

Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

Neubau Haltepunkt
Würzburg-Heidingsfeld Ost

- Betriebsbedingte Schallimmissionen -
- Baubedingte Schall- und Erschütterungsimmissionen -

Bericht Nr. 250-5473

im Auftrag von

DB Station&Service AG

Bamberg, im November 2017

MÖHLER+PARTNER
 **INGENIEURE AG**

BERATUNG IN SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
MÜNCHEN | AUGSBURG | BAMBERG

Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

Neubau Haltepunkt Würzburg-Heidingsfeld Ost

- Betriebsbedingte Schallimmissionen -
- Baubedingte Schall- und Erschütterungsimmissionen -

Bericht-Nr.: 250-5473

Datum: 02.11.2017

Auftraggeber: DB Station&Service AG
Bahnhofsmanagement Würzburg
Bahnhofplatz 4
97070 Würzburg

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Schützenstraße 8
D-96047 Bamberg
T + 49 951 299 0989 – 0
F + 49 951 299 0989 – 9
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Volker Scherbel
M.Sc. Daniel Littwin

Inhaltsverzeichnis

A.	Aufgabenstellung	13
B.	Örtliche Gegebenheiten	14
C.	Betriebsbedingte Immissionen	16
1	Grundlagen	16
1.1	Plangrundlagen	16
1.2	Rechtliche Grundlagen	16
1.3	Belegungsprogramm der Bahnstrecke	18
1.4	Berechnungsverfahren	20
2	Schallemissionen	20
2.1	Fahrzeugbedingte Emissionen	21
2.2	Fahrbahnarten	21
2.3	Brücken	21
2.4	Auffälligkeit von Eisenbahngeräuschen	22
3	Schallimmissionen	22
4	Beurteilung	23
5	Prüfung Schallschutzmaßnahmen	24
5.1	Aktive Schallschutzmaßnahmen	24
5.2	Passive Schallschutzmaßnahmen und deren Kosten	26
5.3	Verhältnismäßigkeitsprüfung aktiver Schallschutzmaßnahmen	27
5.4	Prüfung aktiver Schallschutzmaßnahmen	29
6	Planungsempfehlung	32
D.	Baubedingte Immissionen	33
1	Bauablauf	33
1.1	Baudurchführung	33
1.2	Maschineneinsatz	34

2	Schallschutz.....	35
2.1	Grundlagen.....	35
2.2	Schallemissionen	38
2.3	Schallimmissionen	39
2.4	Berücksichtigung der Vorbelastung bei der Beurteilung.....	47
2.5	Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms	48
3	Erschütterungsschutz	54
3.1	Grundlagen.....	54
3.2	Geologie.....	58
3.3	Prognosemodell	58
3.4	Prognose.....	59
3.5	Bewertung.....	60
3.6	Minderung der baubedingten Immissionen.....	61
E.	Anlagen	64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtslageplan mit Darstellung zur Lage der Baumaßnahme (Quelle: BayernAtlas).....	14
Abbildung 2:	Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Stadt Würzburg	15
Abbildung 3:	Potenzielle Betroffenheiten in der Nachbarschaft am Tag in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m)	43
Abbildung 4:	Potenzielle Betroffenheiten in der Nachbarschaft während der Nacht in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m)	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Belegungsprogramm auf der Bahnstrecke 5321 für den Zustand 2016.....	19
Tabelle 2:	Pegel der längenbezogenen Schallleistung L_{WA} der Strecke 5321 in dB(A)	21
Tabelle 3:	Beurteilungspegel durch Schienenverkehrslärm.....	23
Tabelle 4:	Kosten für Schallschutzmaßnahmen auf dem Ausbreitungsweg	25
Tabelle 5:	Kosten für aktive Schallschutzmaßnahmen am Fahrweg.....	26
Tabelle 6:	Anzahl der Nutzungseinheiten der anspruchsberechtigten Gebäude.....	29
Tabelle 7:	Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm	36
Tabelle 8:	Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft	40
Tabelle 9:	Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden	47
Tabelle 10:	Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden unter Berücksichtigung der Geräuschvorbelastung	48
Tabelle 11:	Geschätzte Anzahl von betroffenen Gebäuden für die Bauphase 1.....	53
Tabelle 12:	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2.....	55
Tabelle 13:	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach Tab. 1 der DIN 4150-2	56
Tabelle 14:	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen.....	57

Grundlagenverzeichnis

- [1] Erläuterungsbericht „Stationsoffensive Bayern – Neubau Haltepunkt Würzburg-Heidingsfeld Ost“, Ingros Lackner, Stand: 18.10.2016
- [2] Digitale Planunterlagen, Ingros Lackner, Stand: Oktober 2017
- [3] Bauablaufplan, Ingros Lackner, Stand: Oktober 2017
- [4] Verkehrsdaten Bestandsfall und Prognose-Fall 2025 für die Strecke 5321, DB AG, übermittelt am 21.06.2016
- [5] Flächennutzungsplan, Stadt Würzburg, Fachbereich Stadtplanung, übermittelt am 15.06.2017
- [6] Bebauungspläne der Stadt Würzburg, Fachbereich Stadtplanung übermittelt am 15.06.2017
- [7] „Geotechnischer Bericht“, DB Engineering & Consulting GmbH, Stand: 18.07.2016
- [8] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO), in der aktuell gültigen Fassung
- [9] Anlage 2 „Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege“ (Schall 03) der Verordnung zur Änderung der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, vom 18. Dezember 2014
- [10] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV), 12. Juni 1990, die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- [11] Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebbahnen – Stand: Dezember 2012 – Teil VI: Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn, 13.12.2012
- [12] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV), 29.08.2002, die zuletzt durch Artikel 83 der Verordnung vom 31. August geändert worden ist
- [13] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen, Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), in der aktuell gültigen Fassung
- [14] IMMI 2015, EDV Programm zur Schallimmissionsprognose, Wölfel Meßsysteme – Software GmbH & Co. KG, 2015
- [15] Elfte Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 02. Juli 2013
- [16] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 34, ausgegeben zu Bonn am 05. Juli 2013

- [17] Schall- und Erschütterungsschutz im Planfeststellungsverfahren für Landverkehrswege, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Stand: 07/2017
- [18] Richtlinie 804.5501, Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken, DB AG, 01.01.2013
- [19] Richtlinie 808.0210, Kostenermittlungsbuch KEB, Version 2016, DB AG, 01.05.2016
- [20] Innovative Maßnahmen zum Lärm- und Erschütterungsschutz am Fahrweg, Schlussbericht, DB Netze, 15.06.2012
- [21] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV), 4. Februar 1997, die durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. September 1997 geändert worden ist
- [22] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [23] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [24] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [25] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm), 19.08.1970 (BAnz. Nr. 160)
- [26] DIN ISO 9613-2, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- [27] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes, VLärmSchR 97, 27.05.1997
- [28] Urteil des BVerwG 7 A 11.11, 10.07.2012
- [29] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013
- [30] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden 2004
- [31] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden 1998
- [32] Maschineneigene Störschallpegel L_N [dB(A)] von Gleisbaumaschinen, DB Mobility Networks Logistics, Eisenbahnunfallkasse EUK, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Stand: März 2012
- [33] Gerhard Müller, Michael Möser (Hrsg.): Taschenbuch der technischen Akustik, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Springer Verlag 2004

- [34] Forum Schall, Emissionsdatenkatalog von Bau- und Arbeitsmaschinen, Umweltbundesamt Österreich, Juli 2002
- [35] Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 14.08.2009 (BGBl. I S. 2827) geändert worden ist
- [36] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08.05.2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen
- [37] Ortsbesichtigung, Möhler + Partner Ingenieure AG, 06.09.2017
- [38] DB Richtlinie 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“; Gültig ab 15.09.2017

Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden die betriebsbedingten Schallimmissionen und baubedingten Schall- bzw. Erschütterungsimmissionen für den geplanten Neubau des Haltepunkts Würzburg-Heidingsfeld Ost für die schutzbedürftige Nachbarschaft ermittelt und bewertet.

Die Untersuchungen zu den betriebsbedingten Schallimmissionen kommen zu dem Ergebnis, dass sich durch den erheblichen baulichen Eingriff eine wesentliche Änderung im Sinne der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) und somit der Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen an 33 Gebäuden ergibt.

Infolgedessen wurden in einer Variantenuntersuchung die Wirksamkeit und die Kosten von aktiven Schallschutzmaßnahmen bewertet. Dabei sind sowohl die aktiven Schallschutzmaßnahmen am Ausbreitungsweg als auch am Fahrweg sowie etwaige Kombinationen daraus als nicht verhältnismäßig zu bewerten.

Dementsprechend entsteht für die 33 Anwesen dem Grunde nach ein Anspruch auf passiven Schallschutz.

Art und Umfang der passiven Schallschutzmaßnahmen regelt die Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV).

Dieser Anspruch umfasst neben der baulichen Verbesserung von Umfassungsbauteilen schutzbedürftiger Räume auch den Einbau schallgedämmter Lüftungselemente in Schlafräumen oder Räumen mit sauerstoffverbrauchender Energiequelle. Letztere gewährleisten einen ausreichenden Luftaustausch bei hoher Schalldämmung und niedrigem Eigengeräusch, ein Öffnen der Fenster zu Belüftungszwecken ist nicht mehr erforderlich.

Die Berechnungsergebnisse für die baubedingten Schallimmissionen ergeben, dass bereits für die Tagzeit, aber vor allem in der Nachtzeit die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in der schutzbedürftigen Nachbarschaft erheblich überschritten werden können.

Insgesamt zeigt sich jedoch, dass zwar an einer Vielzahl von Gebäuden Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm gegeben sind, diese betragen an der Mehrzahl der Gebäude jedoch maximal bis zu ca. 10 dB(A) bei Beurteilungspegeln in der Regel von bis zu ca. 45 dB(A) während der Nacht. Eine Überschreitung der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 60 dB(A) in der Nacht kann an einem Gebäude (Glacisweg 2) für die Dauer der Gleisbauarbeiten mit der Stopfmaschine im unmittelbaren Bereich des Gebäudes nicht ausgeschlossen werden. Zudem ergeben sich in der Nacht an keinem Gebäude baubedingte Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbelastung.

Zur Minimierung baubedingter Schallimmissionen erscheint es jedoch zweckmäßig, im Zuge der Ausschreibung nachfolgende Maßnahmen ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Schall- und Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe 32. BlmSchV). Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Geräusche weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

- Von der Ausführungsfirma ist eine Abstimmung zur Größe und Funktion der jeweiligen Geräte auf die zu leistenden Arbeiten in den Angebotsunterlagen darzulegen.
- Weitestgehende Reduzierung lärmintensiver Bautätigkeiten im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 Uhr bis 7:00 Uhr)

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass bei lärmintensiven Bautätigkeiten in der Nacht die Ausführungsfirma für die Vermeidung von unzumutbaren Belästigungen zu einer messtechnischen Eigenüberwachung der baubedingten Schallimmissionen verpflichtet wird. Zudem ist anhand eines detaillierten Bauablaufplans der Zeitraum und die Dauer lärmintensiver Bautätigkeiten im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 Uhr bis 7:00 Uhr) genau darzustellen. Wenn möglich, sollten in den Nachtarbeitsschichten keine lärmintensiven Arbeiten ausgeführt werden.

Neben den oben beschriebenen Maßnahmen sind nachfolgende von Bauzeiten und Bauphasen unabhängige Maßnahmen ausreichend zu berücksichtigen:

- Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb;
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen;
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.);
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle;
- Überwachung der Baustelle mit Durchführung von stichprobenartigen Messungen

In den diskutierten und vorgeschlagenen Maßnahmen stecken somit umfangreiche Potenziale zur Minderung der baubedingten Schallimmissionen, so dass bei deren Berücksichtigung nicht mehr zumutbare Belästigungen auf ein Mindestmaß reduziert werden können.

Weitergehende Maßnahmen zur Minderung des Baulärms erscheinen erst bei Kenntnis der tatsächlichen Schallimmissionen auf Basis messtechnischer Untersuchungen zweckmäßig.

Die erschütterungstechnische Untersuchung zu den baubedingten Immissionen zeigt zudem, dass es durchaus sinnvoll erscheint, nachfolgende von Bauzeiten und Bauabschnitt unabhängige Maßnahmen für insgesamt vier Gebäude mit Wohn- und Mischnutzung mit geringerem Abstand als ca. 40 m zur Baumaßnahme ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen. Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Erschütterungen weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

- Umfassende Information der betroffenen Anwohner im Vorfeld der Baumaßnahmen (insbesondere über die Art und Dauer von Bauarbeiten in der Nacht und an Sonn- und Feiertagen).

Die Information über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude kann insbesondere enthalten, dass etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten sind.

- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können.
- Durchführung von gebäudetechnischen Beweissicherungen vor bzw. nach Ende der Baumaßnahmen für ausgewählte Gebäude im Bereich der Baumaßnahmen.
- Ggf. Nachweis der tatsächlich aufgetretenen Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung

A. Aufgabenstellung

Die DB Station&Service AG plant den Neubau des Haltepunkts Würzburg-Heidingsfeld Ost an der Strecke 5321 bei ca. Bahn-km 133,8. Neben dem Bau von zwei Bahnsteigen ist zudem die Verschwenkung von zwei Gleisen erforderlich. Hierzu sind schall- und erschütterungstechnische Untersuchungen erforderlich.

In der Untersuchung ist zu klären, ob infolge der Gleisverschwenkungen eine wesentliche Änderung nach 16. BImSchV vorliegt und somit ggf. Schallschutzmaßnahmen erforderlich sind.

Auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Unterlagen, Aussagen über den Einsatz und die Art der verwendeten Baumaschinen sowie der Kenntnis der Einsatzzeiten soll zudem eine schall- und erschütterungstechnische Untersuchung zur Prognose der zu erwartenden Immissionen aus Baulärm bzw. aus Erschütterungen innerhalb der schutzbedürftigen Nutzungen in der Nachbarschaft erstellt werden.

Als Ergebnis der Untersuchungen werden die Gebiete mit möglichen Betroffenheiten in der Nachbarschaft sowie die Anzahl der Betroffenen dargestellt. Ggf. sind etwaige Auflagen für die Ausreichungsunterlagen des Bauvorhabens und Maßnahmen zum Schutz der Betroffenen vorzuschlagen.

Mit der Durchführung der schall- und erschütterungstechnischen Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG von der DB Station&Service AG mit dem Schreiben vom 08.05.2017 beauftragt.

B. Örtliche Gegebenheiten

Der Neubau des Haltepunkts Würzburg-Heidingsfeld Ost ist bei ca. Bahn-km 133,8 der zweigleisigen, elektrifizierten Bahnstrecke 5321 Treuchtlingen – Würzburg (siehe nachfolgende Abbildung 1) im Würzburger Stadtteil Heidingsfeld vorgesehen. Südlich der Bahnstrecke besteht bereits eine Schallschutzwand mit einer Höhe von $h = 3,35$ m über GOK. Weiterhin ist die Errichtung einer Schallschutzwand nördlich der Bahngleise für 2017 vorgesehen.

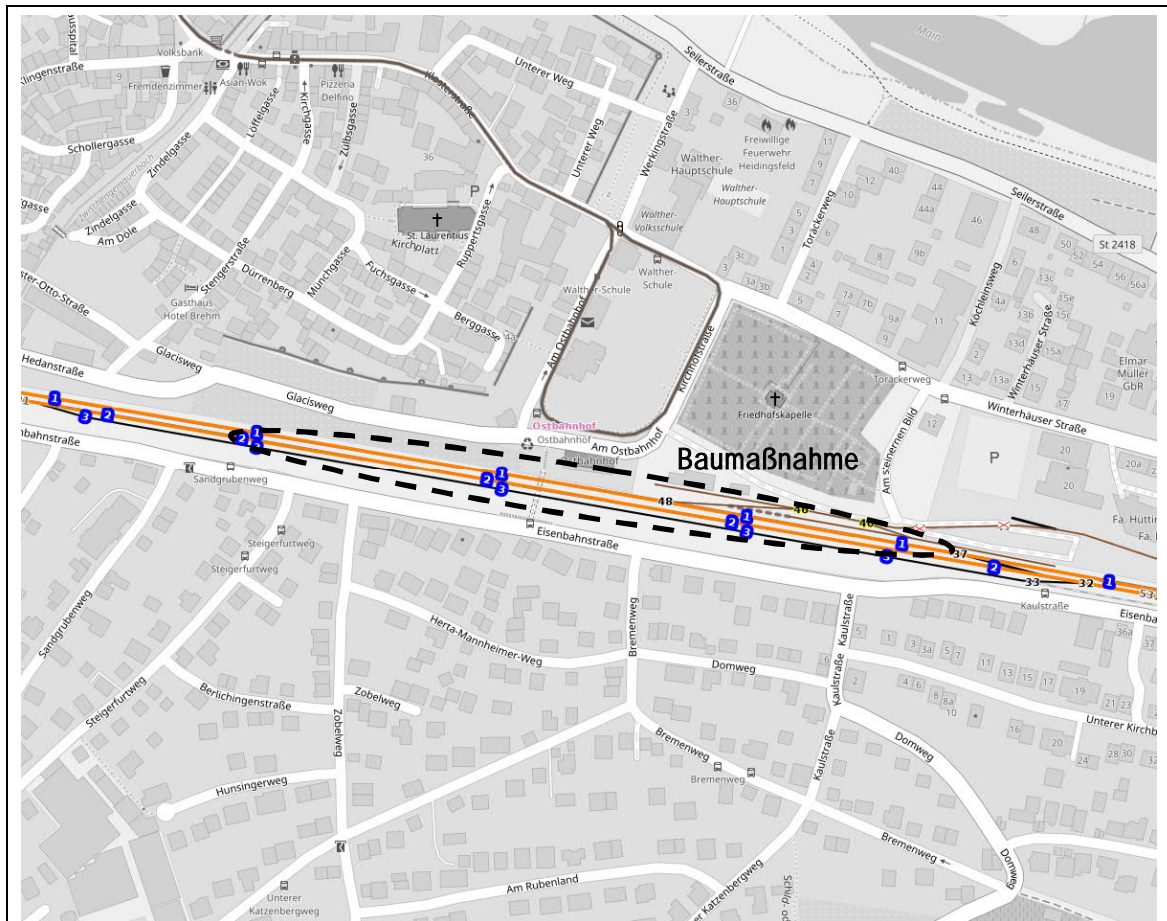


Abbildung 1: Übersichtslageplan mit Darstellung zur Lage der Baumaßnahme (Quelle: BayernAtlas)

Gemäß den Beurteilungskriterien der 16. BImSchV [10] sowie der AVV Baulärm [25] sind für die Anwendung der Immissionsgrenz- bzw. -richtwerte die Festsetzungen in den Bebauungsplänen maßgeblich. In Gebieten, in denen keine rechtskräftigen Bebauungspläne vorliegen, ist die tatsächliche bauliche Nutzung zugrunde zu legen.

Bestehende Festsetzungen wurden aus vorhandenen rechtskräftigen Bebauungsplänen übernommen. In Bereichen ohne entsprechende Festsetzungen wurde die Schutzbedürftigkeit der betroffenen Gebiete anhand der tatsächlichen Nutzung eingestuft [37]. Die Einstufung wurde zudem mit den Ausweisungen des Flächennutzungsplans [5] abgeglichen.

Es wurden u. a. folgende Bebauungspläne der Stadt Würzburg im Bereich des geplanten Haltepunkts in Heidingsfeld berücksichtigt [6]:

- Bebauungsplan 8.01 „Heidingsfeld“, 1965 inkl. Änderung
- Bebauungsplan 8.03 „Heidingsfeld“ Abschnitt II, 1965 inkl. Änderung
- Bebauungsplan 8.04 „Heidingsfeld Süd“, 1968 inkl. Änderungen
- Bebauungsplan 8.09 „Katzenberg-Ost“, 1971 inkl. Änderungen

Demzufolge sind im Umfeld der Baumaßnahme u. a. folgende schutzbedürftige Nutzungen vorhanden:

- Südlich der Bahnlinie befinden sich vorwiegend Wohnbauflächen (W) bzw. reine (WR) und allgemeine Wohngebiete (WA).
- Nördlich der Bahnlinie sind ebenfalls Wohnbauflächen (W) bzw. allgemeine Wohngebiete (WA) situiert. Zudem sind ab einem Abstand ab 150 m zur Baumaßnahme auch gemischte Bauflächen (M) bzw. Mischgebiete (MI) sowie kleinere Dorfgebiete (MD) und Gewerbegebiete (GE) vorhanden.
- Weiterhin liegen öffentliche Gebäude (Schulen, Kirchen etc.) in kleineren Gemeinbedarfsflächen.

In nachfolgender Abbildung ist der Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Stadt Würzburg [5] zur übersichtlichen Darstellung der Schutzwürdigkeit der Nachbarschaft dargestellt.

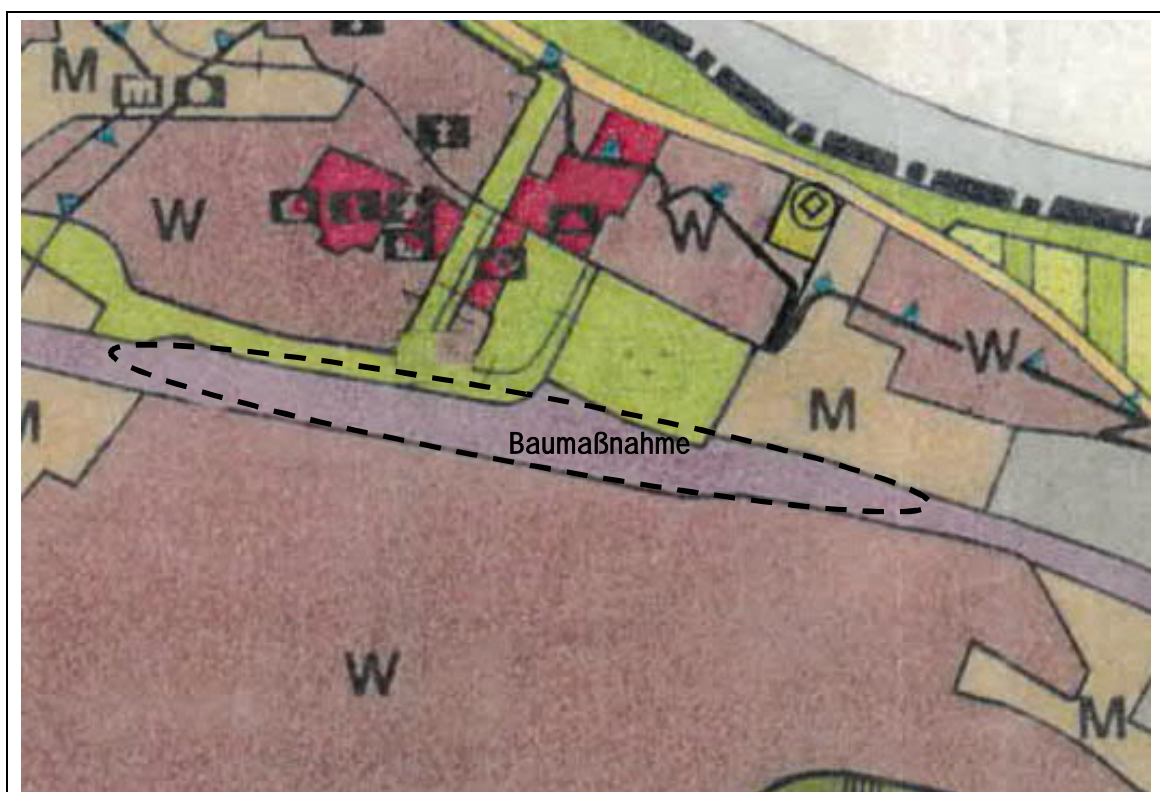


Abbildung 2: Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Stadt Würzburg

C. Betriebsbedingte Immissionen

1 Grundlagen

1.1 Plangrundlagen

Als Plangrundlagen liegen digitale Unterlagen für die gegenwärtige und geplante Situation (d. h. vor bzw. nach Umsetzung der Baumaßnahme) im Bereich des geplanten Haltepunkts Würzburg-Heidingsfeld Ost [2] vor.

Die Verkehrsmengendaten der Bahnlinie Nr. 5321 Treuchtlingen – Würzburg im Bereich des geplanten Haltepunkts entsprechen den Angaben der DB AG [4] und sind in der Anlage 6 beigelegt.

Die Nutzungsarten der Gebiete wurden gemäß Kap. B eingestuft.

Die Höhe der repräsentativen Immissionsorte über Gelände wurde gemäß der Anlage 2 zur Änderung der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) vom 18. Dezember 2014 [9] angesetzt. Die Berechnungen der Schallemissionen und -immissionen erfolgten unter Einsatz des EDV-Programms IMMI 2015 [14] (siehe Anlage 7: Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschemissionsberechnung nach DIN 45687).

1.2 Rechtliche Grundlagen

Die Berechnung der Schallimmissionen aus Schienenverkehr erfolgte gemäß der Anlage 2 zur Änderung der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) vom 18. Dezember 2014 [9]. Diese Berechnungsvorschrift wurde mit der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) als Anlage 2 verbindlich eingeführt.

Als Beurteilungsgrundlage liegt die 16. BImSchV [10] vom 12. Juni 1990 mit der Änderung vom 18.12.2014 zugrunde.

Demnach gilt:

"

§ 1 Anwendungsbereich

(1) Die Verordnung gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen der Eisenbahnen und Straßenbahnen (Straßen- und Schienenwege).

(2) Die Änderung ist wesentlich, wenn eine Straße um einen oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr oder ein Schienenweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird oder durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms um mindestens

3 Dezibel (A) oder auf mindestens 70 Dezibel (A) am Tage oder 60 Dezibel (A) in der Nacht erhöht wird.

Eine Änderung ist auch wesentlich, wenn der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms von mindestens 70 Dezibel (A) am Tage oder 60 Dezibel (A) in der Nacht durch einen erheblichen baulichen Eingriff erhöht wird; dies gilt nicht in Gewerbegebieten.

§ 2 Immissionsgrenzwerte

Zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche ist bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung von Verkehrswegen sicherzustellen, dass der Beurteilungspegel einen der folgenden Immissionsgrenzwerte nicht überschreitet:

Tag	Nacht
1. an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen	
57 Dezibel (A)	47 Dezibel (A)
2. in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	
59 Dezibel (A)	49 Dezibel (A)
3. in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	
64 Dezibel (A)	54 Dezibel (A)
4. in Gewerbegebieten	
69 Dezibel (A)	59 Dezibel (A)

(2) Die Art der in Absatz 1 bezeichneten Anlagen und Gebiete ergibt sich aus den Festsetzungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Anlagen und Gebiete sowie Anlagen und Gebiete, für die keine Festsetzungen bestehen, sind nach Absatz 1, bauliche Anlagen im Außenbereich nach Absatz 1 Nr. 1, 3 und 4 entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.

(3) Wird die zu schützende Nutzung nur am Tage oder nur in der Nacht ausgeübt, so ist nur der Immissionsgrenzwert für diesen Zeitraum anzuwenden.“

Nach der 16. BImSchV besteht auch dann ein Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen, wenn ein Verkehrsweg baulich erweitert wird oder sich der Beurteilungspegel aufgrund eines erheblichen baulichen Eingriffs um mehr als 3 dB(A) erhöht bzw. sich der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms von mindestens 70 dB(A) am Tage oder 60 dB(A) in der Nacht durch einen erheblichen baulichen Eingriff weiter erhöht (gilt nicht für Gewerbegebiete).

In den Fällen, in denen die Grenzwerte überschritten werden oder ein Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen aufgrund einer wesentlichen Änderung vorliegt, sollen die Lärmeinwirkungen primär durch Lärminderungsmaßnahmen an der Quelle oder im Schallausbreitungsweg verringert werden. Wenn dies in der Nähe von stark befahrenen Verkehrswegen mit vertretbaren Mitteln nur teilweise möglich ist, können Schallschutzmaßnahmen an Gebäuden (sog. passiver Schallschutz) eine unzumutbare Beeinträchtigung von Aufenthaltsräumen verhindern und eine bestimmungsgemäße Nutzung der Gebäude gewährleisten.

Im vorliegenden Fall stellt die Gleisverschwenkung der Gleise 2 und 3 einen erheblichen baulichen Eingriff gemäß Umwelt-Leitfaden Teil VI [11] dar. Anhand der Prognoseberechnungen ist zu prüfen, ob sich dadurch eine wesentliche Änderung der Immissionssituation ergibt.

1.3 Belegungsprogramm der Bahnstrecke

Das Belegungsprogramm der im Bereich des Bauvorhabens vorhandenen Bahnstrecke 5321 Treuchtlingen – Würzburg basiert auf Angaben, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden [4]. Dieses ist in der Anlage 6 sowohl im Zustand 2016 als auch im Prognosehorizont 2025 für die Berechnung der betriebsbedingten Schallimmissionen nach der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) in der Änderung vom 18.12.2014 dargestellt. Demnach verkehrt gegenwärtig und zukünftig auf der Strecke 5321 sowohl Güter- als auch Nah- und Fernpersonenverkehr. Eine Änderung der Verkehrssituation im Zuge der Baumaßnahme ist nicht vorgesehen.

Alle zugrunde gelegten Daten (Art, Menge, Geschwindigkeit der Züge etc.) können der Anlage 6 entnommen werden.

Um dem im Immissionsschutzrecht verankerten Vorsorgeprinzip Rechnung zu tragen, ist bei der Betrachtung der betriebsbedingten Schallimmissionen das ungünstigere Belegungsprogramm zugrunde zu legen. Ein Vergleich der Schallemissionen für den Zustand 2016 mit den Schallemissionen für den Prognosehorizont 2025 zeigt, dass sich trotz der niedrigeren Verkehrsmengen im Zustand 2016 aufgrund des hohen Güterzuganteils und dem noch mit 0 % anzusetzenden Umrüstgrad der Bremsen ungünstigere Schallemissionen ergeben werden. Demzufolge wurde das Belegungsprogramm für den Zustand 2016 bei den Berechnungen berücksichtigt.

In nachfolgender Tabelle ist das Belegungsprogramm der Strecke 5321 für den Zustand 2016 dargestellt.

Tabelle 1: Belegungsprogramm auf der Bahnstrecke 5321 für den Zustand 2016

Strecke 5321 Abschnitt Würzburg-Heidingsfeld Ost									
			km 133,8						
Zustand 2016			Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015						
Zugart-	Anzahl Züge		v_max	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband					
Traktion	Tag	Nacht	km/h	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
GZ-E	1	0	90	7-Z5_A4	1	10-Z2	24		
GZ-E	0	1	90	7-Z5_A6	1	10-Z2	29		
GZ-E	2	0	100	7-Z2_A4	1	10-Z2	21	10-Z15	5
GZ-E	2	0	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	22	10-Z15	5
GZ-E	7	3	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	23	10-Z15	6
GZ-E	7	2	100	7-Z5_A6	1	10-Z2	23	10-Z15	6
GZ-E	9	4	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	23	10-Z15	6
GZ-E	1	0	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	24	10-Z15	6
GZ-E	1	0	100	7-Z5_A6	1	10-Z2	25	10-Z15	6
GZ-E	3	4	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	25	10-Z15	6
GZ-E	3	0	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	26	10-Z15	6
GZ-E	2	1	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	26	10-Z15	7
GZ-E	2	2	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	27	10-Z15	7
GZ-E	1	0	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	28	10-Z15	7
GZ-E	2	0	100	7-Z5_A6	1	10-Z2	28		
GZ-E	1	1	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	28		
GZ-E	1	3	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	29	10-Z15	7
GZ-E	1	1	100	7-Z2_A6	1	10-Z2	29		
GZ-E	17	8	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	30	10-Z15	7
GZ-E	0	2	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	31		
GZ-E	2	1	100	7-Z2_A6	1	10-Z2	37		
GZ-E	1	0	100	7-Z5_A4	1	10-Z2	37		
GZ-E	2	2	100	7-Z5_A6	1	10-Z2	38		
GZ-E	0	2	110	7-Z5_A4	1	10-Z2	24	10-Z15	6
GZ-E	1	1	110	7-Z5_A4	1	10-Z2	27	10-Z15	7
GZ-E	1	1	110	7-Z5_A4	1	10-Z2	29	10-Z15	7
GZ-E	4	9	110	7-Z5_A4	1	10-Z2	30	10-Z15	7
GZ-E	0	2	110	7-Z5_A4	1	10-Z2	22	10-Z15	5
GZ-V	1	0	90	8-A4	1	10-Z2	13	10-Z15	3
GZ-V	2	0	90	8-A4	1	10-Z2	22	10-Z15	5
GZ-V	1	0	90	8-A6	1	10-Z2	27	10-Z15	7
D/AZ-E	0	2	110	7-Z2_A4	1	9-Z5	12		
ICE	4	0	110	4-V1	2				
ICE	12	1	110	1	2	2-V1	14		
ICE	1	0	110	1	1	2-V1	7		
ICE	3	0	110	1	2	2-V1	12		
IC-E	2	0	110	7-Z5_A4	1	9-Z5	12		
RV-ET	44	9	110	5-Z5-A10	2				
	144	62	Summe beider Richtungen						

Anmerkung: Die Bezeichnungen und Abkürzungen sind der Anlage 6 zu entnehmen.

1.4 Berechnungsverfahren

Die mit den o. g. Grenzwerten zu vergleichenden Beurteilungspegel werden getrennt für den Tag (6:00 Uhr bis 22:00 Uhr) und die Nacht (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) nach dem in der 16. BImSchV, Anlage 2 [9] festgelegten Berechnungsverfahren berechnet.

Zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen wird die jeweilige Strecke in einzelne Gleise und Abschnitte mit gleicher Verkehrszusammensetzung, gleicher Geschwindigkeit und gleicher Fahrbahnart unterteilt. Für jeden so entstandenen Abschnitt werden für jedes (Frequenz-) Oktavband längenbezogene Schallleistungspegel in mehreren Höhenbereichen errechnet. Folgende Größen werden bei der Berechnung der längenbezogenen Schallleistungspegel berücksichtigt:

- Art, Menge und Geschwindigkeit der auf dem jeweiligen Streckenabschnitt verkehrenden Fahrzeugeinheiten, ermittelt aus dem durchschnittlichen täglichen Belegungsprogramm
- Rollgeräusche, aerodynamische Geräusche, Aggregatsgeräusche und Antriebsgeräusche entsprechend der Art der Fahrzeugeinheit
- Pegelkorrekturen für erhöhte Schienenabstrahlung oder Reflexionen an der Fahrbahn entsprechend der Art der Fahrbahn
- Pegelkorrekturen für die Schallemissionen des Brückenüberbaus entsprechend der Art der Brücke
- Pegelkorrekturen für ton-, impuls- oder informationshaltige Geräusche wie beispielsweise Quietschgeräusche bei engen Kurvenradien

Ausgehend von jeder Emissionsquelle werden bei der Schallausbreitung die geometrische Ausbreitung (Abstand), Luftabsorption, Bodeneinflüsse und Abschirmungen durch Hindernisse sowie Reflexionen bis zur 3. Ordnung berücksichtigt. Die Berechnungsverfahren beschreiben ausbreitungsbegünstigende Witterungsbedingungen, wie sie beispielsweise bei leichtem Mitwind oder leichter Bodeninversion auftreten. Neben den Einflüssen auf dem Schallausbreitungsweg gehen auch Richtwirkung und Abstrahlcharakteristik der Emissionsquelle in die Immissionsberechnungen mit ein. Auf Grundlage der Immissionsberechnungen erfolgt die Bildung der Beurteilungspegel für den Tages- und den Nachtzeitraum, die für die schalltechnische Beurteilung maßgebend ist.

2 Schallemissionen

Die Ausgangsgröße für die Berechnung der Beurteilungspegel ist der längenbezogene Schallleistungspegel, der für jeden Streckenabschnitt und jede Oktavmittenfrequenz von 63 Hz bis 8 kHz ermittelt wird. Die energetische Summation über alle Oktaven und die unterschiedlichen Höhen kennzeichnet die von der Strecke ausgehende Schallabstrahlung im Tages- bzw. Nachtzeitraum und ist im folgenden Unterkapitel für die Strecke 5321 Treuchtlingen – Würzburg angegeben. Der Schallleistungspegel wird wesentlich bestimmt durch die Art, Menge und Geschwindigkeit der auf dem jeweiligen Streckenabschnitt verkehrenden Fahrzeugeinheiten. Hinzu kommen Korrekturen für Fahrbahnart, Brücken sowie ton-, impuls- und informationshaltige Geräusche.

Den Schallemissionen aus dem Schienenverkehr liegt das Belegungsprogramm zugrunde (vgl. Kapitel C.1.3). Eine weitere Erhöhung der Zugzahlen und der Durchfahrtsgeschwindigkeiten ist im Rahmen dieser Baumaßnahme nicht vorgesehen. Die Schallemissionen sind daher für die Situation vor und nach dem Umbau der Eisenbahnüberführung identisch.

2.1 Fahrzeugbedingte Emissionen

Die fahrzeugbedingten Emissionen werden im Wesentlichen bestimmt durch die Art, Menge und Geschwindigkeit der auf dem jeweiligen Streckenabschnitt verkehrenden Fahrzeugeinheiten. Diese Daten sind im Belegungsprogramm der Bahnstrecke [4] festgelegt. In nachfolgender Tabelle sind die berechneten längenbezogenen Schallleistungspegel (in der Summe über alle Oktavbänder und Höhen ohne Berücksichtigung der Richtwirkung und Korrekturen für ggf. vorhandene streckenabschnittsabhängige maximal zulässige Höchstgeschwindigkeiten) angegeben. Dabei wurden bei zweigleisigen Abschnitten die Zugzahlen je zur Hälfte auf die beiden Richtungsgleise verteilt. Da zudem im Bereich des Haltepunkts der Güterverkehr zum Teil über das Bahnhofsgleis 3 geführt wird, wurde der Güterverkehr des Gegenrichtungsgleises zur Hälfte auf Gleis 3 angesetzt.

Tabelle 2: Pegel der längenbezogenen Schallleistung L_{WA} der Strecke 5321 in dB(A)		
Strecke	Tag [dB(A)]	Nacht [dB(A)]
5321 Treuchtlingen – Würzburg Richtungsgleis	91,7	93,0
5321 Treuchtlingen – Würzburg Gegenrichtungsgleis	88,9	90,1
Bahnhofsgleis 3	88,5	89,9

2.2 Fahrbahnarten

Die in Tabelle 2 angegebenen Daten gelten für Schwellengleise im Schotterbett. Die Schallemissionen von anderen Fahrbahnarten bzw. von Bahnübergängen werden durch eine Korrektur c_1 , die sowohl die Belästigung aufgrund von erhöhten Schienenabstrahlungen bzw. -rauheit als auch von Reflektionen enthält, berücksichtigt.

Im Bereich der Maßnahmen sind keine Pegelkorrekturen gemäß Tabelle 7 der Anlage 2 der 16. BImSchV [9] vorzusehen.

2.3 Brücken

Die Schallemissionen des Brückenüberbaus werden durch eine Korrektur K_{Br} , die auch die Belästigung aufgrund von tieffrequenten Geräuschanteilen enthält, berücksichtigt. Maßnahmen, die zu einer Minderung der Schallemission einer Brücke führen, werden durch eine Korrektur K_{LM} berücksichtigt und sind als Schallschutzmaßnahme anzusetzen.

Im Bereich der Baumaßnahme sind keine Pegelkorrekturen gemäß Tabelle 9 der Anlage 2 der 16. BImSchV [9] vorzusehen

2.4 Auffälligkeit von Eisenbahngeräuschen

Ton-, impuls- oder informationshaltige Geräusche von Teilstrecken oder Teilflächen werden mit einem frequenzunabhängigen Zuschlag K_L zum Schallleistungspegel nach Tab. 11 in der Anlage 2 der 16. BImSchV [9] berücksichtigt. Falls dauerhaft wirksame Vorkehrungen gegen das Auftreten von Quietschgeräuschen getroffen werden, ist eine zusätzliche Pegelkorrektur K_{LA} vorzunehmen.

Im Bereich der Baumaßnahme sind keine Pegelkorrekturen gem. Tabelle 11 der Anlage 2 der 16. BImSchV [9] vorzusehen.

3 Schallimmissionen

Die Berechnung der Schallimmissionen erfolgte an insgesamt 84 Immissionsorten (IO) im Bereich des Bauvorhabens. Die Ergebnisse der Schallimmissionsberechnungen sind in Anlage 3 zusammengestellt. Die maßgeblichen Höhen der Immissionsorte an den Gebäuden wurden mit den Höhen nach der Anlage 2 der 16. BImSchV [9] (0,2 m über der Fensteroberkante jeder Geschosdecke) angesetzt.

Die berechneten Beurteilungspegel berücksichtigen ausbreitungsbegünstigende Witterungsbedingungen, wie sie beispielsweise bei leichtem Mitwind oder leichter Bodeninversion auftreten, und liegen somit zugunsten der Betroffenen auf der sicheren Seite. Mit dem Elften Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 2. Juli 2013 wurde eine Änderung von §43 und §47e des BImSchG beschlossen ([15], [16]), so dass der Abschlag von 5 dB(A) zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung von Schienenverkehrsgeräuschen (sog. „Schienenbonus“) ab dem 01.01.2015 für Eisenbahnen sowie ab 01.01.2019 für Straßenbahnen nicht mehr anzusetzen ist. Diese Pegelkorrektur wurde bei den Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

Die bereits bestehende sowie die für 2017 vorgesehene Schallschutzwand wurden mit einer Höhe $h = 3,35$ m über SOK im Berechnungsmodell integriert.

Die Berechnung der Schallimmissionen zur Prüfung der Lärmschutzansprüche erfolgt unter Berücksichtigung des sog. Baugrubenmodells, wobei im vorliegenden Fall innerhalb und außerhalb des Bauabschnitts (d. h. des erheblichen baulichen Eingriffs) schutzwürdige Gebäude liegen. Da die relevanten Gebäude jedoch ausschließlich innerhalb des Bauabschnitts liegen, werden für alle berechneten Immissionsorte die Schallemissionen aus dem Bauabschnitt und der angrenzenden baulich nicht geänderten Strecke berücksichtigt [11].

In nachstehender Tabelle sind für sechs ausgewählte Immissionsorte die Schienenverkehrslärmimmissionen aufgrund der Baumaßnahme im ungünstigsten Geschoss dargestellt. Die genaue Lage der ausgewählten Immissionsorte ist in der Anlage 3 ersichtlich. Im „Planfall mit Umbau“ sind sowohl die Bestands-Zugzahlen als auch die vorgesehenen Umbaumaßnahmen im Berechnungsmodell berücksichtigt worden. Der „Nullfall“ stellt die Situation mit den Bestands-Zugzahlen ohne die

geplanten Umbaumaßnahmen dar. Daraus ist die Änderung des Beurteilungspegels durch den baulichen Eingriff ersichtlich und es kann beurteilt werden, ob sich eine wesentliche Änderung der Immissionssituation ergibt. Die detaillierten Ergebnisse sind zudem in Anlage 3 dokumentiert.

Tabelle 3: Beurteilungspegel durch Schienenverkehrslärm								
Immissi- onsort	Nut- zung	Ge- schoss	Nullfall ohne Umbau [dB(A)]		Planfall mit Umbau [dB(A)]		Veränderung [dB(A)]	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
IO-07	MI	2.OG	64,7	65,9	64,7	65,9	±0,0	±0,0
IO-09	MI	2.OG	74,2	75,5	74,2	75,5	±0,0	±0,0
IO-23	WA	2.OG	70,4	71,6	70,4	71,7	±0,0	+0,1
IO-63	WR	1.OG	68,2	69,5	68,3	69,6	+0,1	+0,1
IO-79	WR	1.OG	62,0	63,2	62,0	63,3	±0,0	+0,1
IO-80	WR	2.OG	71,4	72,6	71,4	72,6	±0,0	±0,0

MI = Mischgebiet, WA = allgemeines Wohngebiet, WR = reines Wohngebiet

Fettdruck: wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV

4 Beurteilung

Gemäß den Kriterien der 16. BImSchV [10] ergibt sich ein Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen beim Neubau oder bei Vorliegen einer wesentlichen Änderung eines Verkehrswegs.

Eine Änderung ist wesentlich,

- wenn nach §1 Abs. 2 Satz 1 der 16. BImSchV eine Straße um mindestens einen durchgehenden Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr baulich erweitert wird oder ein Schienenweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird (was bei vorliegender Planung nicht zutrifft),

oder

- wenn nach §1 Abs. 2 Satz 2 in Zusammenhang mit einem erheblichen baulichen Eingriff in einen Verkehrsweg, hier der Gleisverschwenkung der Gleise 2 und 3, eines der folgenden Kriterien erfüllt wird:

Die Verkehrslärmbelastung

- erhöht sich um mindestens 3 dB(A) **und** der maßgebliche Grenzwert wird überschritten,
- erhöht sich auf mindestens 70 dB(A) tags oder mindestens 60 dB(A) nachts,
- von mindestens 70 dB(A) tags oder mindestens 60 dB(A) nachts wird weiter erhöht (gilt jedoch nicht für Gewerbenutzungen).

Es lässt sich feststellen, dass infolge des erheblichen baulichen Eingriffs im Zusammenhang mit der Verschwenkung von zwei Gleisen im Zuge des Neubaus des Haltepunkts Würzburg-Heidingsfeld Ost bei ca. Bahn-km 133,8 an der Strecke 5321 bei den berechneten Beurteilungspegeln maximale Pegelerhöhungen von bis zu 0,2 dB(A) gegeben sind. An 33 Gebäuden führt die Verkehrslärmbelastung durch den erheblichen baulichen Eingriff zu einer weiteren Erhöhung oberhalb von 70/60 dB(A) Tag/Nacht.

Nach den oben beschriebenen Kriterien der 16. BImSchV stellt der erhebliche bauliche Eingriff in den Schienenweg somit eine wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV dar, die einen Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen für 33 Gebäude auslöst.

5 Prüfung Schallschutzmaßnahmen

Bei bestehendem Anspruch auf Lärmvorsorge ist sicherzustellen, dass die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV [10] durch aktive Schallschutzmaßnahmen eingehalten werden, sofern die Kosten der aktiven Schutzmaßnahmen nicht außer Verhältnis zum Schutzzweck stehen.

Sind aktive Schutzmaßnahmen nicht verhältnismäßig bzw. technisch nicht realisierbar oder verbleiben trotz aktiver Schallschutzmaßnahmen Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte, ergibt sich an der entsprechend zu schützenden Nutzungseinheit ein Anspruch auf passiven Schallschutz dem Grunde nach. Nachfolgend sind mögliche Schallschutzmaßnahmen beschrieben.

Für die Dimensionierung erforderlicher Lärmschutzmaßnahmen sind dabei die Emissionen aus dem Bauabschnitt und der vorhandenen Strecke zu berücksichtigen.

5.1 Aktive Schallschutzmaßnahmen

5.1.1 Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg und deren Kosten

Die häufigste Form aktiver Schallschutzmaßnahmen sind Schallschutzwände oder Schallschutzwälle. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und des in der Regel geringen Abstandes der Nutzungseinheiten mit Anspruch auf Lärmvorsorge scheidet der Einsatz von Schallschutzwällen als aktive Schallschutzmaßnahme in diesem Bereich weitestgehend aus.

Im Bereich des zukünftigen Haltepunkts Würzburg-Heidingsfeld Ost befinden sich südlich der Gleisanlagen bereits bestehende Schallschutzwände mit einer Höhe von ca. 3,35 m über GOK. Zudem ist nördlich der Gleise eine Schallschutzwand (Höhe ebenfalls ca. 3,35 m über GOK) in Planung, deren Errichtung für 2017 geplant ist.

Dementsprechend ist die Lage der Schallschutzwände bereits vorgegeben. Es werden im Weiteren Schallschutzwände mit Höhen ab 4 m zur Lösung von Schutzfällen untersucht. Damit werden auch die innovativen Schallschutzmaßnahmen der niedrigen Schallschutzwände mit Höhen von 55 cm und 74 cm über SOK nicht untersucht.

Die Kosten für die Erstellung von Schallschutzwänden mit Höhen von 1 m über SOK und mehr basieren auf dem Kostenkennwertekatalog [19] der Deutschen Bahn. Die jeweils angesetzten Kosten sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 4: Kosten für Schallschutzmaßnahmen auf dem Ausbreitungsweg	
Höhe der Schallschutzwand	Kosten je laufender Meter [€/lfm]
„Standard“-Schallschutzwände	
4 m	2.025,-
5 m	2.660,-
6 m	2.970,-

Zudem können Mehrkosten durch baulichen Zusatzaufwand entstehen. Diese Mehrkosten, wenn z.B. im vorliegenden Fall die bestehende Wand rückgebaut werden muss, bleiben bei der Verhältnismäßigkeitsprüfung unberücksichtigt.

Ausgehend von der notwendigen Abwicklungslänge sind die sich jeweils daraus ergebenden Gesamtkosten für die untersuchten Varianten in Anlage 4 zusammengefasst.

5.1.2 Maßnahmen am Fahrweg und deren Kosten

Eine weitere aktive Schallschutzmaßnahme stellt das besonders überwachte Gleis, kurz „büG“, dar. Beim büG ist der Betreiber einer Strecke verpflichtet, den Schienenzustand des entsprechenden Abschnitts nach dem ersten Schleifen und anschließend in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Die Überprüfung findet in der Regel mit einem Schallmesswagen statt. Wird festgestellt, dass eine definierte akustische Eingriffsschwelle durch Verriffelungen der Schienenoberfläche überschritten ist, besteht die Verpflichtung, diese durch geeignete Schleifverfahren zu beseitigen (siehe hierzu die Ausführungen in der Anlage 2 der 16. BImSchV [9]). Damit wird ein akustisch guter Schienenzustand dauerhaft gewährleistet. Gemäß Anlage 2 der 16. BImSchV [9] wird das büG durch einen frequenzabhängigen Abschlag bei der Berechnung der längenbezogenen Schallleistungspegel der Emissionsquelle berücksichtigt.

Allerdings ist der Einsatz des büGs nach dem Umwelt-Leitfaden Teil VI des EBA [11] unter bestimmten Randbedingungen nicht sinnvoll bzw. nicht möglich (u. a. in Bahnhofsbereichen). In Folge dieser Randbedingungen ist die Anwendung des büGs im vorliegenden Fall nicht gegeben.

Als innovative Schallschutzmaßnahmen am Fahrweg kommen zudem Schienenstegdämpfer (SSD) oder Schienenstegabschirmung (SSA) bei den schalltechnischen Berechnungen in Betracht. Analog zum büG werden SSD und SSA gemäß Anlage 2 der 16. BImSchV [9] durch einen frequenzabhängigen Abschlag bei der Berechnung der längenbezogenen Schallleistungspegel der Emissionsquelle berücksichtigt.

Bei der Ermittlung der Kosten wurden die im Schlussbericht zu Innovativen Maßnahmen zum Lärm- und Erschütterungsschutz [20] angegebenen Daten unter Berücksichtigung einer Lebensdauer von 25 Jahren angesetzt. Die Kosten für SSA und SSD je laufenden Meter sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 5: Kosten für aktive Schallschutzmaßnahmen am Fahrweg	
Schutzmaßnahme	Kosten je laufender Meter Gleis [€/lfm]
Schienenstegdämpfer (SSD)	701,38
Schienenstegabschirmung (SSA)	606,39

Ausgehend von der notwendigen Abwicklungslänge sind die sich jeweils daraus ergebenden Gesamtkosten für die untersuchten Varianten in Anlage 4 zusammengefasst.

5.2 Passive Schallschutzmaßnahmen und deren Kosten

Bei passiven Schallschutzmaßnahmen handelt es sich um bauliche Verbesserungen der Umfassungsbauteile, wie z. B. Wände, Dächer, Fenster und Rollläden, wenn die vorhandenen Umfassungsbauteile nicht den notwendigen Anforderungen entsprechen. Für Schlafräume bzw. für Räume mit sauerstoffverbrauchenden Energiequellen (z. B. Etagenheizungen) ist zusätzlich der Einbau von schallgedämmten Lüftungseinrichtungen (Schalldämmlüfter) vorgesehen.

Verbesserungen an den Umfassungsbauteilen sind notwendig, wenn Anspruch auf Lärmvorsorge besteht und unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit aktiver Schallschutzmaßnahmen eine Überschreitung des Immissionsgrenzwertes verbleibt.

Art und Umfang der passiven Schallschutzmaßnahmen regelt die Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) [21].

Die Überprüfung der Gebäude mit „Anspruch auf passiven Schallschutz dem Grunde nach“ und die Umsetzung passiver Schallschutzmaßnahmen erfolgt in der Regel nach Beendigung des Planrechtsverfahrens. Bei verbleibendem Anspruch auf passiven Schallschutz dem Grunde nach wurde folgender Kostenansatz für die Umsetzung der Ansprüche gewählt:

- 6.000 € für eine Wohneinheit mit Überschreitung der Immissionsgrenzwerte am Tag und in der Nacht
- 3.000 € für eine Wohneinheit mit Überschreitung der Immissionsgrenzwerte am Tag oder in der Nacht
- 2.000 € Entschädigung für einen Außenwohnbereich (Balkon, Terrasse,...)

5.3 Verhältnismäßigkeitsprüfung aktiver Schallschutzmaßnahmen

„Nach den Vorschriften der §§ 41, 43 Absatz 1 Satz 1 Nr. 1 BImSchG i.V.m. § 2 Absatz 1 der 16. BImSchV ist beim Bau oder der wesentlichen Änderung von Eisenbahnen grundsätzlich sicherzustellen, dass die Beurteilungspegel die dort genannten Immissionsgrenzwerte nicht überschreiten. Dies gilt jedoch nicht, wenn die Kosten der Schutzmaßnahme außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen. Eine gesetzliche Regelung, unter welchen Voraussetzungen eine Schutzmaßnahme nicht mehr verhältnismäßig ist, existiert jedoch nicht.

Betroffene haben prinzipiell einen Anspruch auf „Vollschutz“ (Einhaltung der Grenzwerte nach § 2 Absatz 1 der 16. BImSchV) durch aktive Lärmschutzmaßnahmen, von dem aber nach Maßgabe des § 41 Absatz 2 BImSchG Abstriche möglich sind. Im Rahmen der durch die Planfeststellungsbehörde durchzuführenden planerischen Abwägung ist die Auswahl zwischen verschiedenen in Betracht kommenden Schallschutzmaßnahmen zu treffen. Jedoch besteht dieser Abwägungsspielraum nur in den durch § 41 Absatz 2 BImSchG gezogenen Grenzen, d. h. die Auswahlentscheidung hat sich an dem grundsätzlichen Vorrang aktiven Schallschutzes vor Maßnahmen passiven Schallschutzes zu orientieren. Dabei ist zu beachten, dass passive Schallschutzmaßnahmen keine Schutzmaßnahmen im Sinne von § 41 BImSchG darstellen, sondern nach § 42 BImSchG ein technisch-realer Entschädigungsanspruch auf Erstattung der erbrachten Aufwendungen besteht.

Im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung ist eine hinreichend differenzierte Kosten-Nutzen-Analyse vorzunehmen. Die sich aus der Struktur des § 41 BImSchG ergebende Prüfungsreihenfolge hat der 11. Senat des BVerwG bereits im Urteil vom 21.04.1999 - 11 A 50/97 - dargelegt. Zunächst ist danach zu untersuchen, was für eine optimale, d. h. die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte sicherstellende Schutzanlage aufzuwenden wäre. Sollte sich dies als unverhältnismäßig erweisen, sind ausgehend von dem zu erzielenden Schutzniveau schrittweise Abschlüsse vorzunehmen, um so die mit gerade noch verhältnismäßigem Aufwand zu leistende maximale Verbesserung der Lärmsituation zu ermitteln. Insbesondere ist zu prüfen, ob nicht zumindest sichergestellt werden kann, dass für keinen oder möglichst wenige Nachbarn der Anlage spürbare Grenzwertüberschreitungen verbleiben.“

Die vorstehenden Ausführungen aus dem Teil VI des Umweltleitfadens des Eisenbahn-Bundesamtes mit Stand Dezember 2012 [11] machen deutlich, dass Untersuchungen zu aktivem Schallschutz erforderlich sind, um zu einer sachgerechten Planungsempfehlung zu gelangen. Hier stellt das EBA klare Anforderungen an den Umfang und die Ergebnisdokumentation von schalltechnischen Untersuchungen. Demnach sind folgende Arbeitsschritte für die Durchführung von Variantenuntersuchungen zum aktiven Schallschutz und zur Erstellung eines Schallschutzkonzeptes nach Maßgabe des § 41 BImSchG durchzuführen:

1. Ermittlung der zu lösenden Schutzfälle

Vor der Durchführung von Variantenuntersuchungen sind alle zu lösenden Schutzfälle zu ermitteln. Die Anzahl der Schutzfälle ergibt sich aus der Zahl der Nutzungseinheiten mit Anspruch auf Lärmvorsorge in den jeweils zu berücksichtigenden Beurteilungszeiträumen.

Unter welchen Rahmenbedingungen Anspruch auf Lärmvorsorge besteht, ist in den vorstehenden Kapiteln bereits erläutert. Besteht an einer Nutzungseinheit der Anspruch auf Lärmvorsorge am Tag oder in der Nacht, so handelt es sich jeweils um einen Schutzfall. Bei Ansprüchen tagsüber und nachts liegen zwei Schutzfälle vor.

Anspruch auf Lärmvorsorge besteht jeweils für beide Beurteilungszeiträume, sofern für die Tages- und Nachtzeit von einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte nach 16. BImSchV auszugehen ist, obgleich eine wesentliche Änderung etwa nur im Tag- oder im Nachtzeitraum besteht.

Insbesondere bei Wohngebäuden errechnet sich die Anzahl der Schutzfälle aus der Zahl der Wohneinheiten (WE) mit Anspruch auf Lärmvorsorge im Tageszeitraum zuzüglich der WE mit Anspruch auf Lärmvorsorge im Nachtzeitraum. Die Ermittlung der Wohneinheiten je Gebäude erfolgte im Rahmen einer Ortsbesichtigung [37].

2. Bildung von Schutzabschnitten

Der Bereich der schutzbedürftigen Bebauung ist in räumlich abgrenzbare Schutzabschnitte zu unterteilen. Abgrenzungen ergeben sich einerseits durch die Bahntrasse selbst, d. h. eine schutzbedürftige Bebauung beidseits einer Trasse repräsentiert i. d. R. mindestens zwei Schutzabschnitte, sowie andererseits durch größere unbebaute Flächen entlang einer Trasse. Andere Kriterien können auch die Schutzwürdigkeit (vgl. § 2 der 16. BImSchV) einer Bebauung, deren Bauweise bzw. Zusammengehörigkeit zu einem Plangebiet oder auch der Abstand zur Bahntrasse sein. Grundsätzlich ist immer darauf zu achten, dass die Abschnittsbildung nicht kleinteilig erfolgt und dass sich für unmittelbar angrenzende Schutzabschnitte aufgrund der erforderlichen Überstandslängen größere Überlappungen der jeweils betrachteten aktiven Maßnahmen ergeben. Die Kosten der Maßnahmen sind demnach den einzelnen Schutzabschnitten eindeutig zuzuordnen.

3. Variantenuntersuchung

Ausgangspunkt einer schalltechnischen Variantenuntersuchung ist der Vollschutz, also die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte in allen Fällen mit bestehendem Anspruch auf Lärmvorsorge bzw. das Lösen aller Schutzfälle. Sollte sich die Variante als unverhältnismäßig erweisen, werden schrittweise Abschlüsse bei den aktiven Schallschutzmaßnahmen vorgenommen, um die mit gerade noch verhältnismäßigem Aufwand zu leistende maximale Verbesserung der Lärmsituation zu ermitteln. Ob die Kosten einer Schallschutzvariante außer Verhältnis zum Schutzzweck stehen und die Variante somit als unverhältnismäßig eingestuft wird, bemisst sich an den Kosten je gelöstem Schutzfall. Ein fester Zahlenwert für die Kosten je gelöstem Schutzfall, ab der die Unverhältnismäßigkeit einer Variante als nachgewiesen gilt, existiert nicht. Die Unverhältnismäßigkeit der Kosten hängt insbesondere von den besonderen Umständen des Einzelfalles ab.

In der Variantenuntersuchung wurde eine maximale Wandhöhe von bis zu 10,0 m untersucht. Dabei handelt es sich um eine theoretische Wandhöhe, die Realisierbarkeit von Schallschutzwänden mit Höhen über 6,0 m ist technisch nicht möglich. Gesichert ist derzeit die technische Realisierbarkeit von Schallschutzwänden an Schienenwegen mit Wandhöhen von bis zu 5,0 m über Schienenoberkante, in Einzelfällen mit besonderer Genehmigung bis zu 6,0 m über Schienenoberkante.

Die Ergebnisse jeder Variantenuntersuchung zur Prüfung aktiver Schallschutzmaßnahmen werden tabellarisch dokumentiert und bilden die Grundlage für eine vergleichende Betrachtung im Rahmen der Abwägung und Generierung einer Vorzugslösung.

In die Abwägung des Schallschutzkonzepts sind neben dem Nutzen-Kosten-Verhältnis, wenn auch mit geringerem Gewicht, insbesondere einzustellen:

- eine evtl. Vorbelastung durch den zu ändernden Schienenweg
- private Belange betroffener Dritter durch Beeinträchtigung des Wohnumfeldes (z. B. Verschattung, Störung von Sichtbeziehungen) bei baulichen Schallschutzanlagen großer Höhe und ggf. Minderung des Verkehrswertes der Grundstücke
- sonstige öffentliche Belange wie z. B. Landschafts- oder Stadtbildpflege einschließlich Denkmalbelange

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Variantenuntersuchung zur Prüfung aktiver Schallschutzmaßnahmen dargestellt. Die detaillierten Berechnungsergebnisse aller untersuchten Varianten sind in Anlage 3 tabellarisch zusammengefasst. Die Lage der Immissionsorte ist ebenfalls der Anlage 3 zu entnehmen.

5.4 Prüfung aktiver Schallschutzmaßnahmen

Im Bereich des Hp Würzburg-Heidingsfeld Ost besteht an 33 Gebäuden Anspruch auf Lärmvorsorge im Sinne der 16. BImSchV. Dabei befinden sich alle 33 Gebäude südlich der Bahnstrecke 5321. In nachfolgender Tabelle ist die Anzahl der Nutzungseinheiten der Gebäude dargestellt.

Tabelle 6: Anzahl der Nutzungseinheiten der anspruchsberechtigten Gebäude				
IO	Adresse	Nutzung	Wohneinheiten	Anmerkung
IO-11	Eisenbahnstraße 4	WA	1	-
IO-13	Eisenbahnstraße 6	WA	3	-
IO-14	Steigerfurtweg 2	WA	2	plus Gewerbeeinheit
IO-15	Eisenbahnstraße 7	WA	1	-
IO-16	Eisenbahnstraße 8	WA	2	-
IO-18	Steigerfurtweg 3	WA	2	-

Tabelle 6: Anzahl der Nutzungseinheiten der anspruchsberechtigten Gebäude				
IO-23	Eisenbahnstraße 9	WA	1	-
IO-24	Eisenbahnstraße 10	WA	1	-
IO-27	Eisenbahnstraße 11	WA	4	-
IO-28	Eisenbahnstraße 11a	WA	4	plus Gewerbeeinheit
IO-31	Eisenbahnstraße 12	WA	2	-
IO-34	Eisenbahnstraße 13	WA	3	-
IO-35	Herta-Mannheimer-Weg 12a	WA	1	-
IO-36	Eisenbahnstraße 14	WA	1	-
IO-41	Eisenbahnstraße 16	WR	2	-
IO-42	Eisenbahnstraße 16a	WR	2	-
IO-46	Eisenbahnstraße 17	WR	6	-
IO-51	Eisenbahnstraße 18	WR	1	-
IO-52	Bremenweg 2	WR	2	-
IO-53	Bremenweg 4	WR	1	-
IO-58	Eisenbahnstraße 19	WR	2	-
IO-59	Eisenbahnstraße 19a	WR	1	-
IO-60	Bremenweg 1	WR	2	-
IO-61	Bremenweg 1a	WR	2	-
IO-62	Domweg 1	WR	1	-
IO-63	Eisenbahnstraße 20	WR	3	-
IO-64	Domweg 1a	WR	1	-
IO-65	Domweg 3	WR	1	-
IO-68	Eisenbahnstraße 22	WR	6	-
IO-69	Domweg 5	WR	1	-
IO-73	Domweg 9	WR	1	-
IO-75	Eisenbahnstraße 25,26	WR	9	-
IO-79	Unterer Kirchbergweg 1	WR	1	-
Gesamt			73	

WA = allgemeines Wohngebiet, WR = reines Wohngebiet

Südlich der Bahnstrecke liegen an den insgesamt 73 Wohneinheiten aufgrund der Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV somit 73 Schutzfälle am Tag und 73 Schutzfälle in der Nacht vor. Für den Planfall beträgt der maximale Beurteilungspegel an den Gebäuden mit Anspruch auf Schutzmaßnahmen 73 dB(A) am Tag sowie 74 dB(A) in der Nacht.

5.4.1 Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg

Selbst unter Berücksichtigung einer Schallschutzwand mit einer theoretischen Höhe von $h = 10$ m über Schienenoberkante (SOK) und einer Abwicklungslänge von $l \cong 600$ m können die Schutzfälle in der Nacht nicht gelöst werden und damit der Vollschutz nicht gewährleistet werden. Darüber hinaus ist diese Lösung technisch nicht realisierbar.

Mit einer Wandhöhe von $h = 6$ m über Schienenoberkante und einer Abwicklungslänge von $l \cong 600$ m können bei Gesamtkosten von ca. € 1.782.000,- insgesamt 24 Schutzfälle am Tag gelöst werden. Dabei ergeben sich Kosten von € 74.250,- je gelöstem Schutzfall, was demzufolge erfahrungsgemäß als nicht verhältnismäßig zu bewerten ist. Bei geringeren Wandhöhen werden weniger Schutzfälle gelöst und es ergeben sich höhere Kosten je gelöstem Schutzfall.

5.4.2 Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg und am Fahrweg

Im vorliegenden Fall sind Schienenstegdämpfer (SSD) gegenüber der Schienenstegabschirmung (SSA) schalltechnisch günstiger zu bewerten. Jedoch kann selbst unter Berücksichtigung von Schienenstegdämpfern in Verbindung mit einer Schallschutzwand in einer Höhe von $h = 10$ m kein Vollschutz gewährleistet werden.

Mit Schienenstegdämpfern in Verbindung mit einer Schallschutzwand in einer Höhe von $h = 6$ m über Schienenoberkante und einer Abwicklungslänge von $l \cong 600$ m können bei Gesamtkosten von ca. € 2.763.932,- insgesamt 24 Schutzfälle am Tag gelöst werden. Dabei ergeben sich Kosten von € 115.164,- je gelöstem Schutzfall, was demzufolge auf Basis der Kosten-Nutzen-Analyse erfahrungsgemäß als nicht verhältnismäßig zu bewerten ist. Bei geringeren Wandhöhen werden weniger Schutzfälle gelöst und es ergeben sich höhere Kosten je gelöstem Schutzfall. Mit Schienenstegdämpfern allein können bei Kosten von € 981.932,- insgesamt 2 Schutzfälle gelöst werden, was zu Kosten von € 490.966,- je gelöstem Schutzfall führt und damit ebenfalls als nicht verhältnismäßig einzustufen ist.

6 Planungsempfehlung

Entsprechend der Prüfung von notwendigen aktiven Schallschutzmaßnahmen (Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg und ebenfalls in Kombination mit Maßnahmen am Fahrweg) in Zusammenhang mit dem Bauvorhaben sind deren Kosten zum angestrebten Schutzzweck auf Basis der durchgeführten Kosten-Nutzen-Analyse als nicht verhältnismäßig zu bewerten. Infolgedessen entsteht aufgrund der wesentlichen Änderung durch den erheblichen baulichen Eingriff für die Anwesen in Tab. 6 dem Grunde nach ein Anspruch auf passiven Schallschutz.

Es entstehen bei einem Ansatz von 6.000 € für eine Wohneinheit mit Überschreitung der Immissionsgrenzwerte am Tag und in der Nacht (s. Kap. 5.2) bei 73 Wohneinheiten insgesamt Kosten von ca. € 438.000,-.

Art und Umfang der passiven Schallschutzmaßnahmen regelt die Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) [21].

Dieser Anspruch umfasst neben der baulichen Verbesserung von Umfassungsbauteilen schutzbedürftiger Räume auch den Einbau schallgedämmter Lüftungselemente in Schlafräumen oder Räumen mit sauerstoffverbrauchender Energiequelle. Letztere gewährleisten einen ausreichenden Luftaustausch bei hoher Schalldämmung und niedrigem Eigengeräusch, ein Öffnen der Fenster zu Belüftungszwecken ist nicht mehr erforderlich.

D. Baubedingte Immissionen

1 Bauablauf

1.1 Baudurchführung

Die regulär geplante Baudurchführung stellt sich gemäß den vom Auftraggeber übermittelten Rahmenbedingungen des Bauablaufplans [3] wie folgt dar:

Phase 0 – Baustelleneinrichtung (Dauer ca. 3 Wochen):

- Baustelle einrichten
- Baufeldfreimachung

Phase 1 – Neubau Inselbahnsteig – Gleisbau (Dauer ca. 5 Wochen):

- Verbau einbringen für Treppenaufgang und Aufzug am Gleis 3
- Neubau Gleis 3
- Neubau Entwässerung Gleis 3
- Winkelstützwand inkl. Fundamente setzen
- Rückbau Gleis 2
- Verbau einbringen für Treppenaufgang
- Neubau Entwässerung Gleis 2
- Neubau Gleis 2
- Kante inkl. Fundamente setzen

Phase 2 – Neubau Hausbahnsteig (Dauer ca. 6 Monate):

- Verbau über PU/Einbringen Hilfsbrücke
- Rückbau Lärmschutzwand
- Abbruch vorh. Treppenaufgang/Einbau prov. Treppe zur PU
- Einbringen Verbau/Baugrube Aufzugsschacht
- Neubau Verlängerung PU bis Aufzug
- Neubau Treppenaufgang Nord
- Neubau Bahnsteig 1 in modularer Bauweise
- Zugang West/Zugang Ost
- Einhausung Treppe
- Aufzugsschacht/Mundhaus Aufzug

- Einbau Maschinenteknik
- Wiederaufbau LSW/neue LSW
- Ausstattung Bahnsteige
- 50 Hz-Arbeiten, Restarbeiten

Phase 3 – Neubau Inselbahnsteig – Bahnsteig (Dauer ca. 4 Monate):

- Hinterfüllung Bahnsteigkante Gleis 2 und 3
- Pflaster im Gefahrenbereich Bahnsteig 2 und 3
- Treppenaufgang
- Einhausung Treppe
- Aufzugsschacht/Mundhaus Aufzug
- Einbau Maschinenteknik
- Kabelführungssystem
- Pflaster außerhalb Gefahrenbereich
- Ausstattung Bahnsteige
- 50 Hz-Arbeiten, Restarbeiten

Phase 0 – Baustelle räumen (Dauer ca. 1 Woche):

- Baustelle räumen
- Abnahmen, Inbetriebnahme

Der Beginn der Baumaßnahme ist für 2019 geplant. Die Arbeiten finden vorrangig werktags im Zeitraum Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) statt. In den Bauphasen 1 bis 3 sind zudem Sperrpausen vorgesehen, in denen auch Nachtarbeiten (20:00 bis 7:00 Uhr) erforderlich werden. Zudem finden die Bauphasen 2 und 3 teilweise parallel statt.

1.2 Maschineneinsatz

Gemäß den übermittelten Rahmenbedingungen werden übliche Baugeräte zur Durchführung der Baumaßnahmen eingesetzt, wie z. B.:

- Zweiwegebagger
- LKW
- Ramme
- Betonmischer/-pumpe/-rüttler

- Gleiskran
- Stopfmaschine

2 Schallschutz

Baustellen gelten nach § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes BImSchG [13] als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Nach BImSchG wird vom Betreiber gefordert, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und dass unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

2.1 Grundlagen

2.1.1 AVV Baulärm

Grundlage für die Beurteilung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräuschemissionen von Baustellen ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschemissionen – vom 19. August 1970 (AVV Baulärm) [25]. Diese gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. In der AVV Baulärm kommt ein abweichender Beurteilungszeitraum zur Anwendung. Der Tag geht demnach von 7:00 Uhr – 20:00 Uhr, die Nacht von 20:00 Uhr – 7:00 Uhr.

Nach der AVV Baulärm sind folgende Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft festgesetzt:

...

a)	Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind,		70 dB(A)
b)	Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	tagsüber	65 dB(A)
		nachts	50 dB(A)
c)	Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	tagsüber	60 dB(A)
		nachts	45 dB(A)
d)	Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	tagsüber	55 dB(A)
		nachts	40 dB(A)

- e) Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- | | |
|----------|----------|
| tagsüber | 50 dB(A) |
| nachts | 35 dB(A) |
- f) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten
- | | |
|----------|----------|
| tagsüber | 45 dB(A) |
| nachts | 35 dB(A) |

Als Nachtzeit gilt die Zeit von 20 Uhr bis 7 Uhr.

...“

Die Betriebsdauer innerhalb der Tages- und Nachtzeit wird durch Zeitkorrekturwerte der Wirkpegel gemäß der nachfolgenden Tabelle berücksichtigt:

Tabelle 7: Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm		
Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer		Zeitkorrektur [dB(A)]
Tagzeit 7.00 bis 20.00 Uhr	Nachtzeit 20.00 bis 7.00 Uhr	
bis 2,5 Stunden	bis 2 Stunden	10
über 2,5 Stunden bis 8 Stunden	über 2 Stunden bis 6 Stunden	5
über 8 Stunden	über 6 Stunden	0

Die Bildung der Beurteilungspegel erfolgt bei der Baulärmprognose, indem die Zeitkorrekturwerte nach der Durchführung der Ausbreitungsberechnungen der Schallleistungs-Wirkpegel von den berechneten Schallimmissionen (sog. Wirkpegel) abgezogen werden.

Bei den Schallleistungs-Wirkpegeln für die verschiedenen Bauarbeiten handelt es sich um energetische Mittelungspegel typischer Arbeitszyklen. Diese bestehen bei einer Erdbaumaschine wie z. B. einem Radlader, aus den einzelnen Arbeitsschritten Materialaufnahme, Heben der Schaufel, Fahren, Abkippen des Materials, Fahren und Senken der Schaufel sowie Leerlaufphasen. Der Wirkpegel ist gemäß AVV Baulärm nach dem Taktmaximalpegelverfahren in 5-Sekundentakten (L_{AFTm5} in dB(A)) zu ermitteln. Dadurch wird die Impulshaltigkeit der Geräusche mitberücksichtigt.

Nach AVV Baulärm gilt der Immissionsrichtwert als überschritten, wenn der Beurteilungspegel den Richtwert überschreitet oder der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit von einem oder mehreren Messwerten (Taktmaximalpegel-Verfahren) um mehr als 20 dB(A) überschritten wird.

Überschreitet der Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Geräusches den Immissionsrichtwert, sollen nach Nummer 4 der AVV Baulärm [25] Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden. Nach Nr. 4.1 der AVV Baulärm kommen als Maßnahmen zur Minderung des Baulärms insbesondere in Betracht:

- a) Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle
- b) Maßnahmen an den Baumaschinen

- c) die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen
- d) die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren
- e) die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen

Weiterhin ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen, ob Geräusche von Baumaschinen nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und mit welcher Häufigkeit bzw. Regelmäßigkeit erhebliche Lärmbelastungen für die Nachbarschaft im Rahmen einer Baumaßnahme auftreten. Darüber hinaus ist die Anzahl der Betroffenen in der Nachbarschaft als Maß für die Betroffenheit ein wesentliches Bewertungskriterium.

Die für eine Prognose zu ermittelnden Wirkpegel (entsprechend AVV Baulärm, Nr. 6.6 [25]) werden durch Schallausbreitungsberechnungen dargestellt. Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 [26] mit dem EDV-Programm IMMI [14].

2.1.2 Vorbelastung

Entsprechend Ziffer 4.1 der AVV Baulärm kann von Maßnahmen gegen Baulärm abgesehen werden, soweit durch den Baubetrieb infolge nicht nur gelegentlich einwirkender Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten.

Falls die Immissionsrichtwerte eingehalten werden, ist davon auszugehen, dass diese zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen, insbesondere erhebliche Belästigungen, nicht gegeben sind. Andererseits stellen die Immissionsrichtwerte nicht generell die Grenze zur „erheblichen Belästigung“ und damit die Grenze der „Zumutbarkeit“ dar. Im Speziellen kann eine „Zumutbarkeit“ beim Baustellenbetrieb u. U. auch dann noch gegeben sein, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten werden, wie beispielsweise bei einer starken Vorbelastung.

Besteht eine Vorbelastung aus anderen Lärmquellen, kann sich diese Zumutbarkeitsschwelle der Anwohner für Baulärm erhöhen. Diese Möglichkeit ist jedoch eine Kann-Regelung, deren Anwendung im Einzelfall entschieden werden muss. Zunächst müssen jedoch aus gutachterlicher Sicht die Möglichkeiten der Maßnahmen zur Minderung des Baulärms nach Abschnitt 4 der AVV Baulärm geprüft und dargestellt werden.

Die Erhöhung der Zumutbarkeitsschwelle ist eine behördliche Entscheidung, die anhand der Umstände des Einzelfalls zu treffen ist. Die AVV Baulärm enthält hierzu kein eigenes Ermittlungsverfahren wie die Vorbelastung eingehen soll. Im Rahmen der aktuellen Rechtsprechung hat das Bundesverwaltungsgericht hierzu Folgendes ausgeführt:

„... Eine Abweichung von den Immissionsrichtwerten kann danach etwa dann in Betracht kommen, wenn im Einwirkungsbereich der Baustelle eine tatsächliche Lärmvorbelastung vorhanden ist, die über dem maßgeblichen Richtwert der AVV Baulärm liegt. Dabei ist der Begriff der Vorbelastung hier nicht einschränkend in dem Sinne zu verstehen, dass nur Vorbelastungen durch andere Baustellen erfasst werden... Maßgeblich ist vielmehr die Vorbelastung im natürlichen Wortsinn. „Nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Absatz 2 Satz 2 VwVfG gehen nur von solchen baustellenbedingten Geräuschimmissionen aus, die dem Einwirkungsbereich mit Rücksicht auf dessen durch

die Gebietsart und die konkreten tatsächlichen Verhältnisse bestimmte Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit nicht mehr zugemutet werden können. Für die Gebietsart ist dabei von der bebauungsrechtlich geprägten Situation der betroffenen Grundstücke (im Einwirkungsbereich) auszugehen, für die tatsächlichen Verhältnisse spielen insbesondere Geräusch-Vorbelastungen eine wesentliche Rolle...

Eine vorhandene Vorbelastung „im natürlichen Wortsinn“ kann dementsprechend die Zumutbarkeitsschwelle im Einzelfall bis zu den Pegeln der Vorbelastung erhöhen. Die Vorbelastung „im natürlichen Wortsinn“ wird zwar nicht weiter konkretisiert, eine abweichende Beurteilungssystematik und eine mögliche Erhöhung der Zumutbarkeit aufgrund ständig vorherrschender Fremdgeräusche enthält bisher aber nur die TA Lärm. Darin ist eine Vorbelastung anzurechnen, die in mehr als 95 % der Zeit das zu beurteilende Geräusch überdeckt.

Dies ist bei Schienenverkehrsgeräuschen mit den längeren Zugpausen zwar nicht der Fall, in der Entscheidungsbegründung zu [28] können jedoch Baulärmimmissionen bis zu den vorhandenen Lärmvorbelastungen ohne „nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG [35] aufgrund der konkreten tatsächlichen Verhältnisse den Anwohnern noch zugemutet werden. Begründet wird dies damit, dass erwartet werden kann, dass die Außenbauteile der jeweiligen Gebäude gegenüber der vorhandenen Verkehrslärmvorbelastung (in diesem Fall der Straßenverkehr) ohne eine Minderung der Gebrauchsfähigkeit der Wohnungen ausgelegt sind sowie diese Lärmimmissionen nur temporär über eine begrenzte Zeitdauer einwirken werden.

Eine höchstrichterliche Rechtsprechung im Falle von Eisenbahngeräuschen als Vorbelastung hierzu existiert derzeit jedoch nicht.

Die Geräuschvorbelastung im Bereich der Baumaßnahme durch den Schienenverkehrslärm der Strecke 5321 beträgt an der schutzbedürftigen Nachbarschaft in unmittelbarer Nähe zur Baumaßnahme dabei bis zu ca. 69/70 dB(A) Tag/Nacht.

Die Geräuschvorbelastung durch die vorhandenen Verkehrswege liegt insofern an der nächstgelegenen Bebauung zur Baumaßnahme oberhalb der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm. Bei den vorhandenen Verkehrslärmimmissionen handelt es sich nicht nur um gelegentlich einwirkende Fremdgeräusche, weshalb auftretende baubedingte Schallimmissionen bis zu dieser Schwelle der schutzbedürftigen Nachbarschaft ohne „nachteilige Wirkungen“ noch zugemutet werden können. Die Beurteilungspegelkarten für die Geräuschvorbelastung sind in der Anlage 5 dargestellt.

2.2 Schallemissionen

Ausgehend von den Bautätigkeiten der Maßnahme in den einzelnen Phasen (siehe Kap. D.1.1) wurden die Schallleistungspegel der gutachterlich abgeschätzten, voraussichtlich zum Einsatz kommenden Baumaschinen (bzw. Arbeitsvorgänge) als Schallleistungs-Wirkpegel abgebildet. Die Prognose der Geräusche der üblichen Maschinen- und Arbeitsvorgänge erfolgte entsprechend der Literaturangaben ([30], [31], [32], [33], [34]). Dabei sind emissionsseitige Zuschläge für Impulse enthalten, ausgedrückt durch den Taktmaximalpegel (emissionsseitiger Wirkpegel).

Die einzelnen Schallleistungswirkpegel innerhalb der relevanten o. g. Bautätigkeiten sind aus der Anlage 2 ersichtlich.

Im Rahmen der Prognosegenauigkeit wurde auf eine frequenzselektive Betrachtung verzichtet – als Eingangswerte wurden A-bewertete Schallleistungssummenpegel zugrunde gelegt.

Da zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht genau abgesehen werden kann, welche Geräte, Bauabläufe oder Maschineneinsatzzeiten zur Anwendung kommen, wurden die wirkenden Schallleistungspegel energetisch zu jeweils einer Schallquellengruppe je Bauphase summiert und entsprechend ihrer Abstrahlungscharakteristik als Flächenschallquellen nach DIN ISO 9613-2 [26] modelliert.

Die detaillierten Eingabedaten sowie die Höhe der angesetzten Schallquellen können den Anlagen 1 und 2 entnommen werden. Kurzzeitige Geräuschspitzen treten in den einzelnen Bauphasen erfahrungsgemäß mit Schallleistungspegeln von bis zu $L_{WAmax} = 129 \text{ dB(A)}$ auf. Damit werden kurzzeitige Geräuschspitzen um höchstens ca. 14 dB(A) aus dem angenommenen Mittelungspegel der nächtlichen Bautätigkeiten herausragen. Da die kurzzeitigen Geräuschspitzen nicht mehr als 20 dB(A) über dem Mittelungspegel liegen, kann auf eine gesonderte Betrachtung gem. Nr. 3.1.3 der AVV Baulärm [25] verzichtet werden.

2.3 Schallimmissionen

Ausgehend von den angesetzten Schallquellen (siehe Anlage 2) wurden die Schallimmissionen mittels Einzelpunktberechnungen bzw. flächenhaften Ausbreitungsberechnungen nach DIN ISO 9613-2 [26] ermittelt.

Die Beurteilungssystematik geht bei der Ermittlung der Schallimmissionen von Baustellen vom Wirkpegel (nach Nr. 6.6 der AVV Baulärm [25]) aus. Demnach wird der Wirkpegel aus dem nach Taktmaximalpegel-Verfahren gemessenen, auf ganze Zahlen gerundeten Schallpegel ggf. unter Berücksichtigung eines Lästigkeitszuschlags für deutlich hervortretende Töne (z. B. Singen, Heulen, Pfeifen, Kreischen) von bis zu 5 dB(A) gebildet. Dieser Lästigkeitszuschlag wurde erforderlichenfalls bei der Bildung der kennzeichnenden Emissionswerte berücksichtigt (vgl. Anlage 2). Damit wurden die Beurteilungspegel des Baulärms in der Nachbarschaft berechnet.

Das Ergebnis der Ausbreitungsberechnungen ist für alle Bauphasen für eine Aufpunkthöhe von 6 m über der jeweiligen Geländeoberkante (GOK) in der Anlage 5 dokumentiert.

Die dargestellten Beurteilungspegel stellen den Vollbetrieb, d. h. die höchste betriebliche Auslastung innerhalb der Bauphasen und Mitwindsituation ($C_{Met} = 0$), dar. Sollte aufgrund von derzeit noch nicht bekannten oder nicht absehbaren Schwierigkeiten der Baufortschritt verlangsamt werden, kann sich aufgrund des veränderten Bauverfahrens bzw. Maschineneinsatzes im Vergleich zu den Annahmen eine veränderte Immissionssituation ergeben.

Hinweis: Berechnungen zu Phase 0 nicht mehr aktuell, siehe dazu Stellungnahme vom 15.05.2019 in Unterlage 11.3

In folgender Tabelle sind die Berechnungsergebnisse für alle Bauphasen und für die Beurteilungszeiträume Tag (7:00 Uhr – 20:00 Uhr) und Nacht (20:00 Uhr – 7:00 Uhr) bei Annahme einer durchschnittlichen tageszeitlichen Bautätigkeit von über 8 Stunden und einer durchschnittlichen nächtlichen Bautätigkeit von über 6 Stunden für ausgewählte Immissionsorte zusammengefasst.

Die jeweilige Lage der Immissionsorte ist in der Anlage 5 dargestellt.

Tabelle 8: Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft								
Bau- phase	Vollbetrieb tags > 8 h, nachts > 6 h [dB(A)]							
	Am Ostbahnhof 20 IRW = 60/45 (nach 3.1.1. c) [25])		Am Salmannsturm 5 IRW = 55/40 (nach 3.1.1. d) [25])		Eisenbahnstr. 13 IRW = 55/40 (nach 3.1.1. d) [25])		Eisenbahnstr. 16a IRW = 50/35 (nach 3.1.1. e) [25])	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
0	49	--	28	--	52	--	53	--
1	68	56	45	36	68	58	68	58
2	64	53	45	34	69	58	69	58
3	57	55	36	35	60	59	61	60
0	49	--	28	--	52	--	53	--

Fett: Überschreitung der Immissionsrichtwerte, IRW = Immissionsrichtwerte

Die Berechnungsergebnisse für die Tagzeit zeigen, dass beim angesetzten Vollbetrieb die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle in den Bauphasen 1 bis 3 rechnerisch um bis zu ca. 19 dB(A) überschritten werden können. Auch in Bauphase 0 kommt es zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte.

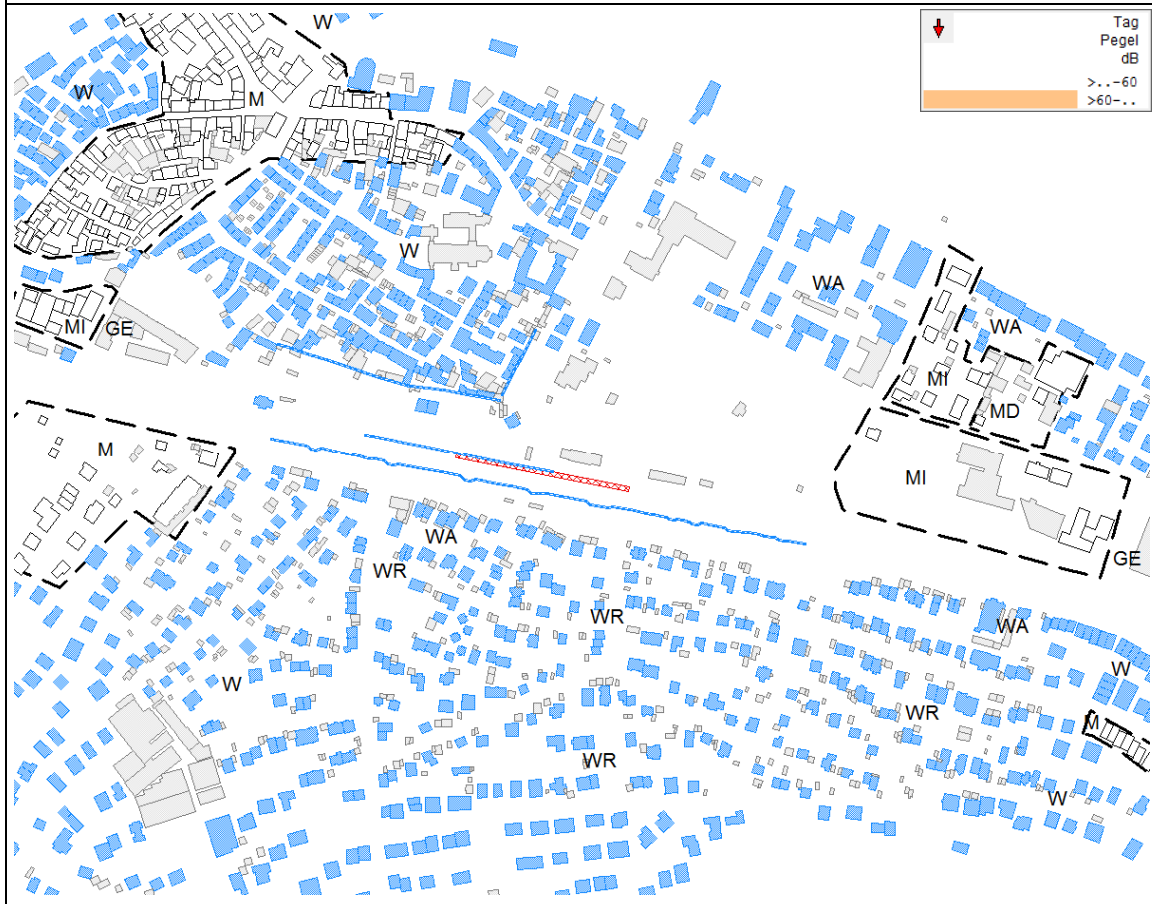
Für die Nachtzeit zeigen die Berechnungsergebnisse beim angesetzten Vollbetrieb in den Bauphasen 1 bis 3 rechnerische Überschreitungen der Immissionsrichtwerte um bis zu ca. 25 dB(A). In Bauphase 0 ist keine Nachtarbeit vorgesehen.

In den folgenden Abbildungen 3 und 4 sind für die schalltechnisch kritischsten Bauphasen (Bauphase 2 am Tag bzw. Bauphase 1 in der Nacht) jeweils die Bereiche der von erheblichen Baulärmbelastungen betroffenen Nachbarschaft dargestellt.

Die Gebäude, an denen während des Baubetriebs Überschreitungen des entsprechend der Gebietsnutzung maßgeblichen Immissionsrichtwertes zu erwarten sind, wurden farbig (**orange**) gekennzeichnet.

Bauphase 2

Gebiete nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm



Gebiete nach Nr. 3.1.1. d) der AVV Baulärm



Gebiete nach Nr. 3.1.1. e) der AVV Baulärm

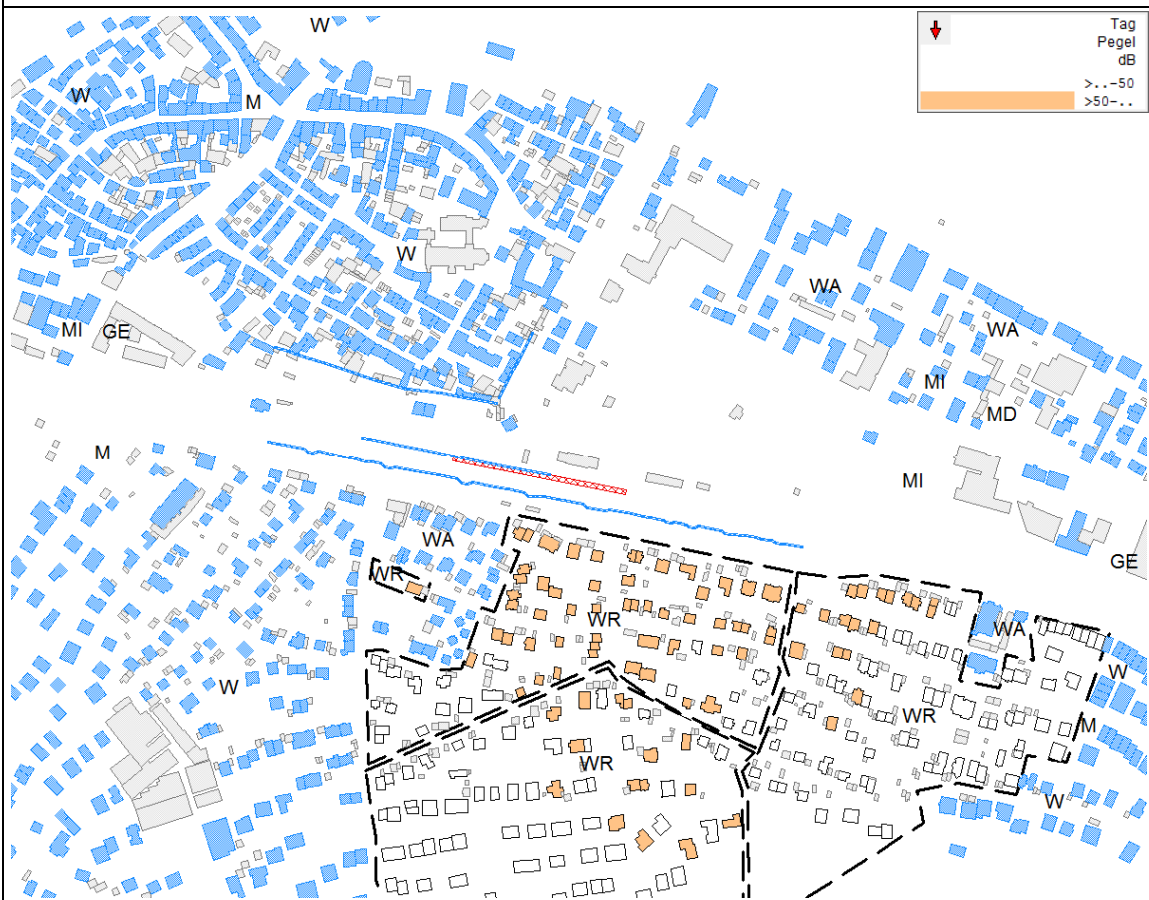
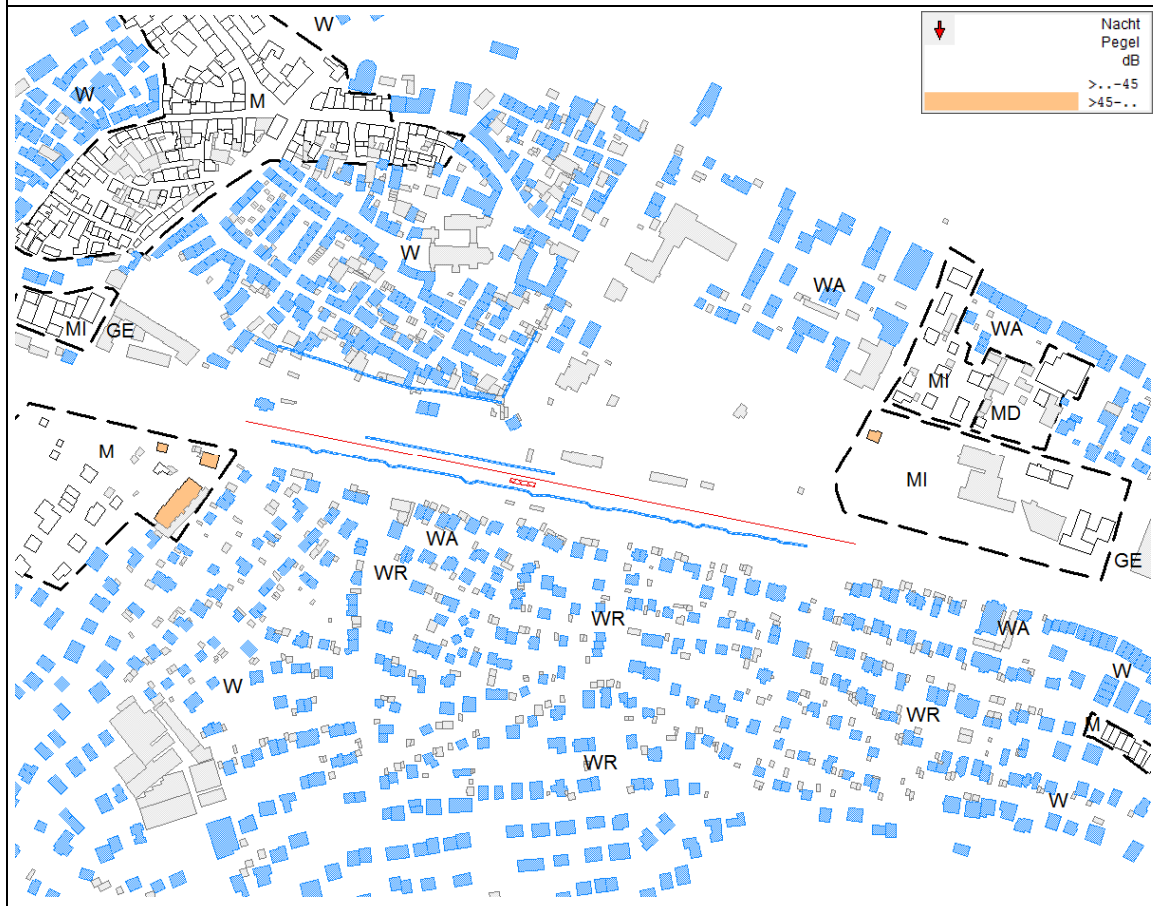


Abbildung 3: Potenzielle Betroffenheiten in der Nachbarschaft am **Tag** in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m)

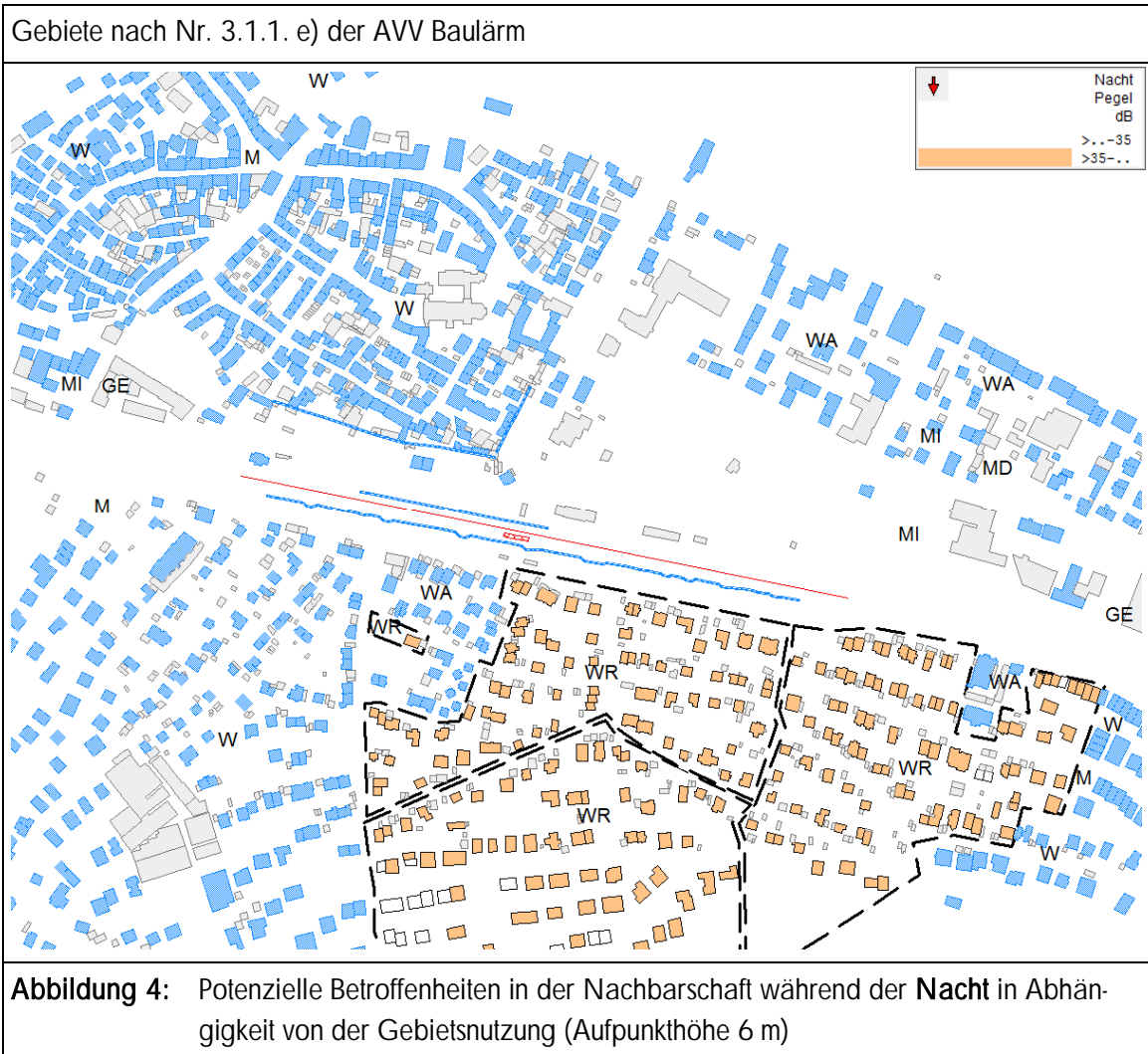
Bauphase 1

Gebiete nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm



Gebiete nach Nr. 3.1.1. d) der AVV Baulärm





Die detaillierten Berechnungsergebnisse aller Bauphasen als Beurteilungspegelkarten lassen sich der Anlage 5 entnehmen.

In nachfolgender Tabelle ist in Abhängigkeit von der jeweiligen Bauphase sowie der Schutzbedürftigkeit der Nachbarschaft die Anzahl der potenziell betroffenen Gebäude abgeschätzt.

Hinweis: Berechnungen zu Phase 0 nicht mehr aktuell, siehe dazu Stellungnahme vom 15.05.2019 in Unterlage 11.3

Tabelle 9: Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden					
Bauphase	Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. e)	Gesamt	davon Überschreitungen von 70/60 dB(A)
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
0	-/-	-/-	<10/-	<10/-	-/-
1	ca. 5/ca. 10	ca. 15/ca. 70	ca. 35/ca. 200	ca. 55/ca. 280	-/ca. 1
2	<5/<5	ca. 15/ca. 35	ca. 75/ca. 190	ca. 95/ca. 230	-/-
3	-/ca. 5	ca. 5/ca. 50	ca. 20/ca. 200	ca. 25/ca. 255	-/-
0	-/-	-/-	<10/-	<10/-	-/-

In allen Bauphasen können in der Tagzeit potenzielle Betroffenheiten im Umfeld der Baumaßnahme nicht ausgeschlossen werden. In der Nachtzeit ist bei den durchzuführenden Bauarbeiten in den Bauphasen 1 bis 3 eine größere Anzahl von potenziellen Betroffenheiten zu erwarten. In der Bauphase 0 finden keine Nachtarbeiten statt.

2.4 Berücksichtigung der Vorbelastung bei der Beurteilung

Auf Basis aktueller Rechtsprechungen [28] können Baulärmimmissionen in Zusammenhang mit den Baumaßnahmen bis zu den vorhandenen Lärmvorbelastungen ohne „nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG [35] aufgrund der konkreten tatsächlichen Verhältnisse den Anwohnern noch zugemutet werden. Diesbezüglich kann erwartet werden, dass die Außenbauteile der jeweiligen Gebäude gegenüber dieser Verkehrslärmbelastung ohne eine Minderung der Gebrauchsfähigkeit der Wohnungen ausgelegt sind, und dass diese Lärmimmissionen nur temporär über eine begrenzte Zeitdauer einwirken werden.

Insofern ist im Speziellen eine „Zumutbarkeit“ beim Baustellenbetrieb u. U. auch dann noch gegeben, wenn die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm überschritten werden. Die Zumutbarkeitsschwelle ist also im Rahmen der Abwägung über möglicherweise vorzusehende Schutzvorkehrungen festzulegen und dabei insbesondere abhängig von einer bereits bestehenden Geräuschvorbelastung.

Im vorliegenden Fall ist durch den Schienen- bzw. Straßenverkehr bereits eine vorhandene Lärmvorbeltung gegeben, die oberhalb der maßgebenden Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm liegt und somit von der schutzbedürftigen Nachbarschaft hinzunehmen ist. Unter Berücksichtigung der bereits bestehenden Geräuschvorbeltung reduzieren sich demzufolge ggf. potenzielle Betroffenheiten.

In nachfolgender Tabelle ist in Abhängigkeit von der jeweiligen Bauphase sowie der Schutzbedürftigkeit der Nachbarschaft die Anzahl der potenziell betroffenen Gebäude unter Berücksichtigung der Geräuschvorbeltung abgeschätzt.

Tabelle 10: Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden unter Berücksichtigung der Geräuschvorbeltung				
Bauphase	Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. e)	Gesamt
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
0	-/-	-/-	-/-	-/-
1	<5/-	< 5/-	< 5/-	ca. 5/-
2	-/-	ca. 10/-	ca. 15/-	ca. 25/-
3	-/-	-/-	-/-	-/-
0	-/-	-/-	-/-	-/-

Der Vergleich zeigt, dass in der Tagzeit der Bauphasen 1 und 2 an der nächstgelegenen schutzbedürftigen Bebauung durch die baubedingten Schallimmissionen eine Überschreitung der Geräuschvorbeltung gegeben ist.

Im Weiteren werden im nachfolgenden Kapitel aufgrund der Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm bzw. der baubedingten Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbeltung mögliche Maßnahmen zur Minderung des Baulärms aufgezeigt.

2.5 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms

Wie im Kapitel D.2.3 ausgeführt, sind Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm gegenwärtig nicht auszuschließen.

Für den Fall des Auftretens von lärmrelevanten Arbeiten sind Maßnahmen zur Minimierung der Belästigung zu diskutieren. Diese setzen den Einsatz von Baumaschinen und -verfahren entsprechend dem Stand der Technik voraus. Im Hinblick auf den Luftschall sind die Geräuschemissionsgrenzwerte nach Tab. Art. 12 für die Stufe II der „Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates“ vom 08.05.2000 [36] durch die zum Einsatz kommenden Geräte einzuhalten.

2.5.1 Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle

Eine bzgl. der Nachbarschaft optimierte Aufstellung von Baumaschinen ist im vorliegenden Fall für einen Teil der eingesetzten Baumaschinen kaum möglich, da diese nicht ortsgebunden, d. h. an einem festen Standort, eingesetzt werden können und auf der gesamten Baufläche (Bagger, LKW usw.) agieren.

Die Baumaschinen, die an einem festen Standort betrieben werden können, sollten so positioniert werden, dass sie sich möglichst weit entfernt von den maßgeblichen Immissionsorten befinden und betrieben werden. Bei der Wahl des Standortes ist soweit möglich die schallabschirmende Wirkung natürlicher und künstlicher Hindernisse auszunutzen (z.B. Gebäude, Bodenerhebungen, Baucontainer) und auf evtl. auftretende, das Geräusch verstärkende Schallreflexionen zu achten.

Aufgrund der räumlich begrenzten Ausdehnung des Baufeldes, könnte der Einsatz stationärer Schallschirme im vorliegenden Fall grundsätzlich eine Möglichkeit zur Lärminderung darstellen, wodurch die Schallimmissionen und die Anzahl der betroffenen Gebäude reduziert werden könnten. In Abhängigkeit von der Bautätigkeit in den jeweiligen Bauphasen lassen mobile Schallschutzwände erfahrungsgemäß Schallpegelminderungen bis zu ca. 10 dB(A) erwarten.

Aufgrund dessen, dass im Bereich der Baumaßnahme bereits Schallschutzwände vorhanden sind bzw. vor Beginn der Arbeiten fertig gestellt werden, ist der Einsatz von mobilen Schallschutzwänden im vorliegenden Fall nicht zweckmäßig.

2.5.2 Verwendung geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren

Es wird davon ausgegangen, dass die eingesetzten Baumaschinen und Bauverfahren für das Bauvorhaben erforderlich sind und dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen. Den Maßnahmen durch Einsatz geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren sind vor allem durch die Art der Arbeiten Grenzen gesetzt. Zudem führen belastungs- und damit geräuscharmere Bauverfahren auch häufig zu längeren Bauzeiten, so dass eine Lärminderung für die geplante Maßnahme mit einer Bauzeitenverlängerung einhergehen würde und damit keine effektive Verringerung der Betroffenheit der Nachbarschaft zu erzielen wäre.

Es wird davon ausgegangen, dass die Baumaschinen den Anforderungen der 32. BImSchV [12] bzw. der Richtlinie 2000/14/EG [36] entsprechen.

Als besonders lärmintensiv sind im vorliegenden Fall insbesondere die Verbauarbeiten zu betrachten. Eine Änderung des Verfahrens zum Einbringen der Verbauten ist nicht umsetzbar. Demzufolge werden die Arbeiten zum Einbringen der Verbauten mittels einer Spundwandramme ausschließlich auf die Tagzeit beschränkt.

Leerfahrten sind möglichst zu vermeiden. Zudem sind zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen die Baumaschinen stillzulegen, sofern dies den Arbeitsablauf nicht unvertretbar erschwert.

Zudem sind die Maschinenführer auf der Baustelle ausreichend für die immissionsschutzrechtliche Konfliktbewältigung hin zu instruieren, um somit etwaige Betroffenheiten auf ein Minimum zu reduzieren.

2.5.3 Baumanagement – Ortsabhängige Baueinschränkungen

Der Bauablauf wird durch die Zeitplanung weitestgehend vorbestimmt sein. Eine örtliche Beschränkung ist im vorliegenden Fall nicht realisierbar, da durch die feststehende Position der Baumaßnahme kein Handlungsspielraum besteht. Ein relevantes Lärminderungspotential ist hier nicht vorhanden.

2.5.4 Beschränkungen der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer

Bezüglich der Dauer und Zeiträume des kritischen Nachtbetriebs der Bautätigkeiten liegen Angaben vor, die sich unter anderem aus dem Bauzeitenplan sowie aus den weiteren Angaben zum Bauablauf ergeben. Die sich daraus ergebenden Betrachtungen und Berechnungen beziehen sich daher auf einen uneingeschränkten Betrieb sowohl am Tag (7:00 bis 22:00 Uhr) als auch in der Nacht (22:00 bis 7:00 Uhr). Insofern wurde hier bisher keine Zeitkorrektur der Wirkpegel vorgenommen.

Sofern lärmintensive Bautätigkeiten am Tag auf durchschnittlich 8 Stunden und in der Nacht auf durchschnittlich 6 Stunden beschränkt werden, kann dies gemäß den Vorgaben der AVV Baulärm mit einer Zeitkorrektur von 5 dB(A) in der Prognose berücksichtigt werden. Eine Betriebsdauerbeschränkung wäre demzufolge insbesondere während der Nachtzeit eine probate Möglichkeit, um die Lärmbelastung und damit die potenziellen Betroffenheiten zu reduzieren.

Die Beschränkung der durchschnittlichen Betriebsdauer bei lärmintensiven Tätigkeiten kann jedoch dazu führen, dass die Zahl oder die Dauer der Sperrpausen möglicherweise entsprechend erweitert und auch insgesamt betrachtet die Bauzeit gegenüber dem vorliegenden Baukonzept erhöht wird. Im vorliegenden Fall ist eine Beschränkung der durchschnittlichen Betriebsdauer aufgrund der engen Zeitfenster während der erforderlichen Sperrpausen nicht umsetzbar.

2.5.5 Überwachung des Baulärms

Bei den angegebenen Beurteilungspegeln handelt es sich um Prognosewerte bei einem angenommenen Vollbetrieb, die einen Anhalt für das Vorliegen von erheblichen Umwelteinwirkungen durch Baulärm geben sollen. Durch eine stichprobenhafte oder kontinuierliche Überwachung der Baulärmsituation während der lärmintensiven Arbeiten (z. B. Verbauarbeiten) mit Rückwirkung zur Bauleitung (Lärmmonitoring), könnte das tatsächliche Auftreten von erheblichen Umwelteinwirkungen für die Nachbarschaft auf ein Minimum begrenzt werden. Dies dient insbesondere auch zur Beweissicherung im Fall von nachbarschaftlichen Einwendungen.

2.5.6 Information der betroffenen Anwohner

Durch Art und Umfang der Baustelle kann, wie bereits oben ausgeführt, nicht ausgeschlossen werden, dass bei den Bautätigkeiten Belästigungen der Anwohner vor allem im Zeitraum Nacht auftreten können. Sofern keine geeigneten Maßnahmen zur vollständigen Lösung der Lärmkonflikte bei verhältnismäßigem Aufwand erkennbar sind, werden folgende organisatorische Maßnahmen vorgeschlagen:

- a. Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb;
- b. Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen;
- c. Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.);
- d. Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Lärmeinwirkungen haben (Immissionsschutzbeauftragter);
- e. Nachweis der tatsächlich auftretenden Lärmbelastung durch begleitende Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen zur Beweissicherung im Beschwerdefall.

2.5.7 Entschädigung betroffener Anwohner

Die Grenze zur „erheblichen Belästigung“ soll beim Baulärm nicht generell auch gleichzeitig die Grenze der „Zumutbarkeit“ darstellen. Im Speziellen kann eine „Zumutbarkeit“ beim Baustellenbetrieb u. U. auch dann noch gegeben sein, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten werden. Die Zumutbarkeitsschwelle ist also im Rahmen der Abwägung über möglicherweise vorzusehende Schutzvorkehrungen festzulegen und dabei insbesondere abhängig von einer bereits bestehenden Geräuschvorbelastung.

Demzufolge kann gegenwärtig aufgrund der vermutlich auftretenden Belästigungen durch Baulärm das Erfordernis von Entschädigungen nicht ausgeschlossen werden, deren letztendliche Notwendigkeit kann aber durch entsprechende Maßnahmen und die bestehende Geräuschvorbelastung eingeschränkt werden.

2.5.8 Bewertung der Maßnahmen

Die Bauphasen zur Realisierung des Vorhabens sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen als bewältigbar zu bewerten. Den nahe gelegenen schutzbedürftigen Gebäuden ist besonders bei Tätigkeiten in der Nachtzeit (20:00 bis 7:00 Uhr) eine höhere Schutzbedürftigkeit als in der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) einzuräumen. Aufgrund der geplanten nächtlichen Bauzeiten sowie Art und Umfang der Baumaßnahme können Wohnnutzungen von zwar zeitlich und örtlich begrenzten, aber doch teilweise erheblichen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm betroffen sein.

Zur Feststellung der zumutbaren Belästigung von Baustellenlärm kann dabei als Maßstab die AVV Baulärm herangezogen werden. Aufgrund der beim Baustellenlärm regelmäßig auftretenden Schwankungen der Lärmbelastung ist unter Nummer 4.1 der AVV Baulärm zunächst nur bestimmt, dass Maßnahmen zur Minderung der Geräusche grundsätzlich erst dann angeordnet werden sollen, wenn die nach Nummer 6 der AVV Baulärm ermittelten Beurteilungspegel die „erheblich belästigenden“ Immissionen (Immissionsrichtwerte) um mehr als 5 dB(A) überschreiten.

Die Grenze zur „erheblichen Belästigung“ soll beim Baulärm aber nicht generell auch gleichzeitig die Grenze der „Zumutbarkeit“ darstellen. Im Speziellen kann eine „Zumutbarkeit“ beim Baustellenbetrieb u. U. auch dann noch gegeben sein, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten werden. Die Zumutbarkeitsschwelle ist also im Rahmen der Abwägung über möglicherweise vorzusehende Schutzvorkehrungen festzulegen und dabei insbesondere abhängig von der spezifischen Dauer, Art und Intensität der Arbeiten sowie auch von einer bereits bestehenden Geräuschvorbelastung.

Die AVV Baulärm legt mit den Immissionsrichtwerten zunächst also nur eine Schwelle fest, bis zu der beim Baulärm auf jeden Fall von zumutbaren Belästigungen ausgegangen werden kann. Bei darüber hinausgehenden Belastungen ist dann im Einzelnen über die mögliche und notwendige Umsetzung von tunlichen Schutzvorkehrungen oder über eine ggf. zustehende Entschädigung zu befinden. So kann für Betroffene der auftretende Baulärm bis zur Höhe der vorhandenen Grundgeräuschvorbelastung durchaus zumutbar sein, ohne dass von diesem „nachteilige Wirkungen“ ausgehen.

Bei vorliegendem Bauvorhaben verursachen insbesondere die Bahnstrecke 5321 sowie der umliegende Straßenverkehr bereits eine erhebliche Vorbelastung. An einigen Anwesen liegen in der Tagzeit jedoch die zu erwartenden baubedingten Schallimmissionen zum Teil oberhalb der Geräuschvorbelastung. Insofern sind selbst unter Berücksichtigung dieser Geräuschvorbelastung Betroffenen zwar nicht vollständig auszuschließen, deren Anzahl wird unter deren Berücksichtigung jedoch reduziert.

Da die prognostizierten Schallimmissionen auf Annahmen eines vorläufigen Bauphasenkonzepts sowie zum voraussichtlichen Bauablauf basieren, dabei jedoch nur beispielhafte bzw. üblicherweise verwendbare Geräte und Bauverfahren herangezogen werden konnten, erscheinen zeitlich und örtlich konkretisierte Maßnahmen zur Minderung des Baulärms erst bei genauerer Kenntnis des Bauablaufs sowie der geplanten einzusetzenden Maschinen sinnvoll.

Die zum Teil hohe Anzahl an potenziellen Betroffenen ist u.a. auch auf die sensible Nutzung von großen Bereichen der umliegenden Flächen als reine Wohngebiete zurückzuführen. Die folgende Tabelle zeigt am Beispiel der ungünstigsten Bauphase 1 während der Nacht die jeweilige Höhe der Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm [25].

Tabelle 11: Geschätzte Anzahl von betroffenen Gebäuden für die Bauphase 1				
Überschreitung	Gebiete nach Nr. 3.1.1. c) [25] Nacht	Gebiete nach Nr. 3.1.1. d) [25] Nacht	Gebiete nach Nr. 3.1.1. e) [25] Nacht	Gesamt Nacht
des IRW	ca. 10	ca. 70	ca. 200	ca. 280
5 dB über IRW	ca. 5	ca. 25	ca. 75	ca. 105
10 dB über IRW	< 5	ca. 15	ca. 40	ca. 60
über 60 dB(A)	1	-	-	1
Geräuschvorbelastung	-	-	-	-

IRW: Immissionsrichtwert

Die obenstehende Tabelle zeigt, dass zwar an einer Vielzahl von Gebäuden Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm gegeben sind, diese betragen an der Mehrzahl der Gebäude jedoch maximal bis zu ca. 10 dB(A) bei Beurteilungspegeln in der Regel von bis zu ca. 45 dB(A) während der Nacht. Eine Überschreitung der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 60 dB(A) in der Nacht kann an einem Gebäude (Glacisweg 2) für die Dauer der Gleisbauarbeiten mit der Stopfmaschine im unmittelbaren Bereich des Gebäudes nicht ausgeschlossen werden. Es ergeben sich in der Nacht an keinem Gebäude baubedingte Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbelastung.

Zur Minimierung baubedingter Schallimmissionen erscheint es jedoch zweckmäßig, im Zuge der Ausschreibung nachfolgende Maßnahmen ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Schall- und Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe 32. BImSchV [12]). Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Geräusche weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

- Von der Ausführungsfirma ist eine Abstimmung zur Größe und Funktion der jeweiligen Geräte auf die zu leistenden Arbeiten in den Angebotsunterlagen darzulegen.
- Weitestgehende Reduzierung lärmintensiver Bautätigkeiten im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 Uhr bis 7:00 Uhr)

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass bei lärmintensiven Bautätigkeiten in der Nacht die Ausführungsfirma für die Vermeidung von unzumutbaren Belästigungen zu einer messtechnischen Eigenüberwachung der baubedingten Schallimmissionen verpflichtet wird. Zudem ist anhand eines detaillierten Bauablaufplans der Zeitraum und die Dauer lärmintensiver Bautätigkeiten im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 Uhr bis 7:00 Uhr) genau dar-

zustellen. Wenn möglich, sollten in den Nachtarbeitsschichten keine lärmintensiven Arbeiten ausgeführt werden.

Neben den oben beschriebenen Maßnahmen sind nachfolgende von Bauzeiten und Bauphasen unabhängige Maßnahmen ausreichend zu berücksichtigen:

- Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb;
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen;
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.);
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle;
- Überwachung der Baustelle mit Durchführung von stichprobenartigen Messungen

In den diskutierten und vorgeschlagenen Maßnahmen stecken somit umfangreiche Potenziale zur Minderung der baubedingten Schallimmissionen, so dass bei deren Berücksichtigung nicht mehr zumutbare Belästigungen auf ein Mindestmaß reduziert werden können.

Weitergehende Maßnahmen zur Minderung des Baulärms erscheinen erst bei Kenntnis der tatsächlichen Schallimmissionen auf Basis messtechnischer Untersuchungen zweckmäßig.

3 Erschütterungsschutz

3.1 Grundlagen

Die Beurteilung der erschütterungstechnischen Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden erfolgt anhand der bewerteten Schwingstärke KB . Zudem bedingen die baubedingten Erschütterungsmissionen eine Beurteilung auf bauliche Anlagen anhand der unbewerteten Schwinggeschwindigkeit v .

3.1.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungsmissionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2 [23]. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

Die Beurteilung erfolgt dabei anhand folgender zwei Beurteilungsgrößen:

- maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}
Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$, der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt und der zu untersuchenden Ursache zuzuordnen ist.

▪ Beurteilungs-Schwingstärke KB_{Fr}

Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{Fr} berücksichtigt die Dauer und die Häufigkeit des Auftretens von Erschütterungen. Hinsichtlich der Dauer der Erschütterungsereignisse werden jeweils 30-s-Takte (Taktmaximalwertverfahren) gebildet.

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch baubedingte Erschütterungen wird in Kapitel 6.5.4 der DIN 4150-2 [23] beschrieben.

Bei der Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen sind tags (6:00 bis 22:00 Uhr) die durch den Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungen nach den folgend dargestellten Anhaltswerten der Tabelle 2 in der DIN 4150-2 [23] gebietsunabhängig zu bewerten.

Tabelle 12: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2									
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 $A_O=6$									

Die jeweiligen Stufen beschreiben den Grad einer potenziellen Belästigung und stellen die Basis für Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen dar.

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkung in der oben stehenden Tabelle ist die Anzahl von Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten. Tage mit Erschütterungseinwirkungen, die unter diesen Anhaltswerten (siehe Tab. 12) liegen, sind nicht mitzuzählen.

Liegt die Dauer der Erschütterungseinwirkungen im Zeitraum zwischen 2 und 6 Tagen, werden die Anhaltswerte entsprechend interpoliert.

Baubedingte Erschütterungen nachts (22:00 bis 6:00 Uhr) werden in Abhängigkeit von der jeweiligen Schutzbedürftigkeit des Einwirkungsortes anhand der Anhaltswerte beurteilt, die nachfolgend dargestellt sind:

Tabelle 13: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach Tab. 1 der DIN 4150-2							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A_u	A_r	A_o	A_u	A_r	A_o
1	Industriegebiete	0,4	0,2	6	0,3	0,15	0,6
2	Gewerbegebiete	0,3	0,15	6	0,2	0,1	0,6
3	Misch-, Dorf- bzw. Kerngebiete	0,2	0,10	5	0,15	0,07	0,6
4	Allgemeine bzw. Reine Wohngebiete	0,15	0,07	3	0,1	0,05	0,6
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. Krankenhäuser	0,1	0,05	3	0,1	0,05	0,6

3.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150, Teil 3 [24]. Dabei nennt die Norm Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes zu erwarten sind.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne dieser Norm ist z. B.:

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

Bei Wohngebäuden, in ihrer Nutzung gleichartigen Bauten oder besonders erschütterungsempfindlichen Gebäuden nach Tabelle 1, 4 oder B.1, jeweils Zeilen 2 und 3 der DIN 4150, Teil 3 [24] ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.

- Risse im Putz von Wänden auftreten,
- bereits vorhandene Risse in Gebäuden vergrößert werden,
- Trenn- und Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen.

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

3.1.2.1 Beurteilungsverfahren

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen. Dabei werden als Dauererschütterungen jene Einwirkungen bezeichnet, bei denen die Definition von kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft. Erschütterungen gelten als kurzzeitig, wenn sie für jedes Ereignis höchstens wenige Sekunden andauern und keine Materialermüdungen oder Resonanzerscheinungen in den betroffenen Strukturen erzeugen.

Werden beispielsweise Rammträger eingerüttelt, Pfahlwände gebohrt, Flächen verdichtet etc., ist vom Belastungsfall durch Dauererschütterungen auszugehen. Bei der Beurteilung nach der DIN 4150-3 [24] werden folglich die messtechnisch erfassten maximalen Schwinggeschwindigkeiten v_{\max} mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

3.1.2.2 Anhaltswerte zur Beurteilung

Einwirkungen auf bauliche Anlagen werden mittels der unbewerteten Schwinggeschwindigkeit v_i bewertet. In Abhängigkeit von der Gebäudeart erfolgt die Beurteilung nach unterschiedlich hohen Anhaltswerten. Die Zuordnung der Gebäude erfolgt grundsätzlich durch Inaugenscheinnahme. Die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150-3 [24] für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen werden in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 14: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen			
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s	
		oberste Gebäudedecke, horizontal [mm/s]	vertikale Deckenschwingungen [mm/s]
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10*

*Unterabschnitt 6.1.2 der DIN 4150-3 ist zu beachten

Werden die Anhaltswerte eingehalten oder unterschritten, ist davon auszugehen, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG [13] vorliegen.

3.2 Geologie

Die geologische Situation im Bereich des Bauvorhabens kann dem „Geotechnischen Bericht“ der DB Engineering & Consulting GmbH vom 18.07.2016 [7] entnommen werden:

„Entsprechend der geologischen Karte [...] befinden sich im Untersuchungsbereich Sande, Schotter (Sande, Kiese) und Löß bzw. Lößlehme. Unterhalb der pleistozänen Ablagerungen ist ab ca. 5 m u. SO der Verwitterungshorizont des Muschelkalkes zu erwarten.“

Über den gewachsenen Böden ist insbesondere in Nähe zu Industrie- und Bahnanlagen mit anthropogenen Auffüllungen zu rechnen. Die anhand der Literatur erwarteten Untergrundverhältnisse konnten anhand der Baugrundaufschlüsse bestätigt werden.“

3.3 Prognosemodell

Bei der Ausbreitung von Erschütterungen von der Quelle zum Einwirkungsort können die drei Teilbereiche Emission, Transmission und Immission unterschieden werden.

In Anlehnung an diese Teilbereiche erfolgt die Prognose von Erschütterungen grundsätzlich gemäß folgender Gleichung aus der VDI 3837 [29]:

$$L_{v\text{-Raum}}(f) = L_E(f) + \Delta L_B(f) + \Delta L_G(f) + \Delta L_M(f)$$

mit:

$L_{v\text{-Raum}}(f)$:	Terzschnellespektrum am betrachteten Immissionsort
$L_E(f)$:	Terzschnellespektrum der Erschütterungen am Emissionsort
$L_B(f)$:	baugrund- und abstandsbedingte Erschütterungsabnahme (Transmissionsweg)
$L_G(f)$:	gebäudespezifische Übertragungsfunktion am Immissionsort
$L_M(f)$:	Summe der Einfügedämmung bei Verbau schwingungsmindernder Maßnahmen

Aus den Terzschnellespektren am Immissionsort können im Weiteren die relevanten Beurteilungsgrößen gemäß DIN 4150 berechnet werden.

3.3.1 Emission

Bei baubedingten Erschütterungen können vor der Baumaßnahme grundsätzlich sog. „in situ“ Messungen durchgeführt werden bzw. es kann auf Angaben in der einschlägigen Literatur oder auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden. Die tatsächliche Höhe der Erschütterungsemissionen verschiedener Baugeräte hängt von einer Vielzahl von verschiedenen Parametern (Werkzeugzustand, Untergrundbeschaffenheit, eingesetztes Material, etc.) ab, weshalb im Rahmen von Literaturdaten nur grobe pauschale Annahmen getroffen werden können. Die Einwirkdauer bzw. die Einwirkzeit von Erschütterungsemissionen kann dabei aus Angaben zum geplanten Baubetriebsablauf entnommen werden.

3.3.2 Transmission

Die Erschütterungen werden auf ihrem Ausbreitungsweg zwischen Erschütterungsquelle und Einwirkungsort in Abhängigkeit von der Entfernung reduziert. Verantwortlich hierfür ist die Amplitudenabnahme auf Grund der Geometrie und der Materialdämpfung des Erdreichs.

Entsprechend der DIN 4150-1 [22] wird die Abnahme der Amplitude der Schwinggeschwindigkeit \bar{v} näherungsweise durch folgende Gleichung beschrieben:

$$\bar{v} = \bar{v}_1 \cdot \left(\frac{R}{R_1}\right)^{-n} \cdot \exp[-\alpha \cdot (R - R_1)]$$

mit:

\bar{v}	Amplitude der Schwinggeschwindigkeit (in mm/s)
\bar{v}_1	Amplitude der Schwinggeschwindigkeit in der Entfernung R_1 (in mm/s)
R_1	Bezugsabstand (in m)
R	Entfernung von der Quelle (in m)
n	Exponent in Abhängigkeit von der Wellenart, Quellengeometrie und Art der Schwingung
α	Abklingkoeffizient ($\alpha = 2\pi \cdot D / \lambda$)
D	Dämpfungsgrad
λ	Wellenlänge ($\lambda = c / f$) in m
c	Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle (in m/s)
f	Frequenz (in Hz)

Im Rahmen von messtechnischen Untersuchungen vor Ort oder durch Annahmen für die jeweiligen Parameter aufgrund der geologischen Untergrundverhältnisse kann die Pegelabnahme der Schwingungen im Ausbreitungsweg ermittelt bzw. abgeschätzt werden.

3.3.3 Immission

Die Anregung des Gebäudes wird i. d. R. mit überhöhten Schwingschnellen auf den Geschossdecken beantwortet. Die durch Resonanz bei den Eigenfrequenzen der Decken auftretenden Vergrößerungsfaktoren hängen insbesondere auch vom zeitlichen Verlauf (harmonisch/stationär oder impulsförmig) der Schwingungen ab.

3.4 Prognose

Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten können im vorliegenden Fall insbesondere durch Verbauarbeiten (Rammarbeiten) bzw. Gleisbauarbeiten (Stopfarbeiten) erwartet werden. Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben zu den erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben (u. a. [33]) herangezogen.

Die Höhe der durch die diversen Quellen entstehenden Erschütterungsemissionen sowie deren Weiterleitung im Erdreich hängen zudem stark von den spezifischen geologischen Untergrundverhältnissen ab.

Entsprechend des „Geotechnischen Berichts“ [7] ist die in Kapitel D.3.2 dargelegte geologische Situation im Bereich des Hp Würzburg-Heidingsfeld Ost zu erwarten. Die geologischen Untergrundverhältnisse sind demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht besonders kritisch zu bewerten.

3.5 Bewertung

Aufgrund der geplanten Bautätigkeiten unter Berücksichtigung der Untergrundverhältnisse ergibt sich für die baubedingten Erschütterungen gegenwärtig folgende Bewertung:

- Verbauarbeiten

Die Verbauarbeiten sind ausschließlich in der Tagzeit vorgesehen. Es wird u.a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz einer Spundwandramme ausgegangen. Hierbei handelt es sich um eine Baumaßnahme mit einem vergleichsweise hohen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen werden die Verbauarbeiten als vergleichsweise kritisch betrachtet.

Potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150) sind bei Gebäuden mit geringerem Abstand als 40 m zur Baumaßnahme infolge der Verbauarbeiten nicht auszuschließen.

- Gleisbauarbeiten

Die Gleisbauarbeiten sind sowohl in der Tag- als auch in der Nachtzeit vorgesehen. Es wird u.a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz einer Stopfmaschine ausgegangen. Hierbei handelt es sich um eine Baumaßnahme mit einem vergleichsweise geringen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen werden die Gleisbauarbeiten als vergleichsweise weniger kritisch betrachtet.

Potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150) sind bei Gebäuden mit geringerem Abstand als 20 m zur Baumaßnahme infolge der Gleisbauarbeiten nicht auszuschließen.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren (insbesondere aufgrund von Verbauarbeiten) sind durch die baubedingten Erschütterungen während der Nacht potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150) bei Gebäuden mit Wohn- und Mischnutzung mit geringerem Abstand als 40 m nicht auszuschließen.

Der Abstand zwischen Erregerquellen an der Baumaßnahme bzw. der schutzbedürftigen Bebauung kann dabei an nachfolgenden Gebäuden weniger als 40 m betragen:

- Am Ostbahnhof 20
- Eisenbahnstr. 13
- Eisenbahnstr. 16
- Eisenbahnstr. 16a

Demzufolge kann für diese Gebäude nicht ausgeschlossen werden, dass zumindest zeitweise relevante baubedingte Erschütterungsimmissionen auftreten werden.

Infolgedessen ist bei baubedingten Erschütterungen für diese Gebäude ein Schutzmaßnahmenkonzept zweckmäßig, um erhebliche Belästigungen für die Anwohner durch die Baumaßnahme zu vermeiden.

3.6 Minderung der baubedingten Immissionen

Die Baumaßnahmen zur Realisierung des Vorhabens sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen zum Teil als nicht unproblematisch zu bewerten. Den in der Nähe der jeweiligen Bautätigkeit gelegenen Wohngebäuden ist besonders bei Tätigkeiten in der Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr) und während der Ruhezeiten am Tag (werktags: 6:00 bis 7:00 Uhr bzw. 19:00 bis 22:00 Uhr sowie sonn- und feiertags: 6:00 bis 22:00 Uhr) eine höhere Schutzbedürftigkeit einzuräumen.

Zur Feststellung der zumutbaren Belästigungen von Bauerschütterungen kann dabei als Maßstab die DIN 4150 Teil 2 herangezogen werden.

Die Erheblichkeit der Belastung hängt nicht ausschließlich vom Ausmaß der Erschütterungen, sondern auch von individuellen und situativen Faktoren ab, die die Zumutbarkeit für den betroffenen Menschen bestimmen.

Hierzu zählen u. a.:

- der Gesundheitszustand
- die Tätigkeit während der Erschütterungsbelastung
- der Grad der Gewöhnung
- die Einstellung zum Erschütterungserzeuger
- die Erwartungshaltung in Bezug auf ungestörtes Wohnen, die unter Umständen von der Art des Wohnumfelds abhängig ist
- die Einwirkungsdauer
- die Häufigkeit und Tageszeit des Auftretens und deren Auffälligkeit

Belästigungen sind dabei grundsätzlich nur auszuschließen, wenn die einwirkenden Erschütterungen nicht wahrnehmbar sind. Erhebliche Belästigungen liegen im Allgemeinen nicht vor, wenn die Anhaltswerte der DIN 4150-2 eingehalten sind.

Die Durchführung gebäudetechnischer Beweissicherungen vor bzw. nach Umsetzung der Baumaßnahmen dient zur Feststellung potenzieller Verminderungen des Gebrauchswertes von baulichen Anlagen.

Da die prognostizierten Erschütterungsimmissionen auf Annahmen zum vorläufigen Baukonzept sowie zum voraussichtlichen Bauablauf basieren, dabei jedoch nur beispielhafte bzw. üblicherweise verwendbare Geräte und Bauverfahren herangezogen werden konnten, erscheinen zeitliche und örtliche konkretisierte Maßnahmen zur Minderung der Bauerschütterungen erst bei genauerer Kenntnis des Bauablaufs sowie der geplanten einzusetzenden Maschinen sinnvoll.

Grundsätzlich zeigen die bisherigen Bewertungen jedoch, dass es durchaus sinnvoll erscheint, nachfolgende von Bauzeiten und Bauabschnitt unabhängige Maßnahmen für die o.g. Gebäude mit Wohn- und Mischnutzung mit geringerem Abstand als ca. 40 m zur Baumaßnahme ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen. Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Erschütterungen weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

- Umfassende Information der betroffenen Anwohner im Vorfeld der Baumaßnahmen (insbesondere über die Art und Dauer von Bauarbeiten in der Nacht und an Sonn- und Feiertagen).


Die Information über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude kann insbesondere enthalten, dass etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten sind.

- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können.
- Durchführung von gebäudetechnischen Beweissicherungen vor bzw. nach Ende der Baumaßnahmen für ausgewählte Gebäude im Bereich der Baumaßnahmen.
- Ggf. Nachweis der tatsächlich aufgetretenen Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung

Diese Untersuchung umfasst 64 Seiten und 7 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung der Untersuchung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Bamberg, den 02.11.2017

Möhler + Partner
Ingenieure AG


i.V. Dipl.-Ing. (FH) V. Scherbel


i.A. M.Sc. D. Littwin

E. Anlagen

Anlage 1.1 bis 1.2	Dokumentation der Eingabedaten
Anlage 2.1 bis 2.4	Dokumentation der Emissionsdaten
Anlage 3.1 bis 3.22	Dokumentation der Immissionspunkte und Berechnungsergebnisse (betriebsbedingte Schallimmissionen)
Anlage 4.1	Kosten-Nutzen-Analyse aller untersuchten Varianten
Anlage 5.1 bis 5.11	Dokumentation der Immissionspunkte und Berechnungsergebnisse (baubedingte Schallimmissionen)
Anlage 6.1 bis 6.2	Belegungsprogramm für den Zustand 2016 bzw. für die Prognose 2025
Anlage 7.1 bis 7.6	Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45 687

Anlage 1: Dokumentation der Eingabedaten

Allgemeines

Arbeitsbereich				
Koordinatensystem:	Gauß-Krüger (Streifenbreite 3°)			
Koordinatendatum:	Potsdam (Bessel)			
	von ...	bis ...	Ausdehnung	Fläche
x /m	4350790,00	4354760,00	3970,00	12.07 km²
y /m	5514100,00	5517140,00	3040,00	
z /m	-10,00	240,00	250,00	
Geländehöhen in den Eckpunkten				
xmin / ymax (z4)	0,00	xmax / ymax (z3)	0,00	
xmin / ymin (z1)	0,00	xmax / ymin (z2)	0,00	

Berechnungseinstellung	Referenzeinstellung Schall 03		Referenzeinstellung	
Rechenmodell	Punktberechnung	Rasterberechnung	Punktberechnung	Rasterberechnung
Gleitende Anpassung des Erhebungsgebietes an die Lage des IPKT				
L /m				
Geländekanten als Hindernisse	Ja	Ja	Ja	Ja
Verbesserte Interpolation in den Randbereichen	Ja	Ja	Ja	Ja
Freifeld vor Reflexionsflächen /m				
für Quellen	1.0	1.0	1.0	1.0
für Immissionspunkte	1.0	1.0	1.0	1.0
Haus: weißer Rand bei Raster	Nein	Nein	Nein	Nein
Zwischenausgaben	Keine	Keine	Keine	Keine
Art der Einstellung	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung
Reichweite von Quellen begrenzen:				
* Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein	Nein	Nein
Projektion von Linienquellen	Ja	Ja	Ja	Ja
Projektion von Flächenquellen	Ja	Ja	Ja	Ja
Beschränkung der Projektion	Nein	Nein	Nein	Nein
* Radius /m um Quelle herum:				
* Radius /m um IP herum:				
Mindestlänge für Teilstücke /m	1.0	1.0	1.0	1.0
Variable Min.-Länge für Teilstücke:				
* in Prozent des Abstandes IP-Quelle	Nein	Nein	Nein	Nein
Zus. Faktor für Abstandskriterium	1.0	1.0	1.0	1.0
Einfügungsdämpfung abweichend von Regelwerk:	Nein	Nein	Nein	Nein
* Einfügungsdämpfung begrenzen:				
* Grenzwert /dB für Einfachbeugung:				
* Grenzwert /dB für Mehrfachbeugung:				
Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613				
* Seitlicher Umweg	Ja	Ja	Ja	Ja
* Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen	Nein	Nein	Nein	Nein
Reflexion				
Reflexion (max. Ordnung)	3	3	1	1
Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein	Nein	Nein
* Suchradius /m				
Reichweite von Refl.Flächen begrenzen:				
* Radius um Quelle oder IP /m:	Nein	Nein	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein	Nein	Nein
Spiegelquellen durch Projektion	Ja	Ja	Ja	Ja
Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung	Ja	Ja	Ja	Ja
Strahlen als Hilfslinien sichern	Nein	Nein	Nein	Nein
Mehrfachreflexion	Ja	Ja	Nein	Nein
Winkelschrittweite (x-y)°	1,00	1,00		
Winkelschrittweite (z)°	1,00	1,00		
maximale Reflexionsweglänge				
* in Vielfachen des direkten Abstandes	10,00	10,00		

Strahlverzweigung an Refl.Flächen	Nein	Nein		
Teilstück-Kontrolle				
Teilstück-Kontrolle nach Schall 03:	Ja	Ja	Ja	Ja
Teilstück-Kontrolle auch für andere Regelwerke:	Nein	Nein	Nein	Nein
Beschleunigte Iteration (Näherung):	Nein	Nein	Nein	Nein
Geforderte Genauigkeit /dB:	0.1	0.1	0.1	0.1
Zwischenergebnisse anzeigen:	Nein	Nein	Nein	Nein

Globale Parameter					
Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen		0,00			
Temperatur /°		10			
relative Feuchte /%		70			
Wohnfläche pro Einw. /m² (=0.8*Brutto)		40,00			
Mittlere Stockwerkshöhe in m		2,80			
Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC):	Tag	Abend	Nacht		
Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC):	2,00	1,00	0,00		

Parameter der Bibliothek: Schall 03					
Eingabe von Zugzahlen		pro Zeitraum			
Tag		16.0 /h			
Nacht		8.0 /h			
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente		Nein			
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente		Nein			
Berücksichtigt Boden-Elemente		Ja			
Schienenbonus für Züge		Nein			
Schienenbonus für Straßenbahnen		Nein			

Parameter der Bibliothek: ISO 9613					
Mit-Wind Wetterlage		Ja			
Vereinfachte Formel (Nr. 7.3.2) für Bodendämpfung bei					
frequenzabhängiger Berechnung		Nein			
frequenzunabhängiger Berechnung		Ja			
nur Abstandsmaß berechnen(veraltet)		Nein			
Hindernisdämpfung - auch negative Bodendämpfung abziehen		Nein			
Abzug höchstens bis -Dz		Nein			
"Additional recommendations" - ISO TR 17534-3		Ja			
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente		Ja			
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente		Ja			
Berücksichtigt Boden-Elemente		Ja			

Anlage 2: Dokumentation der Emissionsdaten

Schallquellen des Schienenverkehrs

Vor Umbaumaßnahmen (Nullfall)

Schiene /Schall03 (11)				0-Fall
S03Z041	Bezeichnung	Ri_l	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	119,30
	Knotenzahl	16	Lw (Nacht) /dB(A)	120,58
	Länge /m	579,65	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	578,87	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z039	Bezeichnung	Ri_m	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	121,55
	Knotenzahl	14	Lw (Nacht) /dB(A)	122,83
	Länge /m	971,86	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	971,79	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z044	Bezeichnung	Ri_r	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	121,73
	Knotenzahl	12	Lw (Nacht) /dB(A)	123,01
	Länge /m	1013,40	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	1012,04	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z042	Bezeichnung	GRI_l	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	118,53
	Knotenzahl	15	Lw (Nacht) /dB(A)	119,81
	Länge /m	485,34	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	484,24	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z050	Bezeichnung	GRI_tl	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	108,15
	Knotenzahl	3	Lw (Nacht) /dB(A)	109,27
	Länge /m	84,41	Lw' (Tag) /dB(A)	88,88
	Länge /m (2D)	84,41	Lw' (Nacht) /dB(A)	90,01
	Fläche /m²	---		
S03Z040	Bezeichnung	GRI_tr	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	108,79
	Knotenzahl	3	Lw (Nacht) /dB(A)	109,91
	Länge /m	97,79	Lw' (Tag) /dB(A)	88,88
	Länge /m (2D)	97,79	Lw' (Nacht) /dB(A)	90,01
	Fläche /m²	---		
S03Z043	Bezeichnung	GRI_r	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	122,05
	Knotenzahl	11	Lw (Nacht) /dB(A)	123,33
	Länge /m	1090,10	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	1089,21	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z049	Bezeichnung	G3_l	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	107,82
	Knotenzahl	5	Lw (Nacht) /dB(A)	109,27
	Länge /m	87,02	Lw' (Tag) /dB(A)	88,42
	Länge /m (2D)	87,02	Lw' (Nacht) /dB(A)	89,88
	Fläche /m²	---		
S03Z038	Bezeichnung	G3_r	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_imp	Lw (Tag) /dB(A)	108,34
	Knotenzahl	4	Lw (Nacht) /dB(A)	109,79
	Länge /m	98,10	Lw' (Tag) /dB(A)	88,42
	Länge /m (2D)	98,10	Lw' (Nacht) /dB(A)	89,88
	Fläche /m²	---		
S03Z048	Bezeichnung	GRI_0	Wirkradius /m	99999,00

	Gruppe	007_SCHD_Imp_0	Lw (Tag) /dB(A)	117,22
	Knotenzahl	6	Lw (Nacht) /dB(A)	118,34
	Länge /m	682,01	Lw' (Tag) /dB(A)	88,88
	Länge /m (2D)	682,01	Lw' (Nacht) /dB(A)	90,01
	Fläche /m²	---		
S03Z047	Bezeichnung	G3_0	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp_0	Lw (Tag) /dB(A)	116,76
	Knotenzahl	16	Lw (Nacht) /dB(A)	118,21
	Länge /m	682,05	Lw' (Tag) /dB(A)	88,42
	Länge /m (2D)	682,04	Lw' (Nacht) /dB(A)	89,88
	Fläche /m²	---		

Nach Umbaumaßnahmen (Planfall)

Schiene /Schall03 (11)				P-Fall
S03Z041	Bezeichnung	Ri_l	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	119,30
	Knotenzahl	16	Lw (Nacht) /dB(A)	120,58
	Länge /m	579,65	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	578,87	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z039	Bezeichnung	Ri_m	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	121,55
	Knotenzahl	14	Lw (Nacht) /dB(A)	122,83
	Länge /m	971,86	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	971,79	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z044	Bezeichnung	Ri_r	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	121,73
	Knotenzahl	12	Lw (Nacht) /dB(A)	123,01
	Länge /m	1013,40	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	1012,04	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z042	Bezeichnung	GRI_l	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	118,53
	Knotenzahl	15	Lw (Nacht) /dB(A)	119,81
	Länge /m	485,34	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	484,24	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z050	Bezeichnung	GRI_tl	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	108,15
	Knotenzahl	3	Lw (Nacht) /dB(A)	109,27
	Länge /m	84,41	Lw' (Tag) /dB(A)	88,88
	Länge /m (2D)	84,41	Lw' (Nacht) /dB(A)	90,01
	Fläche /m²	---		
S03Z040	Bezeichnung	GRI_tr	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	108,79
	Knotenzahl	3	Lw (Nacht) /dB(A)	109,91
	Länge /m	97,79	Lw' (Tag) /dB(A)	88,88
	Länge /m (2D)	97,79	Lw' (Nacht) /dB(A)	90,01
	Fläche /m²	---		
S03Z043	Bezeichnung	GRI_r	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	122,05
	Knotenzahl	11	Lw (Nacht) /dB(A)	123,33
	Länge /m	1090,10	Lw' (Tag) /dB(A)	91,67
	Länge /m (2D)	1089,21	Lw' (Nacht) /dB(A)	92,95
	Fläche /m²	---		
S03Z049	Bezeichnung	G3_l	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	107,82
	Knotenzahl	5	Lw (Nacht) /dB(A)	109,27
	Länge /m	87,02	Lw' (Tag) /dB(A)	88,42

	Länge /m (2D)	87,02	Lw' (Nacht) /dB(A)	89,88
	Fläche /m²	---		
S03Z038	Bezeichnung	G3_r	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp	Lw (Tag) /dB(A)	108,34
	Knotenzahl	4	Lw (Nacht) /dB(A)	109,79
	Länge /m	98,10	Lw' (Tag) /dB(A)	88,42
	Länge /m (2D)	98,10	Lw' (Nacht) /dB(A)	89,88
	Fläche /m²	---		
S03Z046	Bezeichnung	GRI_P	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp_P	Lw (Tag) /dB(A)	117,22
	Knotenzahl	25	Lw (Nacht) /dB(A)	118,34
	Länge /m	682,04	Lw' (Tag) /dB(A)	88,88
	Länge /m (2D)	682,03	Lw' (Nacht) /dB(A)	90,01
	Fläche /m²	---		
S03Z045	Bezeichnung	G3_P	Wirkradius /m	99999,00
	Gruppe	007_SCHD_Imp_P	Lw (Tag) /dB(A)	116,76
	Knotenzahl	28	Lw (Nacht) /dB(A)	118,21
	Länge /m	682,08	Lw' (Tag) /dB(A)	88,42
	Länge /m (2D)	682,08	Lw' (Nacht) /dB(A)	89,88
	Fläche /m²	---		

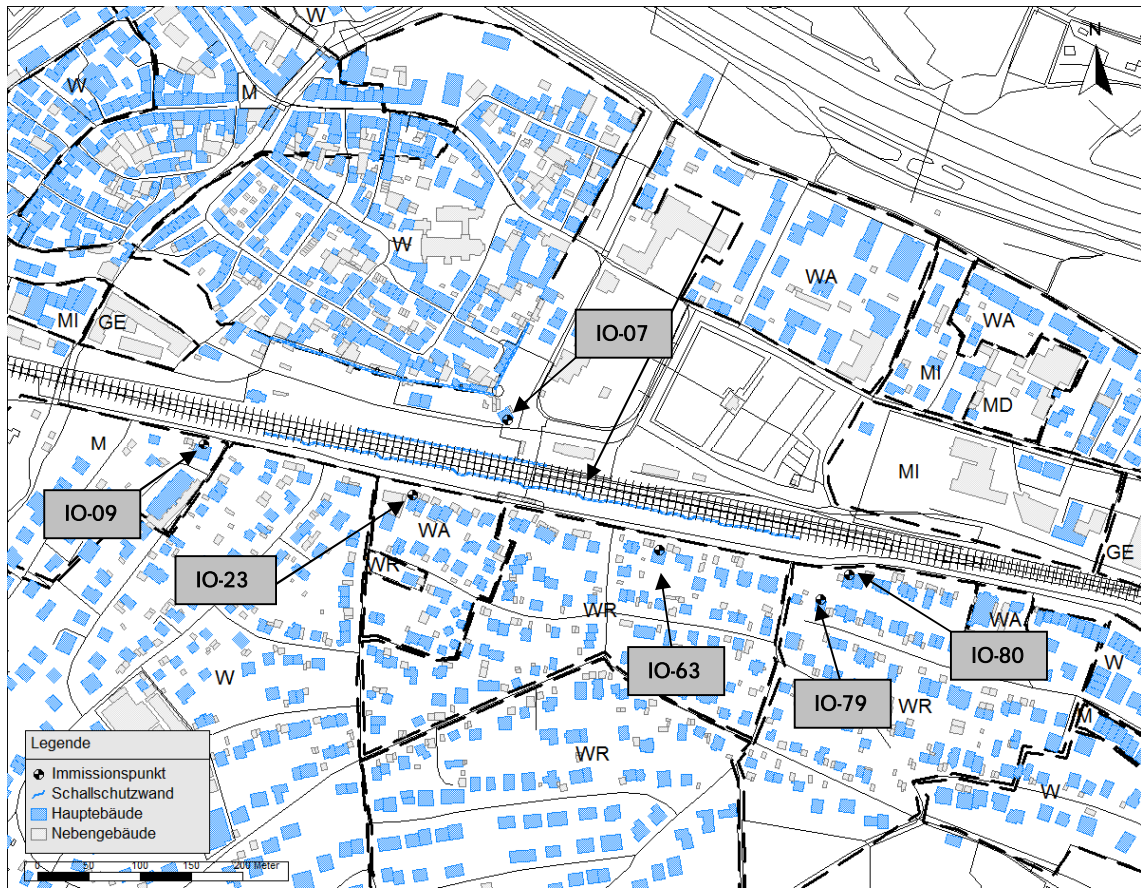
Hinweis: Berechnungen zu Phase 0 nicht mehr aktuell, siehe dazu Stellungnahme vom 15.05.2019 in Unterlage 11.3

Emissionsansätze (Baulärm):

Baulärm Emissionen											
Bauphase bzw. Bautätigkeit	Durchzuführende Arbeiten	Maschinenbetrieb	Dauerpegel	Spitzenpegel	Impulsschlag	Tonhaltigkeitsschlag	Auslastung	Wirkpegel Arbeitsvorgang	Wirkpegel Bauphase mit Zeitkorrektur (zusammengefasst im Beurteilungszeitraum)		
			L _{WAeq} [dB]	L _{WAmak} [dB]	K _i [dB]	K _r [dB]	%	L _{WAFm} [dB]			
							Tag Nacht	Tag Nacht	Tag Nacht		
Bauphase 0 Baustelleneinrichtung	Baustelle einrichten	Bagger	101	108	1	0	50	99	100		
	Baufeldfreimachung	LKW	94	0	0	0	50	91			
Bauphase 1 Neubau Inselbahnsteig - Gleis 1	Rückbau Gleis 3 Verbau einbringen für Treppenaufgang und Aufzug am Gleis 3 Neubau Gleis 3 Neubau Entwässerung Gleis 3 Winkelstützwand inkl. Fundamente setzen Rückbau Gleis 2 Verbau einbringen für Treppenaufgang Neubau Entwässerung Gleis 2 Neubau Gleis 2 Kante inkl. Fundamente setzen	Zweibegebagger	100	100	0	0	50	97	115		
		LKW	94	0	0	0	50	50	91	91	
		Mobilkran	104	117	3	0	10	10	98	98	
		Vibrationsramme (Hydraulik-Ramme)	126	129	1	0	5		114		
		Stoßmaschine	118	116	0	0	5	5	105	105	
		Gleiskran	110	112	0	0	10	10	100	100	
Bauphase 2 Neubau Hausbahnsteig	Verbau über PU/Einbringen Hilfsbrücke Rückbau Lärmschutzwand Abruch vorh. Treppenaufgang/Einbau prov. Treppe zur Einbringung Verbaubaugruben Aufzugsschacht Neubau Verlängerung PU bis Aufzug Neubau Treppenaufgang Nord Neubau Bahnsteig 1 in modularer Bauweise Zugang West/Zugang Ost Einhausung Treppe Aufzugsschacht/Mundhaus Aufzug Einbau Maschinentechnik Wiederaufbau LSW/neue LSW Ausstattung Bahnsteige 50 Hz-Arbeiten, Restarbeiten	Bagger	101	108	1	0	50	50	99	99	
		LKW	94	0	0	0	50	50	91	91	
		Mobilkran	104	117	3	0	10	10	98	98	
		Vibrationsramme (Hydraulik-Ramme)	126	129	1	0	5		114		
		Transportbetonmischer	99	102	1	0	10		90		
		Betonpumpe	104	118	3	0	10		97		
		Flaschenrüttler (Innenrüttler)	107	107	3	3	10	102			
		Gleiskran	110	112	0	0	10	10	100	100	
		Bauphase 3 Neubau Inselbahnsteig - Bahnsteig 2	Hinterfüllung Bahnsteigkante Gleis 2 Pflaster im Gefahrenbereich Bahnsteig 2 Hinterfüllung Bahnsteigkante Gleis 3 Pflaster im Gefahrenbereich Bahnsteig 3 Treppenaufgang Einhausung Treppe Aufzugsschacht/Mundhaus Aufzug Einbau Maschinentechnik Kabelführungssystem Pflaster außerhalb Gefahrenbereich Ausstattung Bahnsteige 50 Hz-Arbeiten, Restarbeiten	Zweibegebagger	100	100	0	0	50	50	97
LKW	94			0	0	0	50	50	91	91	
Plattentütler	104			111	5	0	5	5	96	96	
Transportbetonmischer	99			102	1	0	10		90		
Betonpumpe	104			118	3	0	10		97		
Flaschenrüttler (Innenrüttler)	107			107	3	3	10	102			
Gleiskran	110			112	0	0	10	10	100	100	
Bauphase 0 Baustelle räumen	Baustelle räumen Abnehmen Inbetriebnahme	Zweibegebagger	100	100	0	0	50				
		LKW	94	0	0	0	50		97	98	

Anlage 3: Dokumentation der Immissionspunkte und Berechnungsergebnisse (betriebsbedingte Schallimmissionen)

Darstellung der ausgewählten Immissionspunkte:



IO	Adresse	Nutzungsgebiet
IO-07	Am Ostbahnhof 20	Mischgebiet
IO-09	Eisenbahnstraße 2	Mischgebiet
IO-23	Eisenbahnstraße 9	Allgemeines Wohngebiet
IO-63	Eisenbahnstraße 20	Reines Wohngebiet
IO-79	Unterer Kirchbergweg 1	Reines Wohngebiet
IO-80	Eisenbahnstraße 27	Reines Wohngebiet

Dokumentation der Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel vor Umbaumaßnahmen (Nullfall):

	Tag		Nacht	
	IRW	L _{r,A}	IRW	L _{r,A}
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-01 Glacisweg 2	64	79,8	54	81,1
IO-01 Glacisweg 2	64	79,4	54	80,7
IO-02 Glacisweg 10	64	63,3	54	64,5
IO-02 Glacisweg 10	64	65,4	54	66,6
IO-02 Glacisweg 10	64	67,3	54	68,6
IO-03 Glacisweg 11	64	63	54	64,2
IO-03 Glacisweg 11	64	65,2	54	66,4
IO-03 Glacisweg 11	64	67,3	54	68,5
IO-04 Dürrenberg 36a,36	59	50,2	49	51,5
IO-04 Dürrenberg 36a,36	59	50,2	49	51,5
IO-04 Dürrenberg 36a,36	59	50,4	49	51,6
IO-05 Ruppertsgasse 17	59	48,7	49	50
IO-05 Ruppertsgasse 17	59	49,6	49	50,8
IO-06 Am Salmannsturm 5	59	48,3	49	49,5
IO-06 Am Salmannsturm 5	59	48,3	49	49,6
IO-07 Am Ostbahnhof 20	64	60,9	54	62,2
IO-07 Am Ostbahnhof 20	64	62,8	54	64
IO-07 Am Ostbahnhof 20	64	64,7	54	65,9
IO-08 Winterhäuser Straße 12	59	64,8	49	66
IO-08 Winterhäuser Straße 12	59	65,7	49	67
IO-09 Eisenbahnstraße 2	64	72,6	54	73,9
IO-09 Eisenbahnstraße 2	64	73,8	54	75,1
IO-09 Eisenbahnstraße 2	64	74,2	54	75,5
IO-10 Sandgrubenweg 1	59	70,6	49	71,8
IO-10 Sandgrubenweg 1	59	71,6	49	72,9
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	70	49	71,3
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	71,5	49	72,8
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	72,7	49	74
IO-12 Eisenbahnstraße 4a	59	62,5	49	63,7
IO-12 Eisenbahnstraße 4a	59	63,1	49	64,4
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	65,2	49	66,4
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	67,6	49	68,8
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	70,1	49	71,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	57,8	49	59
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	62	49	63,2
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	64,3	49	65,6
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	64	49	65,2
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	66,5	49	67,8
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	64,3	49	65,5
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	66,7	49	67,9
IO-17 Steigerfurtweg 1	59	58,5	49	59,7
IO-17 Steigerfurtweg 1	59	60,2	49	61,5
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	54,8	49	56
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	56,8	49	58
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	59,4	49	60,6
IO-19 Zobelweg 2	59	57,5	49	58,7

IO-19 Zobelweg 2	59	59,3	49	60,6
IO-20 Zobelweg 4	59	54,7	49	55,9
IO-20 Zobelweg 4	59	56,4	49	57,6
IO-21 Max-Schnabel-Straße 3	59	51,7	49	52,9
IO-21 Max-Schnabel-Straße 3	59	54,4	49	55,6
IO-22 Zobelweg 1	59	55,8	49	57
IO-22 Zobelweg 1	59	57,5	49	58,7
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	65,7	49	67
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	67,6	49	68,9
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	70,4	49	71,6
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	64,4	49	65,6
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	66,9	49	68,1
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	69,6	49	70,9
IO-25 Herta-Mannheimer-Weg 20	59	53,1	49	54,3
IO-25 Herta-Mannheimer-Weg 20	59	55,9	49	57,1
IO-26 Herta-Mannheimer-Weg 18	59	52,8	49	54
IO-26 Herta-Mannheimer-Weg 18	59	55,7	49	56,9
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	63,7	49	64,9
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	66,5	49	67,8
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	68,5	49	69,7
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	64,1	49	65,3
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	66,7	49	67,9
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	69	49	70,2
IO-29 Herta-Mannheimer-Weg 16	59	53,1	49	54,3
IO-29 Herta-Mannheimer-Weg 16	59	55,5	49	56,7
IO-30 Herta-Mannheimer-Weg 21	59	49,5	49	50,7
IO-30 Herta-Mannheimer-Weg 21	59	52	49	53,3
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	64,6	49	65,8
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	66,9	49	68,2
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	69,5	49	70,7
IO-32 Herta-Mannheimer-Weg 14a,14	59	54,9	49	56,1
IO-32 Herta-Mannheimer-Weg 14a,14	59	57	49	58,2
IO-33 Herta-Mannheimer-Weg 17	59	49,6	49	50,9
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	65	49	66,2
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	67,2	49	68,5
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	69,8	49	71,1
IO_35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	58,4	49	59,6
IO_35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	59,9	49	61,2
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	58,2	49	59,4
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	60,3	49	61,6
IO-37 Herta-Mannheimer-Weg 12	59	49,5	49	50,7
IO-38 Herta-Mannheimer-Weg 10c	59	49,9	49	51,2
IO-38 Herta-Mannheimer-Weg 10c	59	52,2	49	53,4
IO-39 Herta-Mannheimer-Weg 10a	59	49,2	49	50,4
IO-39 Herta-Mannheimer-Weg 10a	59	51,9	49	53,1
IO-40 Herta-Mannheimer-Weg 15a	59	49,6	49	50,8
IO-40 Herta-Mannheimer-Weg 15a	59	52,4	49	53,6
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	66,3	49	67,5
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	68,1	49	69,4
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	66,2	49	67,4
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	68,1	49	69,3
IO-43 Herta-Mannheimer-Weg 8c	59	58,4	49	59,7

IO-44 Herta-Mannheimer-Weg 11	59	49,5	49	50,7
IO-44 Herta-Mannheimer-Weg 11	59	54	49	55,3
IO-45 Herta-Mannheimer-Weg 9	59	49,5	49	50,7
IO-45 Herta-Mannheimer-Weg 9	59	53,6	49	54,8
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	66	49	67,2
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	67,9	49	69,1
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	70,4	49	71,7
IO-47 Herta-Mannheimer-Weg 4a	59	55,9	49	57,1
IO-47 Herta-Mannheimer-Weg 4a	59	58,5	49	59,7
IO-48 Herta-Mannheimer-Weg 4	59	57,7	49	59
IO-49 Herta-Mannheimer-Weg 6	59	49,3	49	50,5
IO-49 Herta-Mannheimer-Weg 6	59	54,6	49	55,8
IO-50 Herta-Mannheimer-Weg 7	59	51,1	49	52,3
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	66	49	67,2
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	67,8	49	69
IO-52 Bremenweg 2	59	65,7	49	67
IO-52 Bremenweg 2	59	67,5	49	68,8
IO-53 Bremenweg 4	59	60,5	49	61,7
IO-53 Bremenweg 4	59	62,3	49	63,5
IO-54 Herta-Mannheimer-Weg 2	59	54,7	49	55,9
IO-54 Herta-Mannheimer-Weg 2	59	57,6	49	58,8
IO-55 Bremenweg 6	59	55,9	49	57,2
IO-55 Bremenweg 6	59	57,6	49	58,8
IO-56 Herta-Mannheimer-Weg 3	59	51,9	49	53,1
IO-56 Herta-Mannheimer-Weg 3	59	54,6	49	55,8
IO-57 Bremenweg 8	59	53,3	49	54,5
IO-57 Bremenweg 8	59	55,8	49	57
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	66,3	49	67,6
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	68,4	49	69,6
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	70,8	49	72
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	66,7	49	67,9
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	68,5	49	69,8
IO-60 Bremenweg 1	59	59,8	49	61
IO-60 Bremenweg 1	59	61,8	49	63,1
IO-61 Bremenweg 1a	59	56,5	49	57,7
IO-61 Bremenweg 1a	59	60,2	49	61,4
IO-62 Domweg 1	59	57,6	49	58,8
IO-62 Domweg 1	59	60,9	49	62,1
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	66,5	49	67,7
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	68,2	49	69,5
IO-64 Domweg 1a	59	59,3	49	60,6
IO-64 Domweg 1a	59	61,7	49	62,9
IO-65 Domweg 3	59	56,8	49	58
IO-65 Domweg 3	59	59,8	49	61
IO-65 Domweg 3	59	62,6	49	63,8
IO-66 Domweg 2	59	51,9	49	53,2
IO-67 Eisenbahnstraße 21	59	65,9	49	67,2
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	61,6	49	62,8
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	64,8	49	66
IO-69 Domweg 5	59	57	49	58,3
IO-69 Domweg 5	59	60,2	49	61,4
IO-70 Eisenbahnstraße 23	59	64,3	49	65,5
IO-70 Eisenbahnstraße 23	59	66,4	49	67,6

IO-71 Domweg 7	59	57,2	49	58,4
IO-71 Domweg 7	59	59,5	49	60,8
IO-72 Eisenbahnstraße 24	59	61,7	49	62,9
IO-72 Eisenbahnstraße 24	59	64,4	49	65,6
IO-73 Domweg 9	59	56,7	49	57,9
IO-73 Domweg 9	59	59,6	49	60,8
IO-74 Domweg 11	59	56,2	49	57,4
IO-74 Domweg 11	59	59	49	60,2
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	62,6	49	63,8
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	65	49	66,2
IO-76 Kaulstraße 6	59	54,9	49	56,1
IO-76 Kaulstraße 6	59	57,4	49	58,6
IO-77 Kaulstraße 5	59	60,3	49	61,5
IO-77 Kaulstraße 5	59	62,4	49	63,7
IO-78 Unterer Kirchbergweg 2	59	54,5	49	55,7
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	60,1	49	61,3
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	62	49	63,2
IO-80 Eisenbahnstraße 27	59	63,8	49	65
IO-80 Eisenbahnstraße 27	59	67,5	49	68,8
IO-80 Eisenbahnstraße 27	59	71,4	49	72,6
IO-81 Eisenbahnstraße 28	59	63,7	49	64,9
IO-81 Eisenbahnstraße 28	59	67,9	49	69,1
IO-82 Unterer Kirchbergweg 3	59	57,8	49	59
IO-82 Unterer Kirchbergweg 3	59	59,6	49	60,8
IO-83 Unterer Kirchbergweg 3a	59	56,7	49	57,9
IO-83 Unterer Kirchbergweg 3a	59	58,7	49	60
IO-84 Eisenbahnstraße 29	59	64,1	49	65,3
IO-84 Eisenbahnstraße 29	59	68	49	69,3

Beurteilungspegel nach Umbaumaßnahmen (Planfall):

	Tag		Nacht	
	IRW	L r,A	IRW	L r,A
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-01 Glacisweg 2	64	79,8	54	81,1
IO-01 Glacisweg 2	64	79,4	54	80,7
IO-02 Glacisweg 10	64	63,3	54	64,5
IO-02 Glacisweg 10	64	65,2	54	66,5
IO-02 Glacisweg 10	64	67	54	68,3
IO-03 Glacisweg 11	64	63	54	64,1
IO-03 Glacisweg 11	64	65	54	66,3
IO-03 Glacisweg 11	64	66,9	54	68,2
IO-04 Dürrenberg 36a,36	59	50,2	49	51,5
IO-04 Dürrenberg 36a,36	59	50,2	49	51,5
IO-04 Dürrenberg 36a,36	59	50,4	49	51,6
IO-05 Ruppertsgasse 17	59	48,8	49	50
IO-05 Ruppertsgasse 17	59	49,6	49	50,9
IO-06 Am Salmannsturm 5	59	48,3	49	49,6
IO-06 Am Salmannsturm 5	59	48,3	49	49,6
IO-07 Am Ostbahnhof 20	64	60,9	54	62,2
IO-07 Am Ostbahnhof 20	64	62,8	54	64
IO-07 Am Ostbahnhof 20	64	64,7	54	65,9

IO-08 Winterhäuser Straße 12	59	64,8	49	66
IO-08 Winterhäuser Straße 12	59	65,7	49	67
IO-09 Eisenbahnstraße 2	64	72,6	54	73,9
IO-09 Eisenbahnstraße 2	64	73,8	54	75,1
IO-09 Eisenbahnstraße 2	64	74,2	54	75,5
IO-10 Sandgrubenweg 1	59	70,6	49	71,8
IO-10 Sandgrubenweg 1	59	71,6	49	72,9
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	70	49	71,3
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	71,6	49	72,8
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	72,7	49	74
IO-12 Eisenbahnstraße 4a	59	62,5	49	63,7
IO-12 Eisenbahnstraße 4a	59	63,1	49	64,4
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	65,2	49	66,5
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	67,6	49	68,9
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	70,2	49	71,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	57,8	49	59,1
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	62	49	63,3
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	64,4	49	65,6
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	64	49	65,3
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	66,6	49	67,8
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	64,3	49	65,6
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	66,8	49	68
IO-17 Steigerfurtweg 1	59	58,5	49	59,8
IO-17 Steigerfurtweg 1	59	60,3	49	61,5
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	54,9	49	56,1
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	56,8	49	58
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	59,4	49	60,7
IO-19 Zobelweg 2	59	57,5	49	58,8
IO-19 Zobelweg 2	59	59,4	49	60,6
IO-20 Zobelweg 4	59	54,7	49	55,9
IO-20 Zobelweg 4	59	56,5	49	57,7
IO-21 Max-Schnabel-Straße 3	59	51,7	49	53
IO-21 Max-Schnabel-Straße 3	59	54,5	49	55,7
IO-22 Zobelweg 1	59	55,9	49	57,1
IO-22 Zobelweg 1	59	57,6	49	58,8
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	65,9	49	67,1
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	67,8	49	69,1
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	70,4	49	71,7
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	64,5	49	65,7
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	67,1	49	68,3
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	69,8	49	71
IO-25 Herta-Mannheimer-Weg 20	59	53,2	49	54,4
IO-25 Herta-Mannheimer-Weg 20	59	56	49	57,2
IO-26 Herta-Mannheimer-Weg 18	59	52,9	49	54,1
IO-26 Herta-Mannheimer-Weg 18	59	55,8	49	57
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	63,8	49	65
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	66,7	49	67,9
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	68,7	49	69,9
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	64,2	49	65,4
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	66,9	49	68,1
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	69,1	49	70,4
IO-29 Herta-Mannheimer-Weg 16	59	53,2	49	54,4
IO-29 Herta-Mannheimer-Weg 16	59	55,6	49	56,9

IO-30 Herta-Mannheimer-Weg 21	59	49,5	49	50,7
IO-30 Herta-Mannheimer-Weg 21	59	52,2	49	53,4
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	64,7	49	65,9
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	67,1	49	68,3
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	69,6	49	70,9
IO-32 Herta-Mannheimer-Weg 14a,14	59	55	49	56,3
IO-32 Herta-Mannheimer-Weg 14a,14	59	57,1	49	58,3
IO-33 Herta-Mannheimer-Weg 17	59	49,7	49	50,9
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	65,1	49	66,3
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	67,4	49	68,6
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	69,9	49	71,2
IO_35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	58,4	49	59,7
IO_35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	60,1	49	61,3
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	58,3	49	59,5
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	60,5	49	61,7
IO-37 Herta-Mannheimer-Weg 12	59	49,5	49	50,8
IO-38 Herta-Mannheimer-Weg 10c	59	49,9	49	51,2
IO-38 Herta-Mannheimer-Weg 10c	59	52,2	49	53,5
IO-39 Herta-Mannheimer-Weg 10a	59	49,2	49	50,4
IO-39 Herta-Mannheimer-Weg 10a	59	51,9	49	53,1
IO-40 Herta-Mannheimer-Weg 15a	59	49,8	49	51
IO-40 Herta-Mannheimer-Weg 15a	59	52,6	49	53,8
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	66,4	49	67,6
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	68,3	49	69,6
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	66,3	49	67,5
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	68,3	49	69,5
IO-43 Herta-Mannheimer-Weg 8c	59	58,5	49	59,7
IO-44 Herta-Mannheimer-Weg 11	59	49,6	49	50,8
IO-44 Herta-Mannheimer-Weg 11	59	54,2	49	55,4
IO-45 Herta-Mannheimer-Weg 9	59	49,5	49	50,7
IO-45 Herta-Mannheimer-Weg 9	59	53,6	49	54,8
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	66,1	49	67,3
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	68,1	49	69,3
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	70,4	49	71,7
IO-47 Herta-Mannheimer-Weg 4a	59	56	49	57,3
IO-47 Herta-Mannheimer-Weg 4a	59	58,6	49	59,8
IO-48 Herta-Mannheimer-Weg 4	59	57,8	49	59
IO-49 Herta-Mannheimer-Weg 6	59	49,3	49	50,5
IO-49 Herta-Mannheimer-Weg 6	59	54,7	49	56
IO-50 Herta-Mannheimer-Weg 7	59	51,1	49	52,3
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	66,1	49	67,3
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	67,9	49	69,2
IO-52 Bremenweg 2	59	65,8	49	67,1
IO-52 Bremenweg 2	59	67,7	49	68,9
IO-53 Bremenweg 4	59	60,5	49	61,8
IO-53 Bremenweg 4	59	62,3	49	63,6
IO-54 Herta-Mannheimer-Weg 2	59	54,8	49	56
IO-54 Herta-Mannheimer-Weg 2	59	57,7	49	58,9
IO-55 Bremenweg 6	59	55,9	49	57,2
IO-55 Bremenweg 6	59	57,6	49	58,8
IO-56 Herta-Mannheimer-Weg 3	59	51,9	49	53,2
IO-56 Herta-Mannheimer-Weg 3	59	54,7	49	55,9

IO-57 Bremenweg 8	59	53,3	49	54,6
IO-57 Bremenweg 8	59	55,8	49	57
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	66,4	49	67,6
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	68,5	49	69,7
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	70,8	49	72,1
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	66,7	49	67,9
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	68,6	49	69,9
IO-60 Bremenweg 1	59	59,8	49	61,1
IO-60 Bremenweg 1	59	62	49	63,2
IO-61 Bremenweg 1a	59	56,5	49	57,8
IO-61 Bremenweg 1a	59	60,2	49	61,5
IO-62 Domweg 1	59	57,6	49	58,9
IO-62 Domweg 1	59	60,9	49	62,2
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	66,5	49	67,8
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	68,3	49	69,6
IO-64 Domweg 1a	59	59,4	49	60,6
IO-64 Domweg 1a	59	61,8	49	63
IO-65 Domweg 3	59	56,9	49	58,1
IO-65 Domweg 3	59	59,8	49	61,1
IO-65 Domweg 3	59	62,7	49	63,9
IO-66 Domweg 2	59	51,9	49	53,1
IO-67 Eisenbahnstraße 21	59	66	49	67,2
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	61,6	49	62,9
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	64,9	49	66,1
IO-69 Domweg 5	59	57	49	58,3
IO-69 Domweg 5	59	60,2	49	61,5
IO-70 Eisenbahnstraße 23	59	64,3	49	65,5
IO-70 Eisenbahnstraße 23	59	66,4	49	67,6
IO-71 Domweg 7	59	57,2	49	58,4
IO-71 Domweg 7	59	59,6	49	60,8
IO-72 Eisenbahnstraße 24	59	61,7	49	62,9
IO-72 Eisenbahnstraße 24	59	64,4	49	65,6
IO-73 Domweg 9	59	56,8	49	58
IO-73 Domweg 9	59	59,6	49	60,9
IO-74 Domweg 11	59	56,3	49	57,5
IO-74 Domweg 11	59	59	49	60,2
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	62,6	49	63,8
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	65	49	66,3
IO-76 Kaulstraße 6	59	54,9	49	56,1
IO-76 Kaulstraße 6	59	57,4	49	58,6
IO-77 Kaulstraße 5	59	60,3	49	61,5
IO-77 Kaulstraße 5	59	62,5	49	63,7
IO-78 Unterer Kirchbergweg 2	59	54,5	49	55,7
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	60,1	49	61,3
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	62	49	63,3
IO-80 Eisenbahnstraße 27	59	63,8	49	65
IO-80 Eisenbahnstraße 27	59	67,5	49	68,8
IO-80 Eisenbahnstraße 27	59	71,4	49	72,6
IO-81 Eisenbahnstraße 28	59	63,7	49	64,9
IO-81 Eisenbahnstraße 28	59	67,9	49	69,1
IO-82 Unterer Kirchbergweg 3	59	57,8	49	59
IO-82 Unterer Kirchbergweg 3	59	59,6	49	60,8
IO-83 Unterer Kirchbergweg 3a	59	56,7	49	57,9

IO-83 Unterer Kirchbergweg 3a	59	58,7	49	60
IO-84 Eisenbahnstraße 29	59	64,1	49	65,3
IO-84 Eisenbahnstraße 29	59	68	49	69,3

Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg

SSW Höhe $h = 4 \text{ m}$

	Tag		Nacht	
	IRW	L r,A	IRW	L r,A
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	69,6	49	70,8
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	71	49	72,2
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	72,4	49	73,7
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	64,2	49	65,4
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	66,3	49	67,5
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	68,1	49	69,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	57,3	49	58,6
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	61,2	49	62,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	63,7	49	65
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	62,8	49	64
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	64,9	49	66,1
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	62,8	49	64
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	65,2	49	66,4
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	54,5	49	55,8
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	56,1	49	57,4
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	58,8	49	60
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	63,7	49	64,9
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	66,5	49	67,7
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	68,9	49	70,2
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	62,5	49	63,7
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	65,2	49	66,5
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	67,2	49	68,4
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	61,8	49	63
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	64,5	49	65,7
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	67	49	68,2
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	62,3	49	63,5
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	64,9	49	66,1
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	67,2	49	68,4
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	62,7	49	63,9
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	65,4	49	66,6
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	67,5	49	68,7
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	63,2	49	64,4
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	65,8	49	67
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	67,7	49	68,9
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	57,4	49	58,6
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	58,9	49	60,1
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	56,5	49	57,7
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	58,6	49	59,8
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	64,6	49	65,8
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	67,1	49	68,4
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	64,6	49	65,9

IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	67,1	49	68,3
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	64,6	49	65,8
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	66,8	49	68
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	68,4	49	69,7
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	64,6	49	65,8
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	66,7	49	67,9
IO-52 Bremenweg 2	59	64,2	49	65,5
IO-52 Bremenweg 2	59	66,4	49	67,6
IO-53 Bremenweg 4	59	59,3	49	60,5
IO-53 Bremenweg 4	59	61,1	49	62,3
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	64,7	49	66
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	67,2	49	68,4
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	68,8	49	70
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	65	49	66,3
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	67,4	49	68,7
IO-60 Bremenweg 1	59	58,4	49	59,6
IO-60 Bremenweg 1	59	60,3	49	61,5
IO-61 Bremenweg 1a	59	55,3	49	56,6
IO-61 Bremenweg 1a	59	59	49	60,3
IO-62 Domweg 1	59	56,8	49	58
IO-62 Domweg 1	59	59,8	49	61
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	65	49	66,2
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	67,2	49	68,4
IO-64 Domweg 1a	59	58,6	49	59,8
IO-64 Domweg 1a	59	60,5	49	61,7
IO-65 Domweg 3	59	55,6	49	56,8
IO-65 Domweg 3	59	58,2	49	59,4
IO-65 Domweg 3	59	61,2	49	62,4
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	60,2	49	61,4
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	63,1	49	64,3
IO-69 Domweg 5	59	56,4	49	57,6
IO-69 Domweg 5	59	59,2	49	60,4
IO-73 Domweg 9	59	55,6	49	56,8
IO-73 Domweg 9	59	58	49	59,2
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	60,9	49	62,1
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	63	49	64,2
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	58,5	49	59,7
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	60,3	49	61,5

SSW Höhe h = 5 m

	Tag		Nacht	
	IRW	L r,A	IRW	L r,A
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	69,1	49	70,4
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	70,3	49	71,5
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	71,1	49	72,4
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	62,8	49	64,1
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	64,4	49	65,6
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	66,2	49	67,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	56,2	49	57,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	60,3	49	61,5

IO-14 Steigerfurtweg 2	59	62,5	49	63,7
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	61,1	49	62,3
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	62,5	49	63,7
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	60,8	49	62,1
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	62,6	49	63,8
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	53,6	49	54,9
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	55	49	56,2
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	57,4	49	58,6
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	60,7	49	61,9
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	63,3	49	64,5
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	66	49	67,3
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	59,8	49	61
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	62,1	49	63,3
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	64,7	49	65,9
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	59	49	60,2
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	61,2	49	62,3
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	63,8	49	65
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	59,7	49	60,9
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	61,9	49	63,1
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	64,4	49	65,6
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	60,1	49	61,3
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	62,3	49	63,5
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	64,9	49	66,1
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	60,8	49	62
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	63	49	64,2
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	65,4	49	66,6
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	56,2	49	57,4
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	57,5	49	58,8
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	54,3	49	55,5
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	56,2	49	57,4
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	62,2	49	63,4
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	64,5	49	65,7
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	62,4	49	63,6
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	64,6	49	65,8
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	62,5	49	63,7
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	64,6	49	65,8
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	66,6	49	67,8
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	62,6	49	63,8
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	64,6	49	65,8
IO-52 Bremenweg 2	59	62,3	49	63,5
IO-52 Bremenweg 2	59	64,2	49	65,4
IO-53 Bremenweg 4	59	58	49	59,3
IO-53 Bremenweg 4	59	59,6	49	60,8
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	62,6	49	63,8
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	65,1	49	66,3
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	67,1	49	68,3
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	62,9	49	64,1
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	65,5	49	66,7
IO-60 Bremenweg 1	59	57	49	58,2
IO-60 Bremenweg 1	59	58,4	49	59,6
IO-61 Bremenweg 1a	59	54,3	49	55,5
IO-61 Bremenweg 1a	59	57,8	49	59
IO-62 Domweg 1	59	56,1	49	57,3

IO-62 Domweg 1	59	58,4	49	59,6
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	62,9	49	64,1
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	65,1	49	66,4
IO-64 Domweg 1a	59	57,4	49	58,7
IO-64 Domweg 1a	59	59	49	60,2
IO-65 Domweg 3	59	54,2	49	55,4
IO-65 Domweg 3	59	56,5	49	57,7
IO-65 Domweg 3	59	59,2	49	60,5
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	58,9	49	60,1
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	61,4	49	62,6
IO-69 Domweg 5	59	55,6	49	56,8
IO-69 Domweg 5	59	58,1	49	59,3
IO-73 Domweg 9	59	54,1	49	55,3
IO-73 Domweg 9	59	56,5	49	57,7
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	58,8	49	60
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	60,4	49	61,6
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	56,6	49	57,8
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	58	49	59,2

SSW Höhe h = 6 m

	Tag		Nacht	
	IRW	L r,A	IRW	L r,A
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	68,9	49	70,2
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	70	49	71,2
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	70,5	49	71,8
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	61,9	49	63,1
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	63,3	49	64,5
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	64,5	49	65,8
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	55,4	49	56,6
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	59,5	49	60,8
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	61,8	49	63,1
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	60	49	61,2
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	61	49	62,3
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	59,7	49	60,9
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	60,7	49	62
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	52,8	49	54,1
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	54,3	49	55,5
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	56,7	49	57,9
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	58,7	49	59,9
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	60,5	49	61,6
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	62,9	49	64,1
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	58,1	49	59,3
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	59,6	49	60,8
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	61,7	49	62,9
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	57	49	58,2
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	58,7	49	59,8
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	60,6	49	61,8
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	57,9	49	59,1
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	59,5	49	60,7
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	61,5	49	62,7

IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	58,2	49	59,4
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	59,9	49	61,1
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	62	49	63,2
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	58,8	49	60
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	60,8	49	62
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	62,9	49	64,1
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	55,1	49	56,4
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	56,4	49	57,6
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	53	49	54,2
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	54,5	49	55,7
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	60,1	49	61,3
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	62,3	49	63,5
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	60,2	49	61,4
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	62,5	49	63,7
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	60,2	49	61,4
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	62,6	49	63,8
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	64,7	49	66
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	60,3	49	61,5
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	62,7	49	63,9
IO-52 Bremenweg 2	59	60	49	61,3
IO-52 Bremenweg 2	59	62,3	49	63,6
IO-53 Bremenweg 4	59	56,4	49	57,7
IO-53 Bremenweg 4	59	58,6	49	59,8
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	60	49	61,2
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	63	49	64,3
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	65,4	49	66,6
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	60,3	49	61,5
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	63,3	49	64,5
IO-60 Bremenweg 1	59	55,3	49	56,5
IO-60 Bremenweg 1	59	56,9	49	58,1
IO-61 Bremenweg 1a	59	52,9	49	54,1
IO-61 Bremenweg 1a	59	56,5	49	57,7
IO-62 Domweg 1	59	54,4	49	55,7
IO-62 Domweg 1	59	57,4	49	58,6
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	60,5	49	61,7
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	63	49	64,2
IO-64 Domweg 1a	59	56,1	49	57,4
IO-64 Domweg 1a	59	57,9	49	59,2
IO-65 Domweg 3	59	52,8	49	54
IO-65 Domweg 3	59	55,6	49	56,8
IO-65 Domweg 3	59	58	49	59,2
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	57	49	58,2
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	59,8	49	61
IO-69 Domweg 5	59	53,9	49	55,1
IO-69 Domweg 5	59	57,5	49	58,7
IO-73 Domweg 9	59	53,2	49	54,4
IO-73 Domweg 9	59	55,4	49	56,7
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	57,2	49	58,5
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	58,6	49	59,8
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	55,3	49	56,6
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	56,4	49	57,6

SSW Höhe h = 10 m

	Tag		Nacht	
	IRW	L r,A	IRW	L r,A
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	68,6	49	69,8
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	69,5	49	70,8
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	70	49	71,2
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	60,3	49	61,6
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	61,4	49	62,6
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	62,1	49	63,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	53,9	49	55,1
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	58,1	49	59,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	60,6	49	61,9
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	58	49	59,3
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	58,8	49	60
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	57,4	49	58,7
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	58,3	49	59,5
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	51,5	49	52,7
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	53,1	49	54,4
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	55,6	49	56,9
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	55,5	49	56,8
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	56,1	49	57,4
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	57	49	58,2
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	55,2	49	56,5
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	55,6	49	56,9
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	56,5	49	57,7
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	54,5	49	55,8
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	54,9	49	56,1
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	55,4	49	56,7
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	54,8	49	56
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	55,3	49	56,6
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	56,2	49	57,4
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	54,4	49	55,7
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	55	49	56,3
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	56,2	49	57,5
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	54,8	49	56,1
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	55,5	49	56,7
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	57	49	58,2
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	50,9	49	52,2
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	52,2	49	53,4
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	51,4	49	52,7
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	52	49	53,3
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	55,2	49	56,4
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	56	49	57,3
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	55,3	49	56,6
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	56,1	49	57,4
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	55	49	56,3
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	55,9	49	57,1
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	57,9	49	59,1
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	55,1	49	56,4
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	55,9	49	57,2
IO-52 Bremenweg 2	59	54,9	49	56,2

IO-52 Bremenweg 2	59	55,8	49	57
IO-53 Bremenweg 4	59	51,8	49	53,1
IO-53 Bremenweg 4	59	53,1	49	54,4
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	55,6	49	56,8
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	56,3	49	57,5
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	57,9	49	59,2
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	55,7	49	57
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	56,4	49	57,7
IO-60 Bremenweg 1	59	51,5	49	52,8
IO-60 Bremenweg 1	59	52,4	49	53,6
IO-61 Bremenweg 1a	59	49,7	49	51
IO-61 Bremenweg 1a	59	52,3	49	53,5
IO-62 Domweg 1	59	50,3	49	51,5
IO-62 Domweg 1	59	52,6	49	53,9
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	55,3	49	56,6
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	56,2	49	57,4
IO-64 Domweg 1a	59	51,5	49	52,7
IO-64 Domweg 1a	59	52,6	49	53,8
IO-65 Domweg 3	59	50,6	49	51,9
IO-65 Domweg 3	59	51,4	49	52,6
IO-65 Domweg 3	59	53,4	49	54,6
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	53,4	49	54,6
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	54,7	49	55,9
IO-69 Domweg 5	59	50,8	49	52
IO-69 Domweg 5	59	52,2	49	53,5
IO-73 Domweg 9	59	51,2	49	52,4
IO-73 Domweg 9	59	51,9	49	53,1
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	54,7	49	55,9
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	55,5	49	56,7
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	53,2	49	54,4
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	54	49	55,3

Maßnahmen am Fahrweg

SSD

	Tag		Nacht	
	IRW	L r,A	IRW	L r,A
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	69,1	49	70,4
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	70,7	49	72
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	72	49	73,3
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	64,6	49	65,8
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	67,1	49	68,4
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	69,7	49	71
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	57,1	49	58,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	61,4	49	62,7
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	63,7	49	65
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	63,5	49	64,7
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	66,1	49	67,4
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	63,8	49	65
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	66,3	49	67,6

IO-18 Steigerfurtweg 3	59	54,2	49	55,4
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	56,2	49	57,5
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	59	49	60,2
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	65,3	49	66,6
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	67,3	49	68,5
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	70	49	71,2
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	63,9	49	65,2
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	66,6	49	67,8
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	69,3	49	70,6
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	63,2	49	64,4
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	66,2	49	67,4
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	68,1	49	69,4
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	63,6	49	64,8
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	66,3	49	67,6
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	68,6	49	69,9
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	64,1	49	65,3
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	66,5	49	67,8
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	69,1	49	70,4
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	64,5	49	65,7
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	66,8	49	68,1
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	69,4	49	70,7
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	57,7	49	58,9
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	59,4	49	60,6
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	57,8	49	59
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	60	49	61,2
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	65,7	49	67
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	67,7	49	68,9
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	65,6	49	66,9
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	67,6	49	68,8
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	65,4	49	66,6
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	67,4	49	68,6
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	69,9	49	71,2
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	65,4	49	66,6
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	67,2	49	68,5
IO-52 Bremenweg 2	59	65,2	49	66,4
IO-52 Bremenweg 2	59	67	49	68,3
IO-53 Bremenweg 4	59	59,8	49	61,1
IO-53 Bremenweg 4	59	61,7	49	62,9
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	65,7	49	66,9
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	67,8	49	69,1
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	70,3	49	71,5
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	66	49	67,3
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	68	49	69,2
IO-60 Bremenweg 1	59	59,2	49	60,4
IO-60 Bremenweg 1	59	61,3	49	62,6
IO-61 Bremenweg 1a	59	56	49	57,2
IO-61 Bremenweg 1a	59	59,6	49	60,8
IO-62 Domweg 1	59	56,9	49	58,1
IO-62 Domweg 1	59	60,3	49	61,5
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	65,9	49	67,2
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	67,7	49	68,9
IO-64 Domweg 1a	59	58,6	49	59,8
IO-64 Domweg 1a	59	61,2	49	62,4

IO-65 Domweg 3	59	56,4	49	57,6
IO-65 Domweg 3	59	59,4	49	60,6
IO-65 Domweg 3	59	62,2	49	63,4
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	61,1	49	62,3
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	64,4	49	65,6
IO-69 Domweg 5	59	56,3	49	57,5
IO-69 Domweg 5	59	59,6	49	60,8
IO-73 Domweg 9	59	56,3	49	57,5
IO-73 Domweg 9	59	59,2	49	60,4
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	62	49	63,2
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	64,6	49	65,8
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	59,6	49	60,8
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	61,6	49	62,8

SSA

	Tag		Nacht	
	IRW	L _{r,A}	IRW	L _{r,A}
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	69,1	49	70,4
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	70,7	49	72
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	72	49	73,3
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	64,6	49	65,8
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	67,1	49	68,4
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	69,7	49	71
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	57,1	49	58,4
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	61,4	49	62,7
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	63,7	49	65
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	63,5	49	64,7
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	66,1	49	67,4
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	63,8	49	65
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	66,3	49	67,6
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	54,2	49	55,4
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	56,2	49	57,5
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	59	49	60,2
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	65,3	49	66,6
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	67,3	49	68,5
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	70	49	71,2
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	63,9	49	65,2
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	66,6	49	67,8
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	69,3	49	70,6
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	63,2	49	64,4
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	66,2	49	67,4
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	68,1	49	69,4
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	63,6	49	64,8
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	66,3	49	67,6
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	68,6	49	69,9
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	64,1	49	65,3
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	66,5	49	67,8
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	69,1	49	70,4
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	64,5	49	65,7
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	66,8	49	68,1

IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	69,4	49	70,7
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	57,7	49	58,9
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	59,4	49	60,6
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	57,8	49	59
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	60	49	61,2
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	65,7	49	67
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	67,7	49	68,9
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	65,6	49	66,9
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	67,6	49	68,8
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	65,4	49	66,6
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	67,4	49	68,6
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	69,9	49	71,2
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	65,4	49	66,6
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	67,2	49	68,5
IO-52 Bremenweg 2	59	65,2	49	66,4
IO-52 Bremenweg 2	59	67	49	68,3
IO-53 Bremenweg 4	59	59,8	49	61,1
IO-53 Bremenweg 4	59	61,7	49	62,9
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	65,7	49	66,9
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	67,8	49	69,1
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	70,3	49	71,5
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	66	49	67,3
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	68	49	69,2
IO-60 Bremenweg 1	59	59,2	49	60,4
IO-60 Bremenweg 1	59	61,3	49	62,6
IO-61 Bremenweg 1a	59	56	49	57,2
IO-61 Bremenweg 1a	59	59,6	49	60,8
IO-62 Domweg 1	59	56,9	49	58,1
IO-62 Domweg 1	59	60,3	49	61,5
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	65,9	49	67,2
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	67,7	49	68,9
IO-64 Domweg 1a	59	58,6	49	59,8
IO-64 Domweg 1a	59	61,2	49	62,4
IO-65 Domweg 3	59	56,4	49	57,6
IO-65 Domweg 3	59	59,4	49	60,6
IO-65 Domweg 3	59	62,2	49	63,4
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	61,1	49	62,3
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	64,4	49	65,6
IO-69 Domweg 5	59	56,3	49	57,5
IO-69 Domweg 5	59	59,6	49	60,8
IO-73 Domweg 9	59	56,3	49	57,5
IO-73 Domweg 9	59	59,2	49	60,4
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	62	49	63,2
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	64,6	49	65,8
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	59,6	49	60,8
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	61,6	49	62,8

Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg und am Fahrweg

SSD + SSW Höhe $h = 6 \text{ m}$

	Tag		Nacht	
	IRW	L _{r,A}	IRW	L _{r,A}
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	67,8	49	69,1
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	68,9	49	70,2
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	69,6	49	70,8
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	61	49	62,3
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	62,5	49	63,7
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	63,8	49	65,1
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	54,4	49	55,7
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	58,7	49	59,9
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	61	49	62,2
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	59,3	49	60,5
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	60,4	49	61,6
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	59	49	60,2
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	60,1	49	61,3
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	51,9	49	53,2
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	53,4	49	54,6
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	55,9	49	57,1
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	58	49	59,2
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	59,9	49	61,1
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	62,4	49	63,6
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	57,3	49	58,5
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	59	49	60,2
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	61,2	49	62,4
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	56,2	49	57,4
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	58	49	59,2
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	60,1	49	61,3
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	57,1	49	58,3
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	58,9	49	60
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	60,9	49	62,1
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	57,4	49	58,6
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	59,2	49	60,4
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	61,5	49	62,7
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	58	49	59,2
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	60	49	61,3
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	62,3	49	63,5
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	54,2	49	55,4
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	55,6	49	56,8
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	52,2	49	53,4
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	53,8	49	55
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	59,2	49	60,4
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	61,5	49	62,7
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	59,4	49	60,6
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	61,7	49	62,9
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	59,3	49	60,5
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	61,8	49	63
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	64	49	65,2
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	59,4	49	60,6

IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	61,9	49	63,1
IO-52 Bremenweg 2	59	59,2	49	60,4
IO-52 Bremenweg 2	59	61,5	49	62,8
IO-53 Bremenweg 4	59	55,5	49	56,7
IO-53 Bremenweg 4	59	57,7	49	58,9
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	59,1	49	60,3
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	62,2	49	63,5
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	64,7	49	65,9
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	59,5	49	60,7
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	62,5	49	63,7
IO-60 Bremenweg 1	59	54,4	49	55,6
IO-60 Bremenweg 1	59	56,1	49	57,3
IO-61 Bremenweg 1a	59	52,1	49	53,4
IO-61 Bremenweg 1a	59	55,6	49	56,8
IO-62 Domweg 1	59	53,5	49	54,7
IO-62 Domweg 1	59	56,5	49	57,7
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	59,7	49	60,9
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	62,2	49	63,4
IO-64 Domweg 1a	59	55,1	49	56,4
IO-64 Domweg 1a	59	57,1	49	58,3
IO-65 Domweg 3	59	52,2	49	53,5
IO-65 Domweg 3	59	54,9	49	56,1
IO-65 Domweg 3	59	57,4	49	58,6
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	56,3	49	57,5
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	59,1	49	60,3
IO-69 Domweg 5	59	53	49	54,2
IO-69 Domweg 5	59	56,7	49	58
IO-73 Domweg 9	59	52,6	49	53,8
IO-73 Domweg 9	59	54,8	49	56
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	56,5	49	57,7
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	58	49	59,2
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	54,6	49	55,8
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	55,8	49	57

SSD + SSW Höhe h = 10 m

	Tag		Nacht	
	IRW	L r,A	IRW	L r,A
	/dB	/dB	/dB	/dB
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	67,4	49	68,7
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	68,4	49	69,6
IO-11 Eisenbahnstraße 4	59	68,9	49	70,2
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	59,4	49	60,7
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	60,4	49	61,7
IO-13 Eisenbahnstraße 6	59	61,2	49	62,5
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	52,9	49	54,1
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	57,2	49	58,5
IO-14 Steigerfurtweg 2	59	59,7	49	60,9
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	57,2	49	58,4
IO-15 Eisenbahnstraße 7	59	57,9	49	59,2
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	56,6	49	57,8
IO-16 Eisenbahnstraße 8	59	57,4	49	58,7

IO-18 Steigerfurtweg 3	59	50,5	49	51,8
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	52,2	49	53,4
IO-18 Steigerfurtweg 3	59	54,7	49	55,9
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	54,6	49	55,8
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	55,2	49	56,5
IO-23 Eisenbahnstraße 9	59	56,1	49	57,3
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	54,3	49	55,5
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	54,7	49	56
IO-24 Eisenbahnstraße 10	59	55,6	49	56,8
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	53,5	49	54,7
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	53,9	49	55,1
IO-27 Eisenbahnstraße 11	59	54,5	49	55,7
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	53,8	49	55
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	54,4	49	55,6
IO-28 Eisenbahnstraße 11a	59	55,3	49	56,5
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	53,4	49	54,7
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	54	49	55,2
IO-31 Eisenbahnstraße 12	59	55,2	49	56,5
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	53,8	49	55,1
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	54,5	49	55,7
IO-34 Eisenbahnstraße 13	59	56	49	57,2
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	50	49	51,2
IO-35 Herta-Mannheimer-Weg 12a	59	51,3	49	52,5
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	50,5	49	51,8
IO-36 Eisenbahnstraße 14	59	51,2	49	52,4
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	54,1	49	55,4
IO-41 Eisenbahnstraße 16	59	55	49	56,2
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	54,3	49	55,6
IO-42 Eisenbahnstraße 16a	59	55,2	49	56,4
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	54,1	49	55,3
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	54,9	49	56,2
IO-46 Eisenbahnstraße 17	59	56,8	49	58,1
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	54,2	49	55,4
IO-51 Eisenbahnstraße 18	59	55	49	56,2
IO-52 Bremenweg 2	59	54	49	55,3
IO-52 Bremenweg 2	59	54,9	49	56,1
IO-53 Bremenweg 4	59	50,9	49	52,2
IO-53 Bremenweg 4	59	52,3	49	53,5
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	54,6	49	55,9
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	55,4	49	56,7
IO-58 Eisenbahnstraße 19	59	57	49	58,2
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	54,8	49	56,1
IO-59 Eisenbahnstraße 19a	59	55,5	49	56,8
IO-60 Bremenweg 1	59	50,5	49	51,7
IO-60 Bremenweg 1	59	51,4	49	52,7
IO-61 Bremenweg 1a	59	48,8	49	50,1
IO-61 Bremenweg 1a	59	51,4	49	52,7
IO-62 Domweg 1	59	49,4	49	50,6
IO-62 Domweg 1	59	51,8	49	53
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	54,4	49	55,7
IO-63 Eisenbahnstraße 20	59	55,3	49	56,6
IO-64 Domweg 1a	59	50,5	49	51,8
IO-64 Domweg 1a	59	51,6	49	52,9

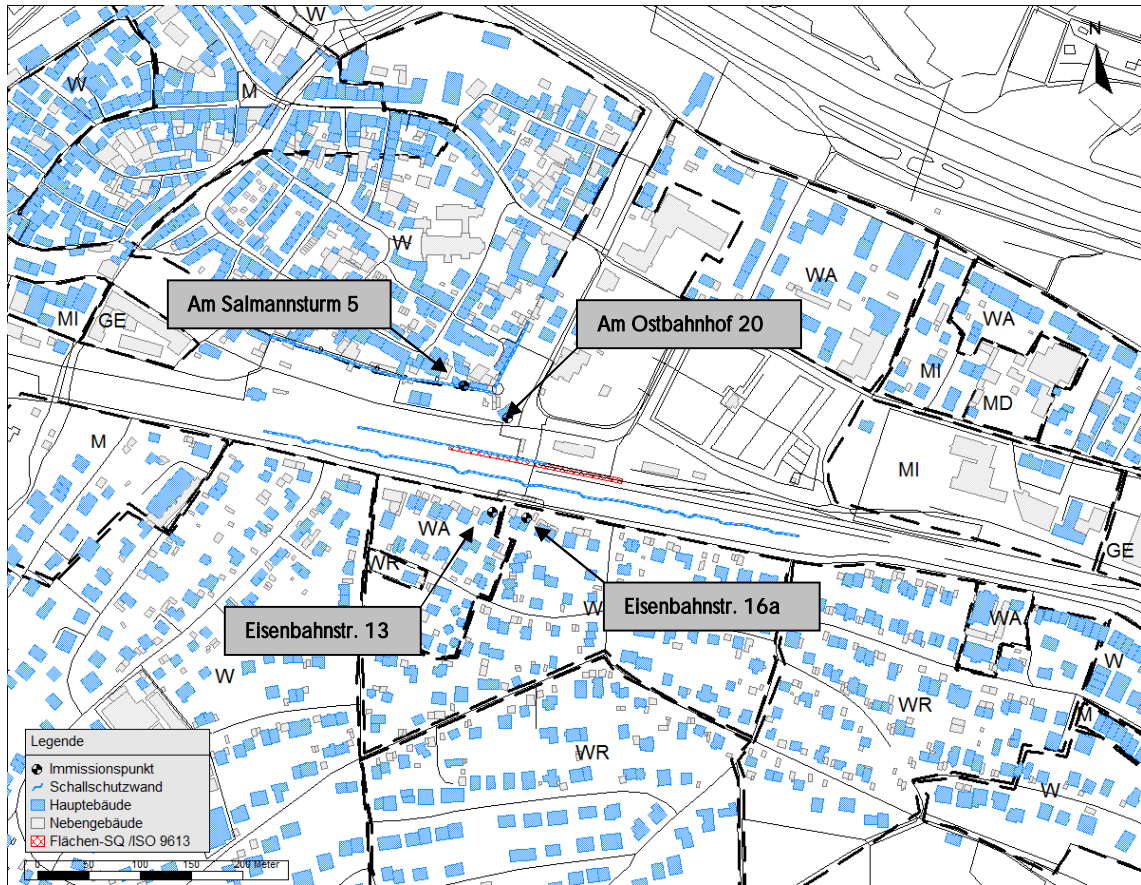
IO-65 Domweg 3	59	49,8	49	51,1
IO-65 Domweg 3	59	50,6	49	51,8
IO-65 Domweg 3	59	52,6	49	53,9
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	52,5	49	53,7
IO-68 Eisenbahnstraße 22	59	53,9	49	55,1
IO-69 Domweg 5	59	50	49	51,2
IO-69 Domweg 5	59	51,5	49	52,7
IO-73 Domweg 9	59	50,5	49	51,7
IO-73 Domweg 9	59	51,3	49	52,5
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	53,8	49	55,1
IO-75 Eisenbahnstraße 25,26	59	54,7	49	55,9
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	52,3	49	53,6
IO-79 Unterer Kirchbergweg 1	59	53,2	49	54,5

Anlage 4: Kosten-Nutzen-Analyse aller untersuchten Varianten

Variante	Lärmschutz-Maßnahme	Kosten für den aktiven Lärmschutz					gelöste Schutzfälle				Kosten (aktiv) je gelöstem Schutzfall (bezogen auf Gesamt aktiv) [€]	Schutzfälle mit verbleibender Grenzwertüberschreitung [Anzahl]			Gesamtkosten aktiv / passiv [€]
		Gesamt aktiv [€]	Wand [€]	Wahl [€]	SSD/SSA [€]		Tag	[%]	Anzahl	[%]		Tag	Nacht	Gesamt	
0	Prognose ohne Maßnahme											73	73	146	438.000,0 €
1	SSWD 10M	2.899.998,0 €	2.899.998,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	67	92%	0	0%	43.283,6 €	6	73	79	3.136.998,0 €
2	SSWD 6M	1.782.000,0 €	1.782.000,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	24	33%	0	0%	74.250,0 €	49	73	122	2.148.000,0 €
3	SSWD 5M	1.596.000,0 €	1.596.000,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	13	18%	0	0%	122.769,2 €	60	73	133	1.995.000,0 €
4	SSWD 4M	1.215.000,0 €	1.215.000,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	7	10%	0	0%	173.571,4 €	66	73	139	1.632.000,0 €
5	SSD	981.932,0 €	0,0 €	0,0 €	981.932,0 €	981.932,0 €	2	3%	0	0%	490.966,0 €	71	73	144	1.413.932,0 €
6	SSA	848.946,0 €	0,0 €	0,0 €	848.946,0 €	848.946,0 €	0	0%	0	0%		73	73	146	1.286.946,0 €
7	SSA+SSWD 6M	2.763.932,0 €	1.782.000,0 €	0,0 €	981.932,0 €	981.932,0 €	24	33%	0	0%	115.163,8 €	49	73	122	3.129.932,0 €
8	SSD+SSWD 10M	3.881.930,0 €	2.899.998,0 €	0,0 €	981.932,0 €	981.932,0 €	67	92%	0	0%	57.939,3 €	6	73	79	4.118.930,0 €

Anlage 5: Dokumentation der Immissionspunkte und Berechnungsergebnisse (baubedingte Schallimmissionen)

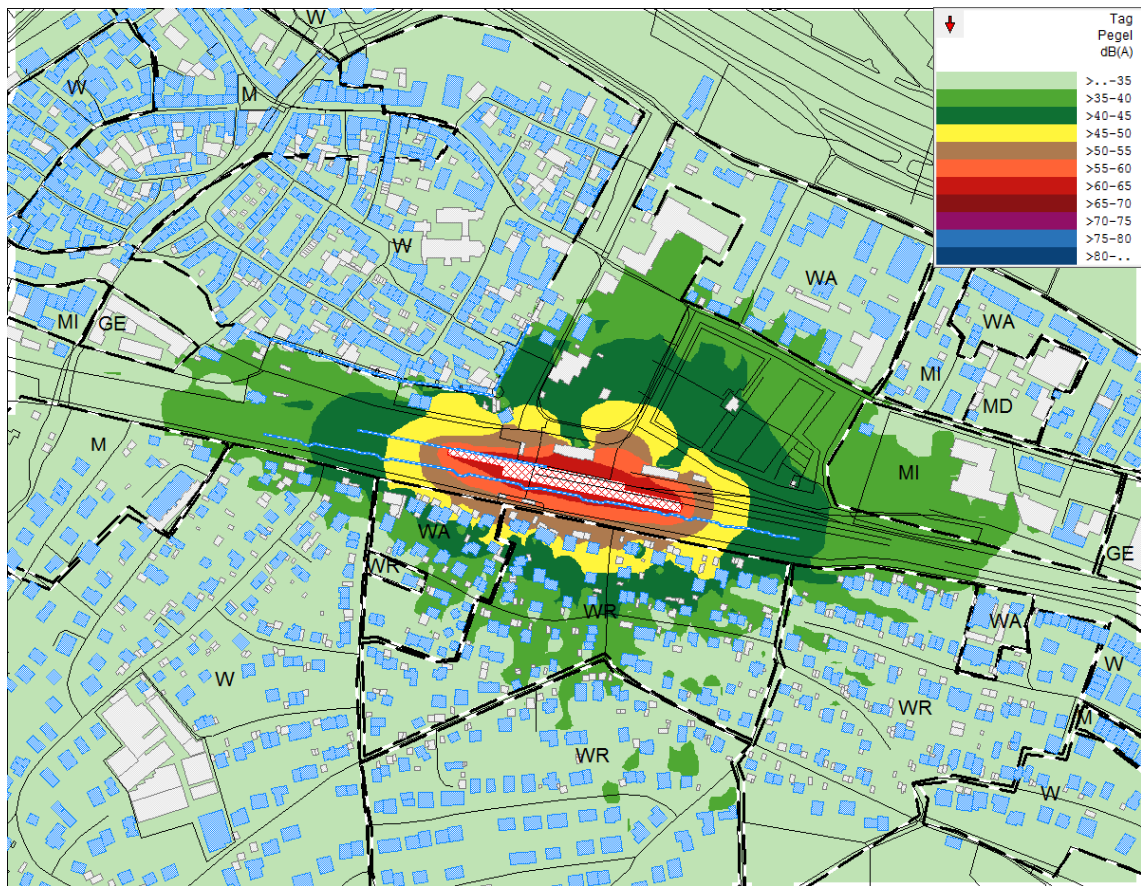
Darstellung der ausgewählten Immissionspunkte:



Bauphase 0 (tags):

Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$

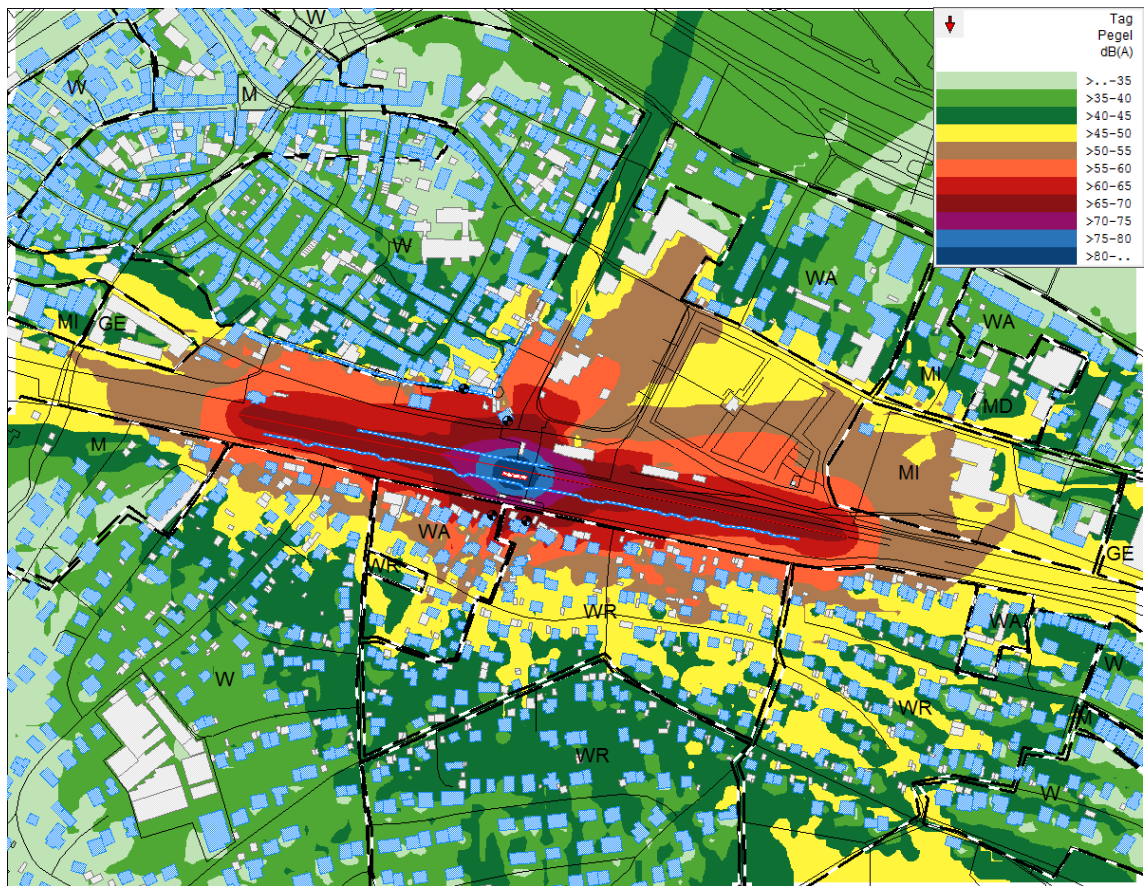
Hinweis:
Phase 0 nicht mehr aktuell, siehe dazu Stellungnahme vom 15.05.2019 in Unterlage 11.3



BP0		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	Am Ostbahnhof 20 EG	60,0	45,8	45,0	
IPkt002	Am Ostbahnhof 20 OG1	60,0	47,6	45,0	
IPkt003	Am Ostbahnhof 20 OG2	60,0	48,6	45,0	
IPkt017	Am Salmannsturm 5 EG	55,0	27,6	40,0	
IPkt018	Am Salmannsturm 5 OG	55,0	27,7	40,0	
IPkt006	Eisenbahnstr 13 EG	55,0	48,8	40,0	
IPkt007	Eisenbahnstr 13 OG1	55,0	50,1	40,0	
IPkt008	Eisenbahnstr 13 OG2	55,0	51,6	40,0	
IPkt004	Eisenbahnstr 16a EG	50,0	50,6	35,0	
IPkt005	Eisenbahnstr 16a OG1	50,0	52,1	35,0	

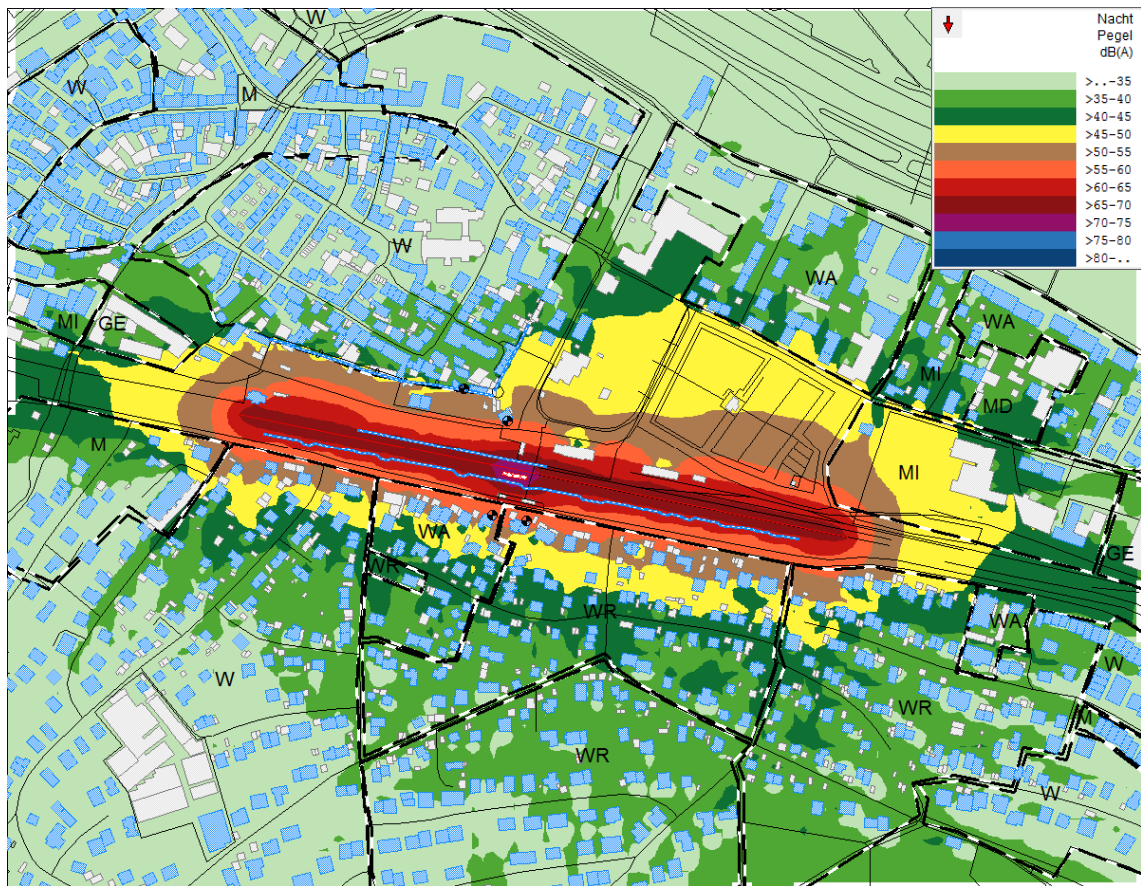
Bauphase 1 (tags):

Beurteilungspegelkarte, $h = 6$ m ü. GOK



Bauphase 1 (nachts):

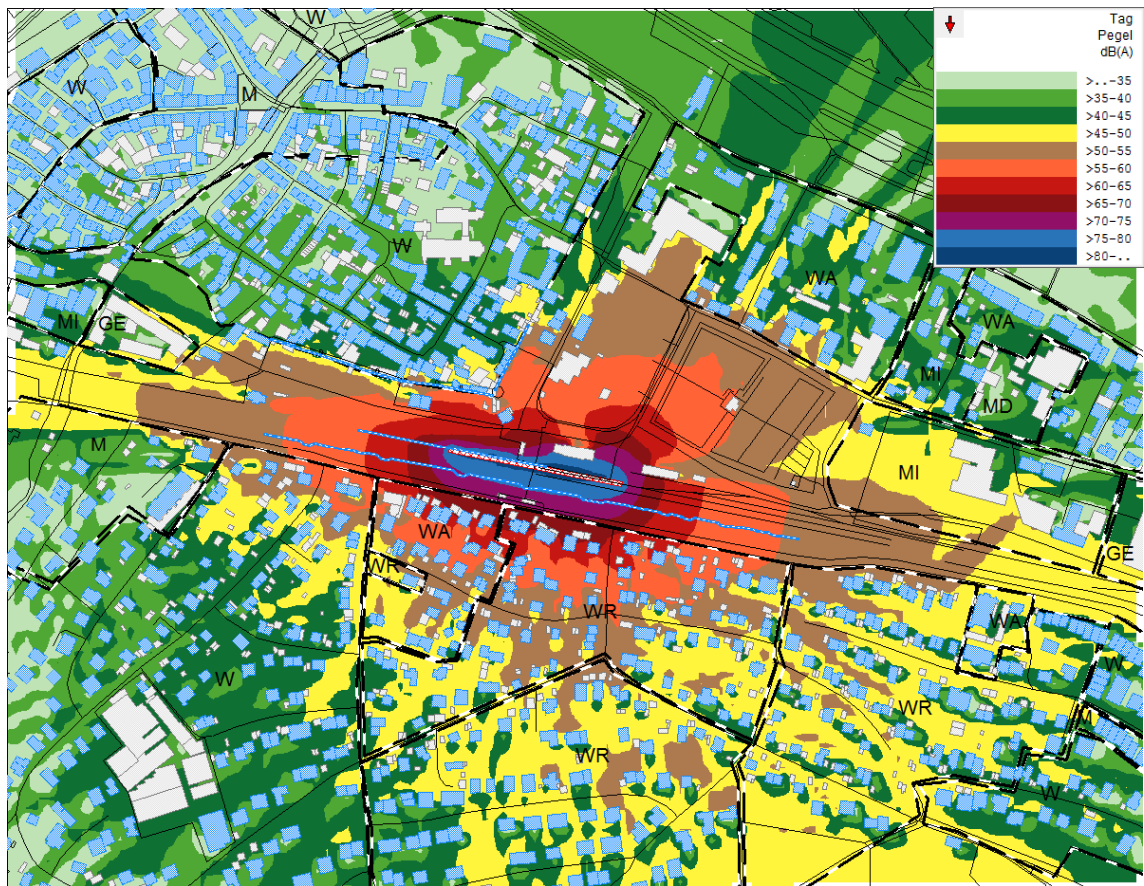
Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



BP1		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	Am Ostbahnhof 20 EG	60,0	63,1	45,0	52,2
IPkt002	Am Ostbahnhof 20 OG1	60,0	65,6	45,0	54,3
IPkt003	Am Ostbahnhof 20 OG2	60,0	67,1	45,0	55,8
IPkt017	Am Salmannsturm 5 EG	55,0	43,7	40,0	35,1
IPkt018	Am Salmannsturm 5 OG	55,0	44,3	40,0	35,4
IPkt006	Eisenbahnstr 13 EG	55,0	64,0	40,0	54,1
IPkt007	Eisenbahnstr 13 OG1	55,0	65,9	40,0	56,1
IPkt008	Eisenbahnstr 13 OG2	55,0	67,5	40,0	57,5
IPkt004	Eisenbahnstr 16a EG	50,0	64,8	35,0	54,9
IPkt005	Eisenbahnstr 16a OG1	50,0	67,4	35,0	57,5

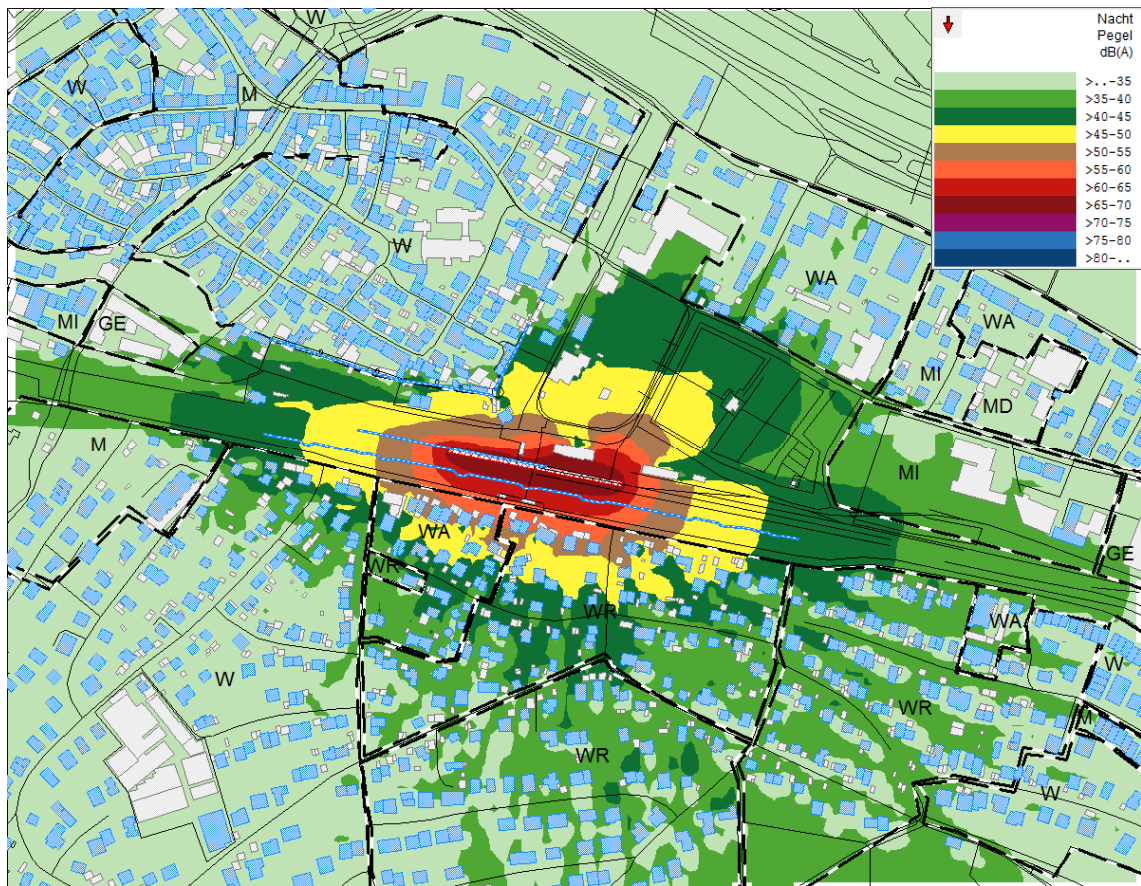
Bauphase 2 (tags):

Beurteilungspegelkarte, $h = 6$ m ü. GOK



Bauphase 2 (nachts):

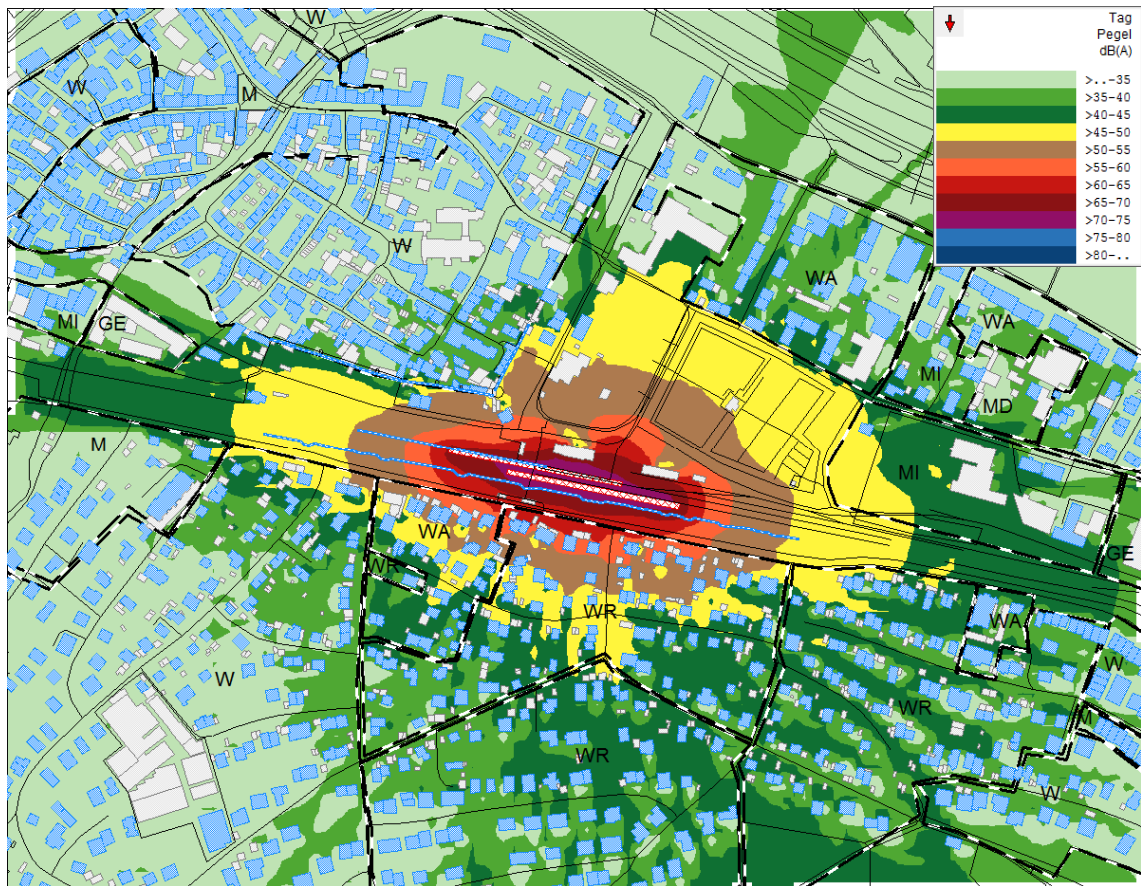
Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



BP2		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	Am Ostbahnhof 20 EG	60,0	61,1	45,0	50,1
IPkt002	Am Ostbahnhof 20 OG1	60,0	62,4	45,0	51,4
IPkt003	Am Ostbahnhof 20 OG2	60,0	63,2	45,0	52,2
IPkt017	Am Salmannsturm 5 EG	55,0	44,4	40,0	33,4
IPkt018	Am Salmannsturm 5 OG	55,0	44,5	40,0	33,5
IPkt006	Eisenbahnstr 13 EG	55,0	65,4	40,0	54,4
IPkt007	Eisenbahnstr 13 OG1	55,0	66,3	40,0	55,3
IPkt008	Eisenbahnstr 13 OG2	55,0	68,8	40,0	57,8
IPkt004	Eisenbahnstr 16a EG	50,0	66,5	35,0	55,5
IPkt005	Eisenbahnstr 16a OG1	50,0	68,2	35,0	57,2

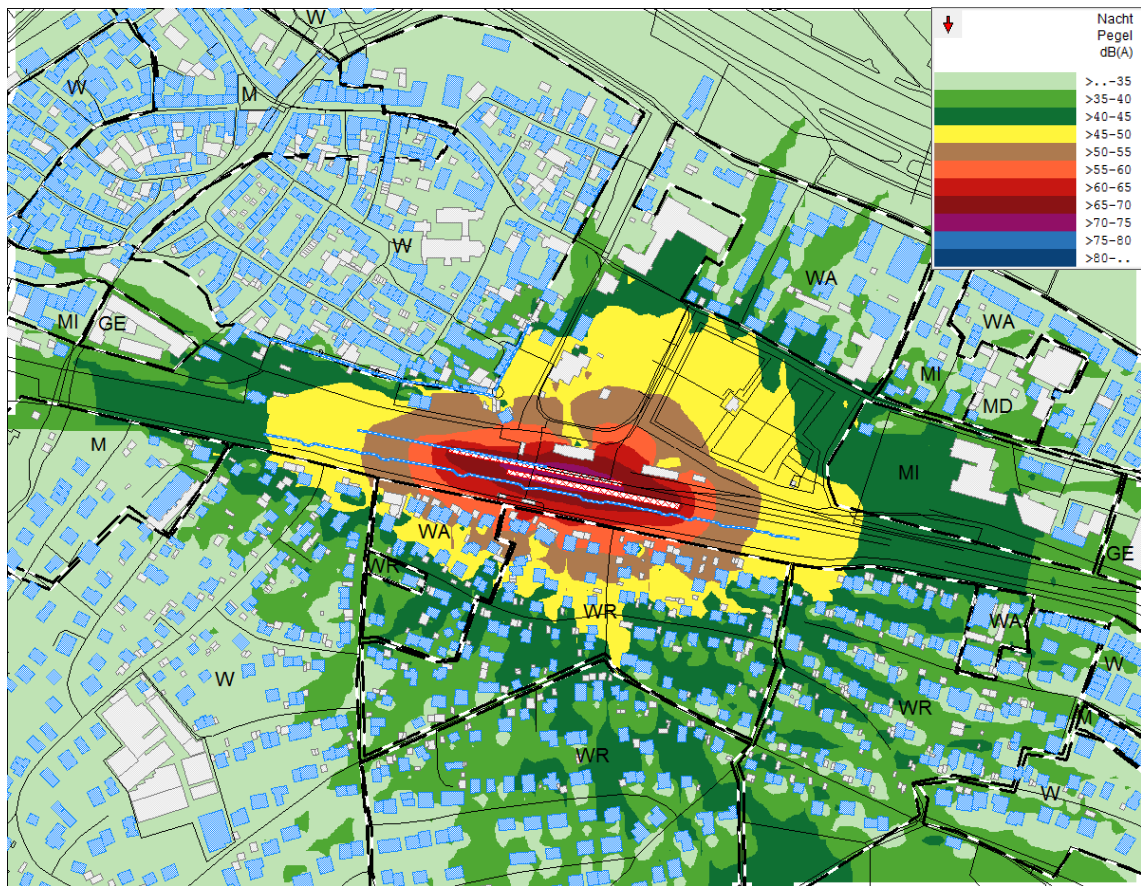
Bauphase 3 (tags):

Beurteilungspegelkarte, $h = 6$ m ü. GOK



Bauphase 3 (nachts):

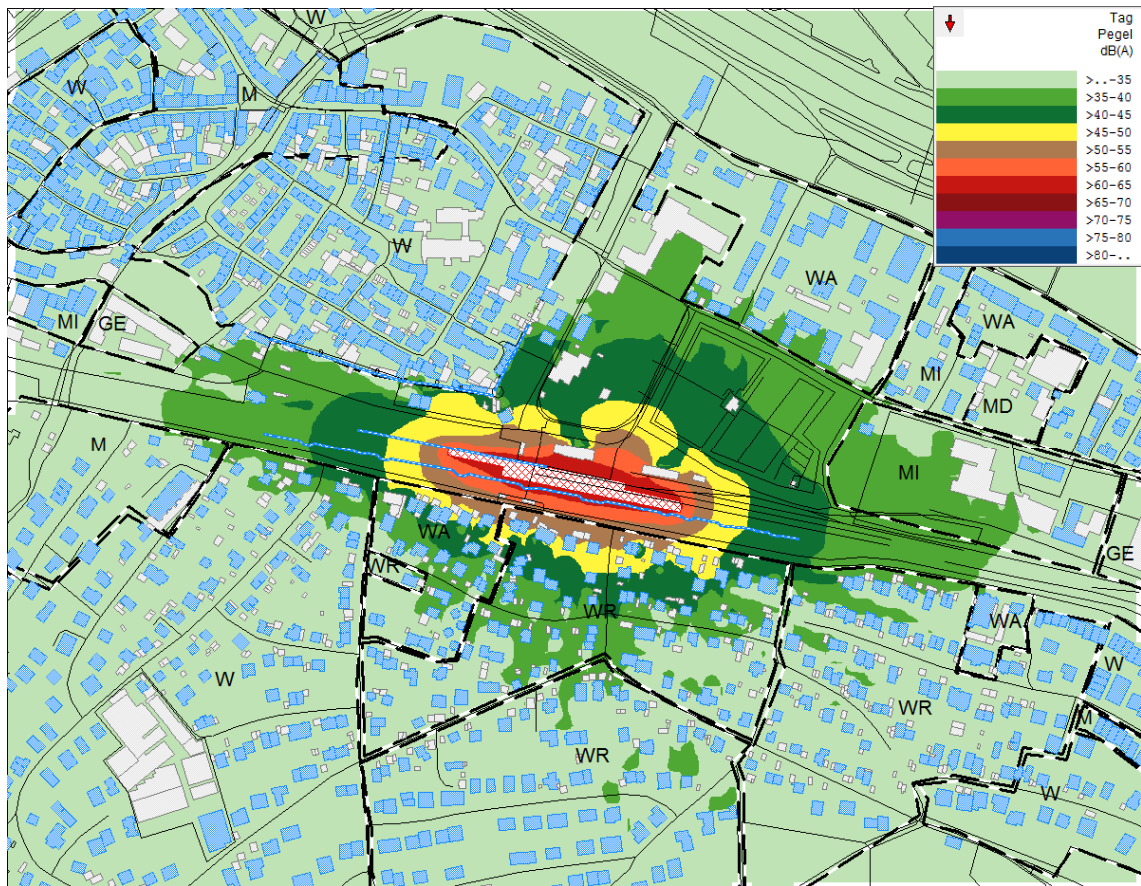
Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



BP3		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	Am Ostbahnhof 20 EG	60,0	53,7	45,0	52,3
IPkt002	Am Ostbahnhof 20 OG1	60,0	55,4	45,0	53,8
IPkt003	Am Ostbahnhof 20 OG2	60,0	56,4	45,0	54,8
IPkt017	Am Salmannsturm 5 EG	55,0	35,7	40,0	34,7
IPkt018	Am Salmannsturm 5 OG	55,0	35,8	40,0	34,8
IPkt006	Eisenbahnstr 13 EG	55,0	56,8	40,0	55,8
IPkt007	Eisenbahnstr 13 OG1	55,0	58,2	40,0	57,0
IPkt008	Eisenbahnstr 13 OG2	55,0	60,0	40,0	59,0
IPkt004	Eisenbahnstr 16a EG	50,0	58,6	35,0	57,4
IPkt005	Eisenbahnstr 16a OG1	50,0	60,5	35,0	59,2

Bauphase 0 (tags):

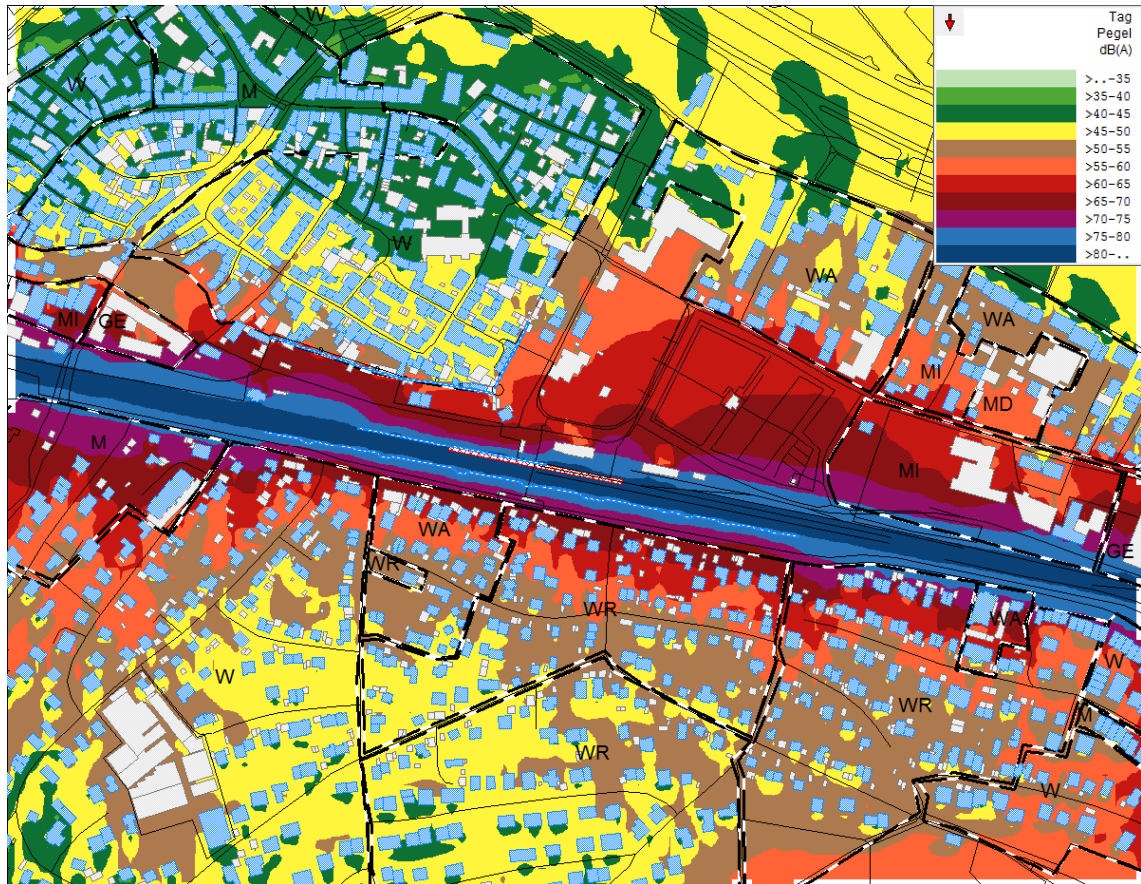
Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



BP0		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	Am Ostbahnhof 20 EG	60,0	45,8	45,0	
IPkt002	Am Ostbahnhof 20 OG1	60,0	47,6	45,0	
IPkt003	Am Ostbahnhof 20 OG2	60,0	48,6	45,0	
IPkt017	Am Salmannsturm 5 EG	55,0	27,6	40,0	
IPkt018	Am Salmannsturm 5 OG	55,0	27,7	40,0	
IPkt006	Eisenbahnstr 13 EG	55,0	48,8	40,0	
IPkt007	Eisenbahnstr 13 OG1	55,0	50,1	40,0	
IPkt008	Eisenbahnstr 13 OG2	55,0	51,6	40,0	
IPkt004	Eisenbahnstr 16a EG	50,0	50,6	35,0	
IPkt005	Eisenbahnstr 16a OG1	50,0	52,1	35,0	

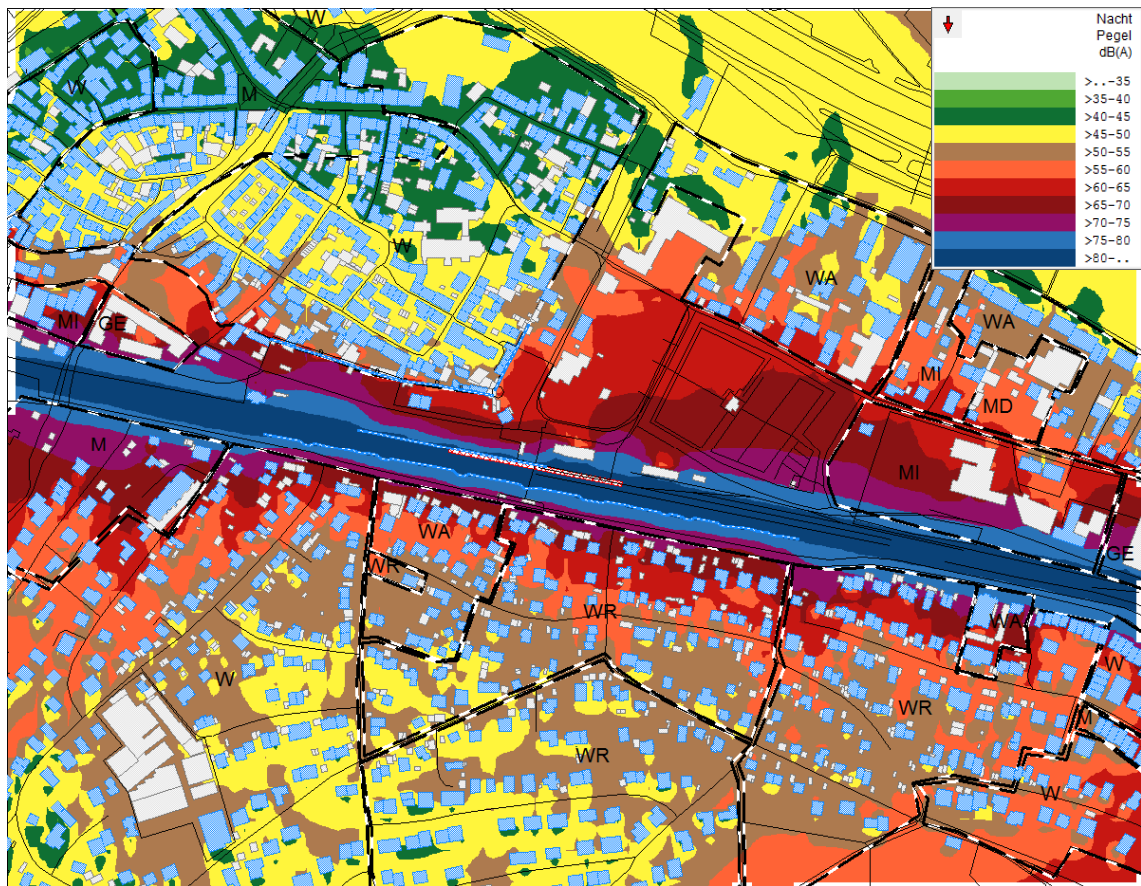
Geräuschvorbelastung (tags)

Beurteilungspegelkarte, $h = 6$ m ü. GOK



Geräuschvorbelastung (nachts)

Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Vorb		Einstellung: Referenzeinstellung: Schall 03			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	Am Ostbahnhof 20 EG	60,0	60,5	45,0	61,7
IPkt002	Am Ostbahnhof 20 OG1	60,0	62,4	45,0	63,6
IPkt003	Am Ostbahnhof 20 OG2	60,0	64,4	45,0	65,7
IPkt017	Am Salmannsturm 5 EG	55,0	48,0	40,0	49,2
IPkt018	Am Salmannsturm 5 OG	55,0	48,1	40,0	49,4
IPkt006	Eisenbahnstr 13 EG	55,0	62,6	40,0	63,8
IPkt007	Eisenbahnstr 13 OG1	55,0	66,2	40,0	67,5
IPkt008	Eisenbahnstr 13 OG2	55,0	68,4	40,0	69,6
IPkt004	Eisenbahnstr 16a EG	50,0	65,1	35,0	66,3
IPkt005	Eisenbahnstr 16a OG1	50,0	68,7	35,0	70,0

Prognose 2025**Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015**

Zugart-	Anzahl Züge		v max	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl
GZ-E	70	43	100	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
GZ-E	17	11	110	7-Z5_A4	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
RV-ET	76	8	110	5-Z5-A10	2								
	163	62	Summe beider Richtungen										

Erläuterungen und Legende

1. v_max abgeglichen mit VzG2016;

2. Bei GZ der Prognose 2025 Anteil Verbundstoff-Klotzbremsen = 80% gem. EBA-Anordnung vom 11.01.2015

3. Die Bezeichnung der Fahrzeugkategorie setzt sich wie folgt zusammen:

Nr. der Fz-Kategorie -Variante bzw. -Zeilennummer in Tabelle Beiblatt 1 _Achszahl (bei Tfz, E- und V-Triebzügen-außer bei HGV)

4. Für Brücken, schienengleiche BÜ und enge Gleisradien sind ggf. die entsprechenden Zuschläge zu berücksichtigen.

Legende**Traktionsarten:**

- E = Bespannung mit E-Lok
- V = Bespannung mit Diesellok
- ET, - VT = Elektro- / Dieseltriebzug

Zugarten:

- GZ = Güterzug
- RV = Regionalzug
- S = Elektrotriebzug der S-Bahn ...
- IC = Intercityzug
- ICE, TGV = Elektrotriebzug des HGV
- NZ = Nachtreisezug
- AZ = Saison- oder Ausflugszug
- D = sonstiger Fernreisezug, auch Dritte
- LR, LICE = Leerreisezug

Anlage 7: Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45687

Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45687

3. Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687

Fassung 2015-04.1

Auszug

Dokument-Typ: Dokumentation
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe:
Dokumentsprache: D

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1**Inhalt**

	Seite
Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe.....	3
4 QSI-Formblätter	3
4.1 Allgemeines	3
4.4 QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015).....	3
Literaturhinweise	6

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1**Vorwort**

Diese Dokumentation wurde vom Beirats-Sonderausschuss Qualitätsanforderung und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz (NA 001 BR-02 SO) (früher NALS Bei-SoA QS) erstellt. Diese Dokumentation wird in Ergänzung zu DIN 45687 veröffentlicht.

Die Anwender dieser Dokumentation zur Norm DIN 45687 – Hersteller und Benutzer von EDV-Programmen für die Geräuschemission im Freien – sind hiermit aufgerufen, die Festlegungen anhand von praktischen Problemstellungen zu prüfen und Erfahrungen, eventuelle Ergänzungen und/oder Spezifikationen zu senden an: NALS im DIN und VDI, 10772 Berlin, nals@din.de.

1 Anwendungsbereich

Diese Dokumentation gilt für Software-Erzeugnisse (Programme), mit denen Berechnungen zur Schallausbreitung im Freien vorgenommen werden können. Dem Anwender dieser Dokumentation ist die Vervielfältigung der Tabellen im Abschnitt 4 gestattet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 45687:2006-05, *Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemissionen im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in DIN 45687 angegebenen Begriffe.

4 QSI-Formblätter**4.1 Allgemeines**

Die Festlegung für den Umgang mit den nachfolgenden Formblättern ist in DIN 45687 festgelegt.

...

4.4 QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015)

Konformitätserklärung; Auszug aus der Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687 in der Fassung 2015-04.1 (Stand 17. April 2015)

ANMERKUNG 1 Dieser Auszug aus der Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687 wurde vom Obmann des dafür zuständigen NA 001 BR-02 SO, Dr. Hirsch, geprüft und bestätigt.

ANMERKUNG 2 Dieses QSI-Formblatt ersetzt das QSI-Formblatt zu Schall 03 in DIN 45687:2006-05, Tabelle B.3.

Als Hersteller des Software-Produktes **IMMI in der Fassung vom Juni 2015** erklären wir durch Ankreuzen auf dem folgenden QSI-Formblatt dessen Konformität mit dem vorstehend genannten Regelwerk. Einschränkungen sind erläutert.

Der Hersteller versichert, dass alle auf das Regelwerk bezogenen Testaufgaben aus den Erläuterungen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 17. April 2015 [2] mit einer auf dieses Regelwerk bezogenen Referenzeinstellung des Programms innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen richtig gelöst werden.

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1

Außerdem versichert er, dass die verwendete Software die Anforderungen der ISO/TR 17534-3:2015 "Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1" [3] erfüllt.

Höchberg, 23. Juni 2015

Ort, Datum, Unterschrift

Wölfel P. A. Th. Bö - y
 Meßsysteme - Software GmbH + Co. KG
 Max-Planck-Straße 15
 97204 Höchberg

QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015)

Das Programm ermöglicht in der Referenzeinstellung

Tabelle 1 — QSI- Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015) [1]

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja ^a	eingeschränkt ^a	nein ^a
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für eine Fahrzeugeinheit nach Gl. 1 und Beiblatt 1 und 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für mehrere Fahrzeugeinheiten nach Gl. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für punkt-, linien- und flächenförmige Quellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3, Gl. 4 bzw. Gl. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Bildung von Teilstücken so, dass bei Halbierung aller Teilstücke bzw. Teilflächen der Immissionsanteil nach Gl. 29 für alle Beiträge am jeweiligen Immissionsort sich um weniger als 0,1 dB verändert.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Schalleistungspegels für Teilstücke k_s bzw. Teilflächen k_f nach Gl. 6 bzw. Gl. 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
das Richtwirkungsmaß nach Kap. 3.5.1 und Gl. 8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
das Raumwinkelmaß nach Kap. 3.5.2 und Gl. 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Fahrzeugarten und der Anzahl der Achsen von Eisenbahnen nach Tab. 3 sowie nach Beiblatt 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 und Gl. 2 unter Berücksichtigung der Verkehrsdaten für Eisenbahnen nach Tab. 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Schallquellenhöhe nach Tab. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit von Eisenbahnen nach Tab. 6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten von Eisenbahnen nach Tab. 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Schallminderungstechniken am Gleis nach Tab. 8;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Brücken nach Tab. 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Punktschallquellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3 unter Berücksichtigung der Schallquellen nach Tab. 10 und Beiblatt 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Linienschallquellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 4 unter Berücksichtigung der Schallquellen nach Tab. 10 und Beiblatt 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Rangier- und Umschlagbahnhöfe nach Gl. 1, Gl. 3 und Gl. 4 unter Berücksichtigung der Auffälligkeiten von Geräuschen nach Tab. 11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja ^a	eingeschränkt ^a	nein ^a
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Fahrzeugarten und Anzahl der Achsen von Straßenbahnen nach Tab. 12 und sowie nach Beiblatt 2;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Schallquellenhöhe von Straßenbahnen nach Tab. 13;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit für Straßenbahnen nach Tab. 14;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Fahrbahnen von Straßenbahnen nach Tab. 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Brücken bei Straßenbahnen nach Tab. 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch geometrische Ausbreitung nach Gl. 11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Luftabsorption nach Gl. 12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Bodenabsorption über Boden nach Gl. 14 und Gl. 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Reflexion über Wasser nach Gl. 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Bodeneinfluss nach Gl. 13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Hindernissen nach den Vorgaben der Gl. 17 und Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch seitliche Beugung nach Gl. 18 und Gl. 21 mit $C_2=20$ für flächenhafte Bahnanlagen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch seitliche Beugung nach Gl. 18 und Gl. 21 mit $C_2=40$ für Bahnstrecken	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Beugung über ein Hindernis nach Gl. 19 und Gl. 21 mit $C_2=20$ für flächenhafte Bahnanlagen nach Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Beugung über ein Hindernis nach Gl. 19 und Gl. 21 mit $C_2=40$ für Bahnstrecken nach Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Abschirmung durch Hindernisse durch Berechnung von z entsprechend Gl. 26 in Verbindung mit Bild 7 [*] .	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Pegelkorrektur für reflektierende Schallschutzwände nach Gl. 20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Abschirmung durch niedrige Schallschutzwände nach Kap. 6.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Pegelerhöhung durch Reflexionen nach Kap. 6.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Reflektoren nach der Bedingung gemäß Gl. 27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung des Absorptionsverlustes an Wänden nach Tab. 18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Reflexionen bis einschließlich der 3. Ordnung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung der Schallimmission an einem Immissionsort nach Gl. 29 und Gl. 30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des äquivalenten Dauerschalldruckpegels für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht nach Gl. 31 und Gl. 32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Eisenbahnen nach Gl. 33 und Gl. 34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 35 und Gl. 36	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Straßenbahnen nach Gl. 37 und Gl. 38	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung der Regelung nach §43 Absatz 1, Satz 2 und 3 des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 02. Juli 2013	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

^a Zutreffendes ankreuzen, ggfs. mit Kennzahl bezeichnen und auf Beiblatt erläutern.

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1**Literaturhinweise**

- [1] Anlage 2 der 16. BImSchV in der Fassung vom 1. Januar 2015, Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)¹⁾
- [2] Erläuterungen zur Anlage 2 der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03); Teil 1: Erläuterungsbericht, Stand 19. Dezember 2014 und Teil 2: Testaufgaben, Stand 17. April 2015²⁾
- [3] ISO/TR 17534-3:2015, Acoustics -- Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1, ISO, Geneva

1) zu beziehen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18, Invalidenstraße 44, 10115 Berlin; http://www.bglbl.de/banzxaver/bglbl/start_xav#_bglbl_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27%2Fbglbl114s2269.pdf%27%5D_1419325978127

2) zu beziehen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18, Invalidenstraße 44, 10115 Berlin; http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Schiene/verkehrslaermschutzvo-schall-03-testaufgaben.pdf?__blob=publicationFile