> Radlader Bagger LKW Rüttelplatte Trennschleifscheibe
BP3: Gründung außerhalb Bahnsteig Dauer: ca. 32 Tage, keine Nachtarbeit	<ul style="list-style-type: none"> Bohrpfahlgerät Minibagger Bagger
BP4: Rück- und Neubau Bahnsteig 1 Dauer: ca. 76 Tage und 13 Nächte	<ul style="list-style-type: none"> Bohrpfahlgerät Mobilkran Radlader Minibagger Zweiwegebagger Kettenbagger mit Spitzmeißel LKW Rüttelplatte Universalstopfmaschine
BP5: Zuwegung Bahnsteig 1 Dauer: ca. 11 Tage und 5 Nächte	<ul style="list-style-type: none"> Minibagger Rüttelplatte
BP6: Rück- und Neubau Bahnsteig 2 Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte	<ul style="list-style-type: none"> Radlader Minibagger Zweiwegebagger Kettenbagger mit Spitzmeißel LKW Rüttelplatte Universalstopfmaschine Trennschleifscheibe
BP7: Zuwegung Bahnsteig 2 Dauer: ca. 36 Tage	<ul style="list-style-type: none"> Rüttelplatte Trennschleifscheibe Minibagger
BP8: Abschlussarbeiten Dauer: ca. 4 Tage	<ul style="list-style-type: none"> Minibagger Radlader LKW

Die Arbeiten in den Bauphasen 1, 2, 4 und 6 werden vollständig und die Arbeiten während Bauphase 3 teilweise während Sperrpausen durchgeführt. Die Arbeiten während der Bauphasen 5, 7 und 8 werden außerhalb von Sperrpausen durchgeführt.

4 Baulärm

4.1 Beurteilungsgrundlagen

4.1.1 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 4.1 aufgeführt. Für die Festlegung der Gebietseinstufungen ist von Festsetzungen in Bebauungsplänen oder sollten keine rechtskräftigen Bebauungspläne vorliegen, der tatsächlichen Nutzung auszugehen.

Tabelle 4.1: 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 4.2 angegebenen Zeitkorrekturen zu berücksichtigen.

Tabelle 4.2: Zeitkorrekturen gemäß der AVV Baulärm

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

Zur Prüfung, ob der Immissionsrichtwert eingehalten wird, ist der Beurteilungspegel mit dem Immissionsrichtwert zu vergleichen. Maßgeblich ist die Einhaltung der o.g. Immissionsrichtwerte in einer Entfernung von 0,5 m vor dem geöffneten Fenster. Der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit ist ferner überschritten, wenn ein 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.

4.1.2 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 flächendeckend die Immissionen gemäß AVV Baulärm 0,5 m vor einem Fenster zu einer schutzbedürftigen Nutzung zu berechnen. Der sich in den Räumen ergebende Innenraumpegel muss individuell bei jedem Raum einzeln betrachtet werden.

Falls aktive Maßnahmen nicht möglich sind oder hierbei nicht im Verhältnis zum Nutzen stehen und organisatorische Maßnahmen ausgeschöpft sind, kann das Ergebnis einer Abwägung auch sein, Anwohnern für eine begrenzte Zeit zuzumuten, Fenster geschlossen zu halten, sofern dann auch ausreichend niedrige Innenpegel vorliegen [20]. Innerhalb des Tageszeitraumes ist es gemäß Rechtsprechung Anwohnern zuzumuten, für eine begrenzte Dauer die Fenster nur zum Stoßlüften zu öffnen. Dies bezieht sich jedoch allgemein nur auf den Tageszeitraum. Im Nachtzeitraum ist dies nicht pauschal möglich. Eine ausreichende Lüftung von Schlafräumen kann jedoch auch nachts gewährleistet sein, wenn eine Querlüftung in der Wohnung möglich ist oder unterstützende Lüftungseinrichtungen (z.B. Außenluftdurchlässe oder Lüftungsanlagen) vorhanden sind.

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

Vorbelastung:

Generell ist als erstes Ziel für den Baulärm die Einhaltung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm vorgesehen. Das Bundesverwaltungsgericht urteilte in seinem Urteil zu Baulärmimmissionen zum Bau der sogenannten Kanzler-U-Bahn in Berlin entlang der Friedrichstraße [19], dass neben der Einhaltung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in einem innerstädtischen Bereich oder Bereichen, in denen weitere prägnante Lärmeinflüsse durch 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.

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

Eine Überdeckung des Baulärms durch die Vorbelastung liegt rechnerisch vor, wenn die 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 dB + 60 dB = 70 dB. Weiterhin werden gleiche Geräusche, die 10 dB leiser oder lauter sind als halb so leise oder doppelt so laut vom menschlichen Gehör wahrgenommen. Somit würde eine Vorbelastung mit 70 dB(A) einen Baulärm mit 60 dB(A) überdecken, da das

Gesamtgeräusch nur 70 dB(A) beträgt und ohnehin als doppelt so laut wie der Baulärm empfunden werden würde, wenn die Geräusche einen ähnlichen Geräuschcharakter (Zeitverlauf, Frequenz ...) aufweisen würden.

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

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.

4.1.3 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 Baulärm zu schützen. Stilllegungen sollen angeordnet werden, wenn

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

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

4.2 Schalltechnische Berechnungen zum Baulärm

4.2.1 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 geforderten Baulärmprognosen 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.

Bei der Durchführung der schalltechnischen Berechnungen werden zunächst die Emissionen der einzelnen Bauphasen in Form von Schallleistungspegeln ermittelt. Hierzu werden die Emissionen jeweils für die in Tabelle 3.1 aufgeführten Baumaschinen ermittelt. Diese wurden auf der Grundlage von den vom Auftraggeber [22] zur Verfügung gestellten Angaben und durch Angaben aus allgemein anerkannten technischen Berichten [13] [14] ermittelt. Ausgehend von diesen Emissionen werden Immissionsberechnungen für die Umgebung der Baustellenbereiche für die gesamte Bauzeit durchgeführt.

Da es sich bei den geplanten Maßnahmen nicht um ortsfeste Arbeitsstätten handelt oder Arbeiten auch gleichzeitig an unterschiedlichen Orten stattfinden können, werden die Emissionen der Bauarbeiten als Ersatzflächen- und Linienschallquellen in dem verwendeten Berechnungsprogramm SoundPLAN 8.2 berücksichtigt. Topografische Informationen werden in Form eines digitalen Geländemodells berücksichtigt. Die Gebäude- sowie Geländedaten wurden vom Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung, Niedersachsen zur

Verfügung gestellt [21]. In den Berechnungen werden bestehende Gebäude im Umfeld als schallabschirmende und schallreflektierende Baukörper berücksichtigt.

Die in dieser schalltechnischen Untersuchung durchgeführte Baulärberechnung unterstellt, dass während den einzelnen schalltechnisch relevanten Bauphasen alle für diese Arbeiten aufgeführten Maschinen (vgl. Kapitel 4.2.3) gleichzeitig innerhalb der berücksichtigten Einsatzzeiten in Betrieb sind. Aufgrund dieser Annahme kommt es in dieser Prognose, im Sinne der Anwohner, eher zu einer rechnerischen Überbewertung der Baulärmimmissionen.

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], für den Nachtzeitraum 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.

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

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.

4.2.2 Vorgehensweisen zur Berechnung der Vorbelastung

Wie in Kapitel 4.1.2 beschrieben, kann die Vorbelastung durch den Verkehrslärm relativierend zur Beurteilung des Baulärms hinzugezogen werden. Für die vorliegende Untersuchung wurden Zugzahlen nach Schall 03 für die Strecke 2931 vom Stand 2021 zur Verfügung gestellt [22].

Die Immissionsberechnungen wurden entsprechend den Vorgaben der Schall 03 [11] für alle Immissionsorte durchgeführt. Durch den kürzeren und in der Regel weniger frequentierten Beurteilungszeitraum der Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr) kommt es bei der Berechnung gemäß Schall 03 im Sinne der Anwohner eher zu geringeren Beurteilungspegeln, als bei einer Betrachtung des Verkehrslärms gemäß AVV Baulärm für den Nachtzeitraum zwischen 20:00 und 07:00 Uhr. Die Berechnung der Vorbelastung dient dabei als Orientierungswert für die vorherrschende Lärmsituation und ist nicht als vollwertige schalltechnische Untersuchung zum Schienenverkehrslärm zu betrachten.

Darüber hinaus wurde die Vorbelastung aus dem Straßenverkehr anhand von Lärmkartierungen entnommen. Das Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz in Niedersachsen [24] stellt Lärmkarten für die Lärmindizes L_{DEN} und L_{NIGHT} aus dem Jahr 2022 bereit. Aufgrund der Gewichtung des Tag-Abend-Nacht-Lärmindex (L_{DEN}) mit Zuschlägen für die sensibleren Abend- und Nachtstunden, kann der aus der Lärmkartierung ermittelte Wert für den Tageszeitraum nicht direkt mit den berechneten Beurteilungspegeln verglichen werden. Dennoch können die Ergebnisse der Lärmkartierung als grobe Orientierungswerte zur Bestimmung der Lärmvorbelastung herangezogen werden. Im Folgenden wird der untere L_{NIGHT} -Wert im Nachtzeitraum und der untere L_{DEN} -Wert abzüglich 6,4 dB als Vergleichswert zur Beurteilung der Vorbelastung im Tageszeitraum berücksichtigt.

Die Verkehrslärmvorbelastung für die jeweiligen Immissionsorte ist den Einzelpunktberechnungen in Anlage 2 zu entnehmen. Die Emissionen des Schienenverkehrs und die grafische Ausbreitung des Straßenverkehrs sind in Anlage 4 dargestellt.

4.2.3 Emissionen der Baumaschinen und Geräte

Für die einzelnen zur Umsetzung der Baumaßnahmen erforderlichen Bauphasen werden nachfolgend jeweils die einzelnen Schallleistungspegel der Baumaschinen, sowie die energetisch addierte und kaufmännisch gerundete Summe der Schallleistungspegel aufgeführt.

Wie in Tabelle 4.2 dargestellt, wird für die Baumaßnahme im Tageszeitraum von bis zu 2,5 Stunden ein Zeitkorrekturwert von 10 dB und von bis zu 8 Stunden ein Korrekturwert von 5 dB vergeben. Analog gilt ein Zeitkorrekturwert für Arbeiten im Nachtzeitraum von bis zu 2 Stunden und 6 Stunden.

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

Bauphase 1 - Oberleistungsarbeiten

Tabelle 4.3: Berücksichtigte Schalleistungspegel für die Oberleistungsarbeiten

Baumaschine / Bautätigkeit	L_{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		$L_{WA,r}$ je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Allgemeiner Baustellenlärm	100	-	11	-	-	-	100
Bohrgerät	109	-	6	-	5	-	104
Beurteilungsschalleistungspegel $L_{WA,r}$ gesamt:						-	105
Maximalpegel nachts $L_{WAN,max}$:						-	110

*Der Maximalpegel wurde für den Einsatz eines Bohrgerätes gemäß [13] mit $L_{WA,max} = 110 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt.

Bauphase 2 - Vorbereitende Arbeiten

Tabelle 4.4: Berücksichtigte Schalleistungspegel für die vorbereitenden Arbeiten

Baumaschine / Bautätigkeit	L_{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		$L_{WA,r}$ je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	11	-	-	100	100
Radlader	109	8	6	5	5	104	104
Hydraulikbagger	104	8	6	5	5	99	99
LKW	105	8	-	5	-	100	-
Rüttelplatte	113	2,5	-	10	-	103	-
Trennschleifscheibe	118	2,5	-	10	-	108	-
Beurteilungsschalleistungspegel $L_{WA,r}$ gesamt:						111	106
Maximalpegel nachts $L_{WAN,max}$:						-	113*

*Der Maximalpegel wurde für den Einsatz eines Radladers gemäß [13] mit $L_{WA,max} = 113 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt.

Bauphase 3 - Gründung außerhalb Bahnsteig

Tabelle 4.5: Berücksichtigte Schalleistungspegel für die Gründungsarbeiten außerhalb des Bahnsteigs

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WA} je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	-	-	-	100	-
Bohrpfahlgerät	113	8	-	5	-	108	-
Minibagger	95	8	-	5	-	90	-
Hydraulikbagger	104	8	-	5	-	99	-
Beurteilungsschalleistungspegel L_{WA} gesamt:						109	-

Bauphase 4 - Rück- und Neubau Bahnsteig 1

Tabelle 4.6: Berücksichtigte Schalleistungspegel für den Rück- und Neubau Bahnsteig 1

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WA} je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	11	-	-	100	100
Bohrpfahlgerät	113	8	-	5	-	108	-
Mobilkran	108	8	6	5	5	103	103
Radlader	109	8	6	5	5	104	104
Minibagger	95	8	6	5	5	90	90
Zweiwegebagger	108	8	-	5	-	103	-
Kettenbagger mit Spitzmeißel	122	2,5	-	10	-	112	-
LKW	105	8	-	5	-	100	-
Rüttelplatte	113	2,5	-	10	-	103	-
Universalstopfmaschine	118	-	2	-	10	-	113
Beurteilungsschalleistungspegel L_{WA} gesamt:						115	111
Maximalpegel nachts L_{WAN,max} :						-	128*

*Der Maximalpegel wurde für den Einsatz einer Universalstopfmaschine aufgrund fehlender Angaben mit einem Aufschlag von 10 dB zum Schalleistungspegel berücksichtigt.

Bauphase 5 - Zuwegung Bahnsteig 1

Tabelle 4.7: Berücksichtigte Schalleistungspegel für die Zuwegung am Bahnsteig 1

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WA} je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	11	100	100	100	100
Minibagger	95	8	6	5	5	90	90
Rüttelplatte	113	2,5	-	10	-	103	-
Beurteilungsschalleistungspegel L_{WA} gesamt:						105	100
Maximalpegel nachts L_{WAN,max} :						-	98*

*Der Maximalpegel wurde für den Einsatz eines Minibaggers gemäß [13] mit L_{WA,max} = 98 dB(A) berücksichtigt.

Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2

Tabelle 4.8: Berücksichtigte Schalleistungspegel für den Rück- und Neubau Bahnsteig 2

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WA} je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	11	-	-	100	100
Radlader	109	8	6	5	5	104	104
Minibagger	95	8	6	5	5	90	90
Zweiwegbagger	108	8	6	5	5	103	103
Kettenbagger mit Spitzmeißel	122	2,5	6	10	5	112	117
LKW	105	8	-	5	-	100	-
Rüttelplatte	113	2,5	-	10	-	103	-
Universalstopfmaschine	118	-	2	-	10	-	108
Trennschleifscheibe	118	2,5	-	10	-	108	-
Beurteilungsschalleistungspegel L_{WA} gesamt:						115	118
Maximalpegel nachts L_{WAN,max} :						-	128*

*Der Maximalpegel wurde für den Einsatz eines Kettenbaggers mit Spitzmeißel gemäß [13] mit L_{WA,max} = 119 dB(A) berücksichtigt.

Bauphase 7 - Zuwegung Bahnsteig 2

Tabelle 4.9: Berücksichtigte Schalleistungspegel für die Zuwegung am Bahnsteig 2

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WA} je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	-	100	-	100	-
Rüttelplatte	113	2,5	-	10	-	103	-

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WA} je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Trennschleifscheibe	118	2,5	-	10	-	108	-
Minibagger	95	8	-	5	-	90	-
Beurteilungsschallleistungspegel L_{WA} gesamt:						110	-

Bauphase 8 - Abschlussarbeiten

Tabelle 4.10: Berücksichtigte Schallleistungspegel für die Abschlussarbeiten

Baumaschine / Bautätigkeit	L _{WAT} [dB(A)]	Tägliche Einsatzzeit [h]		Zeitkorrektur [dB]		L _{WA} je Quelle [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Allgemeiner Baustellenlärm	100	13	-	100	-	100	-
Minibagger	95	8	-	5	-	90	-
Radlader	109	8	-	5	-	104	-
LKW	105	8	-	5	-	100	-
Beurteilungsschallleistungspegel L_{WA} gesamt:						107	-

4.3 Ergebnisse der Immissionsberechnung

Die Lage der Immissionsorte und der Schallquellen sind in Anlage 1 dargestellt. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind Anlage 2 zu entnehmen. Eine grafische Darstellung der Ausbreitung des Beurteilungspegels kann Anlage 3 entnommen werden.

4.3.1 Bauphase 1 - Oberleitungsarbeiten (Dauer: ca. 12 Nächte)

Für die Oberleitungsarbeiten ergeben sich im Nachtzeitraum gemäß Anlage 2.1 Beurteilungspegel von bis zu L_r = 60 dB(A) an der Bahnhofstraße 4 (Immissionsort 11). Damit werden die Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA) um bis zu 20 dB überschritten. Im Mischgebiet (MI) werden am Immissionsort 13 (Am Bhf 5) Immissionen von bis zu 48 dB(A) erwartet, wodurch der Immissionsrichtwert um bis zu 3 dB überschritten wird.

Insgesamt werden an 7 der 15 betrachteten Immissionsorte Überschreitungen der Immissionsrichtwerte erwartet, wobei sich am Immissionsort 08 (Gartenstraße 2) lediglich eine geringfügige Überschreitung von bis zu 1 dB ergibt.

Gemäß aktueller Rechtsprechung [20] sollte ein Beurteilungspegel von 45 dB(A) bei gekippten Fenstern im Nachtzeitraum nicht überschritten werden, um noch von einem gesunden In-

innenraumpegel von 30 dB(A) in Schlafräumen ausgehen zu können. Im vorliegenden Fall wird dieser Anhaltswert am Immissionsort 08 eingehalten.

Es ergibt sich ein Maximalpegel von bis zu 76 dB(A) an der Bahnhofstraße 4 (Immissionsort 11). Damit wird der zulässige Maximalpegel von 60 dB(A) für ein allgemeines Wohngebiet (WA) um bis zu 16 dB überschritten. Insgesamt wird der zulässige Maximalpegel an 3 der 15 betrachteten Immissionsorte überschritten.

Da die Arbeiten innerhalb einer Sperrpause durchgeführt werden, können die Baulärmimmissionen der Höhe der vorherrschenden Vorbelastung entsprechen. Gemäß der Berechnungsergebnisse in Anlage 2.1 liegen die Baulärmimmissionen an allen von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung, sodass es an keinem Immissionsort zu einer Erhöhung der Lärmsituation durch den Baulärm kommt.

Wie sich Anlage 3.1 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich in einer Entfernung von bis etwa 295 m u.a. auf der Straße „St.-Isidor-Ring“ Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

4.3.2 Bauphase 2 - Vorbereitende Arbeiten (Dauer: 10 Tage und 10 Nächte)

Für die vorbereitenden Arbeiten ergeben sich gemäß Anlage 2.2 Beurteilungspegel im Tageszeitraum von bis zu $L_r = 71$ dB(A) tags und bis zu 66 dB(A) nachts an der Bahnhofstraße 4 (Immissionsort 11). Damit wird der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes (WA) im Tageszeitraum um bis zu 16 dB und im Nachtzeitraum um bis zu 26 dB überschritten. Im Mischgebiet (MI) werden Schallimmissionen von bis zu 61 dB(A) im Tageszeitraum bzw. 56 dB(A) im Nachtzeitraum erwartet, wodurch sich Überschreitungen von bis zu 1 dB tags und bis zu 11 dB nachts ergeben.

Insgesamt kommt es im Tageszeitraum an 4 und im Nachtzeitraum an 7 der 15 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte.

Gemäß VDI 2719 [12] wird die Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) im Tageszeitraum bzw. 60 dB(A) im Nachtzeitraum am Immissionsort 11 tags geringfügig um bis zu 1 dB und nachts um bis zu 6 dB überschritten. Bei Nichteinhaltung führt dies zu einer Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 40 dB(A) in Wohnräumen tags bzw. 30 dB(A) in Schlafräumen nachts bei geschlossenen standard-isolierten Fenstern.

Gemäß aktueller Rechtsprechung [20] sollte ein Beurteilungspegel von 45 dB(A) bei gekippten Fenstern im Nachtzeitraum nicht überschritten werden, um noch von einem gesunden In-

innenraumpegel von 30 dB(A) in Schlafräumen ausgehen zu können. Im vorliegenden Fall wird dieser Anhaltswert am Immissionsort 08 eingehalten.

Es ergibt sich ein Maximalpegel von bis zu 88 dB(A) an der Bahnhofstraße 4 (Immissionsort 11). Damit wird der zulässige Maximalpegel von 60 dB(A) für ein allgemeines Wohngebiet (WA) um bis zu 28 dB überschritten. Insgesamt wird der zulässige Maximalpegel an 4 der 15 betrachteten Immissionsorte überschritten.

Da die Arbeiten innerhalb einer Sperrpause durchgeführt werden, können die Baulärmimmissionen der Höhe der vorherrschenden Vorbelastung entsprechen. Gemäß den Berechnungsergebnissen in Anlage 2.2 liegen die Baulärmimmissionen im Tageszeitraum an 3 der 4 und im Nachtzeitraum an allen von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung, sodass es an diesen Immissionsorten nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation durch den Baulärm kommt. Folglich kommt es lediglich am Immissionsort 11 im Tageszeitraum zu einer Erhöhung der Lärmsituation.

Wie sich Anlage 3.2 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Tageszeitraum in einer Entfernung von bis etwa 110 m u.a. auf der Gartenstraße sowie im Nachtzeitraum u.a. auf der Straße „St.-Isidor-Ring“ in einem Abstand von ca. 295 m Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

4.3.3 Bauphase 3 - Gründung außerhalb Bahnsteig (Dauer: ca. 32 Tage)

Für die Gründungen außerhalb des Bahnsteigs ergeben sich im Tageszeitraum gemäß Anlage 2.3 Beurteilungspegel im Tageszeitraum von bis zu $L_r = 72$ dB(A) an der Bahnhofstraße 4 (Immissionsort 11). Damit wird der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes (WA) um bis zu 17 dB überschritten.

Insgesamt kommt es an 4 der 15 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte, wobei sich am Immissionsort 14 lediglich eine geringfügige Überschreitung von bis zu 1 dB ergibt.

Gemäß VDI 2719 [12] wird die Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) im Tageszeitraum am Immissionsort 11 um bis zu 2 dB überschritten. Bei Nichteinhaltung führt dies zu einer Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 40 dB(A) in Wohnräumen tags bzw. 30 dB(A) in Schlafräumen nachts bei geschlossenen standard-isolierten Fenstern.

Die Arbeiten werden teilweise innerhalb einer Sperrpause durchgeführt. Bei Arbeiten innerhalb der Sperrpause können die Baulärmimmissionen der Höhe der vorherrschenden Vorbelastung entsprechen. Gemäß der Berechnungsergebnisse in Anlage 2.3 liegen die Baulärm-

immissionen an 3 von 4 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung, sodass es lediglich am Immissionsort 11 zu einer Erhöhung der Lärmsituation durch den Baulärm kommt. Bei Arbeiten außerhalb von Sperrpausen reicht die Vorbelastung an keinem Immissionsort aus, um die Baulärmimmissionen rechnerisch zu überdecken. Zusätzlich führen die Baulärmimmissionen an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten zu einer Erhöhung der Lärmsituation um bis zu 3 dB.

Wie sich Anlage 3.3 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Tageszeitraum in einer Entfernung von bis etwa 100 m u.a. auf der Gartenstraße Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

4.3.4 Bauphase 4 - Rück- und Neubau Bahnsteig 1 (Dauer: ca. 76 Tage und 13 Nächte)

Für den Rück- und Neubau des Bahnsteigs ergeben sich gemäß Anlage 2.4 Beurteilungspegel von bis zu $L_r = 68$ dB(A) tags und bis zu 62 dB(A) nachts an der Straße „Am bhf“ 1 (Immissionsort 14). Damit wird der Immissionsrichtwert eines Mischgebietes (MI) im Tageszeitraum um bis zu 8 dB und im Nachtzeitraum um bis zu 17 dB überschritten. Im allgemeinen Wohngebiet (WA) werden Schallimmissionen von bis zu 59 dB(A) im Tageszeitraum bzw. 54 dB(A) im Nachtzeitraum erwartet, wodurch sich Überschreitungen von bis zu 4 dB tags und bis zu 14 dB nachts ergeben.

Insgesamt kommt es im Tageszeitraum an 4 und im Nachtzeitraum an 7 der 15 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte.

Gemäß VDI 2719 [12] wird die Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) im Tageszeitraum eingehalten und die von 60 dB(A) im Nachtzeitraum am Immissionsort 14 um bis zu 2 dB nachts überschritten. Bei Nichteinhaltung führt dies zu einer Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 40 dB(A) in Wohnräumen tags bzw. 30 dB(A) in Schlafräumen nachts bei geschlossenen standard-isolierten Fenstern.

Gemäß aktueller Rechtsprechung [20] sollte ein Beurteilungspegel von 45 dB(A) bei gekippten Fenstern im Nachtzeitraum nicht überschritten werden, um noch von einem gesunden Innenraumpegel von 30 dB(A) in Schlafräumen ausgehen zu können. Im vorliegenden Fall wird dieser Anhaltswert an den Immissionsorten 06 und 07 eingehalten.

Während der Arbeiten an den Bahnsteigen werden nicht alle Maschinen in der gesamten Dauer der Bauphase eingesetzt, sodass nicht an jedem Tag dieser Bauphase mit den angegebenen Baulärmimmissionen zu rechnen ist. Besonders lärmintensive Maschinen wie beispielsweise der Kettenbagger mit Spitzmeißel werden für die Rückbauarbeiten eingesetzt,

die für wenige Tage angesetzt sind. Ohne den Einsatz des Spitzmeißels reduzieren sich die Schallimmissionen am Tag um bis zu 3 dB. Ohne den Einsatz der Universalstopfmaschine im Nachtzeitraum verringern sich die Schallimmissionen um bis zu 4 dB, wodurch die Zumutbarkeitsschwelle von 60 dB(A) eingehalten wird.

Es ergibt sich ein Maximalpegel von bis zu 84 dB(A) an der Straße „Am bhf“ 1 (Immissionsort 14). Damit wird der zulässige Maximalpegel von 65 dB(A) für ein Mischgebiet (MI) um bis zu 19 dB überschritten. Insgesamt wird der zulässige Maximalpegel an 7 der 15 betrachteten Immissionsorte überschritten.

Da die Arbeiten innerhalb einer Sperrpause durchgeführt werden, können die Baulärmimmissionen der Höhe der vorherrschenden Vorbelastung entsprechen. Gemäß der Berechnungsergebnisse in Anlage 2.4 liegen die Baulärmimmissionen im Tageszeitraum an 2 der 4 und im Nachtzeitraum an 6 der 7 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung, sodass es an diesen Immissionsorten nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation durch den Baulärm kommt. Folglich kommt es an den Immissionsorten 13 und 14 im Tageszeitraum bzw. im Nachtzeitraum am Immissionsort 14 zu einer Erhöhung der Lärmsituation.

Wie sich Anlage 3.4 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Tageszeitraum in einer Entfernung von bis etwa 115 m u.a. auf der Bahnhofstraße sowie im Nachtzeitraum u.a. auf der Straße „St.-Isidor-Ring“ in einem Abstand von ca. 420 m Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

4.3.5 Bauphase 5 - Zuwegung Bahnsteig 1 (Dauer: ca. 11 Tage und 5 Nächte)

Für die Zuwegung des Bahnsteigs 1 ergeben sich gemäß Anlage 2.5 Beurteilungspegel von bis zu $L_r = 58$ dB(A) tags und bis zu 53 dB(A) nachts an der Straße „Am bhf“ 1 (Immissionsort 14). Damit werden die Immissionsrichtwerte im Tageszeitraum eingehalten und im Nachtzeitraum um bis zu 8 dB im Mischgebiet (MI) überschritten. Im allgemeinen Wohngebiet (WA) werden im Nachtzeitraum Schallimmissionen von bis zu 52 dB(A) erwartet, wodurch sich Überschreitungen von bis zu 12 dB ergeben.

Insgesamt kommt es im Nachtzeitraum an 6 der 15 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte.

Gemäß aktueller Rechtsprechung [20] sollte ein Beurteilungspegel von 45 dB(A) bei gekippten Fenstern im Nachtzeitraum nicht überschritten werden, um noch von einem gesunden Innenraumpegel von 30 dB(A) in Schlafräumen ausgehen zu können. Im vorliegenden Fall wird dieser Anhaltswert am Immissionsort 06 eingehalten.

Es ergibt sich ein Maximalpegel von bis zu 52 dB(A) an der Straße „Am bhf“ 1 (Immissionsort 14). Damit wird der zulässige Maximalpegel an allen betrachteten Immissionsorten eingehalten.

Die Vorbelastung aus dem Verkehrslärm reicht an den Immissionsorten 11 und 12 im Nachtzeitraum aus, um die Baulärmimmissionen rechnerisch zu überdecken. An den restlichen von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten kommt es folglich zu einer Erhöhung der Schallsituation. Zusätzlich führen die Baulärmimmissionen an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten zu einer Erhöhung der Lärmsituation um bis zu 1 dB. Die Arbeiten finden außerhalb einer Sperrpause statt.

Wie sich Anlage 3.5 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Nachtzeitraum u.a. auf der Gartenstraße in einem Abstand von ca. 390 m Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA). Im Tageszeitraum werden keine Überschreitungen der Immissionsrichtwerte erwartet.

4.3.6 Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2 (Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte)

Für den Rück- und Neubau des Bahnsteigs 2 ergeben sich gemäß Anlage 2.6 Beurteilungspegel von bis zu $L_r = 78$ dB(A) tags und bis zu 81 dB(A) nachts an der Bahnhofstraße 4 (Immissionsort 11). Damit wird der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes (WA) im Tageszeitraum um bis zu 23 dB und im Nachtzeitraum um bis zu 41 dB überschritten. Im Mischgebiet (MI) werden Schallimmissionen von bis zu 56 dB(A) im Nachtzeitraum erwartet, wodurch sich Überschreitungen von bis zu 11 dB ergeben. Im Tageszeitraum kommt es im Mischgebiet zu keinen Überschreitungen.

Insgesamt kommt es im Tageszeitraum an 3 und im Nachtzeitraum an 14 der 15 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte, wobei sich am Immissionsort 15 lediglich eine geringfügige Überschreitung von bis zu 1 dB ergibt.

Gemäß VDI 2719 [12] wird die Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) im Tageszeitraum lediglich am Immissionsort 11 um bis zu 8 dB und die von 60 dB(A) im Nachtzeitraum an den Immissionsorten 09, 11 und 12 um bis zu 21 dB überschritten. Bei Nichteinhaltung führt dies zu einer Überschreitung der zulässigen Innenraumpegel von 40 dB(A) in Wohnräumen tags bzw. 30 dB(A) in Schlafräumen nachts bei geschlossenen standard-isolierten Fenstern.

Gemäß aktueller Rechtsprechung [20] sollte ein Beurteilungspegel von 45 dB(A) bei gekippten Fenstern im Nachtzeitraum nicht überschritten werden, um noch von einem gesunden Innenraumpegel von 30 dB(A) in Schlafräumen ausgehen zu können. Im vorliegenden Fall wird dieser Anhaltswert am Immissionsort 05 eingehalten.

Während der Arbeiten an den Bahnsteigen werden nicht alle Maschinen in der gesamten Dauer der Bauphase eingesetzt, sodass nicht an jedem Tag dieser Bauphase mit den angegebenen Baulärmimmissionen zu rechnen ist. Besonders lärmintensive Maschinen wie beispielsweise der Kettenbagger mit Spitzmeißel, die Trennschleifscheibe und die Rüttelplatte werden nur an wenigen Tagen eingesetzt. Ohne den Einsatz dieser Maschinen reduzieren sich die Schallimmissionen am Tag um bis zu 7 dB, sodass die Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) im Tageszeitraum lediglich geringfügig um bis zu 1 dB überschritten wird. Ohne den Einsatz der Universalstopfmaschine und des Kettenbaggers mit Spitzmeißel im Nachtzeitraum verringern sich die Schallimmissionen um bis zu 11 dB, wodurch sich die Baulärmimmissionen auf bis zu 70 dB(A) am Immissionsort 11 reduzieren. Am Immissionsort 09 würden noch Immissionen von bis zu 62 dB(A) vorliegen.

Es ergibt sich ein Maximalpegel von bis zu 103 dB(A) an der Bahnhofstraße 4 (Immissionsort 11). Damit wird der zulässige Maximalpegel von 60 dB(A) für ein allgemeines Wohngebiet (WA) um bis zu 43 dB überschritten. Insgesamt wird der zulässige Maximalpegel an 12 der 15 betrachteten Immissionsorte überschritten.

Da die Arbeiten innerhalb einer Sperrpause durchgeführt werden, können die Baulärmimmissionen der Höhe der vorherrschenden Vorbelastung entsprechen. Gemäß der Berechnungsergebnisse in Anlage 2.6 liegen die Baulärmimmissionen im Tageszeitraum an keinem und im Nachtzeitraum an 5 der 14 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung, sodass es an diesen Immissionsorten nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation durch den Baulärm kommt. Folglich kommt es an den Immissionsorten 09, 11 und 12 im Tageszeitraum bzw. im Nachtzeitraum an den Immissionsorten 03 bis 09 und 11 bis 12 zu einer Erhöhung der Lärmsituation.

Wie sich Anlage 3.6 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Tageszeitraum in einer Entfernung von bis etwa 160 m u.a. auf der Gartenstraße sowie im Nachtzeitraum u.a. auf der Straße „St.-Isidor-Ring“ in einem Abstand von mehr als 450 m Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

4.3.7 Bauphase 7 - Zuwegung Bahnsteig 2 (Dauer: ca. 36 Tage)

Für die Zuwegung am Bahnsteig 2 ergeben sich im Tageszeitraum gemäß Anlage 2.7 Beurteilungspegel von bis zu $L_r = 68$ dB(A) an der Bawinkeler Straße 1 (Immissionsort 12). Damit wird der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes (WA) um bis zu 13 dB überschritten.

Insgesamt kommt es an 2 der 15 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte. Die Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) im Tageszeitraum wird an allen Immissionsorten eingehalten.

Die Vorbelastung aus dem Verkehrslärm reicht an keinem Immissionsort im Tageszeitraum aus, um die Baulärmimmissionen rechnerisch zu überdecken, sodass es an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten folglich zu einer Erhöhung der Schallsituation kommt. Zusätzlich führen die Baulärmimmissionen an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten zu einer Erhöhung der Lärmsituation um bis zu 2 dB. Die Arbeiten finden außerhalb einer Sperrpause statt.

Wie sich Anlage 3.7 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Tageszeitraum in einer Entfernung von bis etwa 130 m u.a. auf der Gartenstraße Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

4.3.8 Bauphase 8 - Abschlussarbeiten (Dauer: ca. 4 Tage)

Für die Abschlussarbeiten ergeben sich im Tageszeitraum gemäß Anlage 2.8 Beurteilungspegel von bis zu $L_r = 67$ dB(A) an der Bahnhofstraße 4 (Immissionsort 11). Damit wird der Immissionsrichtwert eines allgemeinen Wohngebietes (WA) um bis zu 12 dB überschritten.

Insgesamt kommt es an 3 der 15 betrachteten Immissionsorte zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte. Die Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) im Tageszeitraum wird an allen Immissionsorten eingehalten.

Die Vorbelastung aus dem Verkehrslärm reicht an keinem Immissionsort im Tageszeitraum aus, um die Baulärmimmissionen rechnerisch zu überdecken, sodass es an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten folglich zu einer Erhöhung der Schallsituation kommt. Zusätzlich führen die Baulärmimmissionen an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten zu einer Erhöhung der Lärmsituation um bis zu 2 dB. Die Arbeiten finden außerhalb einer Sperrpause statt.

Wie sich Anlage 3.8 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Tageszeitraum in einer Entfernung von bis etwa 95 m u.a. auf der Gartenstraße Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

4.4 Beurteilung der Ergebnisse

Wie die Ergebnisse zeigen, kommt es zu teilweise hohen Überschreitungen während der Arbeiten in allen Bauphasen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 81 dB(A) werden im Nachtzeitraum während Bauphase 6 erwartet, wodurch sich Überschreitungen von bis zu 41 dB ergeben. Im Tageszeitraum kommt es während dieser Bauphase zu den höchsten Beurteilungspegeln von bis zu 78 dB(A), wodurch die Immissionsrichtwerte um bis zu 23 dB überschritten werden.

Insgesamt werden im Tageszeitraum an 2 bis 4 Immissionsorten und im Nachtzeitraum an 6 bis 14 der 15 betrachteten Immissionsorte Überschreitungen erwartet, wobei sich am Immissionsort 04 eine Schule befindet und sich daher dort im Nachtzeitraum keine Personen aufhalten und die Überschreitung zu vernachlässigen ist.

Die für den Tageszeitraum geltende Schwelle von 70 dB(A), zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 40 dB(A) bei geschlossenen standard-isolierten Fenstern, wird während der Bauphasen 2, 3 und 6 an jeweils einem der 15 betrachteten Immissionsorte um bis zu 8 dB überschritten. Die äquivalent geltende Schwelle von 60 dB(A) im Nachtzeitraum, zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 30 dB(A) bei geschlossenen standard-isolierten Fenstern, wird während der Bauphasen 2 und 4 an einem Immissionsort und während Bauphase 6 an 3 Immissionsorten um bis zu 21 dB überschritten.

Der Beurteilungspegel von 45 dB(A), welcher gemäß VDI 2719 [12] zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 30 dB(A) bei gekippten Fenstern im Nachtzeitraum führt, wird während der Bauphasen 1, 2 und 4 bis 6 an 1 bis 2 Immissionsorten eingehalten.

Da die Arbeiten teilweise innerhalb von Sperrpausen durchgeführt werden, können die Baulärmimmissionen während dieser Zeit der Höhe der vorherrschenden Vorbelastung entsprechen. Gemäß der Berechnungsergebnisse in Anlage 2 liegen die Baulärmimmissionen im Nachtzeitraum an allen Immissionsorten für Bauphase 1 bzw. überwiegend für die Bauphasen 2 und 4 unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung, sodass es während Bauphase 1 nicht bzw. während der Bauphasen 3 und 4 überwiegend nicht zu einer Erhöhung der Lärm-situation durch den Baulärm kommt und dieser den Anwohnern zugemutet werden kann. Im Tageszeitraum (Bauphasen 2 und 4) liegen die Baulärmimmissionen an 1 bis 2 Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung. Während Bauphase 6 liegen die Baulärmimmissionen im Tageszeitraum an keinem und im Nachtzeitraum an 5 der 14 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung.

Die Arbeiten in Bauphase 3 werden teilweise innerhalb von Sperrpausen durchgeführt. Bei Arbeiten innerhalb der Sperrpause liegen die Baulärmimmissionen an 3 von 4 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung. Bei Arbeiten außerhalb von Sperrpausen reicht die Vorbelastung nicht aus, um die Baulärmim-

missionen rechnerisch zu überdecken. Zusätzlich führen die Baulärmimmissionen an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten zu einer Erhöhung der Lärmsituation um bis zu 3 dB.

Die Arbeiten in den Bauphasen 5, 7 und 8 werden außerhalb von Sperrpausen durchgeführt, sodass die Vorbelastung nicht ausreicht, um die Baulärmimmissionen rechnerisch zu überdecken. Hier kommt es an den von Überschreitungen betroffenen Anwohnern zu einer Erhöhung der Schallsituation. Zudem führen die Baulärmimmissionen an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten zu einer Erhöhung der Lärmsituation um bis zu 1 bis 2 dB.

Wie sich Anlage 3 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Tageszeitraum in einer Entfernung von bis etwa 160 m u.a. auf der Gartenstraße sowie im Nachtzeitraum u.a. auf der Straße „St.-Isidor-Ring“ in einem Abstand von mehr als 450 m Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

Aufgrund der Überschreitungen der Immissionsrichtwerte werden nachfolgend Lärmschutzmaßnahmen untersucht, um die zu erwartenden Immissionen für die Anwohner auf ein erreichbares Mindestmaß zu beschränken.

4.5 Minderungsmaßnahmen und Empfehlungen für die vorliegende Bau- maßnahme

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, kommt es während der untersuchten Bauphasen zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte, weshalb nachfolgendes Lärmschutzkonzept aufgestellt wird:

Information der Anwohner:

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

Aktive Lärmschutzmaßnahmen:

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

Für das vorliegende Bauvorhaben wurde für die Bauphase mit den höchsten Baulärmimmissionen (Bauphase 6) eine Lärmschutzwand östlich des Bahnsteigs 2 mit einer Höhe von 4 m und einer Länge von insgesamt 240 m rechnerisch geprüft. Die Position der LSW und die Lärmkarte kann Anlage 3.6 entnommen werden. Die Berechnungsergebnisse sind in Anlage 2.9 dargestellt.

Durch den Einsatz dieser mobilen Lärmschutzwand reduzieren sich die Schallimmissionen am nächstgelegenen Immissionsort (IO 11) um bis zu 14 dB auf 70 dB tags und 73 dB nachts. Am Immissionsort 09 würden bei Verwendung dieser Lärmschutzwand Baulärmimmissionen von bis zu 64 dB tags und bis zu 67 dB nachts vorliegen, was einer Reduzierung der Schallimmissionen von bis zu 10 dB entspricht. Werden zusätzlich lärmintensive Maschinen wie die Universalstopfmaschine und der Kettenbagger mit Spitzmeißel im Nachtzeitraum nicht eingesetzt, verringern sich die Schallimmissionen auf bis zu 62 dB(A) nachts am Immissionsort 11. Am Immissionsort 09 würden noch Immissionen von bis zu 56 dB(A) im Nachtzeitraum vorliegen.

Auch mit einer temporären LSW mit einer Höhe von 8 m werden die Schallimmissionen nicht an allen Immissionsorten effizient reduziert, um den Baulärm auf ein zumutbares Maß zu begrenzen, sodass keine höhere LSW geprüft wurde.

Die Möglichkeiten zum Aufstellen einer solchen Lärmschutzwand sind vorab und Vorort zu überprüfen, da eine LSW mit einer Höhe von 4 m seitlich abgestützt werden muss, wodurch die Bauarbeiten behindert werden könnten. Zudem ist die BE-Fläche nicht ungehindert zu erreichen. Daher stellt eine mobile LSW eine nur bedingt geeignete Maßnahme zur Reduzierung der Baulärmimmissionen dar.

Organisatorische und planerische Lärmschutzmaßnahmen

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

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

Weiterhin ist zur Minderung von allgemeinen Baustellengeräuschen eine Sensibilisierung des Baustellenpersonals für das Thema Lärm durchzuführen. Dies kann verhaltensbedingte Geräuschpegel, die durch beispielsweise unnötig festes Hammerschlagen oder das Werfen

von Materialien resultieren, minimieren. Ebenfalls kann die Nutzung von Sprechfunk den Lärmpegel einer Baustelle senken.

Eine weitere mögliche Lärmschutzmaßnahme wäre die Reduzierung der täglichen und nächtlichen Netto-Betriebszeit der Baugeräte. Für alle Bauphasen wurden bereits Betriebszeiten von 8 h tags bzw. 6 h nachts sowie teilweise 2,5 h tags bzw. 2 h nachts berücksichtigt, sodass eine weitere Reduzierung der Betriebszeiten zu einer Verlängerung der Baumaßnahme führen würde. Da die Bauarbeiten an Sperrpausen gebunden sind, stellt eine Reduzierung der Betriebszeiten keine geeignete Maßnahme zur Minderung der Schallimmissionen dar.

In Absprache mit dem Auftraggeber ist in der Ausführungsplanung zu überprüfen, ob besonders lärmintensive Arbeiten mittels Hydraulikmeißel, Rüttelplatte oder Stopfmaschine in der Nacht in den Tageszeitraum verschoben werden können. Dadurch könnten die Lärmimmissionen in Bauphase 4 um bis zu 4 dB und in Bauphase 6 um bis zu 11 dB in der Nacht reduziert werden.

Da der Einsatz einer Lärmschutzwand eine nur bedingt geeignete Maßnahme darstellt und eine Reduzierung der Betriebszeiten der Baugeräte als Lärminderungsmaßnahme aufgrund einzuhaltender Sperrpausen nicht in Betracht gezogen werden kann, ist für die Anwohner eine Ansprechstelle zu benennen. Diese soll befugt sein, in Einzelfällen die Erstattung von Kosten für die Hotelübernachtungen zu prüfen und zuzusagen. Die betroffenen Gebäude sind in Tabelle 4.11 zusammengefasst.

Tabelle 4.11: Von Lärmimmissionen >70 dB(A) tags und >60 dB(A) nachts betroffene Gebäude während der Bauarbeiten

Bauphase	Tageszeitraum (>70 dB(A))	Nachtzeitraum (>60 dB(A))
2	-	Bahnhofstraße 2, 4, 8
3	Bahnhofstraße 2, 4	-
4	-	Am bhf 1
6	Bahnhofstraße 2, 4, 8 Am bhf 15, sofern Büronutzung	Bahnhofstraße 2, 4, 8, 10, Bawinkeler Straße 1, 3, 5 Bahnhofsallee 2, 3, 4, 5, 6 Gartenstraße 3, 5, 6, 7, 9, 11

5 Erschütterungen

5.1 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 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 30 s 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_{FTm} .

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

5.1.1 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 oder verkehrlich induzierten Erschütterungen gemäß Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2. Die für Baumaßnahmen 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 5.1: 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. Für Arbeiten von mehr als 78 Tagen ist eine individuelle Beurteilung durchzuführen.

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 die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 nach Tabelle 1 (hier Tabelle 5.2) heranzuziehen.

Tabelle 5.2: 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 Δ GE	0,3	0,2	6	0,4	0,15	0,1
	Zeile 3 Δ MI/MK	0,2	0,15	5	0,3	0,1	0,07
	Zeile 4 Δ 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 $A_o \geq KB_{Fmax} \geq A_u$ 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 sind die Anwohner schriftlich zu informieren, sodass die während der Bautätigkeiten auftretenden Erschütterungsimmissionen nach den Spalten 1 bis 9 für die Stufe II gemäß Tabelle 5.1 je nach Dauer der Baumaßnahme beurteilt werden.

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

Tabelle 5.3: Zusammenhang bewertete Schwingstärke und subjektive Wahrnehmung [15]

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

5.1.2 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 Gebrauchswertes 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 5.4 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 5.4: 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 <u>und</u> 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.

Bodensackungen

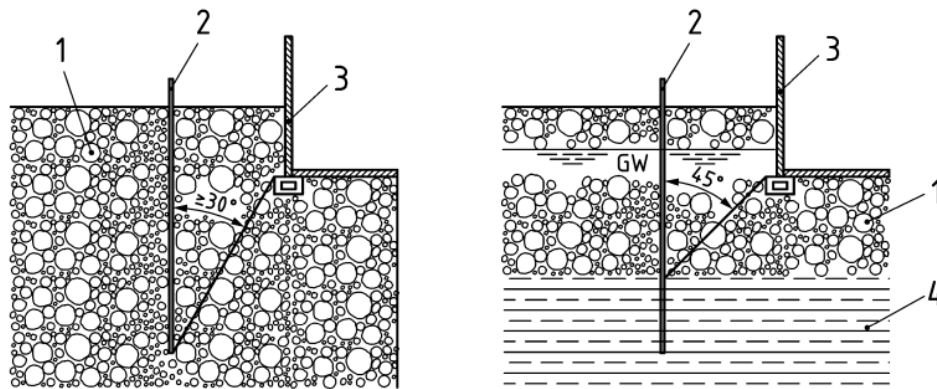
Durch die mechanischen Vorgänge hervorgerufen durch Baumaschinen, kann es auch zu Effekten im Boden selbst kommen.

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 5.1 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 [16] 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 5.1: Schematische Darstellung der Abstände zwischen Spundwand und Gebäude der DIN 4150, Teil 3 Anhang C, Bild C.1

5.2 Erschütterungstechnische Betrachtungen

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 bis 22:00 Uhr definiert. Dementsprechend ist der Nachtzeitraum von 22:00 bis 6:00 Uhr definiert. Dies unterscheidet sich von der Definition des Tages- und Nachtzeitraum zum Bau-
lärm.

Für die nachfolgenden Betrachtungen werden für die Rüttelplatte unterschiedliche Berechnungsansätze gemäß Literatur [16] 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 möglich auftretende Schlagenergien berechnen. Hierbei werden die maximalen zu erwartenden Energien analog dem oben beschriebenen Vorgehen nach DIN 4150, Teil 2 und 3 unterschiedlich angesetzt.

Für die Erschütterungsprognosen wurden die nachfolgend in Tabelle 5.5 aufgeführten Eingangsdaten verwendet.

Tabelle 5.5: Berücksichtigte Baumaschinen für die Erschütterungsprognose

Baumaschine	Gewicht	Art der Anregung	Frequenz	Energie / Leistung	
				wahrscheinlich	maximal
Rüttelplatte	0,28 t	Harmonisch stationär	65 Hz	4,6 kW	4,6 kW
Hydraulikhammer	4,8 t	Periodisch stationär	7 Hz	9,6 kNm	13,7 kNm

Für die Betrachtung des Resonanzfalles gemäß DIN 4150-2 wird von ein Übertragungsfaktor von 15 angesetzt.

Im vorliegenden Fall befindet sich das nächstgelegene Gebäude mit der Struktur eines Wohngebäudes, Bahnhofstraße 4, in ca. 6 m Entfernung zu den erschütterungsintensiven Arbeiten. Das nächstgelegene gewerblich genutzte Gebäude (Am bhf 15) befindet sich in einer Entfernung von ca. 11 m zu den erschütterungsintensiven Bautätigkeiten. Für die Betrachtung der Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden wird zusätzlich das

Wohngebäude an der Straße „Am bhf 1“ im Mischgebiet in einer Entfernung von etwa 32 m zu den erschütterungsintensiven Arbeiten berücksichtigt.

5.3 Ermittlung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen

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

Verdichtungsarbeiten

Verdichtungsarbeiten sind gemäß der Planungsunterlagen während der Bauphasen 2 und 4 bis 7 zu erwarten. Für Verdichtungsarbeiten mit der Rüttelplatte kann gemäß Literatur [16] die maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 2,25 % folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$v_{i,max}^F = 10,87 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$$

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

Für die Wände und Geschossdecken in den oberen Geschossen muss eine Weiterleitung im Gebäude mit berücksichtigt werden, welche sich mit nachfolgenden Formel aus der Literatur [16] 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

- $k^{F-OG}_{x/y}$ = horizontaler Übertragungsfaktor vom Fundament in das Obergeschoss, abhängig vom Untergrund 0,5 (sehr weicher Untergrund) bis 2,0 (sehr harter Untergrund)
- $v^{OG}_{z, max}$ = maximale vertikale Schwinggeschwindigkeit im Obergeschoss in mm/s
- k^{F-OG}_z = vertikaler Übertragungsfaktor vom Fundament in das Obergeschoss, außerhalb des Resonanzfalls $< 1,5$, im Resonanzfall abhängig der Gebäudedämpfung zwischen 10 und 25

Ohne genauere Kenntnisse der eingesetzten Gerätschaften wird für die Verdichtung des Baugrunds ein Gewicht der eingesetzten Maschine von $G = 280 \text{ kg}$ angenommen. Hierbei treten in der Regel Betriebsfrequenzen von $> 50 \text{ Hz}$ auf und 65 Hz werden für die weitere Berechnung berücksichtigt.

Unter der Berücksichtigung mittelharter Bodenverhältnisse ($k^{F-OG}_{x/y} = 1,5$) würde sich in etwa 6 m Entfernung für das nächstgelegene Wohnhaus (Bahnhofstraße 4) eine horizontale und vertikale Schwinggeschwindigkeit von Decken und Wänden $v^{OG}_{x/y/z, max} = 1,44 \text{ mm/s}$ ergeben. Die in Kapitel 5.1.2 dargestellten zu berücksichtigenden Anhaltswerte von Decken und Wänden von 5 mm/s horizontal und 10 mm/s vertikal werden somit eingehalten.

Für das gewerblich genutzte Gebäude (Am bhf 15) in einer Entfernung von etwa 11 m ergibt sich eine horizontale und vertikale Schwinggeschwindigkeit von Decken und Wänden $v^{OG}_{x/y/z, max} = 0,78 \text{ mm/s}$. Die in Kapitel 5.1.2 dargestellten zu berücksichtigenden Anhaltswerte von Decken und Wänden von 10 mm/s horizontal und vertikal werden somit eingehalten.

Die Ergebnisse für die Berechnungen der maximalen Schwingschnelle an den Fundamenten der betrachteten Gebäude werden in den Anlagen 5.1 und 5.2 dargestellt.

Rückbau mit Hydraulikhammer

Rückbauarbeiten sind gemäß der Planungsunterlagen während der Bauphasen 4 und 6 zu erwarten. Da keine Berechnungsgrundlage in der Literatur für Rückbauarbeiten mithilfe eines Hydraulikhammers bekannt sind, wird hilfsweise, die Berechnung für eine Schlagrammung herangezogen, aber anhand der Anhaltswerte für Dauererschütterungen bewertet. Gemäß Literatur [16] kann die maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{i, max, Fundament}$ 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 Fundamentschwinggeschwindigkeit in mm/s

E = Schlagenergie in kNm

r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

Für die Wände und Geschossdecken in den oberen Geschossen muss eine Weiterleitung im Gebäude mit berücksichtigt werden, welche sich mit nachfolgenden Formel aus der Literatur [16] 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

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

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

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

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

Unter der Berücksichtigung einer maximal möglichen **Schlagenergie von E = 13,7 kNm** und mittelharter Bodenverhältnisse ($k^{F-OG}_{x/y} = 1,5$) würde sich in etwa 6 m Entfernung für das nächstgelegene Wohngebäude (Bahnhofstraße 4) eine horizontale und vertikale Schwinggeschwindigkeit von Decken und Wänden $v_{x/y/z,max}^{OG} = 5,98$ mm/s ergeben. Die in Kapitel 5.1.2 dargestellten zu berücksichtigenden Anhaltswerte von Decken und Wänden von 5 mm/s horizontal und 10 mm/s vertikal würden somit überschritten. In einer Entfernung von 7 m wird der Anhaltswert eingehalten.

Alternativ könnte ein leistungsschwächerer Hydraulikhammer mit einer **maximal möglichen Schlagenergie von E = 3,89 kNm** eingesetzt werden. In einer Entfernung von 6 m würde sich eine horizontale und vertikale Schwinggeschwindigkeit von Decken und Wänden $v_{x/y/z,max}^{OG} = 3,19$ mm/s ergeben.

Für das gewerblich genutzte Gebäude (Am bhf 15) würde sich in etwa 11 m eine horizontale und vertikale Schwinggeschwindigkeit von Decken und Wänden $v_{x/y/z,max}^{OG} = 2,72$ mm/s ergeben. Die in Kapitel 5.1.2 dargestellten zu berücksichtigenden Anhaltswerte von Decken und Wänden von 10 mm/s horizontal und vertikal würden somit eingehalten.

Die Ergebnisse für die Berechnungen der maximalen Schwingschnelle an den Fundamenten der betrachteten Gebäude werden in den Anlagen 5.3 bis 5.5 dargestellt.

5.4 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 5.6 dieses Berichtes
KB	=	Schwingstärke, dimensionslos

Tabelle 5.6: 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	

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

Da die Verdichtungs- und Abbrucharbeiten 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.

Der Literatur [15] können die in der folgenden Tabelle 5.7 dargestellten Eigenfrequenzen von Decken entnommen werden.

Tabelle 5.7: 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-/Gewerbekbau	7 bis 10 Hz	3 bis 15 Hz

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

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

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.

Die nachfolgenden Ergebnisse beinhalten Aussagen über Wohngebäude und gewerblich genutzte Gebäude für den Tageszeitraum sowie Aussagen über Wohngebäude für den Nachtzeitraum. Da davon ausgegangen wird, dass sich in den gewerblich genutzten Gebäuden nachts keine Personen dauerhaft aufhalten, wird für den Nachtzeitraum nicht auf gewerblich genutzte Gebäude eingegangen.

Für die Durchführung von Arbeiten mit erschütterungsintensiven Maschinen wird entsprechend der vorliegenden Informationen eine Dauer von weniger als 78 Tagen im Tageszeitraum berücksichtigt, sodass gemäß Tabelle 5.1 für den Tageszeitraum bzw. gemäß Tabelle 5.2 für den Nachtzeitraum die in Tabelle 5.8 zusammengefassten Anhaltswerte berücksichtigt werden:

Tabelle 5.8: Berücksichtigte Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2

Adresse	Gebietsnutzung	Zeitraum	Entfernung	A_u	A_o	A_r
Bahnhofstraße 4	WA	Tageszeitraum	6 m	0,6	5	0,4
Bahnhofstraße 4	WA	Nachtzeitraum	6 m	0,1	0,2	0,05
Am bhf 1	MI	Nachtzeitraum	32 m	0,15	0,3	0,07

Verdichtungsarbeiten

Für die Durchführung von Verdichtungsarbeiten wird eine Einwirkzeit 2,5 h im Tageszeitraum berücksichtigt. Im Nachtzeitraum sind keine Arbeiten mittels Rüttelplatte geplant.

Gemäß Literatur [16] kann die maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 50 % folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$v_{i,max}^F = 4,31 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$$

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

Für die Geschossdecken in den oberen Geschossen muss eine Weiterleitung im Gebäude mit berücksichtigt werden, welche sich mit nachfolgenden Formel aus der Literatur [16] 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

Die Berechnungsergebnisse unter Verwendung der individuell ermittelten maximalen Schwingschnellen und der sich daraus ergebenden Schwingstärken in den Obergeschossen der betrachteten Gebäude und der Berücksichtigung der aufgeführten Formeln und Annahmen werden in der folgenden Tabelle 5.9 dargestellt.

Tabelle 5.9: Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude ohne Resonanzfall

Adresse	Entfernung in m	KB _{Fmax}	KB _{FTr}	A _u	A _o	A _r
Bahnhofstraße 4	6	0,32	0,13	0,6	5	0,4

Die Ergebnisse zeigen, dass an den nächstgelegenen Gebäuden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 an den nächstgelegenen Gebäuden im Tageszeitraum eingehalten werden.

Tabelle 5.10: Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude im Resonanzfall

Adresse	Entfernung in m	KB _{Fmax}	KB _{FTr}	A _u	A _o	A _r
Bahnhofstraße 4	6	3,21	1,27	0,6	5	0,4

Die Ergebnisse zeigen, dass im Tageszeitraum an den nächstgelegenen Gebäuden der KB_{Fmax} den Anhaltswert A_u überschreitet und den Anhaltswert A_o einhält. Jedoch wird der Anhaltswert A_r durch den KB_{FTr} überschritten. Folglich werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 im Tageszeitraum an den nächstgelegenen Gebäuden überschritten. In einem Abstand von 32 m werden die Anhaltswerte im Tageszeitraum eingehalten.

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

Rückbau mit Hydraulikhammer

Für die Einsatzzeit des Baggers mit Spitzmeißel während des Rückbaus der Bahnsteige wird eine Einwirkzeit von 2,5 h tags und 6 h im Nachtzeitraum berücksichtigt.

Gemäß Literatur [16] kann die maximale Komponente der Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{i,max}^F$ 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 Fundamentalschwinggeschwindigkeit in mm/s
- E = Schlagenergie in kNm
- r = Abstand zwischen Erschütterungsquelle und Fundament in m

Für die Geschossdecken in den oberen Geschossen muss eine Weiterleitung im Gebäude mit berücksichtigt werden, welche sich mit nachfolgenden Formel aus der Literatur [16] 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 Fundamentalschwinggeschwindigkeit in mm/s
 $v_{z,max}^{F-OG}$ = maximale vertikale Schwinggeschwindigkeit im Obergeschoss in mm/s
 k_z^{F-OG} = vertikaler Übertragungsfaktor vom Fundament in das Obergeschoss, außerhalb des Resonanzfalls $< 1,5$, im Resonanzfall abhängig der Gebäudedämpfung zwischen 10 und 25

Die Berechnungsergebnisse unter Verwendung der individuell ermittelten maximalen Schwingschnellen und der sich daraus ergebenden Schwingstärken in den Obergeschossen der betrachteten Gebäude und der Berücksichtigung der aufgeführten Formeln und Annahmen werden in der folgenden Tabelle 5.11 dargestellt.

Aufgrund der Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 bei Nichteinhaltung des Mindestabstandes von 7 m, wird im Folgenden der Mindestabstand als geringster Abstand zugrunde gelegt.

Tabelle 5.11: Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude ohne Resonanzfall

Adresse	Entfernung in m	KB_{Fmax}	KB_{FTr}	A_u	A_o	A_r
Bahnhofstraße 4, tags	7	1,81	0,72	0,6	5	0,4
Bahnhofstraße 4, nachts (WA)	7	1,81	1,57	0,1	0,2	0,05
Am bhf 1, nachts (MI)	32	0,25	0,22	0,15	0,3	0,07

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-2 an den nächstgelegenen Gebäuden im Tages- und Nachtzeitraum überschritten werden. Die Anhaltswerte werden im Tageszeitraum in einem Abstand von ca. 17 m bzw. im Nachtzeitraum für ein Mischgebiet in einer Entfernung von etwa 47 m eingehalten. Für ein allgemeines Wohngebiet (WA) werden die Anhaltswerte in einem Abstand von etwa 63 m im Nachtzeitraum eingehalten.

Da die Anhaltswerte bereits im Fall ohne Resonanzfall überschritten werden, wird auf die Berechnung im Resonanzfall verzichtet.

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

5.5 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 leistungstärkere 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 Beweis-sicherung 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 Baumaßnahme durchzuführen.

Da in einer Entfernung von 6 m die Anhaltswerte nach DIN 4150-3 überschritten werden, sind die in Tabelle 5.12 aufgeführten Mindestabstände zur nächsten Bebauung einzuhalten oder die vorgeschlagenen alternativen Baumaschinen einzusetzen und deren Mindestabstände zu berücksichtigen.

Tabelle 5.12: Mindestabstände für die angesetzten erschütterungsintensiven Baumaschinen

Maschine	Mindestabstand	Alternative Maschine	Mindestabstand
Hydraulikhammer (E = 13,7 kNm)	7 m	Hydraulikhammer (E = 3,89 kNm)	5 m

Alternativ zu den leistungsschwächeren Hydraulikhämmern ist im Nahbereich ein handgehaltener Presslufthammer oder eine Fräse zu verwenden.

Sofern aus bautechnologischen Gründen nicht auf den Einsatz von erschütterungsintensiven Maschinen verzichtet werden kann, ist während der Rückbauarbeiten eine Dauerüberwachung der Erschütterungen bei Arbeiten im Nahbereich durchzuführen.

6 Zusammenfassung

Die DB Station & Service AG plant die Erneuerung des Bahnsteiges am Haltepunkt Geeste an der Strecke 2931, an km 248,8.

Baulärm:

In dieser Untersuchung wurden die zu erwartenden Baulärmimmissionen mit einer Ausbreitungsberechnung gemäß der DIN EN ISO 9613-2 [5] durchgeführt und anschließend gemäß der AVV Baulärm [4] bewertet. Für die Berechnungen wurden die Abläufe für den Umbau in schalltechnisch relevante Bauphasen unterteilt. Hierbei ergaben sich insgesamt acht Bauphasen.

Die Bauarbeiten werden überwiegend im Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr) und teilweise im Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr) in einem Zeitraum von ca. 7 Monaten durchgeführt.

Wie die Ergebnisse zeigen, kommt es zu teilweise hohen Überschreitungen während der Arbeiten in allen Bauphasen. Die höchsten Beurteilungspegel von bis zu 81 dB(A) werden im Nachtzeitraum während Bauphase 6 erwartet, wodurch sich Überschreitungen von bis zu 41 dB ergeben. Im Tageszeitraum kommt es während dieser Bauphase zu den höchsten Beurteilungspegeln von bis zu 78 dB(A), wodurch die Immissionsrichtwerte um bis zu 23 dB überschritten werden.

Insgesamt werden im Tageszeitraum an 2 bis 4 Immissionsorten und im Nachtzeitraum an 6 bis 14 der 15 betrachteten Immissionsorte Überschreitungen erwartet, wobei sich am Immissionsort 04 eine Schule befindet und sich daher dort im Nachtzeitraum keine Personen aufhalten und die Überschreitung zu vernachlässigen ist.

Die für den Tageszeitraum geltende Schwelle von 70 dB(A), zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 40 dB(A) bei geschlossenen standard-isolierten Fenstern, wird während der Bauphasen 2, 3 und 6 an jeweils einem der 15 betrachteten Immissionsorte um bis zu 8 dB überschritten. Die äquivalent geltende Schwelle von 60 dB(A) im Nachtzeitraum, zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 30 dB(A) bei geschlossenen standard-isolierten Fenstern, wird während der Bauphasen 2 und 4 an einem Immissionsort und während Bauphase 6 an 3 Immissionsorten um bis zu 21 dB überschritten.

Der Beurteilungspegel von 45 dB(A), welcher gemäß VDI 2719 [12] zur Einhaltung eines Innenraumpegels von 30 dB(A) bei gekippten Fenstern im Nachtzeitraum führt, wird während der Bauphasen 1, 2 und 4 bis 6 an 1 bis 2 Immissionsorten eingehalten.

Da die Arbeiten teilweise innerhalb von Sperrpausen durchgeführt werden, können die Baulärmimmissionen während dieser Zeit der Höhe der vorherrschenden Vorbelastung entspre-

chen. Gemäß der Berechnungsergebnisse in Anlage 2 liegen die Baulärmimmissionen im Nachtzeitraum an allen Immissionsorten für Bauphase 1 bzw. überwiegend für die Bauphasen 2 und 4 unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung, sodass es während Bauphase 1 nicht bzw. während der Bauphasen 3 und 4 überwiegend nicht zu einer Erhöhung der Lärmsituation durch den Baulärm kommt und dieser den Anwohnern zugemutet werden kann. Im Tageszeitraum (Bauphasen 2 und 4) liegen die Baulärmimmissionen an 1 bis 2 Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung. Während Bauphase 6 liegen die Baulärmimmissionen im Tageszeitraum an keinem und im Nachtzeitraum an 5 der 14 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung.

Die Arbeiten in Bauphase 3 werden teilweise innerhalb von Sperrpausen durchgeführt. Bei Arbeiten innerhalb der Sperrpause liegen die Baulärmimmissionen an 3 von 4 von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten unterhalb der vorherrschenden Vorbelastung. Bei Arbeiten außerhalb von Sperrpausen reicht die Vorbelastung nicht aus, um die Baulärmimmissionen rechnerisch zu überdecken. Zusätzlich führen die Baulärmimmissionen an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten zu einer Erhöhung der Lärmsituation um bis zu 3 dB.

Die Arbeiten in den Bauphasen 5, 7 und 8 werden außerhalb von Sperrpausen durchgeführt, sodass die Vorbelastung nicht ausreicht, um die Baulärmimmissionen rechnerisch zu überdecken. Hier kommt es an den von Überschreitungen betroffenen Anwohnern zu einer Erhöhung der Schallsituation. Zudem führen die Baulärmimmissionen an den von Überschreitungen betroffenen Immissionsorten zu einer Erhöhung der Lärmsituation um bis zu 1 bis 2 dB.

Wie sich Anlage 3 entnehmen lässt, sind noch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen. So ergeben sich im Tageszeitraum in einer Entfernung von bis etwa 160 m u.a. auf der Gartenstraße sowie im Nachtzeitraum u.a. auf der Straße „St.-Isidor-Ring“ in einem Abstand von mehr als 450 m Überschreitungen der Immissionsrichtwerte eines allgemeinen Wohngebietes (WA).

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

Es ergibt sich folgendes Minderungskonzept:

- Lärm mindernd wird für die auf der Baustelle zum Einsatz kommenden Geräte bereits in den Ausschreibungsunterlagen die Forderung nach lärmarmen Geräten und Maschinen aufgenommen.
- Die betroffenen Anwohner werden frühzeitig über die Baumaßnahmen informiert. Im Informationsschreiben wird eine Ansprechstelle genannt, an welche sich betroffene Anwohner wenden können.

- Weiterhin hat zur Minderung von allgemeinen Baustellengeräuschen eine Sensibilisierung des Baustellenpersonals für das Thema Lärm zu erfolgen. Dies kann verhaltensbedingte Geräuschpegel, die durch beispielsweise unnötig festes Hammerschlagen oder das Werfen von Materialien resultieren, minimieren. Ebenfalls kann die Nutzung von Sprechfunk den Lärmpegel einer Baustelle senken.
- Prüfung, ob Arbeiten mit lärmintensiven Maschinen in den Tageszeitraum verschoben werden können
- Angebot eines Ersatzwohnraumes für Anwohner, die Lärmimmissionen von oberhalb 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts ausgesetzt sind.

Da der Einsatz einer Lärmschutzwand eine nur bedingt geeignete Maßnahme darstellt und eine Reduzierung der Betriebszeiten der Baugeräte als Lärminderungsmaßnahme aufgrund einzuhaltender Sperrpausen nicht in Betracht gezogen werden kann, ist für die Anwohner eine Ansprechstelle zu benennen. Diese soll befugt sein, in Einzelfällen die Erstattung von Kosten für die Hotelübernachtungen zu prüfen und zuzusagen. Die betroffenen Gebäude sind in Tabelle 4.11 zusammengefasst.

Erschütterungen:

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

Im vorliegenden Fall befindet sich das nächstgelegene Gebäude mit der Struktur eines Wohngebäudes, Bahnhofstraße 4, in ca. 6 m Entfernung zu den erschütterungsintensiven Arbeiten. Das nächstgelegene gewerblich genutzte Gebäude (Am bhf 15) befindet sich in einer Entfernung von ca. 11 m zu den erschütterungsintensiven Bautätigkeiten.

Die Arbeiten, die relevante Erschütterungen auslösen, sind bei diesem Bauvorhaben die Verdichtungsarbeiten des Baugrunds mittels Rüttelplatte und die Rückbauarbeiten mittels Hydraulikhammer.

Die Beurteilung der Erschütterungen nach DIN 4150-3 ergab, dass die Anhaltswerte für den Einsatz einer Rüttelplatte ($G = 0,28 \text{ t}$) an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten und für den Einsatz eines Hydraulikhammers ($E = 13,7 \text{ kNm}$) an den nächstgelegenen Gebäuden überschritten werden. Es sind Mindestabstände einzuhalten oder alternative Maschinen einzusetzen (Kapitel 5.5).

Die Ergebnisse der Beurteilung der Erschütterungen nach DIN 4150-2 zeigen, dass die Anhaltswerte für den Einsatz einer Rüttelplatte ($G = 0,28 \text{ t}$) an den nächstgelegenen Gebäuden eingehalten werden. Für den Einsatz eines Hydraulikhammers ($E = 9,6 \text{ kNm}$) im Tages- und

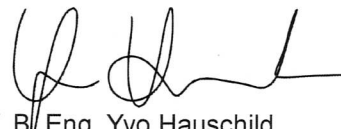
Nachtzeitraum werden die Anhaltswerte überschritten. Im Nachtzeitraum sind keine Verdichtungsarbeiten geplant.

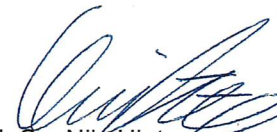
Aufgrund der Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3, sind Mindestabstände zur nächsten Bebauung einzuhalten oder die nn Kapitel 5.5 vorgeschlagenen alternativen Baumaschinen einzusetzen und deren Mindestabstände zu berücksichtigen. Sofern aus bautechnologischen Gründen nicht auf den Einsatz von erschütterungsintensiven Maschinen verzichtet werden kann, ist während der Rückbauarbeiten eine Dauerüberwachung der Erschütterungen durchzuführen.

Peutz Consult GmbH


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




i.V. B/ Eng. Yvo Hauschild
(Projektbearbeitung)


i.A. M. Sc. Nils Hintzen
(Projektmitarbeit)

Anlagenverzeichnis

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

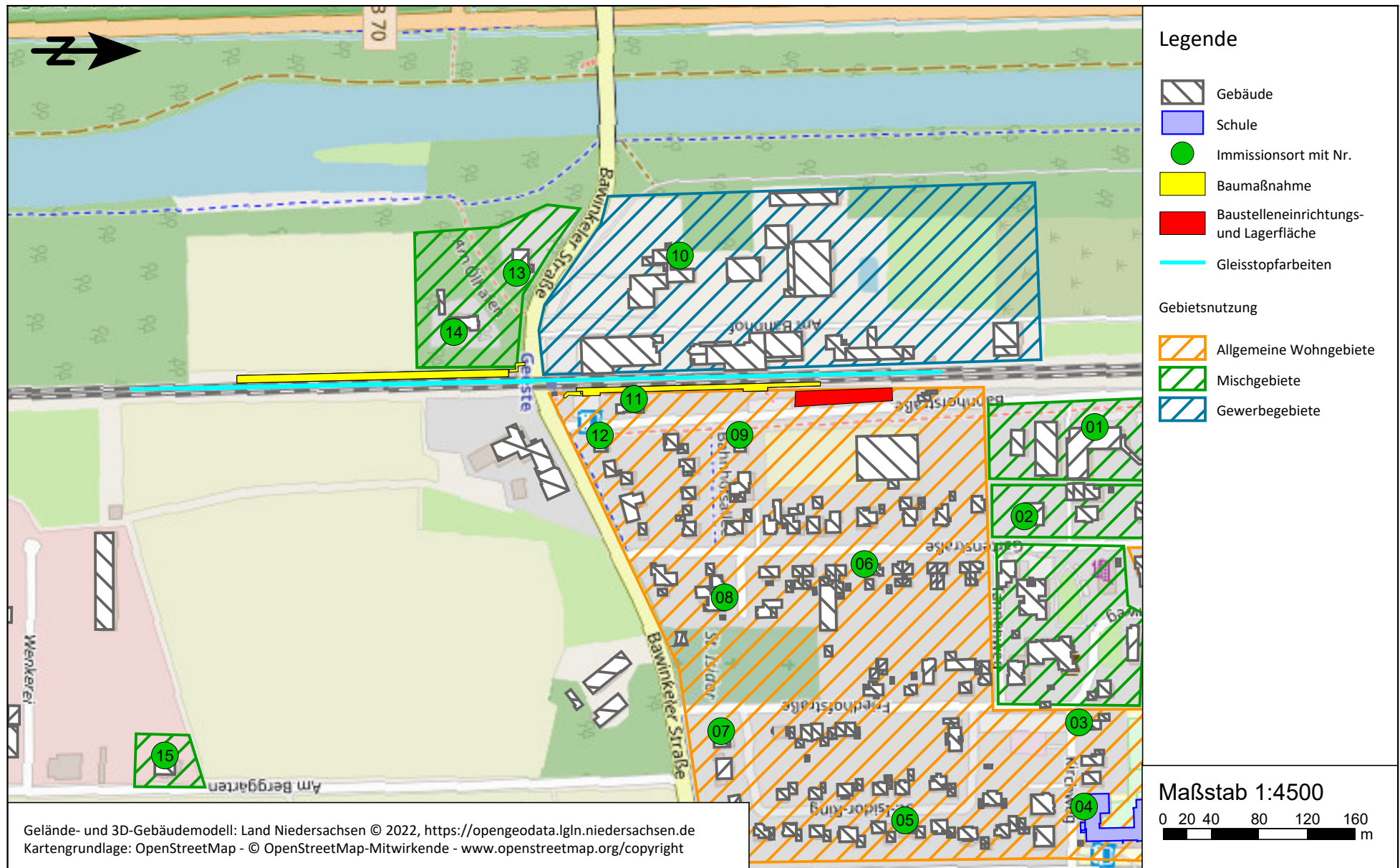
- Anlage 2 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

- Anlage 3 Schallimmissionspläne während der Bautätigkeiten

- Anlage 4 Emissionsberechnung nach Schall 03 und Vorbelastung durch den
 Straßenverkehr

- Anlage 5 Ergebnisse der Erschütterungsberechnungen

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



Anlage 2.1 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 1 - Oberleitungsarbeiten
Dauer: ca. 12 Nächte, Nachtzeitraum



Immissionsort				Immissions- richtwert IRW Nacht dB(A)	Beurteilungs- pegel Lr Nacht dB(A)	Überschreitung IRW Nacht dB	zulässiger dB(A)	berechneter Maximalpegel Nacht dB(A)	Überschreitung dB	Vorbelastung aus Verkehrslärm Nacht dB(A)
IO Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung							
01	Bahnhofstraße 44	EG	MI	45	42	-	65	53	-	59
		1.OG		45	43	-	65	54	-	60
02	Gartenstraße 19	EG	MI	45	42	-	65	54	-	53
03	Kirchweg 13	EG	WA	40	33	-	60	43	-	39
		1.OG		40	35	-	60	44	-	42
04	Teglinger Str. 31	EG	WA	40	33	-	60	43	-	40
		1.OG		40	35	-	60	45	-	41
05	St.-Isidor-Ring 21	EG	WA	40	31	-	60	40	-	38
06	Gartenstraße 18	EG	WA	40	41	1	60	51	-	47
		1.OG		40	44	4	60	54	-	49
		2.OG		40	46	6	60	55	-	51
07	St.-Isidor-Ring 2	EG	WA	40	38	-	60	48	-	45
		1.OG		40	39	-	60	48	-	46
08	Gartenstraße 2	EG	WA	40	41	1	60	52	-	46
09	Bahnhofstraße 10	EG	WA	40	54	14	60	64	4	59
		1.OG		40	56	16	60	67	7	60
		2.OG		40	56	16	60	68	8	61
10	Am bhf 15	EG	GE	50	36	-	70	49	-	50
11	Bahnhofstraße 4	EG	WA	40	59	19	60	76	16	67
		1.OG		40	60	20	60	76	16	68
12	Bawinkeler Str. 1	EG	WA	40	52	12	60	67	7	59
		1.OG		40	54	14	60	69	9	60
13	Am bhf 5	EG	MI	45	44	-	65	57	-	55
		1.OG		45	47	2	65	60	-	56
		2.OG		45	48	3	65	61	-	56
14	Am bhf 1	EG	MI	45	52	7	65	65	-	59
15	Am Berggarten 6	EG	MI	45	36	-	65	44	-	47
		1.OG		45	37	-	65	46	-	47

Anlage 2.1 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 1 - Oberleitungsarbeiten
 Dauer: ca. 12 Nächte, Nachtzeitraum



IO Nr.	Immissionsort		Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW Nacht dB(A)	Beurteilungs- pegel Lr Nacht dB(A)	Überschreitung IRW Nacht dB	zulässiger dB(A)	berechneter Maximalpegel Nacht		Überschreitung dB	Vorbelastung aus Verkehrslärm Nacht dB(A)
	Beschreibung	Stock- werk						dB(A)	dB(A)		
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	45	37	-	65	46	-	-	48

Anlage 2.2 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 2 - Vorbereitende Arbeiten
Dauer: ca. 10 Tage und 10 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



IO Nr.	Immissionsort Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW		Beurteilungs- pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger dB(A)	berechneter Maximalpegel		Überschreitung dB	Vorbelastung aus Verkehrslärm	
				Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		Nacht			Tag	Nacht
				dB(A)		dB(A)		dB						dB(A)	
01	Bahnhofstraße 44	EG	MI	60	45	44	41	-	-	65	53	-	-	61	59
		1.OG		60	45	46	42	-	-	65	54	-	-	62	60
02	Gartenstraße 19	EG	MI	60	45	43	41	-	-	65	51	-	-	53	53
03	Kirchweg 13	EG	WA	55	40	38	34	-	-	60	46	-	-	41	39
		1.OG		55	40	40	36	-	-	60	47	-	-	44	42
04	Teglinger Str. 31	EG	WA	55	40	38	34	-	-	60	44	-	-	43	40
		1.OG		55	40	39	35	-	-	60	46	-	-	44	41
05	St.-Isidor-Ring 21	EG	WA	55	40	37	32	-	-	60	43	-	-	40	38
06	Gartenstraße 18	EG	WA	55	40	44	41	-	1	60	54	-	-	49	47
		1.OG		55	40	47	44	-	4	60	57	-	-	51	49
		2.OG		55	40	49	46	-	6	60	58	-	-	54	51
07	St.-Isidor-Ring 2	EG	WA	55	40	44	39	-	-	60	51	-	-	48	45
		1.OG		55	40	45	40	-	-	60	51	-	-	49	46
08	Gartenstraße 2	EG	WA	55	40	46	42	-	2	60	58	-	-	48	46
09	Bahnhofstraße 10	EG	WA	55	40	62	57	7	17	60	71	11	-	61	59
		1.OG		55	40	63	59	8	19	60	73	13	-	62	60
		2.OG		55	40	64	59	9	19	60	73	13	-	63	61
10	Am bhf 15	EG	GE	65	50	41	37	-	-	70	53	-	-	54	50
11	Bahnhofstraße 4	EG	WA	55	40	71	66	16	26	60	88	28	-	69	67
		1.OG		55	40	71	66	16	26	60	87	27	-	70	68
12	Bawinkeler Str. 1	EG	WA	55	40	61	56	6	16	60	73	13	-	62	59
		1.OG		55	40	62	57	7	17	60	74	14	-	63	60
13	Am bhf 5	EG	MI	60	45	51	46	-	1	65	61	-	-	58	55
		1.OG		60	45	53	48	-	3	65	63	-	-	59	56
		2.OG		60	45	54	49	-	4	65	64	-	-	59	56
14	Am bhf 1	EG	MI	60	45	61	56	1	11	65	73	8	-	61	59
15	Am Berggarten 6	EG	MI	60	45	41	36	-	-	65	46	-	-	49	47
		1.OG		60	45	42	38	-	-	65	47	-	-	50	47

Anlage 2.2 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 2 - Vorbereitende Arbeiten
 Dauer: ca. 10 Tage und 10 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



IO Nr.	Immissionsort			Immissions- richtwert IRW		Beurteilungs- pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger	berechneter	Überschreitung	Vorbelastung aus	
	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Tag Nacht		Tag Nacht		Tag Nacht		Maximalpegel Nacht	Nacht	dB	Verkehrslärm	
				dB(A)		dB(A)		dB					Tag	Nacht
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	60	45	42	38	-	-	65	47	-	50	48

Anlage 2.3 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 3 - Gründung außerhalb Bahnsteig
 Dauer: ca. 32 Tage , Tageszeitraum



IO Nr.	Immissionsort		Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung aus Verkehrslärm Tag dB(A)
	Beschreibung	Stock- werk					
01	Bahnhofstraße 44	EG	MI	60	42	-	61
		1.OG		60	44	-	62
02	Gartenstraße 19	EG	MI	60	41	-	53
03	Kirchweg 13	EG	WA	55	36	-	41
		1.OG		55	38	-	44
04	Teglinger Str. 31	EG	WA	55	36	-	43
		1.OG		55	38	-	44
05	St.-Isidor-Ring 21	EG	WA	55	35	-	40
06	Gartenstraße 18	EG	WA	55	42	-	49
		1.OG		55	45	-	51
		2.OG		55	47	-	54
07	St.-Isidor-Ring 2	EG	WA	55	42	-	48
		1.OG		55	43	-	49
08	Gartenstraße 2	EG	WA	55	44	-	48
09	Bahnhofstraße 10	EG	WA	55	60	5	61
		1.OG		55	61	6	62
		2.OG		55	62	7	63
10	Am bhf 15	EG	GE	65	40	-	54
11	Bahnhofstraße 4	EG	WA	55	72	17	69
		1.OG		55	72	17	70
12	Bawinkeler Str. 1	EG	WA	55	60	5	62
		1.OG		55	61	6	63
13	Am bhf 5	EG	MI	60	50	-	58
		1.OG		60	52	-	59
		2.OG		60	53	-	59
14	Am bhf 1	EG	MI	60	61	1	61
15	Am Berggarten 6	EG	MI	60	39	-	49
		1.OG		60	40	-	50

Anlage 2.3 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 3 - Gründung außerhalb Bahnsteig
 Dauer: ca. 32 Tage , Tageszeitraum



IO Nr.	Immissionsort			Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung aus Verkehrslärm Tag dB(A)
	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung				
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	60	40	-	50

Anlage 2.4 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 4 - Rück- und Neubau Bahnsteig 1
Dauer: ca. 76 Tage und 13 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



Immissionsort				Immissions-richtwert IRW		Beurteilungs-pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger	berechneter	Überschreitung	Vorbelastung aus	
IO Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Tag Nacht		Tag Nacht		Tag Nacht		dB(A)	Maximalpegel		Verkehrslärm	
				dB(A)		dB(A)		dB			Nacht	dB	Tag Nacht	
											dB(A)			dB(A)
01	Bahnhofstraße 44	EG	MI	60	45	43	40	-	-	65	57	-	61	59
		1.OG		60	45	45	42	-	-	65	59	-	62	60
02	Gartenstraße 19	EG	MI	60	45	42	40	-	-	65	51	-	53	53
03	Kirchweg 13	EG	WA	55	40	38	34	-	-	60	54	-	41	39
		1.OG		55	40	40	36	-	-	60	56	-	44	42
04	Teglinger Str. 31	EG	WA	55	40	40	36	-	-	60	53	-	43	40
		1.OG		55	40	41	37	-	-	60	55	-	44	41
05	St.-Isidor-Ring 21	EG	WA	55	40	40	35	-	-	60	54	-	40	38
06	Gartenstraße 18	EG	WA	55	40	43	41	-	1	60	56	-	49	47
		1.OG		55	40	45	43	-	3	60	56	-	51	49
		2.OG		55	40	47	45	-	5	60	61	1	54	51
07	St.-Isidor-Ring 2	EG	WA	55	40	46	41	-	1	60	64	4	48	45
		1.OG		55	40	47	42	-	2	60	63	3	49	46
08	Gartenstraße 2	EG	WA	55	40	41	39	-	-	60	53	-	48	46
09	Bahnhofstraße 10	EG	WA	55	40	52	51	-	11	60	65	5	61	59
		1.OG		55	40	54	52	-	12	60	67	7	62	60
		2.OG		55	40	54	53	-	13	60	66	6	63	61
10	Am bhf 15	EG	GE	65	50	45	39	-	-	70	59	-	54	50
11	Bahnhofstraße 4	EG	WA	55	40	55	51	-	11	60	75	15	69	67
		1.OG		55	40	57	52	2	12	60	78	18	70	68
12	Bawinkeler Str. 1	EG	WA	55	40	58	54	3	14	60	79	19	62	59
		1.OG		55	40	59	54	4	14	60	80	20	63	60
13	Am bhf 5	EG	MI	60	45	58	52	-	7	65	75	10	58	55
		1.OG		60	45	60	54	-	9	65	77	12	59	56
		2.OG		60	45	61	55	1	10	65	78	13	59	56
14	Am bhf 1	EG	MI	60	45	68	62	8	17	65	84	19	61	59
15	Am Berggarten 6	EG	MI	60	45	47	42	-	-	65	62	-	49	47
		1.OG		60	45	49	44	-	-	65	64	-	50	47

Anlage 2.4 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 4 - Rück- und Neubau Bahnsteig 1
 Dauer: ca. 76 Tage und 13 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



IO Nr.	Immissionsort			Immissions- richtwert IRW		Beurteilungs- pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger	berechneter	Überschreitung	Vorbelastung aus	
	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Maximalpegel	Nacht		Tag	Nacht
				dB(A)		dB(A)		dB		dB(A)	dB(A)	dB	dB(A)	
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	60	45	49	44	-	-	65	64	-	50	48

Anlage 2.5 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 5 - Zuwegung Bahnsteig 1
 Dauer: ca. 11 Tage und 5 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



IO Nr.	Immissionsort Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW		Beurteilungs- pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger dB(A)	berechneter Maximalpegel		Überschreitung dB	Vorbelastung aus Verkehrslärm	
				Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		Nacht			Tag	Nacht
				dB(A)		dB(A)		dB			dB(A)			dB(A)	
01	Bahnhofstraße 44	EG	MI	60	45	39	39	-	-	65	27	-		61	59
		1.OG		60	45	40	40	-	-	65	29	-		62	60
02	Gartenstraße 19	EG	MI	60	45	40	40	-	-	65	23	-		53	53
03	Kirchweg 13	EG	WA	55	40	32	30	-	-	60	24	-		41	39
		1.OG		55	40	34	32	-	-	60	26	-		44	42
04	Teglinger Str. 31	EG	WA	55	40	32	30	-	-	60	25	-		43	40
		1.OG		55	40	34	31	-	-	60	25	-		44	41
05	St.-Isidor-Ring 21	EG	WA	55	40	29	27	-	-	60	20	-		40	38
06	Gartenstraße 18	EG	WA	55	40	39	39	-	-	60	24	-		49	47
		1.OG		55	40	42	42	-	2	60	26	-		51	49
		2.OG		55	40	44	43	-	3	60	29	-		54	51
07	St.-Isidor-Ring 2	EG	WA	55	40	39	35	-	-	60	33	-		48	45
		1.OG		55	40	40	37	-	-	60	34	-		49	46
08	Gartenstraße 2	EG	WA	55	40	38	38	-	-	60	22	-		48	46
09	Bahnhofstraße 10	EG	WA	55	40	50	50	-	10	60	36	-		61	59
		1.OG		55	40	51	51	-	11	60	36	-		62	60
		2.OG		55	40	52	52	-	12	60	37	-		63	61
10	Am bhf 15	EG	GE	65	50	35	33	-	-	70	29	-		54	50
11	Bahnhofstraße 4	EG	WA	55	40	51	47	-	7	60	44	-		69	67
		1.OG		55	40	53	49	-	9	60	46	-		70	68
12	Bawinkeler Str. 1	EG	WA	55	40	53	49	-	9	60	47	-		62	59
		1.OG		55	40	54	50	-	10	60	48	-		63	60
13	Am bhf 5	EG	MI	60	45	53	48	-	3	65	46	-		58	55
		1.OG		60	45	56	51	-	6	65	49	-		59	56
		2.OG		60	45	56	51	-	6	65	50	-		59	56
14	Am bhf 1	EG	MI	60	45	58	53	-	8	65	52	-		61	59
15	Am Berggarten 6	EG	MI	60	45	35	31	-	-	65	28	-		49	47
		1.OG		60	45	34	30	-	-	65	27	-		50	47

Anlage 2.5 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 5 - Zuwegung Bahnsteig 1
 Dauer: ca. 11 Tage und 5 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



IO Nr.	Immissionsort			Immissions- richtwert IRW		Beurteilungs- pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger	berechneter	Überschreitung	Vorbelastung aus				
	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Maximalpegel	Nacht	dB	Verkehrslärm				
													dB(A)	dB(A)	dB	Tag	Nacht
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	60	45	35	31	-	-	65	27	-	50	48			

Anlage 2.6 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2
Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



Immissionsort				Immissions-richtwert IRW		Beurteilungs-pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger	berechneter	Überschreitung	Vorbelastung aus	
IO Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Maximalpegel			Verkehrslärm	
				dB(A)		dB(A)		dB					Tag	Nacht
											Nacht		dB(A)	
	</													

Anlage 2.6 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2
 Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



IO Nr.	Immissionsort			Immissions- richtwert IRW		Beurteilungs- pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger	berechneter	Überschreitung	Vorbelastung aus	
	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Maximalpegel	Nacht	dB	Tag	Nacht
dB(A)				dB(A)		dB		dB(A)	dB(A)		dB(A)			
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	60	45	43	46	-	1	65	59	-	50	48

Anlage 2.7 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 7 - Zuwegung Bahnsteig 2
Dauer: ca. 36 Tage, Tageszeitraum



IO Nr.	Immissionsort		Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung aus Verkehrslärm Tag dB(A)
	Beschreibung	Stock- werk					
01	Bahnhofstraße 44	EG	MI	60	42	-	61
		1.OG		60	43	-	62
02	Gartenstraße 19	EG	MI	60	40	-	53
03	Kirchweg 13	EG	WA	55	36	-	41
		1.OG		55	39	-	44
04	Teglinger Str. 31	EG	WA	55	38	-	43
		1.OG		55	39	-	44
05	St.-Isidor-Ring 21	EG	WA	55	35	-	40
06	Gartenstraße 18	EG	WA	55	42	-	49
		1.OG		55	44	-	51
		2.OG		55	46	-	54
07	St.-Isidor-Ring 2	EG	WA	55	42	-	48
		1.OG		55	43	-	49
08	Gartenstraße 2	EG	WA	55	40	-	48
09	Bahnhofstraße 10	EG	WA	55	54	-	61
		1.OG		55	55	-	62
		2.OG		55	55	-	63
10	Am bhf 15	EG	GE	65	35	-	54
11	Bahnhofstraße 4	EG	WA	55	66	11	69
		1.OG		55	67	12	70
12	Bawinkeler Str. 1	EG	WA	55	67	12	62
		1.OG		55	68	13	63
13	Am bhf 5	EG	MI	60	53	-	58
		1.OG		60	57	-	59
		2.OG		60	58	-	59
14	Am bhf 1	EG	MI	60	56	-	61
15	Am Berggarten 6	EG	MI	60	39	-	49
		1.OG		60	39	-	50

Anlage 2.7 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 7 - Zuwegung Bahnsteig 2
Dauer: ca. 36 Tage, Tageszeitraum



IO Nr.	Immissionsort		Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW	Beurteilungs- pegel Lr	Überschreitung	Vorbelastung aus
	Beschreibung	Stock- werk		Tag dB(A)	Tag dB(A)	IRW Tag dB	Verkehrslärm Tag dB(A)
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	60	39	-	50

Anlage 2.8 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 8 - Abschlussarbeiten
Dauer: ca. 4 Tage, Tageszeitraum



IO Nr.	Immissionsort		Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW Tag dB(A)	Beurteilungs- pegel Lr Tag dB(A)	Überschreitung IRW Tag dB	Vorbelastung aus Verkehrslärm Tag dB(A)
	Beschreibung	Stock- werk					
01	Bahnhofstraße 44	EG	MI	60	42	-	61
		1.OG		60	43	-	62
02	Gartenstraße 19	EG	MI	60	41	-	53
03	Kirchweg 13	EG	WA	55	35	-	41
		1.OG		55	37	-	44
04	Teglinger Str. 31	EG	WA	55	35	-	43
		1.OG		55	36	-	44
05	St.-Isidor-Ring 21	EG	WA	55	33	-	40
06	Gartenstraße 18	EG	WA	55	42	-	49
		1.OG		55	45	-	51
		2.OG		55	46	-	54
07	St.-Isidor-Ring 2	EG	WA	55	40	-	48
		1.OG		55	41	-	49
08	Gartenstraße 2	EG	WA	55	43	-	48
09	Bahnhofstraße 10	EG	WA	55	58	3	61
		1.OG		55	60	5	62
		2.OG		55	60	5	63
10	Am bhf 15	EG	GE	65	38	-	54
11	Bahnhofstraße 4	EG	WA	55	67	12	69
		1.OG		55	67	12	70
12	Bawinkeler Str. 1	EG	WA	55	57	2	62
		1.OG		55	58	3	63
13	Am bhf 5	EG	MI	60	47	-	58
		1.OG		60	49	-	59
		2.OG		60	50	-	59
14	Am bhf 1	EG	MI	60	57	-	61
15	Am Berggarten 6	EG	MI	60	37	-	49
		1.OG		60	39	-	50

Anlage 2.8 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 8 - Abschlussarbeiten
Dauer: ca. 4 Tage, Tageszeitraum



IO Nr.	Immissionsort		Gebiets- nutzung	Immissions- richtwert IRW	Beurteilungs- pegel Lr	Überschreitung	Vorbelastung aus
	Beschreibung	Stock- werk		Tag dB(A)	Tag dB(A)	IRW Tag dB	Verkehrslärm Tag dB(A)
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	60	39	-	50

Anlage 2.9 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2 mit Lärmschutzwand (Höhe = 4 m)
Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum



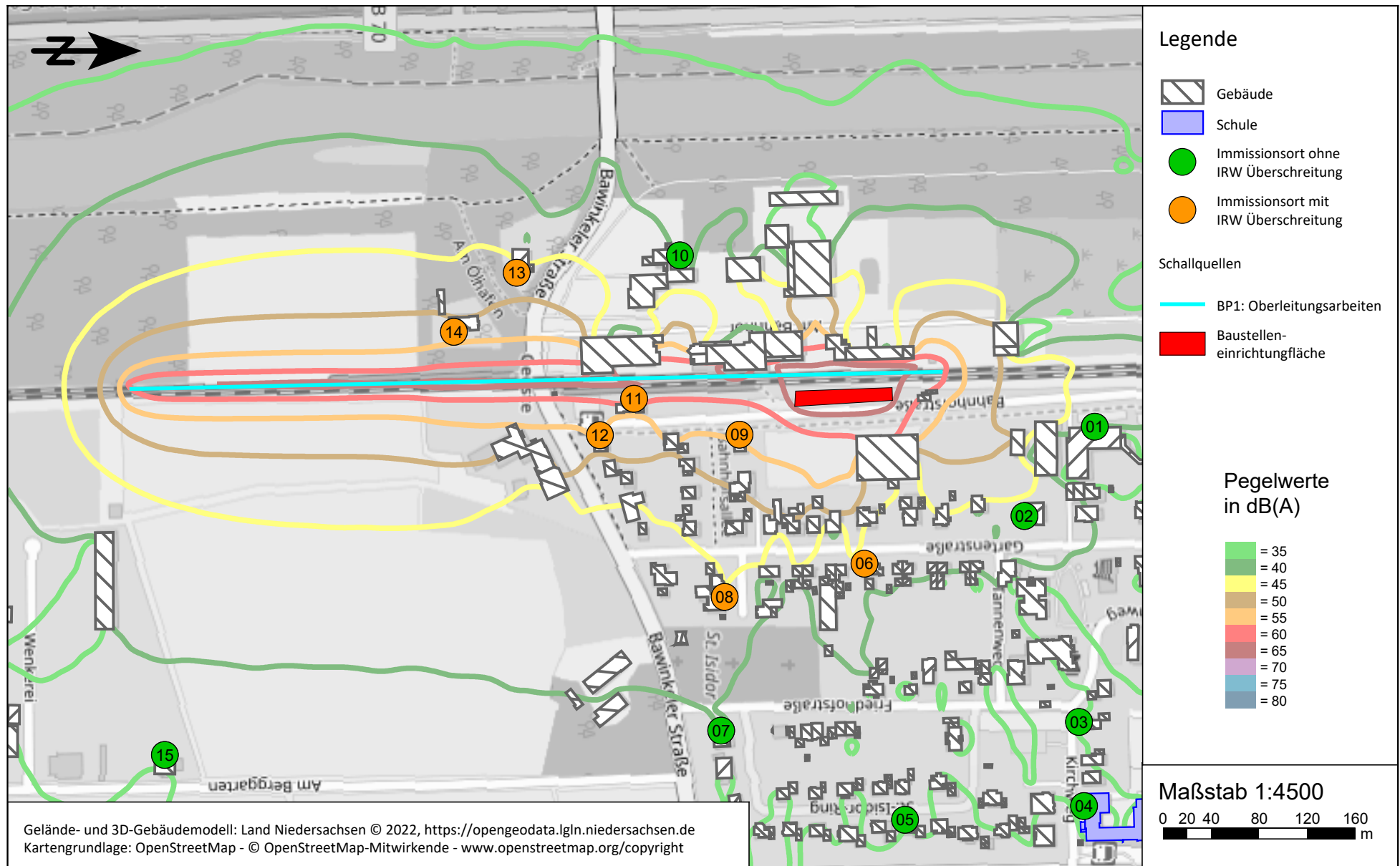
Immissionsort				Immissions-richtwert IRW		Beurteilungs-pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger	berechneter	Überschreitung	Vorbelastung aus	
IO Nr.	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Maximalpegel			Verkehrslärm	
				dB(A)		dB(A)		dB					Tag	Nacht
											Nacht		dB(A)	

Anlage 2.9 - Ergebnisse der Immissionsberechnung gemäß AVV Baulärm
 Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2 mit Lärmschutzwand (Höhe = 4 m)
 Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte, Tages- und Nachtzeitraum

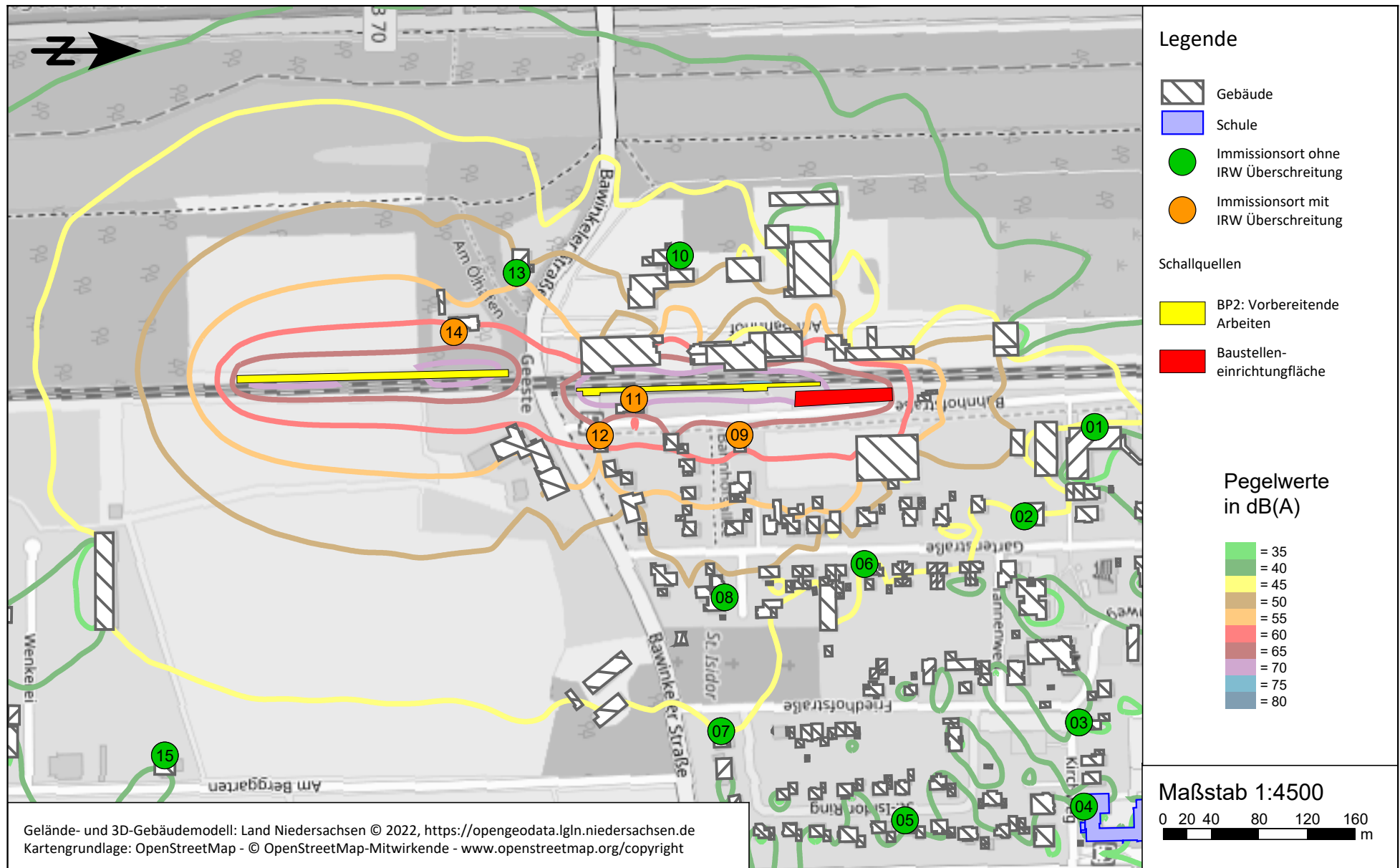


IO Nr.	Immissionsort			Immissions- richtwert IRW		Beurteilungs- pegel Lr		Überschreitung IRW		zulässiger	berechneter	Überschreitung	Vorbelastung aus Verkehrslärm	
	Beschreibung	Stock- werk	Gebiets- nutzung	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	dB(A)	Maximalpegel		Tag	Nacht
											dB(A)	dB		
15	Am Berggarten 6	2.OG	MI	60	45	40	43	-	-	65	58	-	50	48

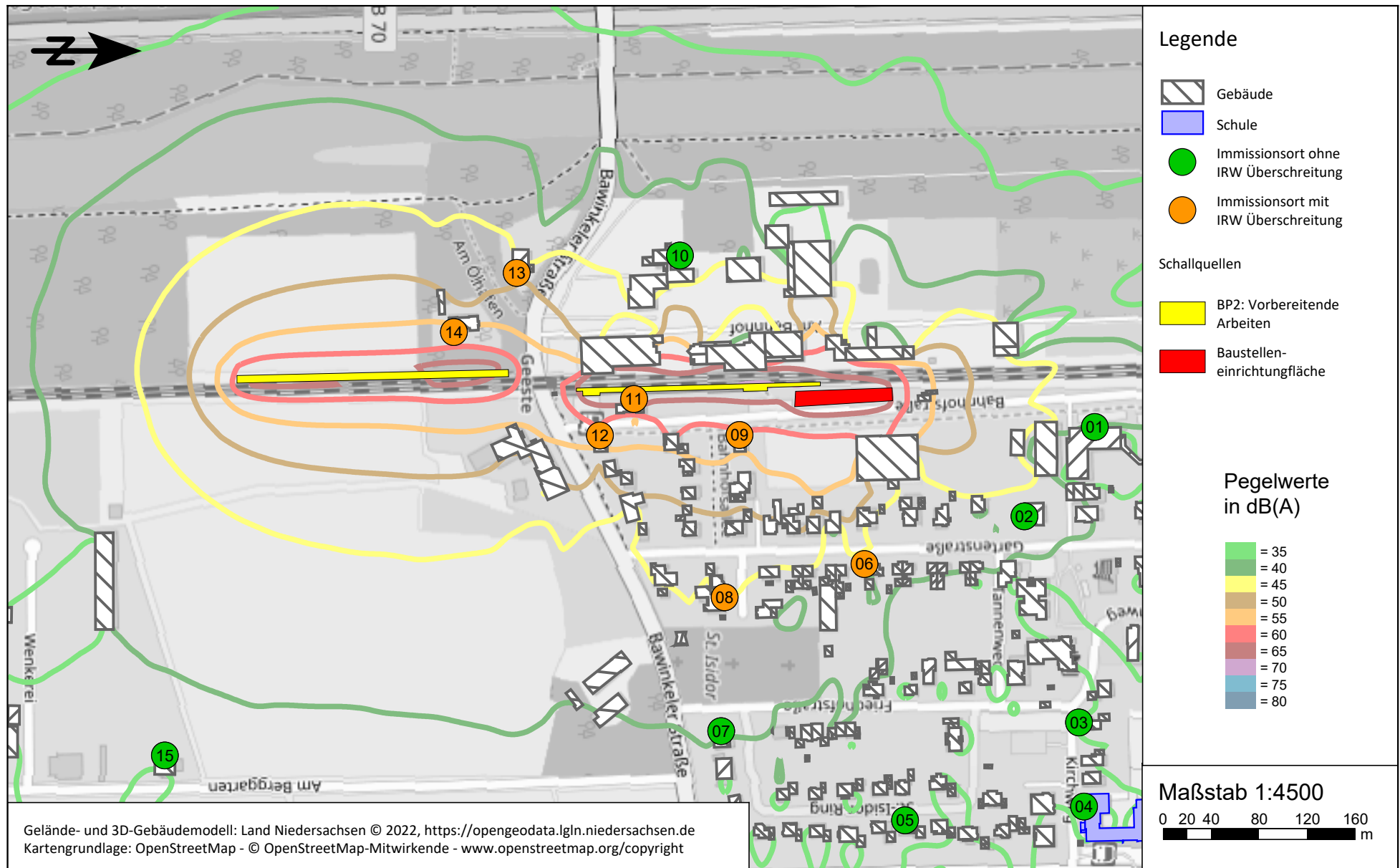
Anlage 3.1 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
Schallsituation während Bauphase 1 - Oberleitungsarbeiten
Dauer: ca. 12 Nächte, Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr)



Anlage 3.2.1 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 2 - Vorbereitende Arbeiten
 Dauer: ca. 10 Tage und 10 Nächte, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)

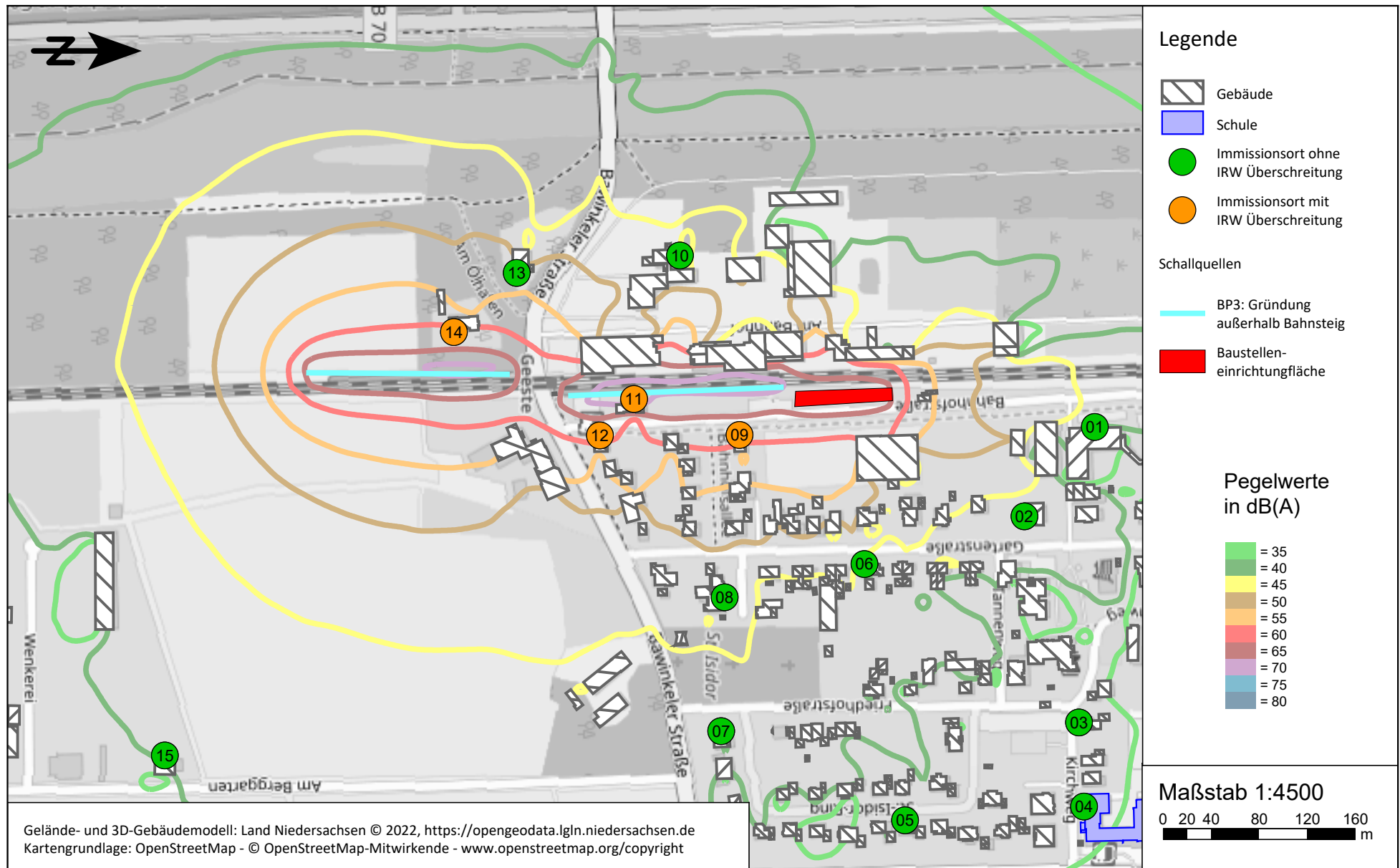


Anlage 3.2.2 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 2 - Vorbereitende Arbeiten
 Dauer: ca. 10 Tage und 10 Nächte, Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr)



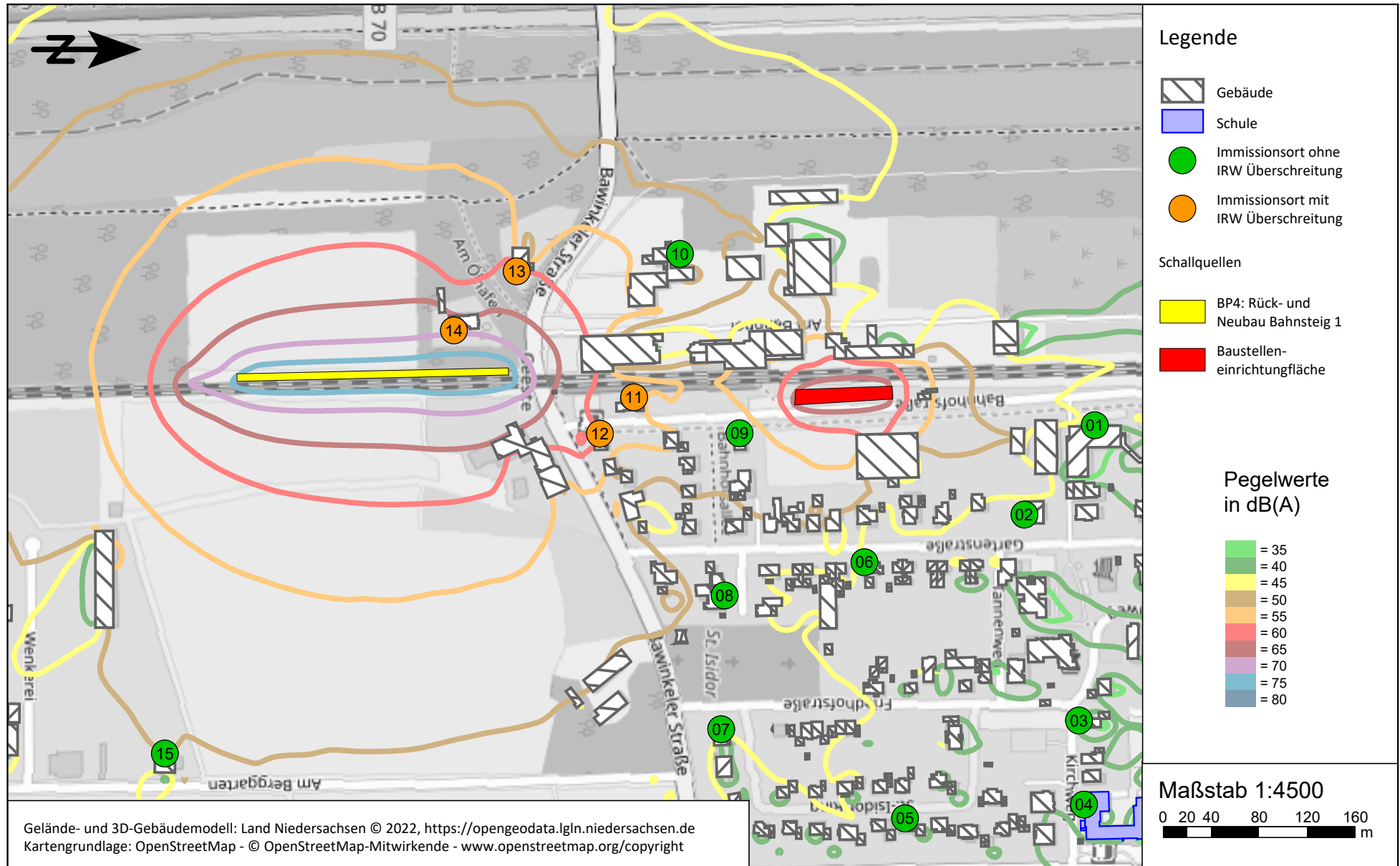
Anlage 3.3 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 3 - Gründung außerhalb Bahnsteig
 Dauer: ca. 32 Tage, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)

PEUTZ

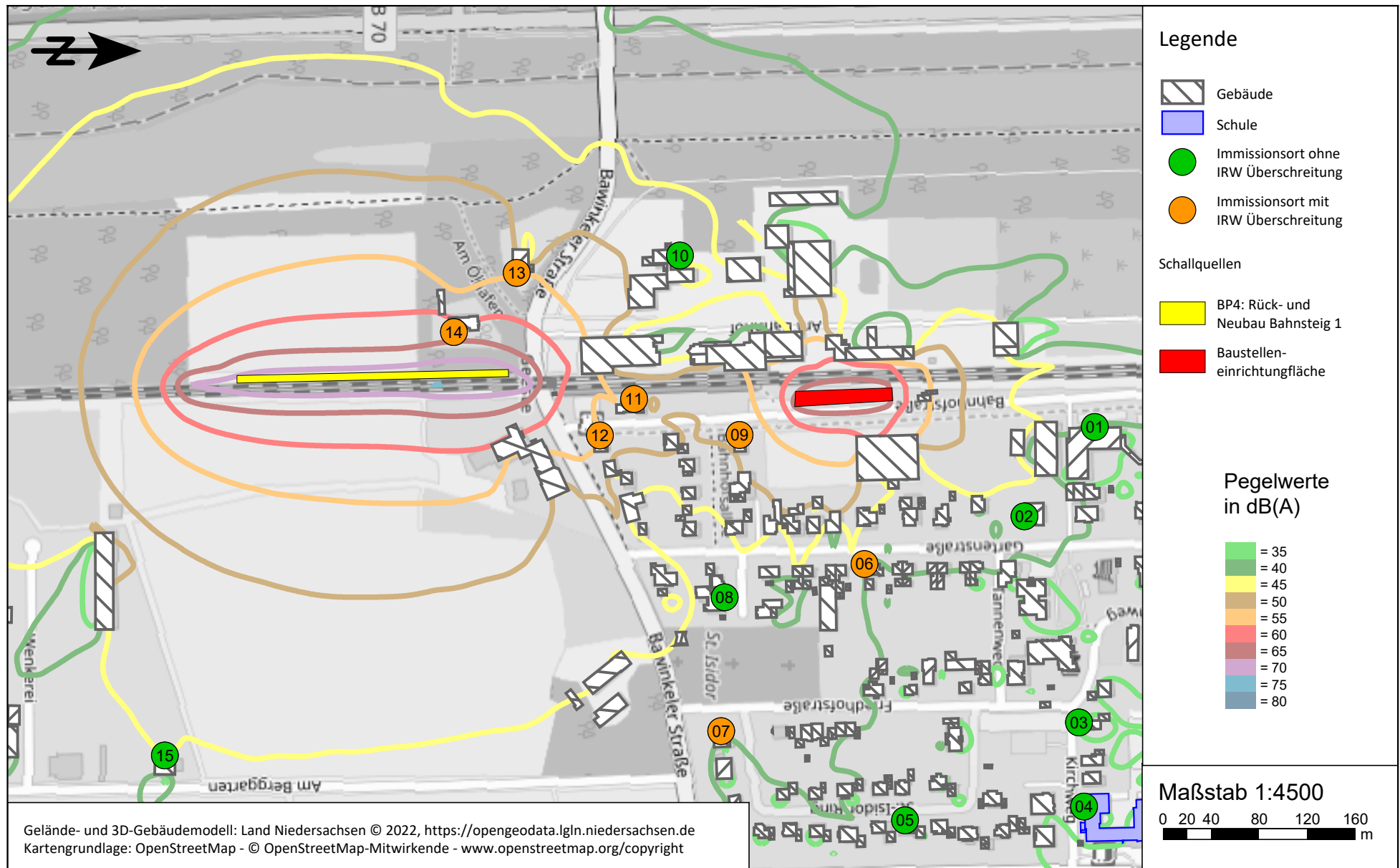


Anlage 3.4.1 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 4 - Rück- und Neubau Bahnsteig 1
 Dauer: ca. 76 Tage und 13 Nächte, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)

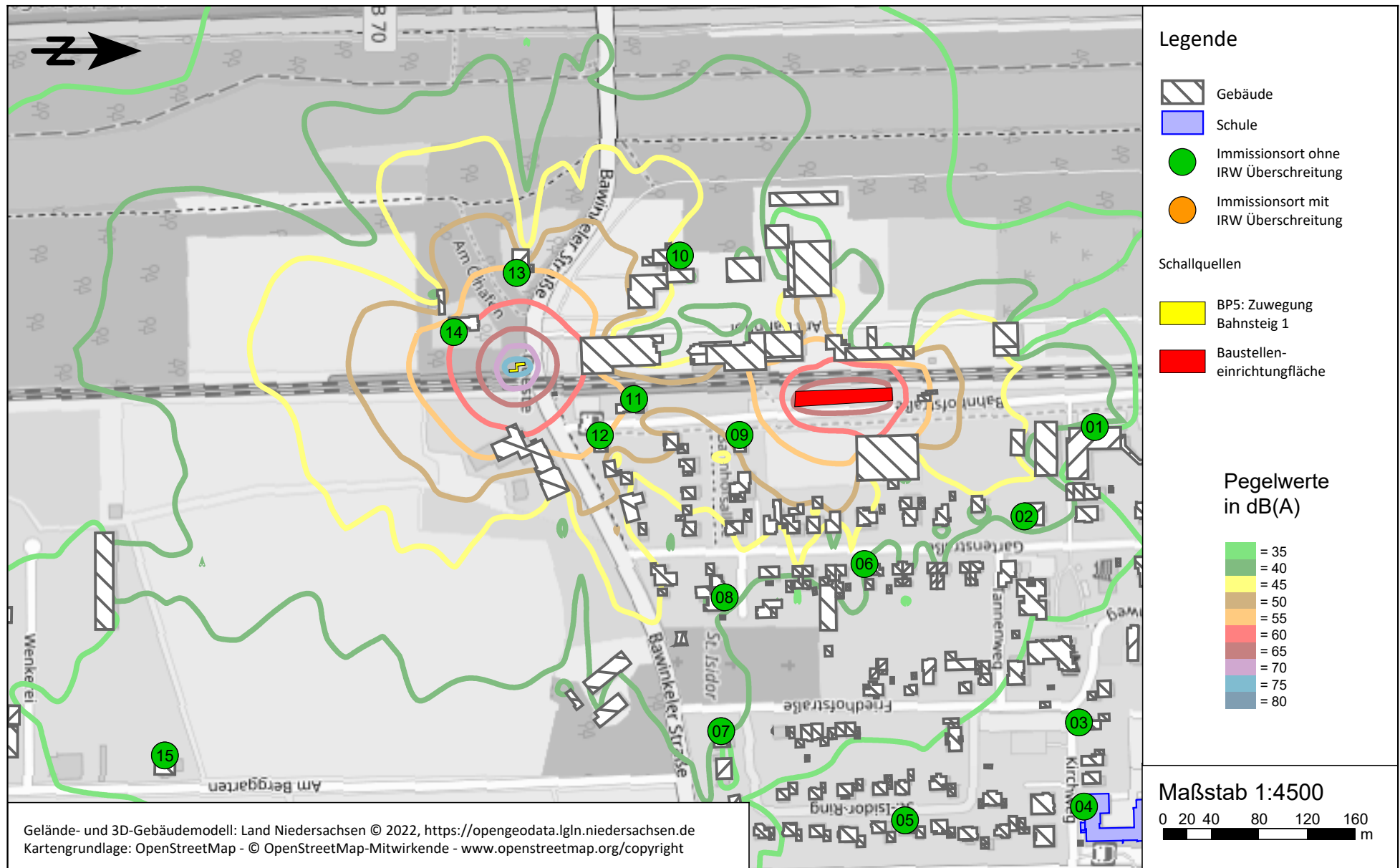
PEUTZ



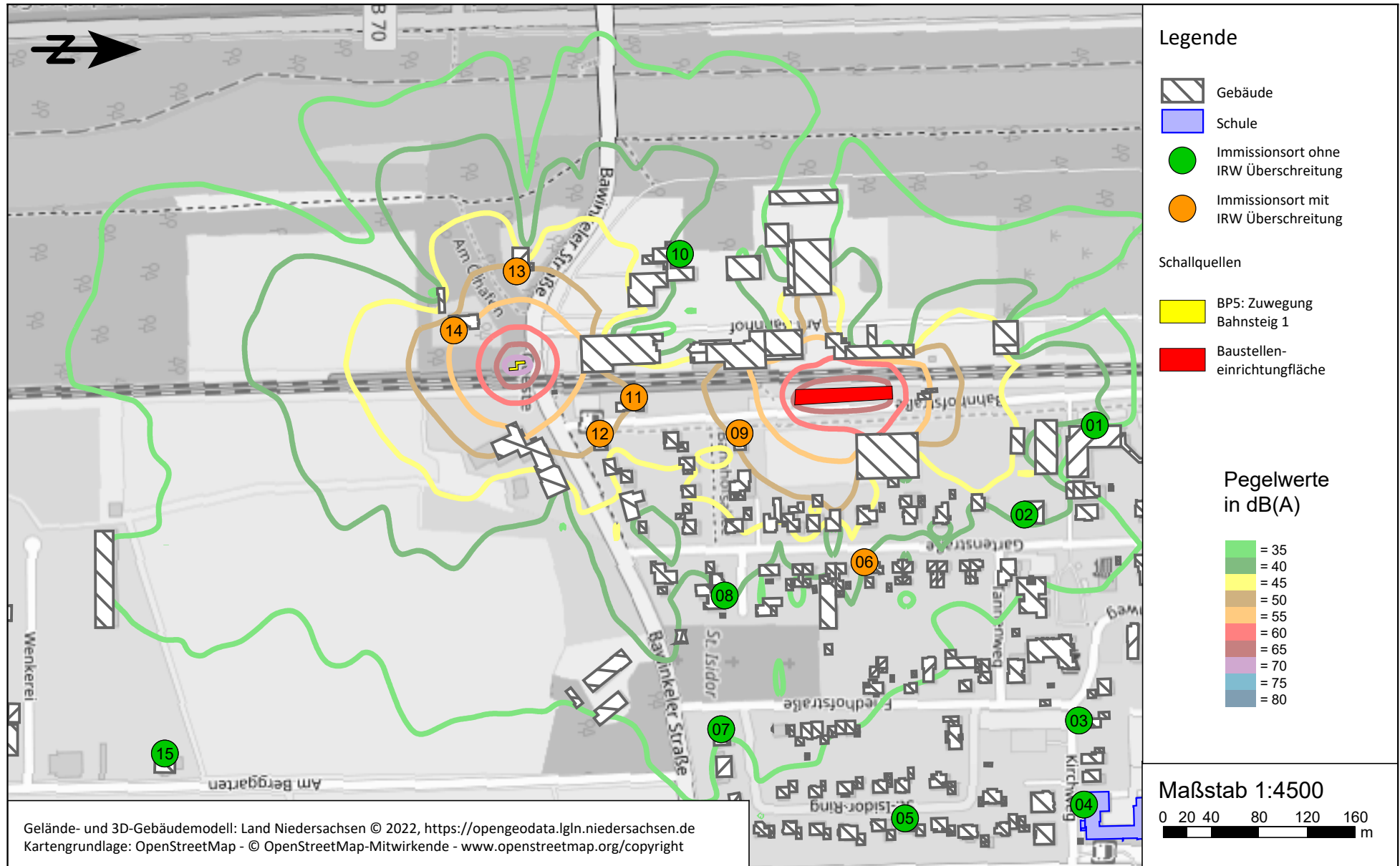
Anlage 3.4.2 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 4 - Rück- und Neubau Bahnsteig 1
 Dauer: ca. 76 Tage und 13 Nächte, Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr)



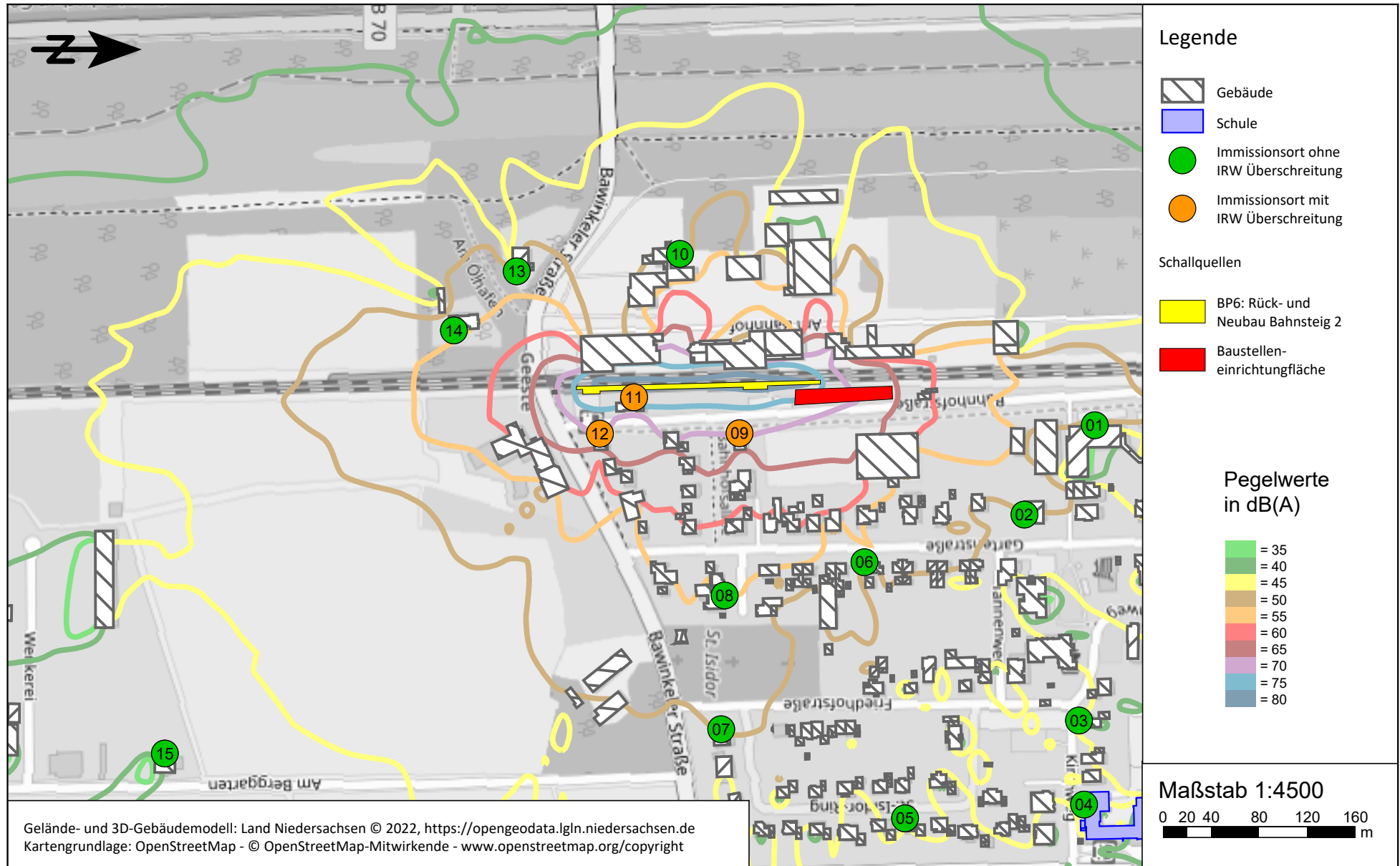
Anlage 3.5.1 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 5 - Zuwegung Bahnsteig 1
 Dauer: ca. 11 Tage und 5 Nächte, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)



Anlage 3.5.2 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 5 - Zuwegung Bahnsteig 1
 Dauer: ca. 11 Tage und 5 Nächte, Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr)

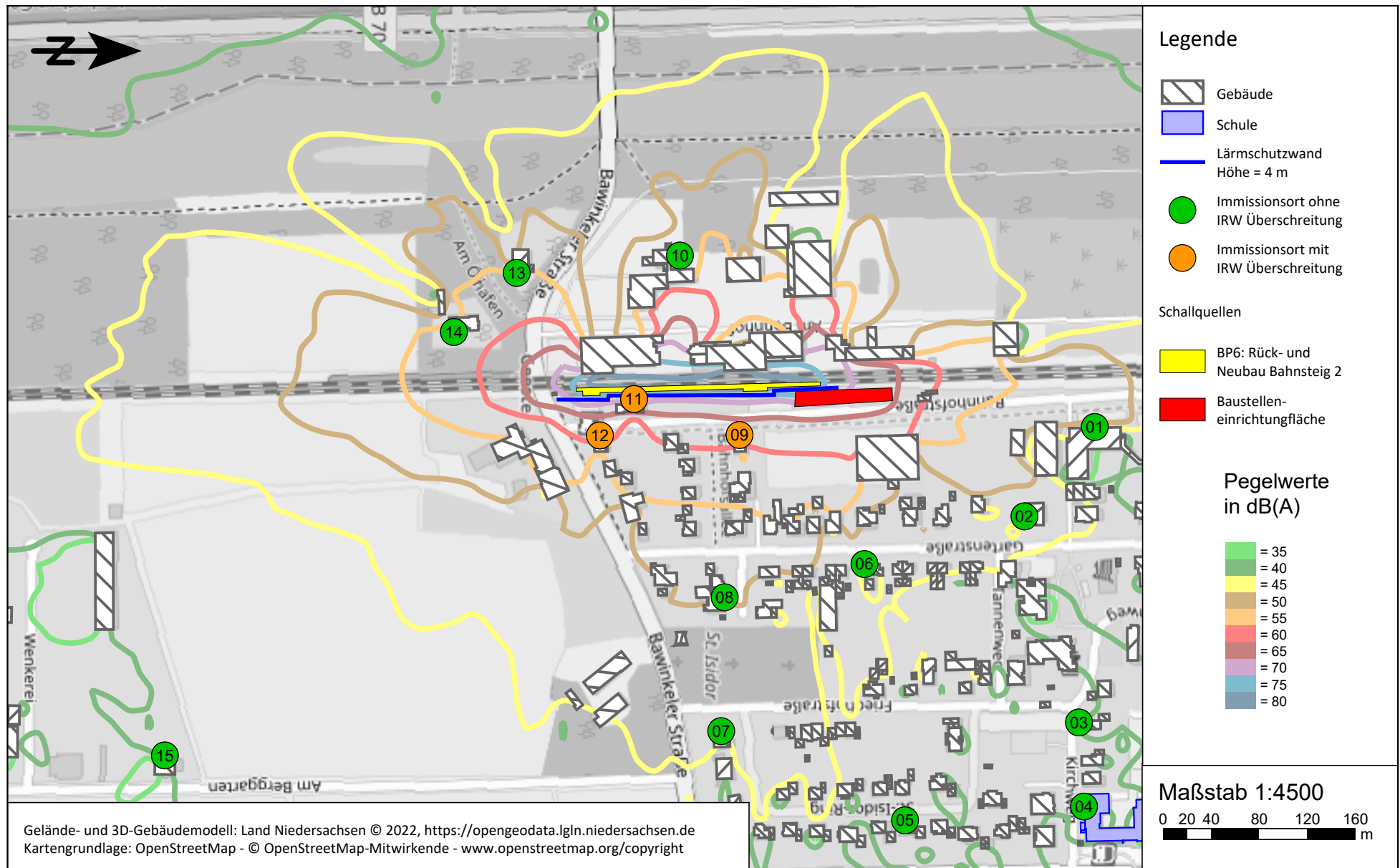


Anlage 3.6.1 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2
 Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)



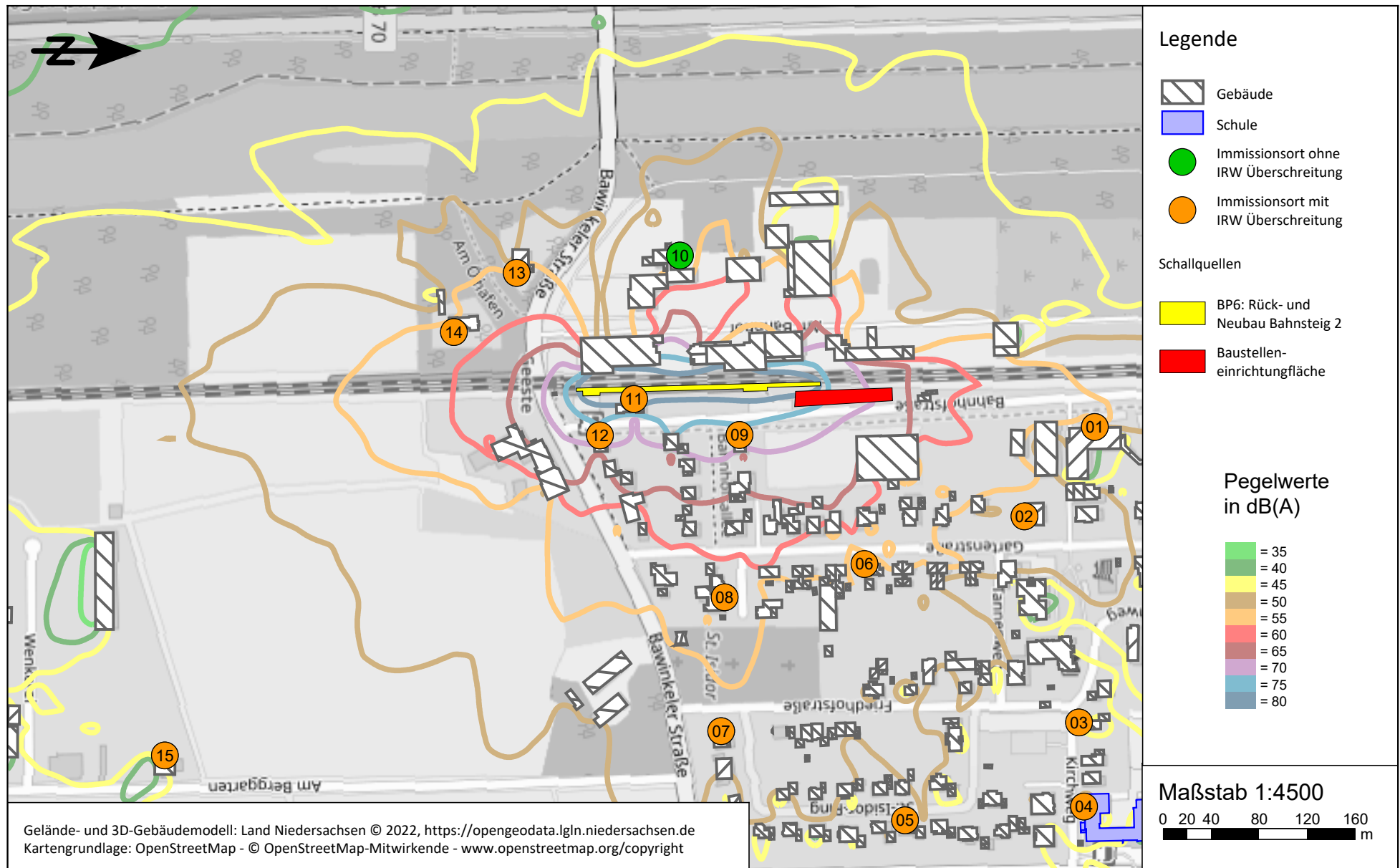
Anlage 3.6.2 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2 mit LSW
 Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)

PEUTZ



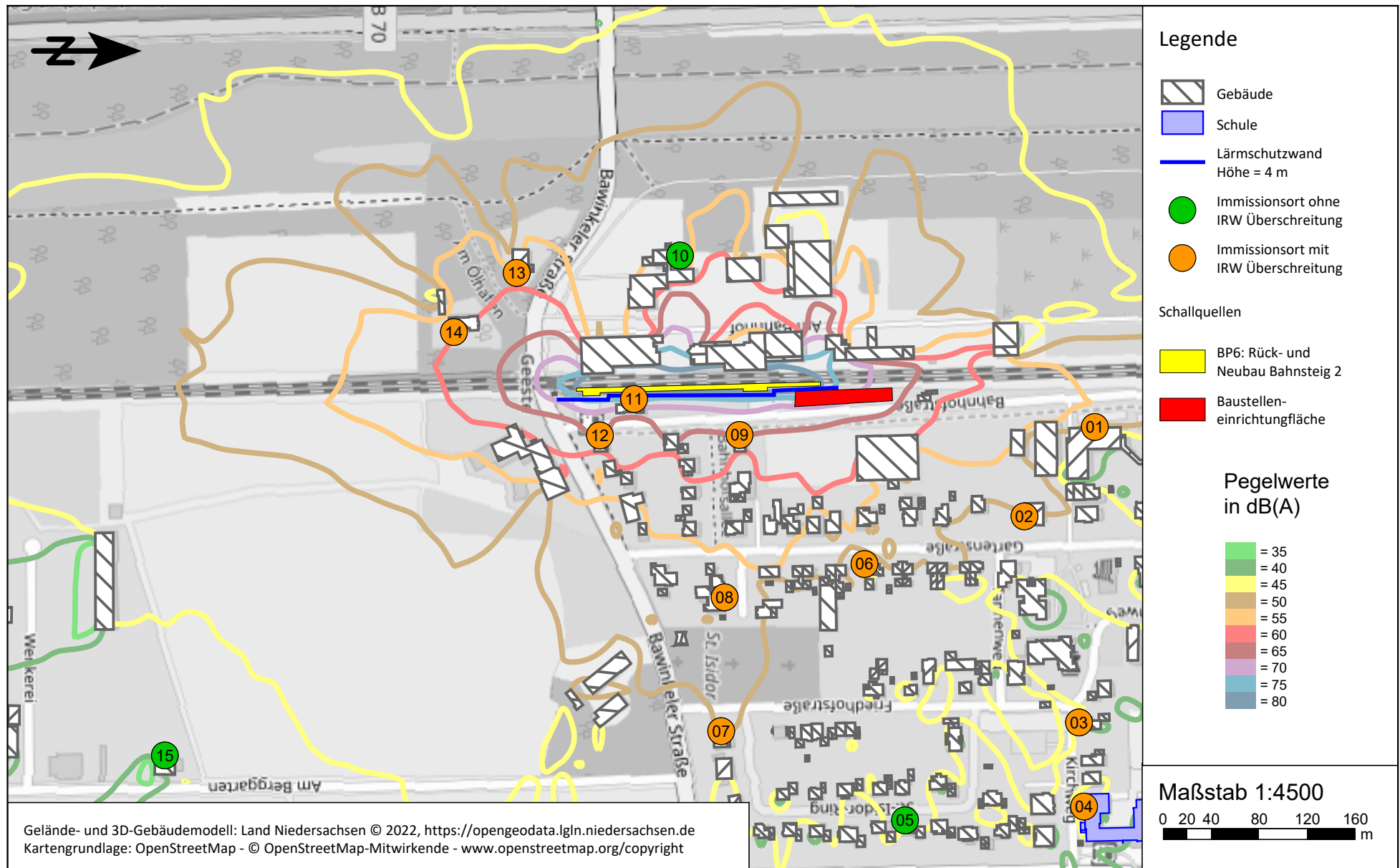
Anlage 3.6.3 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2
 Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte, Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr)

PEUTZ



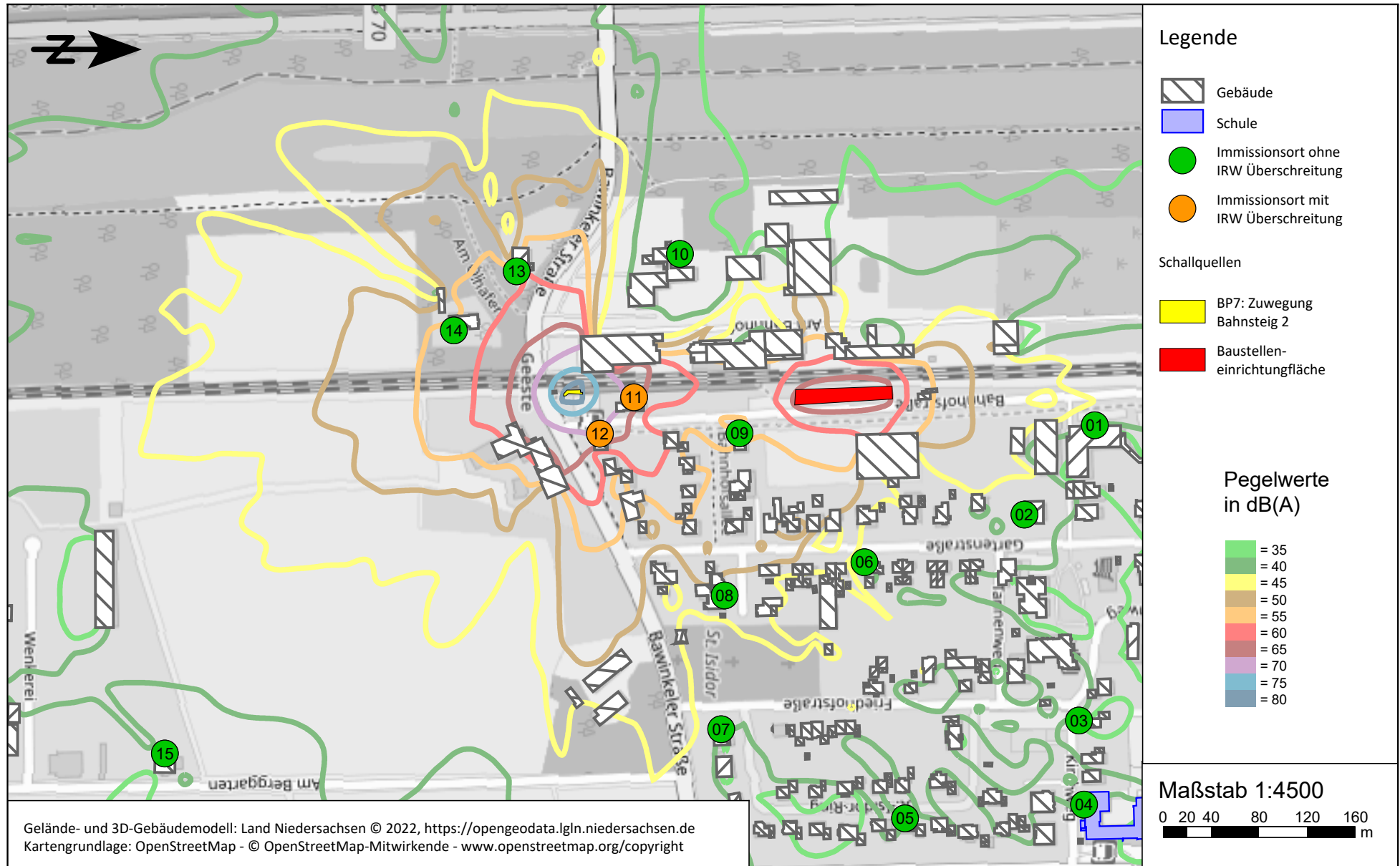
Anlage 3.6.4 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 6 - Rück- und Neubau Bahnsteig 2 mit LSW
 Dauer: ca. 27 Tage und 14 Nächte, Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr)

PEUTZ



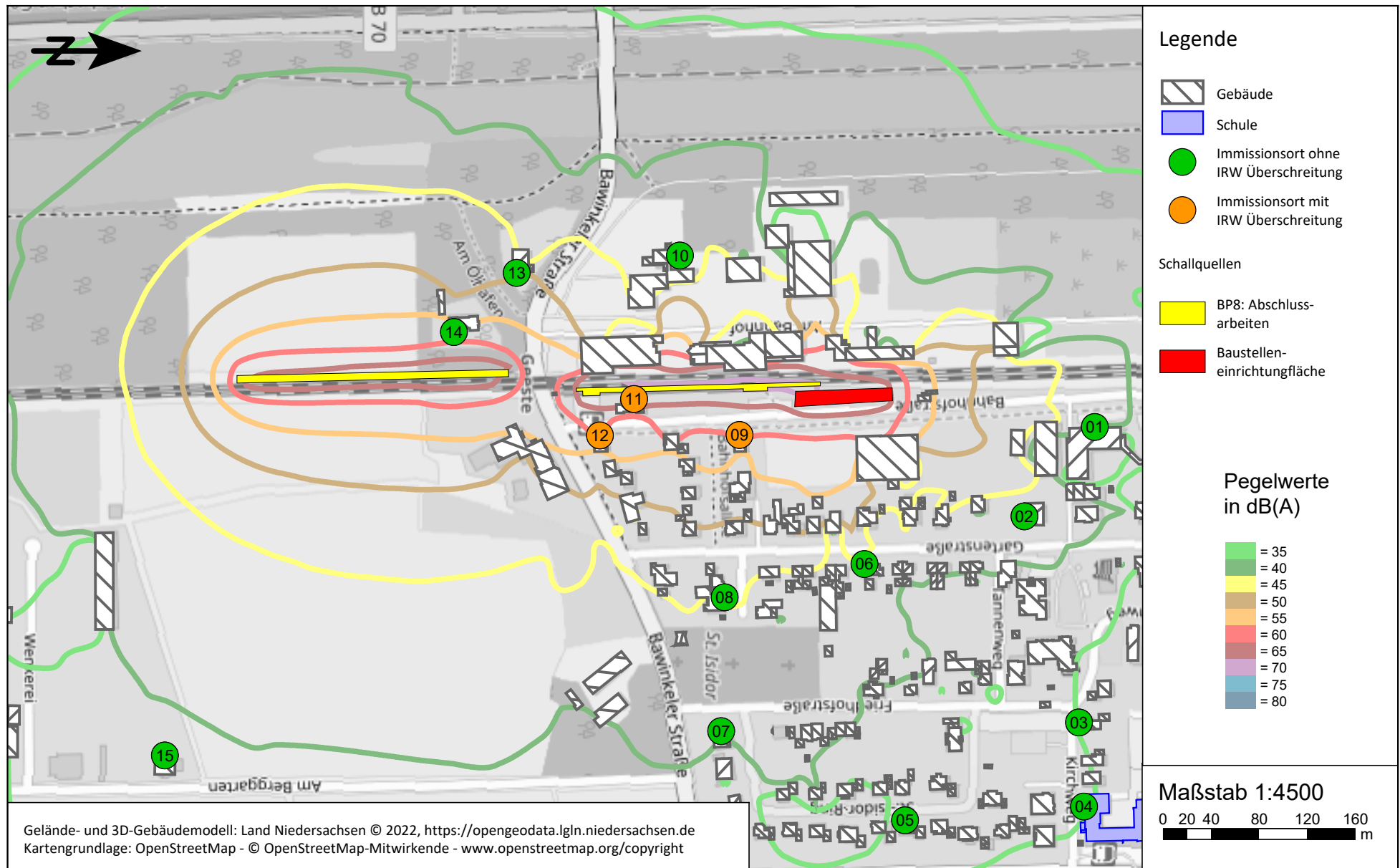
Anlage 3.7 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
 Schallsituation während Bauphase 7 - Zuwegung Bahnsteig 2
 Dauer: ca. 36 Tage, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)

PEUTZ



Anlage 3.8 - Schallimmissionsplan - Rechenhöhe 4,5 m
Schallsituation während Bauphase 8 - Abschlussarbeiten
Dauer: ca. 4 Tage, Tageszeitraum (07:00 bis 20:00 Uhr)

PEUTZ



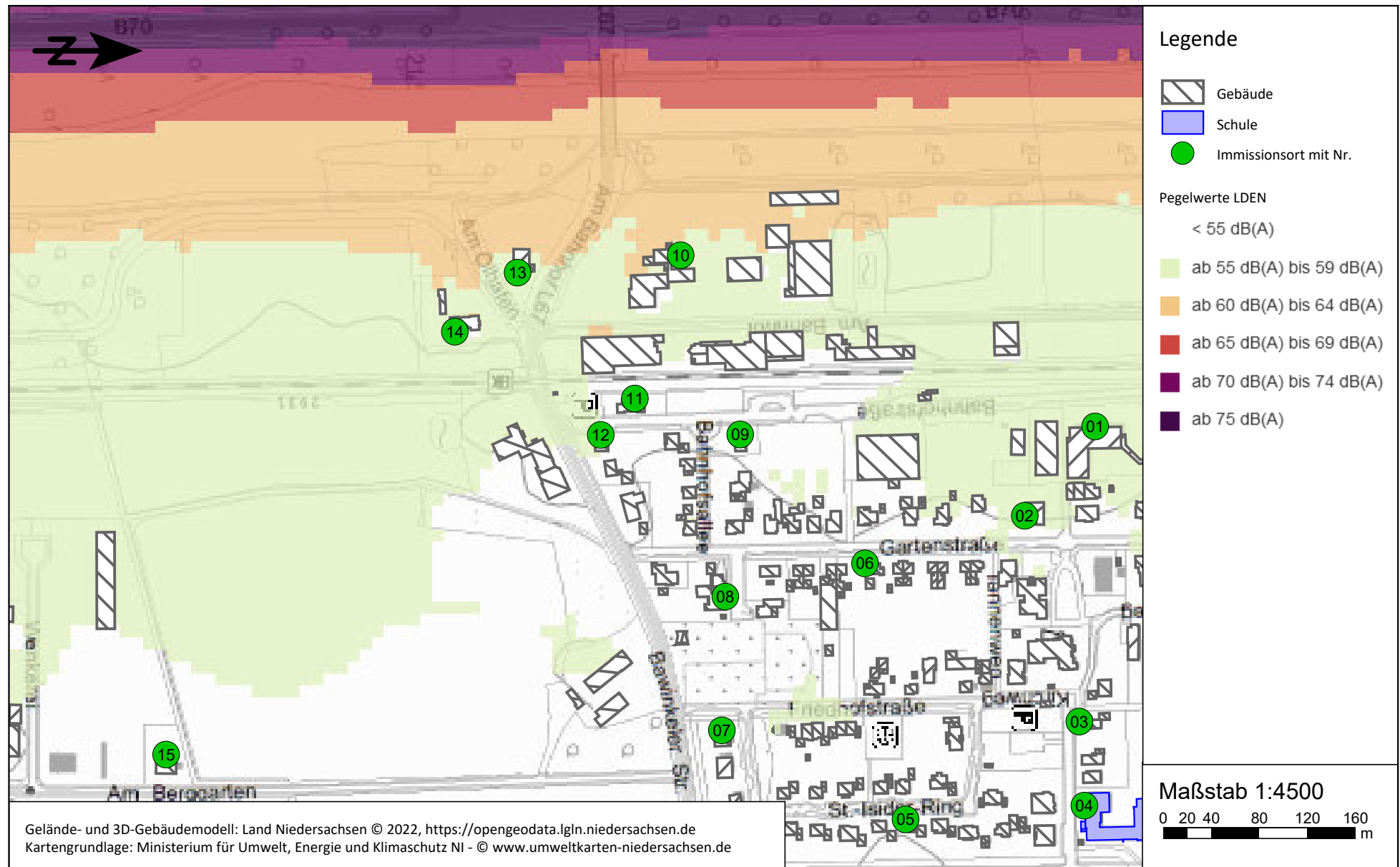
Anlage 4.1 - Emissionsberechnungen nach Schall 03 Strecke 2931



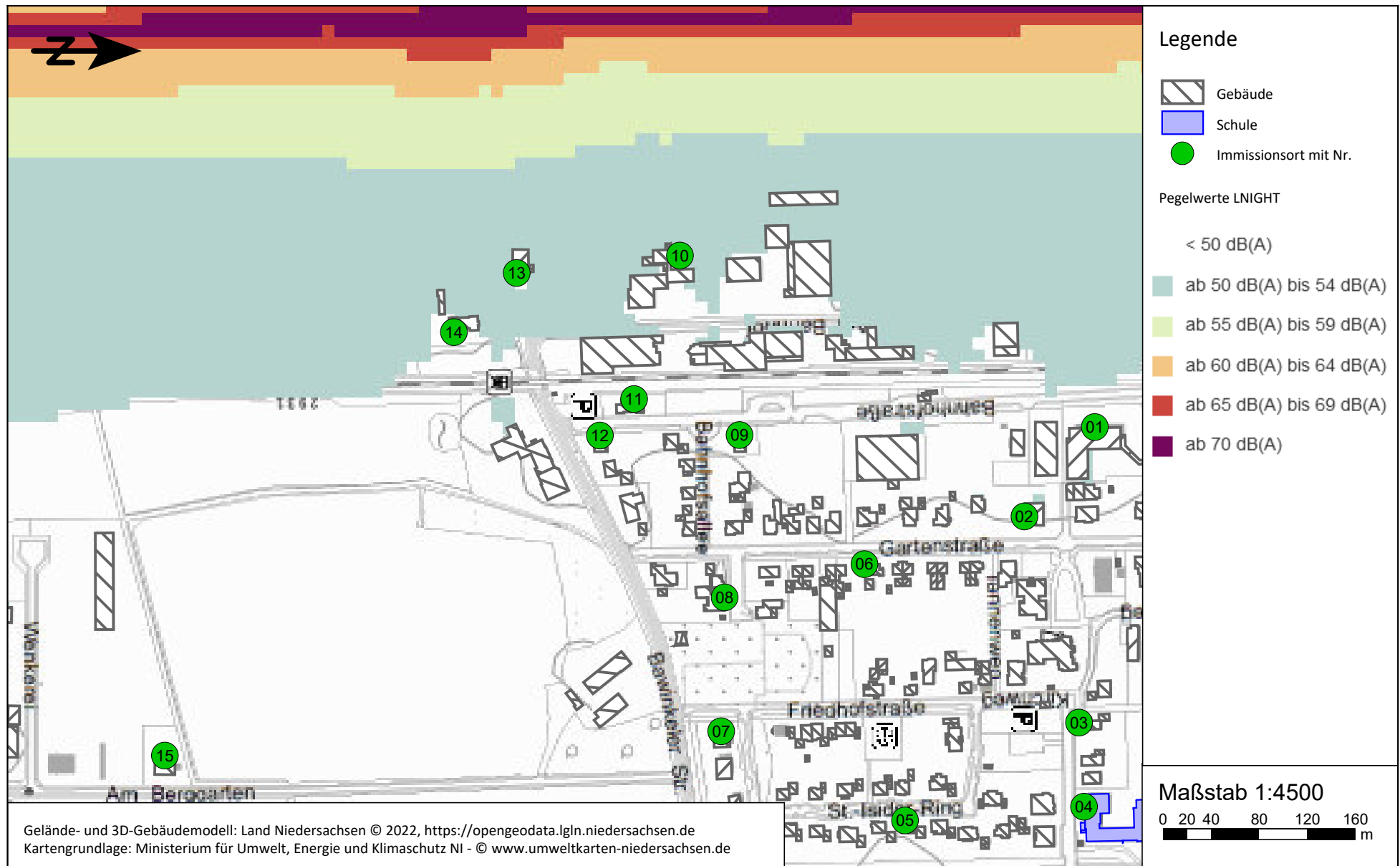
	Zugart Name	Anzahl Züge		Geschwin- digkeit km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]					
		Tag	Nacht				Tag			Nacht		
							0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
2931		Gleis:		Richtung:		Abschnitt: 1			Km: 0+000			
1	5321-A : GZ-E1 7-Z5_A4*1 10-Z5*19 10-Z18*5	5,0	3,0	100	583	-	78,8	62,5	37,9	79,6	63,3	38,7
2	5321-A : GZ-E2 7-Z5_A4*1 10-Z5*20 10-Z18*5	1,0	-	100	602	-	71,9	55,5	30,9	-	-	-
3	5321-A : GZ-V 8-A4*1 10-Z5*12 10-Z18*3 10-	1,0	-	80	372	-	69,1	53,9	-	-	-	-
4	5321-A : IC-E1 7-Z5_A4*1 9-Z5*7	-	-	160	204	-	-	-	-	-	-	-
5	5321-A : IC-E2 7-Z5_A4*1 9-Z5*8	1,0	-	200	230	-	66,9	49,9	38,2	-	-	-
6	5321-A : IC-E3 7-Z5_A4*1 9-Z5*7	5,0	-	200	204	-	73,4	56,8	45,2	-	-	-
7	5321-A : RB/RE-E1 5-Z5-A10*2	16,0	2,0	160	135	-	74,6	55,6	53,2	68,6	49,5	47,2
8	5321-A : RB/RE-E2 5-Z5-A10*1	-	1,0	160	68	-	-	-	-	62,6	43,5	41,2
-	Gesamt	29,0	6,0	-	-	-	81,9	65,2	54,1	80,0	63,5	48,6
2931		Gleis:		Richtung:		Abschnitt: 1			Km: 0+000			
1	5321-A : GZ-E1 7-Z5_A4*1 10-Z5*19 10-Z18*5	6,0	3,0	100	583	-	79,6	63,3	38,7	79,6	63,3	38,7
2	5321-A : GZ-E2 7-Z5_A4*1 10-Z5*20 10-Z18*5	2,0	-	100	602	-	74,9	58,6	33,9	-	-	-
3	5321-A : GZ-V 8-A4*1 10-Z5*12 10-Z18*3 10-	1,0	-	80	372	-	69,1	53,9	-	-	-	-
4	5321-A : IC-E1 7-Z5_A4*1 9-Z5*7	1,0	-	160	204	-	66,4	49,8	38,2	-	-	-
5	5321-A : IC-E2 7-Z5_A4*1 9-Z5*8	1,0	-	200	230	-	66,9	49,9	38,2	-	-	-
6	5321-A : IC-E3 7-Z5_A4*1 9-Z5*7	5,0	-	200	204	-	73,4	56,8	45,2	-	-	-
7	5321-A : RB/RE-E1 5-Z5-A10*2	17,0	2,0	160	135	-	74,9	55,8	53,5	68,6	49,5	47,2
8	5321-A : RB/RE-E2 5-Z5-A10*1	-	1,0	160	68	-	-	-	-	62,6	43,5	41,2
-	Gesamt	33,0	6,0	-	-	-	82,9	66,2	54,5	80,0	63,5	48,6

Anlage 4.2 - Vorbelastung durch den Straßenverkehr
Bundesstraße 70
LDEN, Tageszeitraum (06:00 bis 22:00 Uhr)

PEUTZ



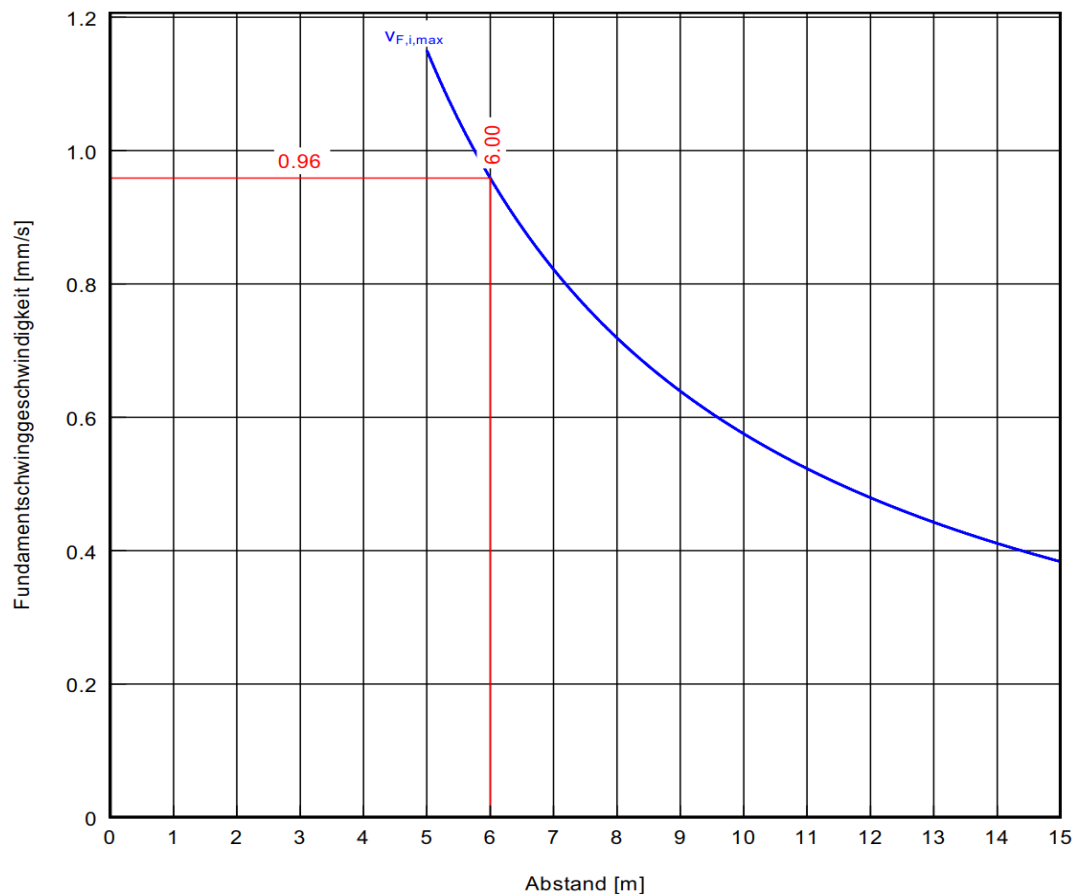
Anlage 4.3 - Vorbelastung durch den Straßenverkehr
 Bundesstraße 70
 LNIIGHT, Nachtzeitraum (22:00 bis 06:00 Uhr)



Vibrationsplatte
Ungünstige Werte (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Wohngebäude
Abstand zum Gebäude r [m]: 6.00

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

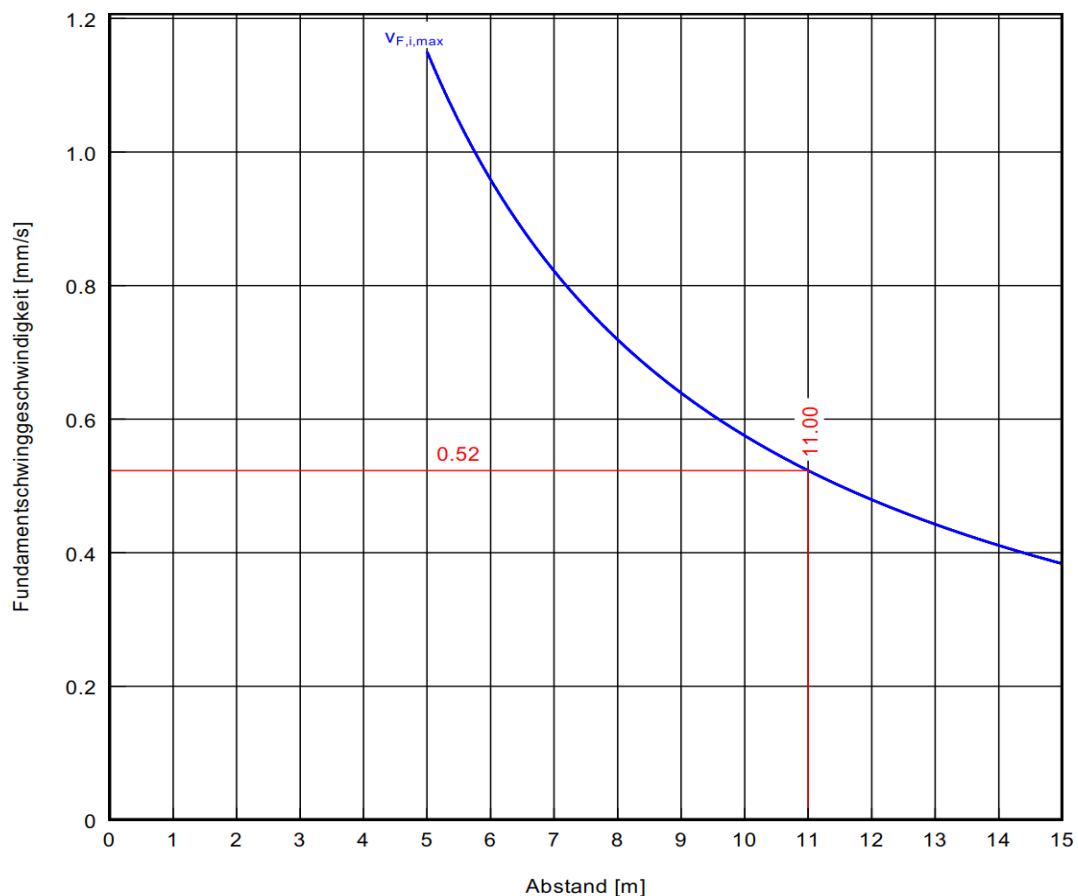
Ergebnisse
Energie pro Schwingungsperiode E [kN·m] = 0.07
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 1810.77
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$
Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\text{max}}$ [mm/s] = 0.96
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 1.44
Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 1.44
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00



Vibrationsplatte
Ungünstige Werte (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Gewerbe-, Industriebauten
Abstand zum Gebäude r [m]: 11.00

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

Ergebnisse
Energie pro Schwingungsperiode E [kJ·m] = 0.07
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 987.69
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$
Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\max}$ [mm/s] = 0.52
Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 0.78
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 0.78
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00

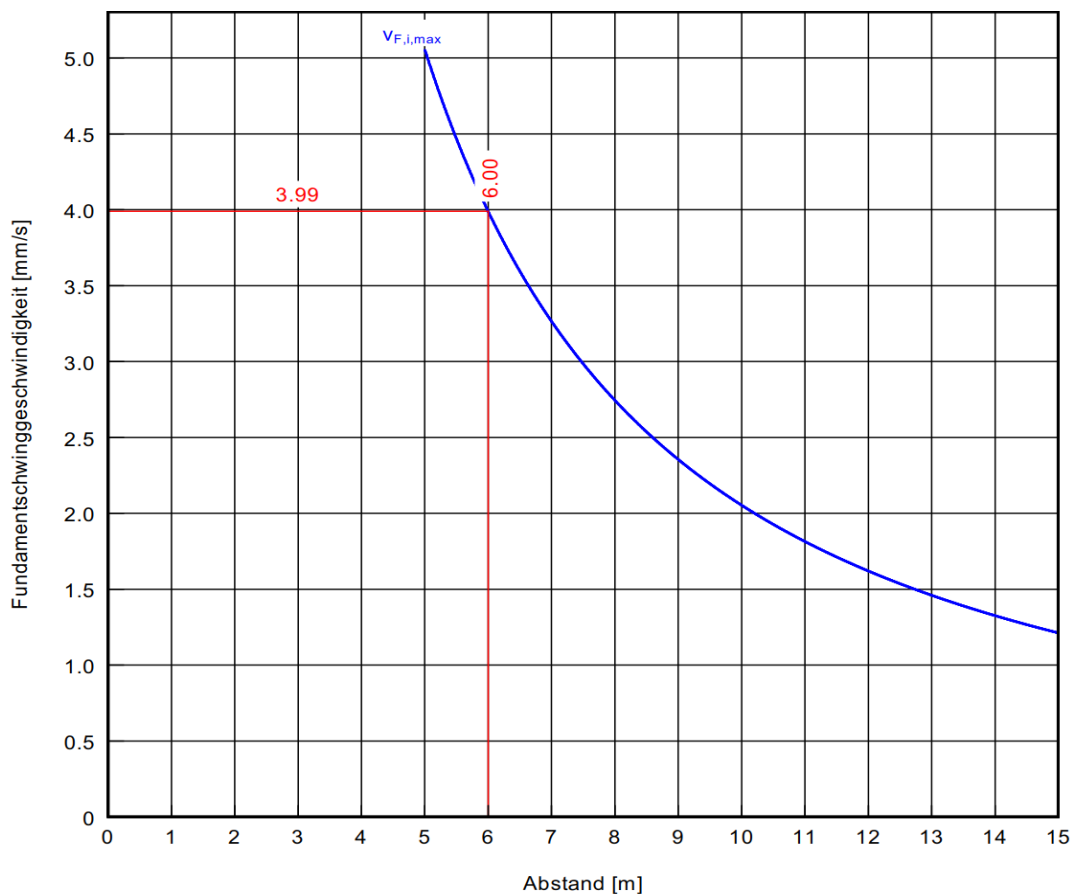


Schlagramme (Freifallbär)
Wohngebäude
Boden: bindige Böden
Boden ist sehr steif bzw. dicht
Abstand zum Gebäude r [m]: 6.00

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

Ergebnisse
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 979.86
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$
Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\text{max}}$ [mm/s] = 3.99

Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 5.98
Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 5.98
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00

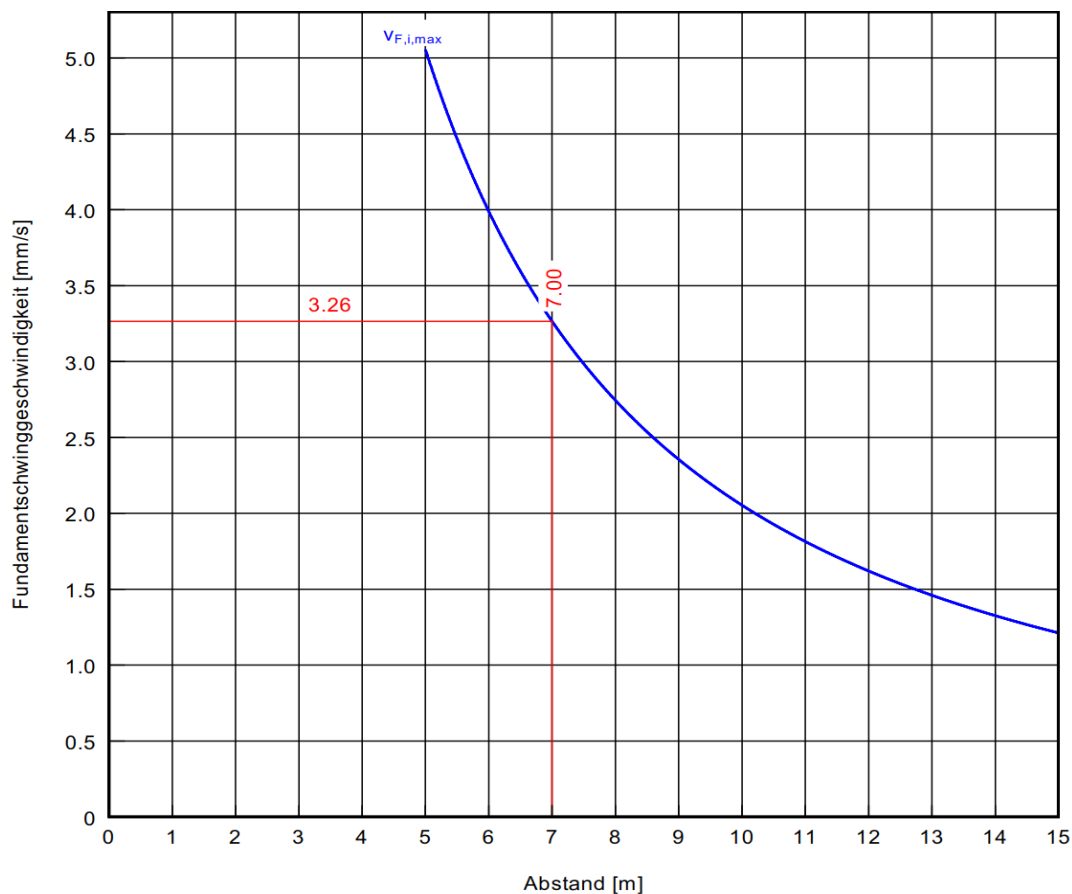


Schlagramme (Freifallbär)
Wohngebäude
Boden: bindige Böden
Boden ist sehr steif bzw. dicht
Abstand zum Gebäude r [m]: 7.00

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

Ergebnisse
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 839.88
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$
Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\max}$ [mm/s] = 3.26

Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 4.90
Zulässiger Wert [mm/s] = 5.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 4.90
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00



Schlagramme (Freifallbär)
Gewerbe-, Industriebauten
Boden: bindige Böden
Boden ist sehr steif bzw. dicht
Abstand zum Gebäude r [m]: 11.00

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

Ergebnisse
Resultierende Bodenschwingbeschleunigung $a_{\text{Boden,R}}$ [mm/s²] = 534.47
Max zulässige Bodenschwingbeschleunigung [mm/s²] = $g/3 = 3300.00$
Fundamentalschwinggeschwindigkeit $v_{F,i,\max}$ [mm/s] = 1.81

Übertragungsfaktor (Bauteil) horizontal [-] = 1.50
Horizontale Schwinggeschwindigkeit (Decken, Wände) [mm/s] = 2.72
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00
Übertragungsfaktor (Bauteil) vertikal [-] = 1.50
Vertikale Schwinggeschwindigkeit (Deckenmitte) [mm/s] = 2.72
Zulässiger Wert [mm/s] = 10.00

