

Erläuterungsbericht

Baulärm und baubedingte Erschütterungen (nur zur Information)

0	Ausgangsverfahren: Antragsfassung	28.03.2024
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand
Vorhabenträger:		
DB InfraGO AG  Zentrale Theodor-Heuss-Allee 7 60486 Frankfurt am Main		
Datum	Unterschrift	
Vertreter des Vorhabenträgers:		Verfasser:
DB InfraGO AG  ABS/NBS Karlsruhe-Basel Schwarzwaldstraße 82 76137 Karlsruhe		OBERMEYER  Infrastruktur GmbH & Co. KG Hasenbergstraße 31 70178 Stuttgart
Datum	Unterschrift	28.03.2024  Datum Unterschrift
Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt		





Kofinanziert von der Fazilität
„Connecting Europe“ der Europäischen Union

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Aufgabenstellung.....	7
1.1	Allgemeine Angaben zum Vorhaben	7
1.2	Aufgabenstellung	8
2	Verwendete Unterlagen.....	9
3	Grundlagen der Baulärmuntersuchung	10
4	Örtliche Gegebenheiten	12
4.1	Geplante Baumaßnahmen	12
4.2	Schutzbedürftige Gebiete.....	13
5	Vorbelastung	16
6	Schallimmissionen während der Bauzeit.....	18
6.1	Berechnungsverfahren	18
6.2	Schallabstrahlung der Baumaschinen	19
6.3	Verwendete Unterlagen der Untersuchung.....	19
6.4	Verwendetes Berechnungsprogramm	20
7	Bauablauf	21
8	Schallemissionen einzelner Baumaßnahmen	23
8.1	Schallemissionen von BE-Flächen	23
8.2	Schallemissionen von Mastgründungen	23
8.3	Schallemissionen von Gleisbauarbeiten	24
8.4	Schallemissionen aus der Erstellung von Verbauten.....	25
8.5	Schallemissionen von Erdarbeiten	26
8.6	Schallemissionen von Betonagearbeiten.....	26
8.7	Schallemissionen aus der Erstellung der Schallschutzwände.....	27
8.8	Schallemissionen von Rückbauarbeiten	28
8.9	Schallemissionen von Montagearbeiten	28
8.10	Schallemissionen von LKW-Verkehren.....	28
8.11	Schallemissionen von Logistikzügen	28
9	Schalltechnische Belastung durch Baulärm	30
9.1	Nordteil.....	31
9.1.1	Bauzustand N01 (3 Monate)	31
9.1.2	Bauzustand N02 (3 Monate)	32
9.1.3	Bauzustände N03/N04 (9 Monate).....	32
9.1.4	Bauzustand N05 (9 Monate)	33

9.1.5	Bauzustand N06 (3 Monate).....	33
9.1.6	Bauzustände N07/N08/N09 (ca. 6 Monate)	34
9.1.7	Bauzustände N10/N11 (15 Monate)	35
9.1.8	Bauzustände N12/N13 (ca. 1,5 Monate).....	35
9.1.9	Bauzustände N14/N15 (14 Monate)	36
9.1.10	Bauzustand N16 (9 Monate).....	37
9.1.11	Bauzustand N17 (14 Monate).....	37
9.1.12	Bauzustände N18/N19/N20 (18 Monate).....	38
9.1.13	Erstellung der Schallschutzmaßnahmen gegen Betriebslärm	38
9.2	Südteil	39
9.2.1	Bauzustand S01 (12 Monate).....	39
9.2.2	Bauzustand S02 (6 Monate).....	39
9.2.3	Bauzustand S03 (6 Monate).....	40
9.2.4	Bauzustand S04 (5 Jahre).....	40
9.2.5	Bauzustand S05 (2 Jahre).....	41
9.2.6	Bauzustände S06/S07/S08/S09 (24 Monate)	42
9.2.7	Bauzustand S10 (4,5 Jahre).....	42
9.2.8	Erstellung der Schallschutzmaßnahmen gegen Betriebslärm	43
9.3	Mastgründungen in Gesamten PfA 7.1	43
9.4	BE-Flächen im Gesamten PfA 7.1	45
9.5	LKW-Verkehre	45
9.6	Maximalpegelkriterium	46
10	Schallschutzmaßnahmen	47
10.1	Vermeidung und Minimierung von Geräuschemissionen	47
10.2	Nachtzeitraum.....	48
10.3	Tagzeitraum.....	50
10.4	Entschädigungen	56
10.4.1	Tagzeitraum	56
10.4.2	Nachtzeitraum	58
10.5	Weitere Maßnahmen	58
10.6	Abschließende Bemerkungen	59
11	Erschütterungen	60
11.1	Rechtliche Grundlagen	60
11.2	Was sind Erschütterungen und sekundärer Luftschall?.....	61
11.3	Erschütterungswirkungen während der Bauzeit	61
11.3.1	Allgemeines zu Erschütterungen während der Bauzeit.....	61
11.3.2	Erschütterungen bezogen auf den Menschen (DIN 4150 Teil 2).....	62
11.3.3	Erschütterungen bezogen auf Gebäude (DIN 4150 Teil 3)	65
11.4	Prognoseberechnungen.....	66
11.4.1	Abbruchsarbeiten mit Bagger und Spitzmeißel.....	69

11.4.2	Rammarbeiten (Vibrationsramme)	69
11.4.3	Rammarbeiten (Schlagramme)	70
11.4.4	Bohrarbeiten	70
11.4.5	Verdichtungsarbeiten	70
11.5	Beurteilung der Erschütterungen während der Bauzeit.....	71
11.5.1	Beurteilung der Rammarbeiten (OL-Masten).....	71
11.5.2	Beurteilung der Rammarbeiten (Verbauten).....	73
11.5.3	Beurteilung der Bohrarbeiten mit TBM	75
11.5.4	Beurteilung der übrigen Arbeiten.....	75
12	Zusammenfassung.....	76
13	Abkürzungen	79
14	Grundlagenverzeichnis.....	81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: temporäre Schallschutzwände - Windschlag	52
Abbildung 2: temporäre Schallschutzwände - Bohlsbach	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm.....	10
Tabelle 2:	Zeitkorrekturen der AVV Baulärm	11
Tabelle 3:	Berechnung der projektspezifischen Richtwerte	17
Tabelle 4:	Schalleistungswirkpegel für Rammgründungen (Masten) mit einer Schlagramme	23
Tabelle 5:	Schalleistungswirkpegel für Rammgründungen (Masten) mit einer Vibrationsramme	24
Tabelle 6:	Schalleistungswirkpegel für Bohrgründungen (Masten)	24
Tabelle 7:	Schalleistungswirkpegel für Gleisbauarbeiten.....	24
Tabelle 8:	Schalleistungswirkpegel für Bohrgründungen (Trog- bzw. Tunnelwände).....	25
Tabelle 9:	Schalleistungswirkpegel für Rammgründungen (Trog- bzw. Tunnelwände)	25
Tabelle 10:	Schalleistungswirkpegel für Erstellung der Schlitzwände (Trogwände).....	25
Tabelle 11:	Schalleistungswirkpegel für Erdarbeiten im Trogbereich.....	26
Tabelle 12:	Schalleistungswirkpegel für Erdarbeiten	26
Tabelle 13:	Schalleistungswirkpegel für Betonagearbeiten.....	26
Tabelle 14:	Schalleistungswirkpegel für Bohrgründungen der Schallschutzwände	27
Tabelle 15:	Schalleistungswirkpegel für Bohrgründungen der Einhausungen.....	27
Tabelle 16:	Schalleistungswirkpegel für Rückbauarbeiten.....	28
Tabelle 17:	Bauzustand N01 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	32
Tabelle 18:	Bauzustand N02 –Anzahl der Überschreitungen der PRW.....	32
Tabelle 19:	Bauzustände N03/N04 – Anzahl der Überschreitungen der PRW.....	33
Tabelle 20:	Bauzustand N05 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	33
Tabelle 21:	Bauzustand N06 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	34
Tabelle 22:	Bauzustände N07/N08/N09 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	34
Tabelle 23:	Bauzustand N10 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	35
Tabelle 24:	Bauzustände N12/N13 – Anzahl der Überschreitungen der PRW.....	36
Tabelle 25:	Bauzustände N14/N15 – Anzahl der Überschreitungen der PRW.....	36
Tabelle 26:	Bauzustand N16 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	37
Tabelle 27:	Bauzustand N17 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	37
Tabelle 28:	Bauzustände N18/N19/N20 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	38
Tabelle 29:	Erstellung der Schallschutzmaßnahme (Nordteil) – Anzahl der Überschreitungen der PRW.....	38
Tabelle 30:	Bauzustand S01 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	39
Tabelle 31:	Bauzustand S02 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	40
Tabelle 32:	Bauzustand S03 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	40
Tabelle 33:	Bauzustand S04 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	41

Tabelle 34:	Bauzustände S07/S08/S09 – Anzahl der Überschreitungen der PRW	42
Tabelle 35:	Bauzustand S10 – Anzahl der Überschreitungen der PRW.....	43
Tabelle 36:	Erstellung der Schallschutzmaßnahme (Südteil) – Anzahl der Überschreitungen der PRW	43
Tabelle 37:	Mastgründungen (Schlagramme)– Anzahl der Überschreitungen der PRW	44
Tabelle 38:	Anhaltswerte nach DIN 4150-2 für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen.....	63
Tabelle 39:	Anhaltswerte nach DIN 4150-2 für die Beurteilung von Erschütterungen durch Baumaßnahmen am Tag	64
Tabelle 40:	Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3, Tabelle 1	65
Tabelle 41:	Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3, Tabelle 4	66
Tabelle 42:	Maximale Abstände zu Rammarbeiten (Schlagramme), bei denen Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden können	72
Tabelle 43:	Maximale Abstände zu Rammarbeiten (Vibrationsramme), bei denen Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden können	74

Anhang

Anhang A:	Konformitätserklärung der Berechnungssoftware
Anhang B:	Ergebnistabelle 1
Anhang C:	Ergebnistabelle 2
Anhang D:	Ergebnistabelle 3
Anhang E:	Lageplanskizzen 1
Anhang F:	Lageplanskizzen 2
Anhang G:	Lageplanskizzen 3

1 Anlass und Aufgabenstellung

1.1 Allgemeine Angaben zum Vorhaben

Die Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe – Basel ist Teil des europäischen Ausbaukonzepts auf den Achsen Rotterdam – Genua (TEN-Achse Nr. 24) und Paris – Bratislava (TEN-Achse Nr. 17). Für den bereits heute aufkommensstärksten Güterverkehrskorridor Rotterdam – Genua sind perspektivisch weiter steigende Zugzahlen im deutschen Schienennetz zu erwarten, weshalb der bereits begonnene und streckenweise in Betrieb stehende viergleisige Ausbau der Rheintalbahn fortzusetzen ist.

Die wachsenden Verkehre auf der Schiene in der Nord-Süd-Relation sowie die Nahverkehrsentwicklungen in den Großräumen Karlsruhe, Offenburg, Freiburg und Basel haben die Leistungsfähigkeit der Bestandsstrecke erschöpft. Zusätzliche Verkehre können entweder nicht mehr oder nur unter Verringerung der Betriebsqualität abgewickelt werden.

Das Projekt ABS/NBS Karlsruhe – Basel umfasst daher den durchgehenden viergleisigen Ausbau der bestehenden Rheintalbahn mit dem Ziel der Kapazitätserweiterung und der Qualitätsverbesserung auf dieser Strecke (s. auch Unterlage 1.1, Kapitel 1.1.2).

In den Streckenabschnitten 7 und 8 zwischen Appenweier und Müllheim soll der Güterverkehr in Zukunft überwiegend auf einer eigenen Strecke geführt werden, die größtenteils parallel zur Bundesautobahn 5 verläuft. Die neue Strecke wird für Geschwindigkeiten bis 160 km/h ausgelegt.

Im Stadtgebiet von Offenburg werden die Güterzüge unterirdisch durch den Tunnel Offenburg geführt, der die bestehenden Eisenbahnstrecken nördlich von Offenburg mit der neuen, zur Autobahn parallel geführten Strecke verbindet. Die geplante Höchstgeschwindigkeit im Tunnel Offenburg beträgt 120 km/h.

Personenfernverkehr und Personennahverkehr sollen in Zukunft weiterhin über die bestehende Rheintalbahn (Strecke 4000) fahren, die dafür ausgebaut wird. Die Strecke wird im Streckenabschnitt 7 zwischen Offenburg und Kenzingen für Geschwindigkeiten von bis zu 250 km/h geplant und teilweise mit Überholabschnitten auf vier Gleise erweitert. Südlich davon, im Streckenabschnitt 8, wird die Strecke für Geschwindigkeiten von bis zu 200 km/h geplant.

Für jeden Planfeststellungsabschnitt wird im StA 7 ein gesondertes Planfeststellungsverfahren durchgeführt. Gegenstand der vorliegenden Planfeststellungsunterlage ist der PfA 7.1 mit folgenden Hauptmerkmalen:

- Zweigleisige elektrifizierte Neubaustrecke für den Güterverkehr von Appenweier bis Hohberg

- Offenburger Tunnel ab der Gemeinde Windschlag bis Schutterwald
- Weiterführung der zweigleisig elektrifizierten Neubaustrecke von Schutterwald bis zur PfA-Grenze als BAB5-Parallele
- Ausbau der bestehenden Rheintalbahn für eine Geschwindigkeit von 250 km/h südlich von Offenburg ab Hildboltsweier bis zur PfA-Grenze bei Niederschopfheim
- Neubau der Verbindungskurve Nord (VBK Nord) zwischen bestehender Rheintalbahn und Neubaustrecke

1.2 Aufgabenstellung

Im Zuge des Projektes ABS/NBS Karlsruhe – Basel im Planfeststellungsabschnitt 7.1 (Tunnel Offenburg) sollen die Auswirkungen des Baubetriebs prognostiziert und im Sinne der gesetzlichen Regelungen beurteilt werden.

Ziel der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung zum Baubetrieb ist es, festzustellen, ob die aus dem Baubetrieb herrührenden Schallimmissionen nach derzeitigen Planungsstand zu Immissionskonflikten führen. Dies ist dann der Fall, wenn die projektspezifisch festgesetzten Richtwerte bzw. die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm [1] überschritten werden. Da allein aus einer absehbaren Überschreitung der geltenden Immissionsrichtwerte nach Nr. 3 der AVV Baulärm weder eine erhebliche nachteilige Umweltauswirkung noch eine mehr als unwesentliche Beeinträchtigung der Rechte anderer ergibt, wird bei der Prüfung der Notwendigkeit bzw. bei der Dimensionierung ggf. notwendigen Schallschutzmaßnahmen zur Vermeidung bzw. Minimierung der schädlichen Umwelteinwirkungen durch bauzeitliche Lärmimmissionen die bestehende Vorbelastung aus dem Straßen- und Schienenverkehr berücksichtigt.

Ziel der vorliegenden erschütterungstechnischen Untersuchung ist festzustellen, ob es während der Baumaßnahmen zu Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 (Einwirkungen auf den Menschen in Gebäuden) [15] bzw. DIN 4150 Teil 3 (Einwirkungen auf bauliche Anlagen) [16] kommt und geeignete Schutzmaßnahmen vorzuschlagen.

2 Verwendete Unterlagen

- Lagepläne des Planungsabschnittes (Unterlagen 3.1, Unterlagen 10.2 und 10.3)
- digitale Flurkarte des Abschnittes
- Luftbilder des Untersuchungsbereiches
- Rechtsgültige Bebauungspläne der Stadt Offenburg und der Gemeinden Appenweier, Hohberg und Schutterwald, ermittelt im Zeitraum bis Juni 2020, Ortsbesichtigungen im September 2018
- Bebauungspläne in Aufstellung der Gemeinde Appenweier
 - Bebauungsplan „Frankenweg“, Stand 25.06.2019
 - Bebauungsplan „Ebersweierer Weg II“, Stand 25.06.2019
- Abstimmung der Gebietseinstufung mit
 - der Stadt Offenburg am 10.03.2020
 - der Gemeinde Appenweier am 28.04.2020
 - der Gemeinde Hohberg am 09.04.2020
 - der Gemeinde Schutterwald am 15.04.2020
- diverse Ortsbesichtigungen in den Jahren 2017 bis 2020
- digitales Geländemodell
- Zusammenstellung der bestehenden Schallschutzwände
- Satellitenbilder von GoogleMaps™ und GoogleEarth™

3 Grundlagen der Baulärmuntersuchung

Die Beurteilung von Baulärm ist in mehreren Gesetzen, Verordnungen und untergesetzlichen Normen geregelt. Hierzu zählt vor allem die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm)“ [1], in der die anzuwendenden Richtwerte, Vorschriften zur Messung von Baulärm und Vorgaben zur Beurteilung der Ergebnisse festgesetzt sind.

Grundlage für die Beurteilung der Schallimmissionen aus dem Baubetrieb ist die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen (AVV Baulärm)“ [1]. Diese Vorschrift gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen und geht grundsätzlich von Messungen der Schallimmissionen aus. Daher ist darin kein Prognoseverfahren vorgeschrieben.

In Nr. 3.1.1 dieser Vorschrift sind folgende Immissionsrichtwerte festgelegt:

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm

Nutzung	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	Tag	Nacht
Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonal untergebracht sind	70	
Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	65	50
Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	60	45
Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	55	40
Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Als Nachtzeitraum gilt die Zeit von 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr (Nr. 3.1.2 AVV Baulärm).

Bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte um mehr als 5 dB(A) sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden (sog. Eingreifwert, Nr. 4.1 AVV Baulärm).

Folgende Maßnahmen zur Lärminderung kommen gemäß Anlage 5 der AVV Baulärm in Betracht:

- Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle
- Abschirmung der Baustelle
- Maßnahmen an Baumaschinen



- Verwendung geräuscharmer Baumaschinen
- Anwendung geräuscharmer Bauverfahren
- Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen

Entsprechend der AVV Baulärm (Nr. 6.5) ist der Wirkpegel des Baulärms nach dem Takt–Maximalpegelverfahren mit einer Taktzeit von 5 Sekunden ($L_{AFTm,5}$) zu bilden. Zur Bildung des Beurteilungspegels sieht die AVV Baulärm in Nr. 6.7.1 unter Berücksichtigung der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer der Baumaschinen folgende Zeitkorrekturen vor (die jeweilige Zeitkorrektur ist vom Wirkpegel abzuziehen):

Tabelle 2: Zeitkorrekturen der AVV Baulärm

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von		Zeitkorrektur
7 Uhr bis 20 Uhr	20 Uhr bis 7 Uhr	
bis 2½ h	bis 2 h	10 dB(A)
über 2½ h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5 dB(A)
über 8 h	über 6 h	0 dB(A)

4 Örtliche Gegebenheiten

Der PfA 7.1 beginnt im Norden am südlichen Ortsrand von Appenweier und erstreckt sich über Offenburg bis Hohberg (Ortsteil Niederschopfheim) im Süden hin. Eine Übersicht über den PfA 7.1 ist in dem Übersichtslageplan, Unterlage 2.1 dargestellt.

4.1 Geplante Baumaßnahmen

Im PfA 7.1 der Aus- und Neubaustrecke der ABS/NBS Karlsruhe – Basel, Bereich Appenweier – Hohberg (Tunnel Offenburg) sind folgende relevanten Maßnahmen schalltechnisch zu untersuchen:

Tunnel Offenburg

Südlich von Appenweier soll die Strecke 4280, welche derzeit im Bahnhof Offenburg endet, durch den Tunnel Offenburg sowie die anschließende autobahnparallele Trasse (NBS) verlängert werden. Zwar wird der Bau des Tunnels mit einer Tunnelbohrmaschine durchgeführt, werden die beide Enden des Tunnels in einer offenen Bauweise durchgeführt. Dazu werden vor allem Verbauarbeiten, Aushubarbeiten und Betonarbeiten. Weiterhin werden Zugangsgleise teilweise in den Trogen verlegt werden. Für die Trogbauwerke müssen ebenso Verbauten erstellt und Aushub- und Betonarbeiten durchgeführt werden. Zusätzlich werden Oberleitungsanlagen angepasst.

Ertüchtigung der Rheintalbahn (Rtb)

Die Ertüchtigung der Rtb auf eine Streckenhöchstgeschwindigkeit von bis zu 250 km/h soll gestaffelt erfolgen und südlich des Offenburger Personenbahnhofs ab km 148,7 (Strecke 4000 - ABS) beginnen und weiter nach Süden bis in den Raum Freiburg (PfA 7.2 – 7.4 und 8.0) erfolgen. Hierfür wird eine Abstandserweiterung der Gleise erforderlich. Hier sind vor allem Gleisbauarbeiten und Gründungen der Oberleitungsmasten schalltechnisch relevant.

Neubaustrecke (Autobahnparallele)

Die geplante zweigleisige und elektrifizierte BAB-Parallele beginnt im Norden im Anschluss an den Offenburger Tunnel an der Abzweigstelle Schutterwald. Die Verbindungsspanne Nord (Anbindung der NBS an die Rtb) ist ebenfalls Teil der NBS. Die BAB-Parallele führt weiter nach Süden in Parallellage zur BAB A 5 bis in den Raum Riegel (PfA 7.2 – 7.4 und 8.0). Hier sind vor allem Gleisbauarbeiten und Gründungen der Oberleitungsmasten schalltechnisch relevant.

Brückenbauwerke

Weiterhin werden an folgenden Bauwerken SÜ B28 (km 139,303), SÜ B3 (km 140,225), SÜ Binzburgerstraße BAB 5/NBS (km 152,6), SÜ Binzburgerstraße Rtb (km 152,8) sowie SÜ WW Sträßle (km 153,86) Bauarbeiten durchgeführt. Die den Arbeiten

an diesen Bauwerken sind vor allem weniger intensive Erd- und Betonarbeiten relevant, teilweise werden aber Abbruch und Rammarbeiten durchgeführt.

Während der Arbeiten werden mehrere BE-Flächen sowie Baustraßen genutzt.

Die Lage der oben genannten Bauwerke ist in der Unterlage 3.1 sowie in der Systemskizze in der Unterlage 1.1 dargestellt.

Einige der geplanten Arbeiten wie Rammarbeiten mit einer Ramm- oder Vibrationsramme, Bohrarbeiten und Verdichtungsarbeiten sind ebenso erschütterungstechnisch relevant, siehe Kapitel 11.5.

4.2 Schutzbedürftige Gebiete

Der Untersuchungsbereich erstreckt sich zwischen Bahn-km 137,8 (Appenweier) und km 154,55 (Niederschopfheim) der Rheintalbahn sowie bis zu 1.500 m östlich und westlich der Strecke. Somit erstreckt sich der Untersuchungsbereich sowohl im Appenweier als auch im Hohberg über die Grenze des PfA 7.1. Für Erschütterungstechnische Untersuchung ist ein deutlich geringer Bereich östlich und westlich der Strecken 4000 und 4280 bis zu 300 m von der jeweiligen Strecke relevant.

Im Rahmen der schalltechnischen Untersuchung zu den Auswirkungen des Baulärms wurden alle relevanten Gebäude betrachtet, bei denen eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm im Tagzeitraum nicht ausgeschlossen werden kann. Diese Gebäude wurden ebenfalls in dem Nachtzeitraum betrachtet.

Die Festsetzung der Immissionsrichtwerte nach Nr. 3.1.1 der AVV Baulärm hängt von der jeweiligen Gebietsnutzung ab. Für die Zuordnung zu den in Nummer 3.1.1 genannten Gebieten gelten folgende Grundsätze:

- „Sind im Bebauungsplan Beugebiete festgesetzt, die den in Nummer 3.1.1 aufgeführten Gebieten entsprechen [...], so ist vom Bebauungsplan auszugehen.“ (Nr. 3.3.1 der AVV Baulärm)
- „Weicht die tatsächliche bauliche Nutzung im Einwirkungsbereich der Anlage erheblich von der im Bebauungsplan festgelegten Nutzung ab, so ist von der tatsächlichen baulichen Nutzung des Gebietes auszugehen.“ (Nr. 3.2.2 der AVV Baulärm)
- „Ist ein Bebauungsplan nicht aufgestellt, so ist die tatsächlich bauliche Nutzung zugrunde zu legen.“ (Nr. 3.2.3 der AVV Baulärm)

Die bestehenden Festsetzungen der Gemeinden Appenweier, Schutterwald und Hohberg sowie der Stadt Offenburg zu den Baugebieten wurden aus Bebauungsplänen übernommen. Wo keine Bebauungspläne vorliegen, wurde die Schutzbedürftigkeit der betroffenen Gebiete anhand der tatsächlichen Nutzung eingestuft. Die Einstufung wurde im Rahmen von ausführlichen Ortsbesichtigungen vorgenommen. Die

Aussiedlerhöfe im Außenbereich südlich von Offenburg, die zur Gemeinde Hohberg gehören, wurden wie Mischgebiete eingestuft, da diese keine Geschlossene Bebauung darstellen und sich im Außenbereich befinden.

Die Gebietseinstufungen wurden den betroffenen Gemeinden vorab zur Überprüfung zugeschickt. Die Ergebnisse der Überprüfung der Gebietseinstufung fließen in die Gebietseinstufung wiederum ein.

Die Gebietskategorien der Baunutzungsverordnung [17] entsprechen etwa folgenden Gebieten nach Nr. 3.1.1 der AVV Baulärm:

- Industriegebiete: Gebiete in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind
- Gewerbegebiete: Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Mischgebiete: Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Allgemeine Wohngebiete: Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Reine Wohngebiete: Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind

Einige Sondergebiete wurden je nach Schutzbedürftigkeit anhand der tatsächlichen Nutzung teilweise wie Mischgebiete oder wie Wohngebiete (Schule, Kindergarten) beurteilt und so in den Lageplanskizzen im Anhang dargestellt.

Die Gebietseinstufung, die Gebäude-IDs (Identifikationsnummern) sowie die Fassadennummerierung sind in der Lageplanskizze 1 im Anhang E dargestellt.

Für die Gebäude-IDs wurden folgende Abkürzungen verwendet (von Norden nach Süden entlang der Rheintalbahn sortiert):

A – Appenweier

W – Windschlag

B – Bohlsbach

E – Gemeinde Durbach Ebersweier

R – Rammersweier

OM – Offenburg Stadtteil Mühlbach

OI – Offenburg Stadtteil Innenstadt

OO – Offenburg Stadtteil Oststadt

- OS – Offenburg Stadtteil Stegermatt
- OA – Offenburg Stadtteil Albersbösch
- OU – Offenburg Stadtteil Uffhofen mit Hildboltsweier
- S – Schutterwald
- SH – Gemeinde Schutterwald Höfen
- H – Gemeinde Hohberg Hofweier
- N – Gemeinde Hohberg Niederschopfheim

5 Vorbelastung

Baustellen sind nach § 22 Abs. 1 Satz 1 BImSchG u.a. so zu errichten und zu betreiben, dass von ihnen keine schädlichen Umwelteinwirkungen ausgehen, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind; nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken. Bei der Prüfung dieses Sachverhaltes sind die entsprechend der städtebaulichen Nutzung des Einwirkungsbereiches der Baustelle nach AVV Baulärm ermittelten Immissionsrichtwerte maßgebend. Allerdings stellen die Richtwerte der AVV Baulärm keine generelle Grenze der zumutbaren Belästigung aus dem Baubetrieb dar. Die in der AVV Baulärm in Nr. 3.1.1 festgelegten Immissionsrichtwerte entfalten nur für den Regelfall Bindungswirkung. Da die AVV Baulärm als Maßstab für die Zumutbarkeit von Baustellenlärm auf die abstrakt bestimmte Schutzwürdigkeit von Gebieten abhebt, kommen Abweichungen vom Immissionsrichtwert nach oben aber nur dann in Frage, wenn die Schutzwürdigkeit des Einwirkungsbereiches der Baustelle im konkreten Fall ausnahmsweise geringer zu bemessen ist als in den gebietsbezogen festgelegten Immissionsrichtwerten (BVerwG, Ur. v. 10.07.2012, 7 A 11.11, juris Rn. 32).

Das Bundesverwaltungsgericht hat hierzu weiter ausgeführt (BVerwG, Ur. v. 10.07.2012, 7 A 11.11, juris Rn. 32): „...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 Vorbelastung hier nicht einschränkend im Sinne zu verstehen, dass nur Vorbelastungen durch andere Baustellen erfasst werden [...]. Maßgeblich ist vielmehr die Vorbelastung im natürlichen Wortsinne. „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 Geräuschvorbelastungen eine wesentliche Rolle [...].“ [6]

Es kann somit im Einzelfall zulässig sein, die Immissionsrichtwerte nach Nr. 3.1.1. AVV Baulärm wegen der im Einwirkungsbereich der Baustelle vorhandenen tatsächlichen Vorbelastung durch Verkehrslärm durch die projektspezifischen Richtwerte zu ersetzen.

Wegen der Vorbelastung aus dem Straßen- und Schienenverkehr (siehe Unterlagen 18.3.2.1 und 18.3.2.3) im gesamten PfA werden die Richtwerte der AVV Baulärm auf projektspezifische Richtwerte (PRW) angehoben. Dabei wurde zunächst die Vorbelastung auf jedem Gebäude, jeder Fassade geschoßgenau für Prognose Nullfall 2030 anhand der Zugzahlen und Verkehrsstärken aus der Unterlage 18.3.1 (Anhänge A1 und

A2) bestimmt und daraus nach dem folgenden Schema ein projektspezifischer Richtwert bestimmt:

Tabelle 3: Berechnung der projektspezifischen Richtwerte

Differenz zwischen der Vorbelastung und dem Immissionsrichtwert der AVV Baulärm	Erhöhung des Immissionsrichtwertes auf projektspezifischen Richtwert um
kleiner als 0 dB(A)	0 dB(A)
zwischen 0 und 5 dB(A)	0 dB(A)
über 5 bis 10 dB(A)	2 dB(A)
über 10 dB(A)	5 dB(A)

Die Vorbelastung aus dem Verkehrslärm sowie die jeweiligen projektspezifischen Richtwerte sind in den Ergebnistabellen 1 bis 3 in den Anhängen B bis D dargestellt. Zusammenfassung der Ergebnisse der Berechnungen ist ebenso unter Berücksichtigung der projektspezifischen Richtwerte im Kapitel 9 dargestellt.

6 Schallimmissionen während der Bauzeit

Bei der Durchführung von Baumaßnahmen ist eine Geräuscherzeugung durch Baumaschinen nicht vermeidbar. In jedem Fall sind jedoch Verfahren oder Geräte anzuwenden, die gemäß dem Stand der Technik eine Minimierung der Lärmbelastung für die betroffene Nachbarschaft gewährleisten (vgl. § 22 Abs. 1 Satz 1 BImSchG). Die Verwendung solcher Bauverfahren und -maschinen allein stellt aber noch nicht sicher, dass damit die schalltechnischen Anforderungen der AVV Baulärm eingehalten werden.

6.1 Berechnungsverfahren

Die AVV Baulärm [1] enthält keine Angabe bzgl. der Schallausbreitungsberechnung. Analog zur TA Lärm [11] wird das Berechnungsverfahren der DIN ISO 9613-2 [12] angewendet. Hierzu wird mit Hilfe der Software CadnaA der Firma DataKustik, Version 2023, ein dreidimensionales Rechenmodell erstellt.

Grundlage des Rechenmodell stellt das dreidimensionale Geländemodell dar. Zu dem Geländemodell werden bestehende sowie die voraussichtlich bis zu Zeitpunkt der Baumaßnahmen fertig gestellte Bebauung, bestehende Schallschutzwände sowie weitere abschirmende Elemente, bestehende sowie während des Baubetriebs genutzte temporäre Gleise, Hauptverkehrsstraßen, Wasseroberflächen sowie weitere notwendige Elemente eingefügt.

Weiterhin werden Bautätigkeiten als Punkt-, Linien- und Flächenquellen mit entsprechenden Schallemissionen dargestellt.

Das Programm berücksichtigt Linien- und Flächenquellen, die in Teilstücke bzw. Teilflächen unterteilt werden, deren Ausdehnungen kleiner gegenüber dem jeweiligen Abstand zum Immissionsort sind und die daher als Punktschallquellen behandelt werden können.

Bei der Ausbreitungsberechnung werden die Pegelminderungen durch

- Abstandsvergrößerung und Luftabsorption,
- die Bodendämpfung und
- Abschirmungen – z.B. durch Gebäude (dabei Einbeziehung auch der Beugung seitlich um Hindernisse herum)

berücksichtigt. Die Pegelzunahme durch Reflexionen, z.B. an Gebäuden, wird bis zur 3. Reflexionsordnung erfasst.

Die Ausbreitungsrechnung für Baustellengeräusche erfolgt entsprechend der Norm DIN ISO 9613-2 [10] unter folgenden Randbedingungen:

- Bodendämpfung entsprechend Kap. 7.3.2 der DIN ISO 9613-2 („alternatives Verfahren“)
- Schwerpunktfrequenz von 500 Hz.

6.2 Schallabstrahlung der Baumaschinen

Grundlage der Berechnungen sind die Kennwerte für die berücksichtigten Baumaschinen bzw. Bauverfahren. Die Ansätze zur Schallabstrahlung von Baumaschinen beruhen auf Herstellerangaben oder Messergebnissen, die in der Regel als Schallleistungspegel (L_{WA}) angegeben werden. Der Schallleistungspegel L_{WA} ist eine Kenngröße, welche die Schallabstrahlung von Schallquellen beschreibt und die Grundlage für Immissionsberechnungen bildet.

Die maximalen Schallleistungspegel für Erd- und Straßenbaumaschinen werden nach der Richtlinie 2000/14/EG [5] für ab dem 03. Januar 2002 zugelassene Maschinen und Geräte der Stufe I bzw. ab dem 03. Januar 2006 zugelassene Maschinen und Geräte der Stufe II begrenzt. Inzwischen stehen jedoch auch zahlreiche Maschinen und Geräte mit geringerer Schallleistung zur Verfügung.

Die Schallleistungspegel wurden aus verschiedenen Messberichten bzw. Richtlinien oder Verwaltungsvorschriften (siehe [3], [7], [8], [9] und [10]) entnommen. Darin sind in der Regel Mittelungspegel über ganze Arbeitszyklen erfasst.

6.3 Verwendete Unterlagen der Untersuchung

- Lagepläne des Planungsabschnittes (Unterlagen 3.1, Unterlagen 10.2 und 10.3)
- digitale Flurkarte des Abschnittes
- Luftbilder des Untersuchungsbereiches
- Rechtsgültige Bebauungspläne der Stadt Offenburg und der Gemeinden Appenweier, Hohberg und Schutterwald, ermittelt im Zeitraum bis Juni 2020 Ortsbesichtigungen im September 2018
- Bebauungspläne in Aufstellung der Gemeinde Appenweier
 - Bebauungsplan „Frankenweg“, Stand 25.06.2019
 - Bebauungsplan „Ebersweierer Weg II“, Stand 25.06.2019
- Abstimmung der Gebietseinstufung mit
 - der Stadt Offenburg am 10.03.2020
 - der Gemeinde Appenweier am 28.04.2020
 - der Gemeinde Hohberg am 09.04.2020
 - der Gemeinde Schutterwald am 15.04.2020
- diverse Ortsbesichtigungen in den Jahren 2017 bis 2020

- digitales Geländemodell
- Zusammenstellung der bestehenden Schallschutzwände
- Satellitenbilder von GoogleMaps™ und GoogleEarth™

6.4 Verwendetes Berechnungsprogramm

Die Berechnungen erfolgten mit Hilfe der Software CadnaA der Firma DataKustik, Version 2020, MR 2. Die Konformitätserklärung des Programmherstellers in der Fassung vom Mai 2020 ist im Anhang A beigefügt.

7 Bauablauf

Entsprechend dem Rahmenterminplan werden die Bauarbeiten ca. 9 Jahre an der Neubaustrecke und ca. 5 Jahre an der Ausbaustrecke andauern. Diese werden räumlich folgendermaßen unterteilt:

Bauarbeiten nördlich von Offenburg

- Erstellung der Straßenüberführungen (SÜ B28 und SÜ B3)
- Erstellen der Tröge bzw. Tunnel in offener Bauweise (Erstellen der Verbau, Aushub, Betonarbeiten)
- Gleisbauarbeiten (Erstellen, Verlegen, Rückbau der Gleise)
- Gründung und Aufstellung der Oberleitungsmasten
- Erstellen der Schallschutzmaßnahmen gegen den Betriebslärm

Bauarbeiten südlich von Offenburg

- Trog bzw. Tunnel in offener Bauweise (Erstellen der Verbau, Aushub, Betonarbeiten)
- Tunnelbauarbeiten (Erstellung des Tunnels mit der Tunnelbohrmaschine, Arbeiten auf der Haupt-Baustelleneinrichtungsfläche (BE-Fläche) Süd tags und nachts)
- Gründung und Aufstellung der Oberleitungsmasten
- Gleisbauarbeiten (Erstellen, Verlegen, Rückbau der Gleise)
- Erstellen der Schallschutzmaßnahmen gegen den Betriebslärm
- Erstellung der Straßenüberführungen (SÜ Binzbergstraße BAB 5/NBS, SÜ WW über VBK Nord, SÜ WW Sträßle, EÜ Feldschlössle, SÜ Binzbergstraße Rtb)

Im Kapitel 8 werden zu diesen Bauarbeiten zugehörige Bautätigkeiten und ihre Schallleistungswirkpegel genannt.

In Kapitel 9.1 und 9.2 werden die schalltechnischen Auswirkungen in dem Kapitel 8 genannten Bautätigkeiten in der zeitlichen Reihenfolge entsprechen dem Bauablauf untersucht. Im Kapitel 9.3 werden die Mastgründungen betrachtet, da diese schnell entlang der jeweiligen Strecke voranschreiten und über kurze Zeiträume (einige Tage bzw. Nächte) eine pegelbestimmende Lärmquelle darstellen.

Während der Bauarbeiten werden auch mehrere Baueinrichtungsflächen genutzt. Auf diesen Flächen werden Geräte abgestellt, Bürocontainer installiert und wird Material gelagert.

In den beiden oben genannten Bereichen werden größtenteils ähnliche Bautätigkeiten im Tageszeitraum durchgeführt. Abgesehen von den Gründungen der Oberleitungsmasten werden im Nachtzeitraum nur Arbeiten auf der Haupt-Baustelleneinrichtungsfläche Süd zusammen mit dem Betrieb des Verladebahnhofs durchgeführt. Zudem kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass die Weichen zum Einbinden des Verladebahnhofs zur Reihthalbahn teilweise im Nachtzeitraum erstellt werden müssen.

Die Immissionen der BE-Flächen werden im Kapitel 9.4 betrachtet. Auf der Haupt-BE-Fläche Süd werden vor allem Arbeiten im Zusammenhang mit der Erstellung des Tunnels mit TBM durchgeführt. Über das Verladebahnhofs werden notwendige Materialien auf den Logistikzügen geliefert und Aushub aus dem Tunnel abtransportiert. Diese Transporte finden im Nachtzeitraum statt.

Die Arbeiten, die innerhalb des Tunnels stattfinden, sind aus der schalltechnischen Sicht nicht relevant.

8 Schallemissionen einzelner Baumaßnahmen

In diesem Kapitel werden die Schallleistungspegel für die einzelnen Baumaschinen bzw. Bauvorgänge angegeben und daraus wird der resultierende Schallleistungswirkpegel für die jeweiligen Bauarbeiten berechnet.

Die meisten Bauarbeiten finden im Tagzeitraum zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr statt. Die einzigen Arbeiten, die im Nachtzeitraum zwischen 20:00 Uhr und 07:00 Uhr stattfinden, sind die Gründungen der Oberleitungsmasten, Arbeiten auf der Haupt-BE-Süd, wo Material abgeladen wird und Aushub aus dem Tunnel verladen und abtransportiert wird, sowie ggf. das Einbauen der Weichen zum Verladebahnhof.

8.1 Schallemissionen von BE-Flächen

Während aller Bauphasen werden mehrere Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen) genutzt. Diese sind in der Unterlage 10.3 dargestellt. Auf den BE-Flächen werden vorwiegend Materialien angeliefert, gelagert und abtransportiert und Baumaschinen abgestellt. Einige Flächen dienen als Bodenlager. Außerdem werden ggf. Baubüros installiert. Auf der Haupt-BE-Fläche Süd werden die genannten Arbeiten sowohl im Tages- als auch im Nachtzeitraum Arbeiten durchgeführt, auf den weiteren BE-Flächen nur im Tageszeitraum. Erfahrungsgemäß ist die Emission von Baustelleneinrichtungsflächen schwierig zu prognostizieren. Bei der Emission der Fläche wurde ein flächenbezogener Schallleistungspegel von 65 dB(A)/m² angesetzt. Dies entspricht der durchschnittlichen Emission eines Industriegebietes nach DIN 18 005 [13].

8.2 Schallemissionen von Mastgründungen

Tabelle 4: Schallleistungswirkpegel für Rammgründungen (Masten) mit einer Schlagramme

Arbeitsgerät	L _{wA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag/Nacht	Tag/Nacht		
Schlagramme	131	2.5/2	-10/-10	1	121.0
Bagger	105	2.5/2	-10/-10	1	95.0
Sonstige Tätigkeiten	100	2.5/2	-10/-10	1	90.0
Summe Schallleistungswirkpegel:					121.1

Tabelle 5: Schalleistungswirkpegel für Rammgründungen (Masten) mit einer Vibrationsramme

Arbeitsgerät	L _{WA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag/Nacht	Tag/Nacht		
Vibrationsramme	121	2.5/2	-10/-10	1	111.0
Bagger	105	2.5/2	-10/-10	1	95.0
Sonstige Tätigkeiten	100	2.5/2	-10/-10	1	90.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					111.1

Tabelle 6: Schalleistungswirkpegel für Bohrgründungen (Masten)

Arbeitsgerät	L _{WA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag/Nacht	Tag/Nacht		
Bohrgerät	114	8/6	-5/-5	1	109.0
Bagger	105	8/6	-5/-5	1	100.0
Sonstige Tätigkeiten	100	8/6	-5/-5	1	95.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					109.7

„Sonstigen Tätigkeiten“ ist in den obenstehenden als auch in den folgenden Tabellen als allgemeiner Baustellenlärm bzw. der Einsatz der kleinen handgeführten Geräte zu verstehen, dessen Schalleistung deutlich unter 100 dB(A) liegt.

Erfahrungsgemäß wird ein Mast mit einer Rammgründung innerhalb von 2 bis 3 Stunden erstellt. Dabei dauern die Rammarbeiten ca. 1 Stunde an. Bei den Bohrgründungen werden insgesamt etwa 3 bis 4 Stunden pro Mast benötigt. Daher entsprechen die in Tabelle 4, Tabelle 5 und Tabelle 6 dargestellte Schalleistungswirkpegel den Arbeiten an einem Maststandort. Es wird angenommen, dass pro Tag bzw. Nacht 3 bis 5 Mastgründungen durchgeführt werden können.

8.3 Schallemissionen von Gleisbauarbeiten

Tabelle 7: Schalleistungswirkpegel für Gleisbauarbeiten

Arbeitsgerät	L _{WA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Zweiwegebagger	105	8	-5	1	100.0
LKW	105	8	-5	1	100.0
Trennschleifer/Stopfmaschine	114	2.5	-5	1	104.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					107.4

In der Tabelle 7 genannten Geräte werden sowohl bei der Erstellung als auch beim Rückbau der bestehenden Gleise eingesetzt. Beim Rückbau der Gleise wird der Trennschleifer, bei der Erstellung des Oberbaus werden als die lärmintensivste Quelle Stopfmaschinen betrachtet.

8.4 Schallemissionen aus der Erstellung von Verbauten

Tabelle 8: Schalleistungswirkpegel für Bohrgründungen (Trog- bzw. Tunnelwände)

Arbeitsgerät	L _{WA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Bohrgerät	117	8	-5	2	115.0
Zweiwegebagger	105	8	-5	1	100.0
LKW	105	8	-5	1	100.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					115.4

Tabelle 9: Schalleistungswirkpegel für Rammgründungen (Trog- bzw. Tunnelwände)

Arbeitsgerät	L _{WA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Vibrationsramme	121	8	-5	2	119.0
Bagger	105	8	-5	1	100.0
LKW	105	8	-5	1	100.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					119.2

Tabelle 10: Schalleistungswirkpegel für Erstellung der Schlitzwände (Trogwände)

Arbeitsgerät	L _{WA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Schlitzwandgreifer	113	8	-5	2	111.0
Bagger	105	8	-5	2	103.0
LKW	105	8	-5	2	103.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					113.4

In unterschiedlichen Bereichen werden Verbauten mit unterschiedlichen Bauverfahren erstellt. Größtenteils werden Vibrationsramme und Schlitzwandgreifer eingesetzt. In einigen wenigen Bereichen werden Bohrpfähle erstellt. Bei der Berechnung der Immissionen im Kapitel 9 wurden entsprechend an dem jeweiligen Ort das vorgesehene Bauverfahren eingesetzt.

8.5 Schallemissionen von Erdarbeiten

Tabelle 11: Schalleistungswirkpegel für Erdarbeiten im Trogbereich

Arbeitsgerät	L _{wA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Seilbagger	109	8	-5	2	107.0
Schwimmbagger	100	8	-5	2	98.0
LKW	105	8	-5	4	106.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					110.2

Tabelle 12: Schalleistungswirkpegel für Erdarbeiten

Arbeitsgerät	L _{wA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Bagger	105	8	-5	1	100.0
Raupe	107	8	-5	1	102.0
LKW	105	8	-5	1	100.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					106.6

Für den Aushub der Tröge und der Tunnelbereiche, die in offener Bauweise gebaut werden, werden Seilbagger benötigt, die von oben die Aushubarbeiten durchführen können. In den anderen Bereichen sind die normalen Bagger ausreichend um Aushub-, Hinterfüllarbeiten und weitere Erdarbeiten durchzuführen.

8.6 Schallemissionen von Betonarbeiten

Tabelle 13: Schalleistungswirkpegel für Betonarbeiten

Arbeitsgerät	L _{wA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Betonpumpe	109	8	-5	4	110.0
Bagger	105	8	-5	4	110.0
LKW	105	8	-5	4	106.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					114.0

Diese Arbeiten werden in den Trogbereichen sowie in den Tunnelbereichen, die in offener Bauweise gebaut werden, durchgeführt.

8.7 Schallemissionen aus der Erstellung der Schallschutzwände

Tabelle 14: Schalleistungswirkpegel für Bohrgründungen der Schallschutzwände

Arbeitsgerät	L _{WA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Bohrgerät	114	8	-5	1	109.0
Bagger	105	8	-5	1	100.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					109.9

Tabelle 15: Schalleistungswirkpegel für Bohrgründungen der Einhausungen

Arbeitsgerät	L _{WA} [dB(A)]	anteilige Betriebsdauer in Stunden	Zeitkorrektur nach AVV Baulärm	Anzahl der Geräte	Wirkpegel [dB(A)]
		Tag	Tag		
Bohrgerät	117	8	-5	1	112.0
Bagger	105	8	-5	1	100.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					112.5

Für die Montage der Schallschutzwände auf den Trogwänden wurde als Erfahrungswert ein L_{WA} von 100 dB(A) angenommen.

Diese Arbeiten verteilen sich über den gesamten PfA 7.1 und finden erst nach Beendigung der anderen lärmintensivsten Maßnahmen statt. Dabei werden die Schallschutzwände auf den Trögen montiert, die Schallschutzwände entlang der Strecken mit einem Bohrgerät gegründet und die Galerien mit einem Großdrehbohrgerät erstellt.

Zwar sollen die Schallschutzmaßnahmen gegen dem Betriebslärm so früh wie möglich erstellt werden, um die Immissionen aus dem Baubetrieb abzuschirmen, kann ihre Auswirkung erst in der Ausführungsplanung bestimmt werden. In den Kapiteln 9.1.13 und 9.2.8 werden die Immissionen aus diesen Arbeiten dargestellt.

8.8 Schallemissionen von Rückbauarbeiten

Tabelle 16: Schalleistungswirkpegel für Rückbauarbeiten

Arbeitsgerät	L _{wA} [dB(A)]	anteilige Be-	Zeitkorrektur	Anzahl der Ge- räte	Wirkpegel [dB(A)]
		triebsdauer in Stunden	nach AVV Bau- lärm		
		Tag	Tag		
Bagger	105	8	-5	1	100.0
Mobilkran	109	8	-5	1	104.0
Trennschleifer	114	8	-5	1	109.0
Sonstige Tätigkeiten	100	13	0	1	100.0
Summe Schalleistungswirkpegel:					111.6

Diese Arbeiten werden an den SÜ B28, SÜ B3, SÜ Binzburgerstraße BAB 5/NBS, SÜ WW Straße und SÜ Binzburgerstraße Rtb durchgeführt.

8.9 Schallemissionen von Montagearbeiten

Für die Montage der Signale, das Ausrüsten der Oberleitungsmasten, das Umhängen der Kettenwerke usw. wurde als Erfahrungswert ein Schalleistungswirkpegel von 100 dB(A) angenommen. Dies entspricht den Immissionen des Motors eines Baggers oder eines Mobilkranes (bis 8 Stunden tags bzw. bis 6 Stunden nachts), den Immissionen einer elektrischen Hebebühne sowie den Immissionen unterschiedlichen Handgeräte.

8.10 Schallemissionen von LKW-Verkehren

Für LKW-Verkehre wurde auf den Baustraßen ein längenbezogener Schalleistungswirkpegel von 63 dB(A)/m pro Stunde nach [23] angenommen.

8.11 Schallemissionen von Logistikzügen

Auf dem Verladebahnhof befinden sich mehrere Gleise:

- 2 Ein-/Ausfahrgleise
- Umfahrgleis
- 3 Verladegleise
- 2 Lokabstellgleise
- Ausziehgleis

Die Nutzlänge der maßgeblichen Gleise beträgt ca. 400 m. Daher wurde für die ein- und ausfahrenden Züge eine E-Lok sowie 20 Güterzugwagen mit Kunststoff-Klotzbremsen angenommen. Für die Rangierloks wurde eine Diesellok angenommen.

Es wurde angenommen, dass 6 Züge jede Nacht in den Verladebahnhof einfahren und aus dem Verladebahnhof ausfahren. Für den Tageszeitraum sind keine regelmäßigen Fahrten vorgesehen.

Der jeweilige Zug fährt von der Rheintalbahn in die Ein-/Ausfahrtsgleise. Dort wird die E-Lok abgehängt. Von dort werden die Wagen von einer Diesellok in das Ausziehggleis geschoben, danach in eines der Verladegleise gezogen. Nachdem die Verladetätigkeiten abgeschlossen sind, wird der Zug wieder über das Ausziehggleis auf eins der Ein-/Ausfahrtsgleise gebracht. Von dort kann der Zug wieder auf die Rheintalbahn mit einer E-Lok ausfahren.

Auf dem Verladebahnhof befinden sich Gleise mit unterschiedlichen Kurvenradien, teilweise mit Kurvenradius < 500 bzw. < 300 m. Für diese wurden entsprechend Tabelle 11 der Schall 03 [25] (Anlage 2 zu § 4 der 16. BImSchV [24]) die Zuschläge K_L eingesetzt.

Die Immissionen der Logistikzüge wurden im Kapitel 9.2 entsprechen der Schall 03 [25] berechnet.

9 Schalltechnische Belastung durch Baulärm

In den folgenden Kapiteln werden die lärmintensivsten Bauarbeiten in der Nähe des jeweiligen Gebäudes auf ihre schalltechnischen Auswirkungen untersucht. Bei den Berechnungen werden für jeden Bereich und für jeden Bauzustand als „Worst Case“ die lärmintensivsten Arbeiten angenommen, da in diese Planungsphase noch keine Detaillierte Bauabläufe vorliegen und die Dauer der Baumaßnahmen innerhalb einer Bauphase noch nicht eindeutig festgelegt ist. Durch diese Vorgehensweise zeigen die Ergebnistabellen sowie die Lageplanskizzen mit Isophonen den höchsten Beurteilungspegel innerhalb einigen Tagen, bzw. einigen Wochen an dem bzw. in der Nähe des jeweiligen Gebäudes. Mit voranschreiten der Bauarbeiten verringern sich die Beurteilungspegel. Dabei wird die zeitliche Reihenfolge der Arbeiten entsprechend dem aktuellen Bauablauf zwar berücksichtigt, detaillierte Aussagen über die Dauer der Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte bzw. Richtwerte der AVV sind nicht möglich. Wegen des großen Abstands zwischen den nördlichen und den südlichen Baubereichen werden diese größtenteils getrennt betrachtet, da die Lärmbelastungen im Tageszeitraum sich nicht überschneiden. Im Nachtzeitraum wurden diese Bereiche bei der Gründung der Masten zusammen betrachtet, da mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte bzw. der Richtwerte der AVV Baulärm in einem großen Umkreis um den jeweiligen Maststandort zu rechnen ist. Weiterhin wurden Immissionen während der Arbeiten mit TBM nicht weiter betrachtet, da diese Unterirdisch stattfinden, was zu keinen Immissionen auf der Oberfläche führt.

Die bestehenden Schallschutzmaßnahmen entlang des Rtb werden bei den Berechnungen berücksichtigt. Bauzeitliche Teilrückbau dieser Schallschutzwände bzw. des Schallschutzwalls im Bereich Bohlsbach wird in den Entsprechenden Bauphasen berücksichtigt. In den anderen Bauphasen verbleiben diese und zeigen weiterhin ihre abschirmende Wirkung. Zudem wurde im Bereich Bohlsbach eine 6 m hohe Schallschutzwand im Bereich des temporär zurückzubauenden Schallschutzwall eingesetzt, da die Abschätzungen der Immissionen für den Nahbereich der Baustelle die Notwendigkeit der Schallschutzwand gezeigt haben, siehe Kapitel 10.3.

Da die geplanten aktiven Schallschutzmaßnahmen aus der Unterlage 18.1.1 (Kapitel 9) erst nach der Beendigung der lärmintensiven Bauarbeiten errichtet werden können, wird deren Abschirmwirkung bei den Berechnungen nicht berücksichtigt. Die Schallschutzwände können nicht früher errichtet werden, weil zuerst die Bauwerke (Überführungen, Tröge) fertig gestellt werden müssen. Die genaue Wirksamkeit dieser Schallschutzwände kann erst während der Ausführungsplanung bestimmt werden.

Das Erstellen der Oberleitungsmasten wird gesondert betrachtet, da diese Arbeiten sehr schnell entlang des jeweiligen Gleises voranschreiten, siehe Kapitel 8.2.

Bei den längeren linienförmigen Baustellen (Erstellen des Verbauten, Erdaushub bzw. Betonagearbeiten für Tröge und Tunnel) wurden aus den ermittelten

Schalleistungswirkpegeln, siehe Kapitel 8, unter Berücksichtigung des täglichen Baufortschritts und des Abstands zur nächstgelegenen Bebauung längenbezogene Schalleistungspegel bestimmt, die von einer Linienquelle begrenzter Länge emittiert werden und so den im Einflussbereich des Baufeldes emittierten Lärm repräsentieren. Da bei den Immissionsberechnungen der längenbezogene Schalleistungspegel jeweils entlang des gesamten Baufeldes angesetzt wurde, also auch für (weiter entfernte) Bereiche, in denen nicht gearbeitet wird, wenn die Baustelle gerade den geringsten Abstand vom jeweils betrachteten Gebäude aufweist, werden die Beurteilungspegel prinzipiell leicht, d.h. um ca. 3 dB(A) überbewertet und liegen damit auf der „sicheren Seite“.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Ergebnistabellen 1 bis 3 in den Anhängen B bis D dargestellt. Die in den Ergebnistabellen dargestellten Beurteilungspegel stellen den „Worst Case“ dar. Wie oben beschrieben können zwar diese während des jeweiligen Bauzustandes an dem jeweiligen Gebäude tatsächlich auftreten, allerdings treten diese Beurteilungspegel nicht die gesamte Dauer des jeweiligen Bauzustandes. Bei den schnell voranschreitenden lärmbestimmenden Arbeiten wie Verbauarbeiten ist an der nächstgelegenen Bebauung mit den höchsten Beurteilungspegeln über einige Tage (Schlagramme) bzw. Wochen (Vibrationsramme, Schlitzwandgreifer usw.) zu rechnen. Dagegen können bei den langsam voranschreitenden Arbeiten wie Betonarbeiten die jeweiligen Beurteilungspegel an der nächstgelegenen Bebauung über mehrere Monate auftreten. Dabei sind die langsam voranschreitenden Bautätigkeiten leiser als schnell voranschreitende Bautätigkeiten, siehe Kapitel 8.

9.1 Nordteil

In diesem Kapitel werden die Bautätigkeiten im Tageszeitraum im Nordteil betrachtet. Bauzustände (z.B. N03 und N04), in denen ähnliche bzw. gleiche Tätigkeiten durchgeführt werden, wurden zusammen betrachtet.

Detaillierte Ergebnisse für die folgenden Bauzustände sind in der Ergebnistabelle 1 im Anhang B dargestellt. Die dazugehörigen Isophonen sind im Anhang F dargestellt.

9.1.1 Bauzustand N01 (3 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Neubau der SÜ B28 (Behelfsbrücke – Verbau)
- Erstellung der Verbauten für Tunnel OBW OR-oZgl
- Erstellung der Verbauten für Trog WR-wZgl
- Rückbau sowie Neubau der Gleise

Tabelle 17: Bauzustand N01 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit Lr>70 dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
2 Monate	184	86	13	6

- Höchster Beurteilungspegel: 85 dB(A)
- Von 281 betroffenen Gebäuden befinden sich fast alle in Windschlag

9.1.2 Bauzustand N02 (3 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Neubau der SÜ B28 (Rückbauarbeiten)
- Erstellung der Verbauten für Tunnel OBW OR-oZgl
- Erstellung der Verbauten für Trog WR-wZgl

Tabelle 18: Bauzustand N02 –Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit Lr>70 dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
3 Monate	182	85	13	6

- Höchster Beurteilungspegel – 85 dB(A)
- Von 280 betroffenen Gebäuden befinden sich fast alle in Windschlag

9.1.3 Bauzustände N03/N04 (9 Monate)

In diesen Bauzuständen werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellung der Verbauten bzw. Erdbauarbeiten für Tunnel OBW OR-oZgl
- Erstellung der Verbauten für Trog WR-oZgl (Südteil)
- Erstellung der Verbauten bzw. Erdbauarbeiten für Tunnel OBW WR-oZgl
- Erstellung der Verbauten für Trog WR-wZgl

Tabelle 19: Bauzustände N03/N04 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
9 Monate	325	149	31	7

- Höchster Beurteilungspegel – 85 dB(A)
- Von 505 betroffenen Gebäuden befinden sich ca. 50% in Windschlag und 50% in Bohlsbach

9.1.4 Bauzustand N05 (9 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellung des Tunnels OWB OR-oZgl (Betonage)
- Erstellung des Tunnels WR-wZgl (Erdarbeiten)
- Erstellung des Trogs WR-oZgl (Südteil - Erdarbeiten)
- Erstellung des Tunnels OWB WR-oZgl (Erdarbeiten)
- Neubau B28 und B3

Tabelle 20: Bauzustand N05 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
9 Monate	56	3	0	0

- Höchster Beurteilungspegel – 59 dB(A)
- Alle 59 betroffenen Gebäuden befinden sich in Windschlag

9.1.5 Bauzustand N06 (3 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellung des Trogs WR-wZgl (Erdarbeiten)
- Erstellung der Verbauten WR-wZgl (Bereich SÜ K5342)

- Erstellung des Trogs WR-oZgl (Südteil - Erdarbeiten)
- Erstellung des Tunnels OBW WR-oZgl (Erdarbeiten)
- Bau B3

Tabelle 21: Bauzustand N06 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude bzw. Immissionspunkte mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
3 Monate	37	6	0	0

Höchster Beurteilungspegel – 69 dB(A)

Von 43 betroffenen Gebäuden befinden sich fast alle in Bohlsbach.

9.1.6 Bauzustände N07/N08/N09 (ca. 6 Monate)

In diesen Bauzuständen werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellung des Trogs WR-wZgl (Betonage)
- Erstellung der Trogs WR-wZgl (Bereich SÜ K5342 - Erdarbeiten)
- Erstellung des Trogs WR-oZgl (Südteil - Betonage)
- Erstellung des Tunnels OWB WR-oZgl (Betonage)
- Gleisbau
- Rückbau B3

Tabelle 22: Bauzustände N07/N08/N09 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
6 Monate	181	39	23	5

- Höchster Beurteilungspegel – 73 dB(A)
- Von 243 betroffenen Gebäuden befinden sich fast ca. 25% in Windschlag und 75% in Bohlsbach.

9.1.7 Bauzustände N10/N11 (15 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen der Verbauten für Trog OR-wZgl
- Erstellung des Trogs WR-wZgl (Betonage)
- Erstellung der Trogs WR-wZgl (Bereich SÜ K5342 - Betonage)
- Erstellung des Trogs WR-oZgl (Südteil - Betonage)
- Erstellung des Tunnels OBW WR-oZgl (Betonage)
- Erstellen der Verbauten für Tunnel OBW WR-wZgl (Nordteil)

Tabelle 23: Bauzustand N10 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
12 Monate	141	28	5	3

- Höchster Beurteilungspegel – 73 dB(A)
- Von 174 betroffenen Gebäuden befinden sich ca. 50% in Windschlag und 50% in Bohlsbach.

9.1.8 Bauzustände N12/N13 (ca. 1,5 Monate)

In diesen Bauzuständen werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen des Trogs OR-wZgl (Erdarbeiten)
- Erstellung des Trogs WR-wZgl (Betonage)
- Erstellung der Verbauten WR-oZgl (Nordteil)
- Erstellung des Tunnels OBW WR-oZgl (Betonage)
- Erstellen der Verbauten für Tunnel OBW WR-wZgl (Südteil)

Tabelle 24: Bauzustände N12/N13 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 1,5 Monate	244	44	12	3

- Höchster Beurteilungspegel – 75 dB(A)
- Von 300 betroffenen Gebäuden befinden sich ca. 50% in Windschlag und 50% in Bohlsbach.

9.1.9 Bauzustände N14/N15 (14 Monate)

In diesen Bauzuständen werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen des Trogs OR-wZgl (Erdarbeiten)
- Erstellung des Trogs WR-wZgl (Betonage)
- Erstellung des Troges WR-oZgl (Nordteil - Erdarbeiten)
- Erstellung des Tunnels OBW WR-oZgl (Betonage)
- Erstellen des Tunnels OBW WR-wZgl (Südteil - Betonage)

Tabelle 25: Bauzustände N14/N15 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 14 Monate				

- Höchster Beurteilungspegel – 73 dB(A)
- Von 169 betroffenen Gebäuden befinden sich ca. 50% in Windschlag und 50% in Bohlsbach.

9.1.10 Bauzustand N16 (9 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen des Trogs OR-wZgl (Betonage)
- Erstellen der Verbauten für Trog OR-oZgl
- Erstellung des Troges WR-oZgl (Nordteil - Betonage)

Tabelle 26: Bauzustand N16 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 9 Monate	8	0	0	0

- Höchster Beurteilungspegel – 65 dB(A)
- Von 8 betroffenen Gebäuden befinden sich alle in Windschlag.

9.1.11 Bauzustand N17 (14 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen des Troges OR-oZgl (Erdarbeiten)
- Erstellung des Troges WR-oZgl (Nordteil - Betonage)

Tabelle 27: Bauzustand N17 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 14 Monate	8	0	0	0

- Höchster Beurteilungspegel – 65 dB(A)
- Von 8 betroffenen Gebäuden befinden sich alle in Windschlag.

9.1.12 Bauzustände N18/N19/N20 (18 Monate)

In diesen Bauzuständen werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Gleisbauarbeiten

Tabelle 28: Bauzustände N18/N19/N20 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 14 Monate	7	1	1	1

- Höchster Beurteilungspegel – 71 dB(A)
- Von 9 betroffenen Gebäuden befinden sich alle in Windschlag.

9.1.13 Erstellung der Schallschutzmaßnahmen gegen Betriebslärm

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen der Schallschutzmaßnahmen in Norden entsprechend der Unterlage 18.1.1 (Kapitel 9)

Tabelle 29: Erstellung der Schallschutzmaßnahme (Nordteil) – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
Mehrere Monate	62	23	2	1

- Höchster Beurteilungspegel – 76 dB(A)
- Von 87 betroffenen Gebäuden befinden sich ca. 10% in Appenweier, ca. 90% in Windschlag.

9.2 Südteil

In diesem Kapitel werden die Bautätigkeiten im Tageszeitraum im Südteil betrachtet. Zusätzlich werden im Kapitel 9.2.4 die Immissionen der Haupt-BE-Fläche Süd zusammen mit dem Verladebahnhof betrachtet, da dort die Arbeiten im Nachtzeitraum über mehrere Jahre andauern.

Detaillierte Ergebnisse für die folgenden Bauzustände sind in der Ergebnistabelle 1 im Anhang C dargestellt. Die dazugehörigen Isophonen sind im Anhang G dargestellt.

9.2.1 Bauzustand S01 (12 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt

- Erstellen der Verbauten für Trog Süd
- Erstellen der Verbauten für die Startbaugrube
- Erstellung der SÜ Binzburgerstraße BAB 5/NBS
- Gleisbau für Verladebahnhof

Tabelle 30: Bauzustand S01 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 12 Monate	7	1	0	0

- Höchster Beurteilungspegel – 66 dB(A)
- Von 8 betroffenen Gebäuden befinden sich alle in Hohberg (Binzburghöfe).

9.2.2 Bauzustand S02 (6 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen des Troges Süd (Erdarbeiten)
- Erstellung der SÜ WW über VBK Nord (Erdarbeiten)
- Erstellung der OR mit TBM

Die Immissionen der Haupt-BE-Fläche Süd zusammen mit dem Verladebahnhof im Nachtzeitraum werden im Kapitel 9.2.4 betrachtet.

Tabelle 31: Bauzustand S02 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit Lr>70 dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 6 Monate	6	0	0	0

- Höchster Beurteilungspegel – 63 dB(A)
- Von 6 betroffenen Gebäuden befinden sich alle in Hohberg (Binzburghöfe).
- Die Immissionen der Haupt-BE-Fläche Süd im Nachtzeitraum werden im Kapitel 9.2.4 betrachtet.

9.2.3 Bauzustand S03 (6 Monate)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen des Troges Süd (Erdarbeiten/ Betonagearbeiten)
- Erstellen der Verbauten für Tunnel OBW Süd
- Erstellung der SÜ WW über VBK Nord
- Erstellung der SÜ WW SträÙle
- Erstellung der OR und WR mit TBM

Tabelle 32: Bauzustand S03 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit Lr>70 dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 6 Monate	7	0	0	0

- Höchster Beurteilungspegel – 64 dB(A)
- Von 7 betroffenen Gebäuden befinden sich alle in Hohberg (Binzburghöfe).

9.2.4 Bauzustand S04 (5 Jahre)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen des Troges Süd (Betonagearbeiten)
- Erstellen des Tunnels OBW Süd (Betonagearbeiten)

- Erstellung der SÜ WW Sträßle
- Erstellung des ESTW-A Hohberg
- Erstellung der OR und der WR mit TBM

Dieser Bauzustand dauert ca. 5 Jahre an, wobei einige Arbeiten deutlich früher abgeschlossen werden. So werden nach 1 Jahr die Arbeiten an der SÜ WW Sträßle abgeschlossen und nach weiteren 2 Jahren wird der Tunnel fertiggestellt. Erst zum Schluss werden der Tunnel OBW Süd und der Trog Süd fertiggestellt. Dem entsprechend wurden die Betroffenheiten in der zeitlichen Reihenfolge bestimmt. Zudem werden in diesem Kapitel die Immissionen der Haupt-BE-Fläche Süd sowie des Verladebahnhofs über die ersten 3 Jahre dieses Bauzustandes im Nachtzeitraum bestimmt.

Tabelle 33: Bauzustand S04 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude bzw. Immissionspunkte mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
12 Monate	7	0	0	0
ca. 20 Monate	5	0	0	0
ca. 30 Monate	5	0	0	0

- Höchster Beurteilungspegel – 65 dB(A)
- Alle 7 betroffenen Gebäude befinden sich in Hohberg (Binzburghöfe).

Sollten ausnahmsweise einzelne Züge vor 20 Uhr bzw. nach 7 Uhr in den Verladebahnhof einfahren bzw. aus dem Verladebahnhof rausfahren, würde diese zu keiner Veränderung der Beurteilungspegel führen, da im Tageszeitraum die Immissionen der Haupt-BE-Fläche Süd maßgeblich sind.

Im Nachtzeitraum treten Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte an 3 Gebäuden mit einer schützenswerten Nachtnutzung des CVJM-Marienhofs (H001, H002 und H003) auf. Dies gilt auch für die Bauzustände S02 und S03, da während dieser Bauzustände ähnliche bzw. gleiche Tätigkeiten im Nachtzeitraum durchgeführt und somit ähnliche Immissionen auftreten werden. Dabei liegen die Beurteilungspegel zwischen 52 und 54 dB(A) und damit ca. 5 dB(A) unter der Vorbelastung. Die Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte treten in einem Zeitraum von ca. 4 Jahren (Bauzustände S02, S03, S04) auf. In den letzten 2 Jahren des Bauzustandes S04 wird die Haupt-BE-Fläche Süd nur im Tageszeitraum genutzt.

9.2.5 Bauzustand S05 (2 Jahre)

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Gleisbauarbeiten – Neubaustrecke und Verbindungskurve

Dabei beträgt der höchste Beurteilungspegel 55 dB(A). An keinem Gebäude werden die projektspezifischen Richtwerte überschritten.

Detaillierte Ergebnisse sind in der Ergebnistabelle 1 im Anhang C dargestellt.

Isophonen sind im Anhang G dargestellt.

9.2.6 Bauzustände S06/S07/S08/S09 (24 Monate)

In diesen Bauzuständen werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Rückbau des Verladebahnhofes (Bauzustand S06)
- Erstellen der EÜ Feldschlössle
- Gleisbauarbeiten nördlich der Verbindungskurve (Rtb)

Wobei während der Ersten 12 Monate nur Rückbau des Verladebahnhofes stattfindet und keine lärmintensiven Arbeiten zu erwarten sind, bzw. während der Arbeiten auf den BE-Flächen und im Bereich des Verladebahnhofes werden an allen Gebäuden die projektspezifischen Richtwerte eingehalten.

Tabelle 34: Bauzustände S07/S08/S09 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 12 Monate	73	44	42	4

- Höchster Beurteilungspegel – 73 dB(A)
- Von 159 betroffenen Gebäuden befinden sich alle in den Offenburger Stadtteilen Albersbösch und Uffhofen.

9.2.7 Bauzustand S10 (4,5 Jahre)

Zwar dauern die Arbeiten ca. 4,5 Jahre an. Da in diesem Zeitraum insgesamt ca. 6,5 km Gleise der RtB erneuert werden müssen, wird davon ausgegangen, dass in der Nähe des jeweiligen Gebäudes höchstens zweimal je 6 Monate gearbeitet wird, da die Gleisbauarbeiten schnell, durchschnittlich ca. 1.5 km pro Jahr, voranschreiten.

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen der SÜ Binzburgerstraße Rtb (Erdarbeiten)

- Gleisbauarbeiten südlich der Verbindungskurve (Rtb)

Tabelle 35: Bauzustand S10 – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
ca. 12 Monate	2	0	0	0

- Höchster Beurteilungspegel – 67 dB(A)
- Die beiden betroffenen Gebäude befinden sich in Hohberg (Binzburghöfe).

9.2.8 Erstellung der Schallschutzmaßnahmen gegen Betriebslärm

In diesem Bauzustand werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstellen der Schallschutzmaßnahmen im Süden entsprechend der Unterlage 18.1.1 (Kapitel 9)

Tabelle 36: Erstellung der Schallschutzmaßnahme (Südteil) – Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
Mehrere Monate	180	46	62	41

- Höchster Beurteilungspegel – 73 dB(A)
- Von 288 betroffenen Gebäuden befinden sich bis auf vier Gebäude alle in den Offenburger Stadtteilen Albersbösch und Uffhofen. Bei vier Gebäuden handelt es sich im Gebäude in den Binzburghöfen.

9.3 Mastgründungen in Gesamten PfA 7.1

Für die Gründung der Oberleitungsmasten wurden als „Worst Case“ Arbeiten mit einer Schlagramme angenommen. Bei den Anderen möglichen Verfahren sind geringere

Schallemissionen und somit -immissionen zu erwarten, siehe Kapitel 8.2, so dass bei diesem Verfahren die höchste Anzahl der Betroffene zu erwarten ist. Zu jetzigen Zeitpunkt ist es nicht möglich genau zu sagen, wann die Masten im Nordteil erstellt werden. Im Südteil ist mit den Mastgründungen in den Bauphasen S5, S7, S8 und S10 zu rechnen. Es wurde für den Südteil angenommen, dass die Arbeiten südlich der Verbindungskurve ausschließlich im Tageszeitraum stattfinden.

Tabelle 37: Mastgründungen (Schlagramme)– Anzahl der Überschreitungen der PRW

Dauer	Anzahl Gebäude mit Überschreitungen der PRW			Davon die Anzahl der Gebäude mit $L_r > 70$ dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts
	≤ 5 dB(A)	Zwischen 5 und 10 dB(A)	> 10 dB(A)	
Mehrmals einige Tage	2262	1119	742	290
Mehrmals einige Nächte	920	1095	2696	1016

Zwar werden diese Arbeiten im Zeitraum von mehreren Jahren durchgeführt, es ist aber davon auszugehen, dass die höchsten Beurteilungspegel an dem jeweiligen Gebäude teilweise mehrmals jeweils an 1 bis 2 Tage auftreten. Bei den von der Strecke weiter entfernten Gebäuden können Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte mehrmals für jeweils ca. 1 Woche auftreten.

Detaillierte Ergebnisse sind in der Ergebnistabelle 3 im Anhang D dargestellt.

Isophonen sind im Anhang F.14 und F.15 sowie G.11 und G.12 dargestellt.

Im Nachtzeitraum werden an ca. 4.700 berechneten Gebäuden die projektspezifischen Richtwerte überschritten. An weiteren Gebäuden können noch in einem Abstand von mehr als 1,5 km zu dem jeweiligen Maststandort Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte, während der Arbeiten zu den Mastgründungen mit einer Schlagramme, auftreten. Die Beurteilungspegel könnten zwar in einem Abstand von über 1,5 km berechnet werden. Dies erscheint aus fachlicher Sicht aber nicht beurteilungsrelevant, da die tatsächlich auftretenden Immissionen von den berechneten deutlich abweichen würden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn zwischen der Quelle und dem Immissionsort mehrere Gebäudereihen liegen, da diese mit zunehmendem Abstand deutlich pegelmindernd wirken. Dies trifft vor allem im innenstädtischen Bereich von Offenburg sowie in Appenweier und Windschlag zu. Dazu kommt, dass bei einer Messung der Immissionen in einem Abstand von über 1,5 km zur Baustelle in einer Stadt, die Immissionen der Baustelle, die etwa zwischen 40 und 45 dB(A) liegen, sicher nicht von dem Umgebungslärm zu unterscheiden sein werden. Daher sind bei solchen Abständen schädlichen Umwelteinwirkungen ausgeschlossen werden können.

An ca. 1.016 Gebäuden bis zu bis zu einem Abstand von ca. 500 m zu dem jeweiligen Maststandort können Beurteilungspegel von mehr als 60 dB(A) auftreten.

Dabei handelt es sich um eine Worst Case Betrachtung. Tatsächlich ist damit zu rechnen, dass ein Teil der Masten ausschließlich im Tageszeitraum z.B. während der Sperrpausen oder in den weiteren Bereichen, wo Mastgründungen im Tageszeitraum den Zugbetrieb nicht beeinflussen.

9.4 BE-Flächen im Gesamten PfA 7.1

Über die gesamte Bauzeit werden mehrere BE-Flächen genutzt, siehe Unterlage 10.3. Einige werden zum Lagern von Material oder der Erdmassen, andere zum Abstellen von Baumaschinen bzw. zum Aufstellen von Baucontainern genutzt. Auf der Haupt-BE-Fläche Süd zusammen mit dem Verladebahnhof werden vor allem Arbeiten während der Tunnelbauarbeiten durchgeführt.

In diesem Kapitel werden die Immissionen aus allen BE-Flächen außer der Haupt-BE-Fläche Süd im Tagzeitraum untersucht. Die Immissionen der BE-Fläche Süd sowie des Verladebahnhofes wurden bereits in den Kapiteln 9.2.2 bis 9.2.4 sowohl im dem Tag- als auch im Nachtzeitraum berücksichtigt.

Die Berechnungen haben gezeigt, dass im Tagzeitraum an allen Gebäuden sowohl die projektspezifischen Richtwerte aber auch die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm allein aus dem Betrieb der BE-Flächen eingehalten werden.

9.5 LKW-Verkehre

In diesem Kapitel werden Immissionen aus den Baustraßen betrachtet. Die Lage der Baustraßen sowie das Volumen der notwendigen Massentransporte sind in der Unterlage 10.2 dargestellt. Um die Anzahl der notwendigen LKW pro Tag abschätzen zu können, wurden pro LKW 8 m³ Volumen angenommen.

Die LKW-Verkehre auf den Baufeldern wurden in Kapiteln 9.1 und 9.2 bereits berücksichtigt.

Vor allem während der Aushubarbeiten für die Trogbereiche und für die Tunnelabschnitte, die in offener Bauweise gebaut werden, müssen große Erdmassen auf LKW's abtransportiert werden. In einigen Bereichen muss auf den Baustraßen mit bis zu ca. 140 LKW pro Tag gerechnet werden. Die Berechnungen zeigen das bei 280 Fahrten pro Tag (140 hin und zurück) Beurteilungspegel von 55 dB(A) in einem Abstand von ca. 50 m zu Baustraße auftreten können. Bei 65 LKW's pro Tag (130 Fahrten), beträgt der Abstand ca. 35 m zu Baustraße. Dabei liegen Beurteilungspegel auf den stark befahrenen öffentlichen Straßen bzw. auf den Baustraßen entlang der Gleise deutlich, teilweise um mehr als 15 dB(A), unter der Vorbelastung aus den Straßen- bzw. Schienenverkehr. In der Nähe der Baufelder stellen die Baustraßen ebenso eine untergeordnete Lärmquelle dar.

9.6 Maximalpegelkriterium

Gemäß Nr. 3.1.3 Satz 2 der AVV Baulärm ist der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit auch überschritten, „wenn ein Meßwert oder mehrere Meßwerte (Nummer 6.5) den Immissionsrichtwert um mehr als 20 dB(A) überschreiten.“ [1] (Maximalpegelkriterium).

Für die Baulärmprognose wurde bei den Emissionsansätzen eine Impulshaltigkeit der Geräusche berücksichtigt.

Im Nachtzeitraum finden nur folgende Bauarbeiten statt:

- Arbeiten auf der Haupt-BE-Fläche Süd sowie auf dem Verladebahnhof.
- Mastgründungen mit einer Schlagramme in den Bereichen Appenweier, Windschlag und Bohlsbach.

Da bei den Berechnungen der Arbeiten im Nachtzeitraum auf der Haupt-BE-Fläche Süd sowie auf dem Verladebahnhof bereits eine Impulshaltigkeit der Geräusche berücksichtigt wurde, entsprechen die Maximalpegel etwa den Beurteilungspegeln während der Arbeiten. Daher wird an allen Gebäuden das Maximalpegelkriterium eingehalten.

Während der Rammarbeiten für die Mastgründungen kann das Maximalpegelkriterium an ca. 1.500 Gebäuden teilweise mehrmals jeweils innerhalb von 2 bis 3 Nächten vor allem in reinen und allgemeinen Wohngebieten sowie Mischgebieten in Appenweier, Windschlag und Bohlsbach überschritten werden. Fassaden der Gebäude mit Überschreitungen der Anforderung der Maximalpegelkriteriums sind im Anhang D in der Ergebnistabelle 3 gekennzeichnet. Dabei ist zu beachten, dass es sich dabei um einen Worst Case handelt. Dabei können die Ergebnisse abhängig davon, welche Masten im Nachtzeitraum tatsächlich gerammt werden, stark variieren.

10 Schallschutzmaßnahmen

Sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum treten Überschreitungen sowohl der Richtwerte der AVV Baulärm als auch der projektspezifischen Richtwerte auf. In diesem Kapitel werden sowohl für den Tag- als auch für den Nachtzeitraum unterschiedliche Möglichkeiten dargestellt, wie die Emissionen und/oder Immissionen gemindert werden können, um die Anzahl der Gebäude mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte, sowie die Höhe der Überschreitungen zu verringern.

Gemäß AVV Baulärm [2] sind Maßnahmen zur Minderung von Baulärm zu ergreifen, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten werden. Aufgrund der absehbaren Überschreitungen der Richtwerte bzw. projektspezifischen Richtwerte besteht das Erfordernis für technische bzw. organisatorische Schutzmaßnahmen.

Da es nicht möglich ist, bereits in der Genehmigungsplanung die genaue Ausführung der Schallschutzmaßnahmen, aktive Maßnahmen an der Quelle und/ oder am Ausbreitungsweg sowie passive Schallschutzmaßnahmen festzulegen, können diese erst in späteren Planungsphasen bestimmt werden. In den folgenden Kapiteln werden die möglichen Maßnahmen und Konzepte beschrieben.

10.1 Vermeidung und Minimierung von Geräuschemissionen

Im Folgenden sind allgemeine Vorschläge aufgelistet:

- Die verwendeten Transportfahrzeuge, Geräte und Maschinen sollte dem Stand der Technik in Bezug auf die Geräuscherzeugung entsprechen. Dies wird vertraglich sichergestellt werden.
- Bei der Wahl der Baugeräte und Baumaschinen soll darauf geachtet werden, dass diese nicht wesentlich mehr als die für die Durchführung der Arbeiten notwendige Leistung aufweisen.
- Bei der Einrichtung der BE-Flächen bzw. Ablageflächen soll darauf geachtet werden, dass Baucontainer so aufgestellt werden, dass sie als Abschirmung gegenüber Lärmemissionen wirken können. Bei der Aufschüttung von Mieten o.Ä. soll berücksichtigt werden, dass die Immissionen von diesen Flächen durch die Abschirmung durch die Mieten gemindert werden können.
- Falls dies möglich ist, sollen alternative – leisere – Bauverfahren eingesetzt werden.
- Die stationären Geräte wie Wasserpumpen, Kompressoren bzw. Betonpumpen sollen abgeschirmt werden bzw. eingehaust werden, falls diese eine pegelbestimmende Quelle darstellen.

- Soweit möglich, sollen die Baumaschinen bzw. Baugeräte in Trogbereichen aufgestellt werden. So können die Trogwände eine effektive Abschirmung bieten.
- Die Erstellung der nach der Unterlage 18.1.1 (Kapitel 9) vorgesehenen Schallschutzmaßnahmen soll so früh wie es der Bauablauf zulässt stattfinden.
- Der temporäre Rückbau der bestehenden Schallschutzmaßnahmen soll so spät wie möglich bzw. die Wiederherstellung dieser Schallschutzmaßnahmen soll so früh wie möglich erfolgen.
- Zwar wurde bei den Berechnungen die Verkürzung der täglichen Arbeitszeit der einzelnen Baumaschinen berücksichtigt, ggf. kann jedoch eine weitere Verringerung der Arbeitszeit im Betracht gezogen werden, wodurch sich allerdings die Bauzeit verlängern würde.
- Die Leerlaufzeit der Baumaschinen soll verringert werden, vor allem wenn die Motorgeräusche eine pegelbestimmende Quelle darstellen. Diese gilt insbesondere für die LKW, die auf dem Baufeld bzw. auf den BE- und Ablageflächen auf das Beladen warten müssen bzw. für die Bagger, die ggf. auf die LKW warten müssen.
- Weiterhin soll der Einsatz von aktiven Schallschutzmaßnahmen an den Baumaschinen bzw. Geräten, wie Schallschürzen, Schallschutzteile, Einhausungen bzw. Einkapselungen von Baumaschinen geprüft werden.

Da zu diesem Zeitpunkt bereits absehbar ist, dass sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte zu rechnen ist, werden in den beiden folgenden Kapiteln für beide Tageszeiträume weitere Maßnahmen geprüft.

10.2 Nachtzeitraum

Im Nachtzeitraum finden die lärmintensivsten Arbeiten nur im Bereich der Haupt-BE-Fläche Süd sowie während der Mastgründungen statt.

Gründung der Oberleitungsmasten

Ursprünglich war vorgesehen, die Oberleitungsmasten mit einer Schlagramme sowohl am Tag als auch in der Nacht zu gründen. Wie im Kapitel 9.3 beschrieben, führt die Verwendung dieses Bauverfahrens dazu, dass an vielen Gebäuden sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte auftreten. An ca. 1.200 Gebäuden entlang der Strecke können Beurteilungspegel von mehr als 60 dB(A), teilweise über 80 dB(A) auftreten. Zudem werden an diesen Gebäuden in den meisten Fällen die Anforderungen des Maximalpegelkriteriums überschritten.

Daher wurde zur Verminderung der bauzeitlichen Lärmimmissionen untersucht, in welchen Bereichen Rammgründungen unter der Bedingung stattfinden können, dass an keinem Gebäude Beurteilungspegel von mehr als 60 dB(A) nachts auftreten.

Bei freier Schallausbreitung müssen die Rammarbeiten einen Abstand von mindestens 500 m zur Wohnbebauung aufweisen, damit durch die Beurteilungspegel die Grenze von 60 dB(A) im Nachtzeitraum eingehalten wird.

Daher kommen nur folgende Bereiche in Betracht:

- km 139,7 bis km 140,2 der Rheintalbahn
- km 141,5 bis km 141.8 der Rheintalbahn

Wenn die Rammarbeiten in diesen Bereichen in Nachtzeitraum stattfinden, werden voraussichtlich an allen Gebäuden Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts eingehalten.

Die anderen Bereiche befinden sich deutlich näher zur Wohnbebauung in Appenweier, Windschlag und Bohlsbach. Daher sollten Arbeiten nach Möglichkeit im Tageszeitraum stattfinden.

Eine genaue Aussage ist in dieser Planungsphase nicht möglich, da nicht bekannt ist, welche Oberleitungsmasten in Tag- und welche im Nachtzeitraum erstellt werden. Zudem hängen Beurteilungspegel stark davon am, wie viele Masten pro Tag bzw. Nacht gegründet werden.

Wenn auf die Rammgründungen im Nachtzeitraum verzichtet wird, bzw. nur die Masten, die sich in einem Abstand von mehr als 500 m zur Wohnbebauung befinden, gegründet werden, kann die Anzahl der Gebäude sowohl mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte bzw. der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm gemindert werden. Zudem kann in diesem Fall Überschreitung der Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts vermieden werden.

Falls dies nicht möglich ist, können alternative Bauverfahren wie Bohrgründungen oder Rammgründungen mit einer Vibrationsramme in Betracht gezogen werden. Dabei können die Beurteilungspegel an der nächstgelegenen Bebauung im Vergleich zu Rammgründungen mit einer Schlagramme um ca. 10 bis 12 dB(A) gesenkt werden. Weiterhin kann die Anzahl der Masten, die in der Nacht gegründet werden, reduziert werden. Zwar hat diese Maßnahme keine Auswirkungen auf die Gebäude, die sich in der unmittelbaren Nähe des jeweiligen Masts befinden, jedoch kann dadurch der Umkreis, in dem Beurteilungspegel von mehr als 60 dB(A) im Nachtzeitraum auftreten können, deutlich reduziert werden. Sollte eine Vibrationsramme eingesetzt werden, sollen die Ergebnisse der erschütterungstechnischen Untersuchung, siehe Kapitel 11.5.2, beachtet werden, da vor allem Abstände, bei denen die Anforderungen der DIN 4150-2 oder DIN 4150-3 überschritten werden können, von dem Bauverfahren abhängig sind.

Haupt-BE-Fläche Süd

Im Bereich der Haupt-BE-Fläche Süd werden nachts nur an 3 Gebäuden, siehe Ergebnistabelle 2 im Anhang, die projektspezifischen Richtwerte um bis zu 4 dB(A) überschritten. Zudem liegen die Beurteilungspegel unter der Vorbelastung aus dem Schienenverkehr. Dennoch wurden zum Schutz des CVJM-Marienhofs, der gegenüber dem Verladebahnhof in einem Abstand von ca. 100 m liegt, mehrere Schallschutzvarianten untersucht. Die Berechnungen haben gezeigt, dass 3,0 und 4,0 m hohe und 200 bis 300 m lange Schallschutzwände zwischen der Rtb und dem Verladebahnhof gegenüber dem CVJM-Marienhof keine nennenswerte Wirkung aufweisen, da Immissionen aus dem nördlichen Teil des Verladebahnhofs sowie aus dem südlichen Teil der Haupt-BE-Fläche-Süd zu den Pegeln an den Wohngebäuden des CVJM-Marienhofs maßgeblich beitragen. Erst mit einer 6 bzw. 8 m hohen und 600 m langen Schallschutzwand können die Beurteilungspegel an den Wohngebäuden um 2-3 dB(A) gesenkt werden. Dabei betragen in diesem Fall die Kosten für die temporären Schallschutzwände ca. 1,4 bzw. ca. 1,8 Mio. €. Obwohl an diesen Gebäuden Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte innerhalb von ca. 4 Jahren zu erwarten sind, erscheinen solche aufwendigen Schallschutzmaßnahmen unverhältnismäßig, da die Beurteilungspegel unter 60 dB(A) bzw. deutlich unter der Vorbelastung aus dem Schienenverkehr liegen.

10.3 Tagzeitraum

Am Tage treten an einzelnen Gebäuden Beurteilungspegel von mehr als 70 dB(A) auf. Bei den meisten Gebäuden sind die Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte gering.

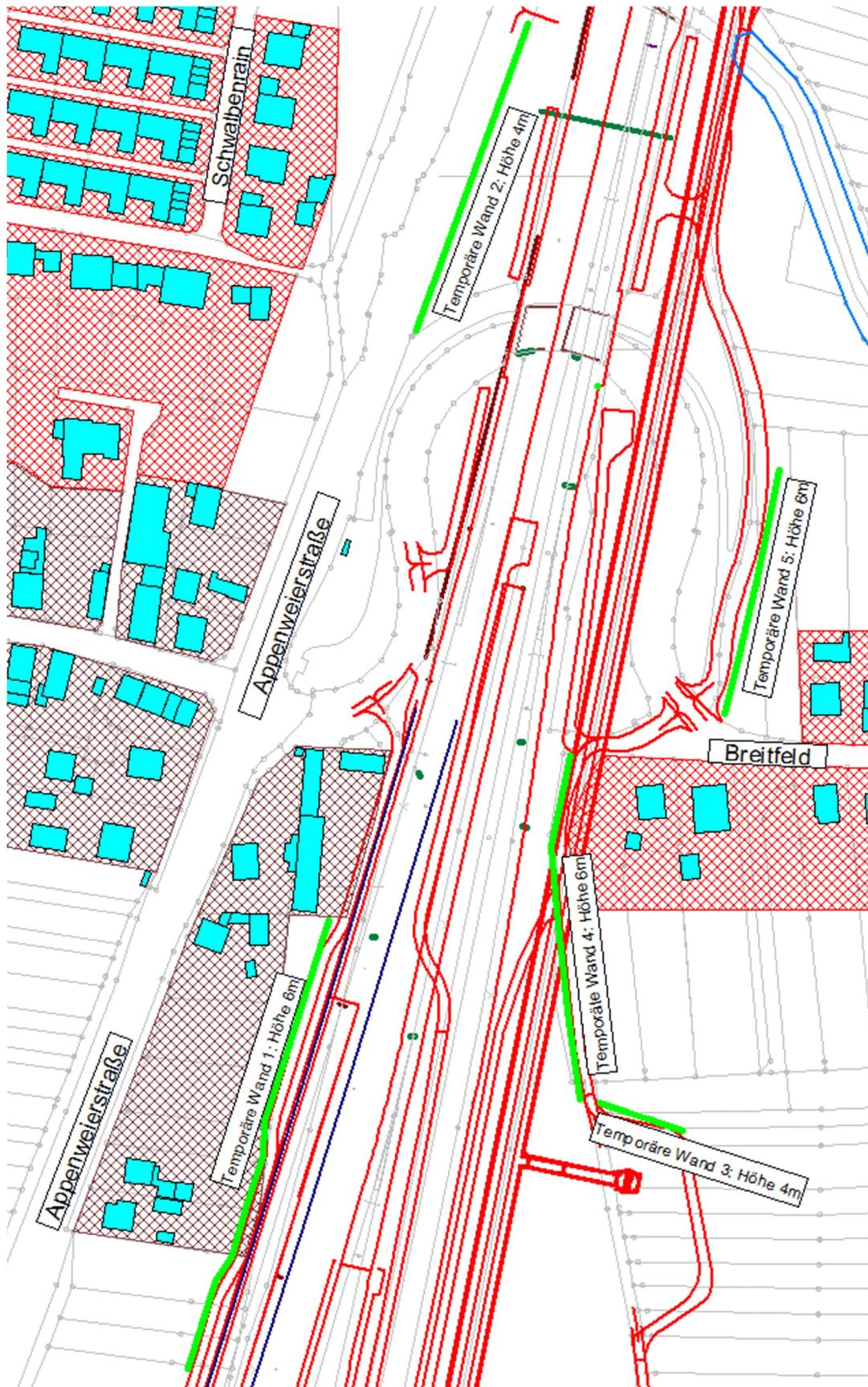
Die höchsten Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte treten während der Herstellung der Verbauten auf. Die Immissionen der hohen Baumaschinen wie Schlitzwandgreifer, Bohrgeräte und vor allem Vibrationsrammen können nicht wirkungsvoll mit 4 m bzw. 6 m hohen Schallschutzwänden abgeschirmt werden, da die Immissionsquelle bei diesen Geräten erfahrungsgemäß höher liegen. Höhere Schallschutzwände müssen gegründet werden, wodurch weitere Bohr- bzw. Rammarbeiten anfallen würden. Zudem müssen wegen des Voranschreitens der Baustelle temporäre Schallschutzwände mehrfach, bei den Mastgründungen ggf. Täglich, versetzt werden, was bei höheren als 6 m hohe Schallschutzwänden nur mit erheblichen Aufwand möglich ist. Dieses erscheint unverhältnismäßig.

In zwei Bereichen, nämlich in Windschlag und Bohlsbach, in denen der Abstand der Bebauung zu der Baustelle sehr gering ist, teilweise 15 bis 50 m, und wo die Bauarbeiten über einen längeren Zeitraum, teilweise mehrere Jahre, andauern, wurden die Auswirkungen von temporären Schallschutzwänden geprüft.

Als Schallschutzmaßnahmen werden die in den folgenden Abbildungen dargestellten temporären Schallschutzwände in den Bereichen Windschlag sowie Bohlsbach vorgeschlagen.

Windschlag

Abbildung 1: temporäre Schallschutzwände - Windschlag



Die Berechnungen für die Gebäude im Windschlag ergeben, dass eine 6,0 m hohe und ca. 160 m lange Schallschutzwand westlich des Gleisfeldes (Temporäre Wand 1, von km 141,148 bis km 141,208 der Strecke 4280) eine Minderung der Beurteilungspegel von ca. 3 dB(A) an drei Gebäuden in der Appenweier Straße bewirkt. Dabei werden die Beurteilungspegel von 77 bzw. 76 dB(A) auf 74 bzw. 73 dB(A) über einen Zeitraum von über einem Jahr gesenkt. In einem weiten Umkreis, vor allem entlang der Windschläger Straße, werden die Beurteilungspegel um 1 bis 2 dB(A) gesenkt. So kann der Richtwert der AVV Baulärm von 60 dB(A) an mehreren Gebäuden in Mischgebieten eingehalten werden.

Weiterhin wurden zwei 6,0 m hohen und 120 m bzw. 85 m lange Schallschutzwand (temporäre Wand 4, von km 140,857 bis km 140,954 – Kosten ca. 200 Tsd. €, sowie temporäre Wand 5 von km 140,967 bis km 141,077 der Strecke 4263 – Kosten ca. 300 Tsd. €) sowie eine 4,0 m hohe und 30 m lange Schallschutzwand (temporäre Wand 3 von km 141,080 bis km 141,085 der Strecke – Kosten ca. 50 Tsd. €) östlich der Rheintalbahn untersucht. Die Berechnungen haben gezeigt, dass die beiden 6 m hohen Schallschutzwände eine Minderung der Beurteilungspegel im obersten Geschoss der nächstgelegenen Gebäude um ca. 2 dB(A) bewirken. Im Erdgeschoss werden Minderungen der Beurteilungspegel von bis zu 5 dB(A) möglich. So können Beurteilungspegel an dem Gebäude Breitfeld 10 (ID W106, siehe Anhang E.5) an der zu der Baustelle zugewandten Fassade unter 70 dB(A) über einen Zeitraum von mehr als 1 Jahr abgesenkt werden. Die 4 m hohe und 30 m lange Schallschutzwand entlang der BE-Fläche zeigt kaum Wirkung, da die Immissionen aus der BE-Fläche gering sind und die Arbeiten im Gleisbereich eine bestimmende Quelle darstellen. Wenn die Arbeiten voranschreiten, werden allein aus der BE-Fläche die Richtwerte der AVV Baulärm eingehalten. Daher erscheint diese Wand als unverhältnismäßig.

Schließlich wurden in diesem Bereich eine 4 m hohe und ca. 110 m lange Schallschutzwand (temporäre Wand 2 von km 140,730 bis km 140,840 der Strecke 4280 – Kosten ca. 190 Tsd. €) entlang der Appenweierstraße untersucht. Während der lärmintensivsten Arbeiten zeigt diese Schallschutzwand keine nennenswerte Wirkung auf, da die Arbeiten vor allem entweder weiter nördlich oder weiter südlich durchgeführt werden. Während der weniger lärmintensiven Arbeiten können die Beurteilungspegel durch die Schallschutzwand von ca. 60 dB(A) auf 53 bzw. 55 dB(A) gesenkt werden. Zwar zeigt die Wand eine gute Abschirmwirkung, wird diese aber als unverhältnismäßig angesehen, da die Beurteilungspegel an den Gebäuden in der Schwalbenstraße nur geringfügig über den jeweiligen projektspezifischen Richtwert liegen.

Bohlsbach

Abbildung 2: temporäre Schallschutzwände - Bohlsbach



In diesem Bereich, vor allem an den Gebäuden in der Wackerstraße treten Beurteilungspegel von teilweise mehr als 70 dB(A) während mehreren Bauzustände, N09 bis N11, über einen Zeitraum von ca. 1,5 Jahre auf. Zudem wird während dieser Zeit der bestehende Schallschuttwall und ein Teil der bestehenden Schallschutzwände teilweise zurückgebaut, damit hier der Tunnel in offener Bauweise WR-wZgl gebaut werden kann. Daher besteht hier die Notwendigkeit der Schallschutzmaßnahmen.

Für den Bereich Bohlsbach wurden zwei temporäre Schallschutzwände (temporäre Wand 6 und 7) geprüft. Eine 6,0 m hohe Schallschutzwand, die im Bereich des

zurückzubauenden 3,5 m hohen Schallschutzwand sowie eine 4,0 m hohe Schallschutzwand entlang der BE-Fläche liegt.

Die Berechnungen ergeben, dass 6,0 m hohe und 145 m lange Schallschutzwand (temporäre Wand 6 von km 142,663 bis km 142,785 der Strecke 4280– Kosten ca. 350 Tsd. €) eine Minderung der Beurteilungspegel von ca. 2 bis 3 dB(A) an den Gebäuden in der Wackerstraße bewirkt. Da in diesem Bereich die Beurteilungspegel mit der Schallschutzwand an einigen Gebäuden zwischen 68 und 70 dB(A) liegen, siehe Kapitel 9.1.6, können durch die Maßnahme an bis zu 8 Gebäuden Beurteilungspegel von mehr als 70 dB(A) vermieden werden. Da in diesem Bereich sowohl die Notwendigkeit der aktiven Schallschutzmaßnahmen besteht als auch ausreichen Platz für die Schallschutzwand vorhanden ist, soll hier eine Schallschutzwand aufgestellt werden. Daher wurde diese bei den Berechnungen und entsprechend in der Ergebnistabellen berücksichtigt.

Weiterhin wurde eine Schallschutzwand (temporäre Wand 7 bei km 142,663 der Strecke 4280 – Kosten 170 Tsd. €) entlang des Flurstücks 2639, Gemarkung Bohlsbach (BE-Fläche) untersucht. Diese BE-Fläche befindet sich in einem Abstand von ca. 40 m zur nächstgelegenen Wohnbebauung. Die Berechnungen zeigen, dass diese Wand während der lautesten Baumaßnahmen kaum Wirkung, Absenkung der Immissionen höchstens um wenige Zehntel dB(A) aufweist. Während der weniger lärmintensiven Arbeiten können zwar die Beurteilungspegel um höchstens 3 dB(A) gesenkt werden. Da aber in diesen Phasen bereits ohne die Schallschutzwand die Richtwerte der AVV Baulärm eingehalten werden, erscheint diese Maßnahme unverhältnismäßig.

Gesamter PfA 7.1

In weiteren Bereichen, vor allem im Südteil, des PfA 7.1 erscheint der Einsatz von temporären Schallschutzwänden unverhältnismäßig, da entweder die projektspezifischen Richtwerte eingehalten werden bzw. nur geringfügig überschritten werden, eine Schallschutzwand bereits vorhanden ist und aufstellen weiteren Wände mit einem erheblichen Aufwand und mit Eingriff in die Grundstücke Dritter wie z.B. im Bereich Bohlsbach verbunden ist.

So ist im Bereich Bohlsbach ist der Einsatz weiterer Schallschutzwände nicht möglich, da diese parallel zu den bestehen 3 m hohen Schallschutzwänden auf den Grundstücken dritter aufgestellt werden müssen. Ebenso ist der Fall entlang der RtB in Offenburg selbst. Wo die bestehenden Wände wegen des Platzmangels teilweise zurückgebaut werden müssen. Dort besteht ebenso keine Möglichkeit mit einem vertretbaren Aufwand weitere Wände aufzustellen.

Im Niederschöpfheim befinden sich eine 3,5 m hohe Schallschutzwand entlang der Bundesstraße B3 sowie eine 3,0 m hohe Schallschutzwand entlang der Stracke. Daher wird das Aufstellen weiteren, 4 bis 6 m hohen Schallschutzwände angesehen, da diese

nur einen geringeren zusätzlichen Schutz bieten und mit einem erheblichen Aufwand aufzustellen.

Während der Mastgründungen mit einer Schlagramme werden an den nächstgelegenen Gebäuden, vor allem in Appenweier, Windschlag und im Offenburg, die teilweise in einem Abstand von weniger als 20 m zu den nächstgelegenen Maststandort liegen, Beurteilungspegel von bis zu 84 dB(A) prognostiziert. Würden die Mastgründungen mit einem Bohrgerät oder einer Vibrationsramme durchgeführt können die Beurteilungspegel an den nächstgelegenen Gebäuden um ca. 10 bis 12 dB(A) reduziert werden. So können an allen Gebäuden, bei denen Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte geringer als 10 bzw. 12 dB(A) vermieden werden, siehe Ergebnistabelle 3 im Anhang D. In diesem Fall würden die Überschreitungen der Richtwerte während der Gründungen der Oberleitungsmasten an ca. 80% der in der Ergebnistabelle 3 ausgeführten Gebäuden vermieden werden. Sollte eine Vibrationsramme eingesetzt werden, sollen die Ergebnisse der erschütterungstechnischen Untersuchung, siehe Kapitel 11.5.2, beachtet werden. Da bei diesen Verfahren Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 in einem größeren Umkreis als bei einer Schlagramme nicht ausgeschlossen werden können.

10.4 Entschädigungen

Sofern es trotz der oben beschriebenen Maßnahmen zu nicht mehr zumutbaren Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm bzw. der projektspezifischen Richtwerte kommt, können folgende Maßnahmen zur Vermeidung nachteiliger Wirkung (§ 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG) oder Entschädigungen in Geld (nach § 74 Abs. 2 Satz 3 VwVfG) vorgesehen werden:

- Passive Schallschutzmaßnahmen (Fenster, Lüfter), die nach 24.BImSchV bestimmt werden
- Bereitstellung von externen Übernachtungsmöglichkeiten
- Bereitstellung von Ersatzräumen
- Geldentschädigungen für die Gebäude mit Überschreitungen der Richtwerte

Die genauen Maßnahmen für das jeweilige Gebäude werden erst im Zuge der Ausführungsplanung bestimmt, da erst zu diesem Zeitpunkt die genauen Abläufe und die eingesetzten Baumaschinen bekannt werden und die Wirksamkeit der temporären Schallschutzwände sowie der Schallschutzwände aus der Unterlage 18.1 eindeutig bestimmt werden kann.

10.4.1 Tagzeitraum

Die Entschädigungen für die genutzten Räume sowie für die Außenwohnbereiche sollen für den Tagzeitraum nach den folgenden Kriterien bestimmt werden.

1. keine Überschreitungen

Für die Bewohner der Gebäude ohne Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte werden keine Entschädigungen vorgesehen.

2. geringe Überschreitungen

Für die Bewohner der Gebäude mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte bis zu 3 dB(A) für eine Dauer von bis zu 4 Monate werden keine Entschädigungen vorgesehen, da die Schalldämmung (vorausgesetzt sind die Fenster der Schallschutzklasse 2) ausreichend sein sollte, um die Anforderungen der VDI 2719 für Wohnräume in Mischgebieten (Innenraumpegel von 40 dB(A)) einzuhalten.

3. hohe Überschreitungen

Für die Bewohner von Gebäuden mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte um bis zu 3 dB(A) für die Dauer von mehr als 4 Monaten bzw. für Gebäude mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte um mehr als 3 dB(A) und gleichzeitig einem Beurteilungspegel von bis zu 67 dB(A) werden keine Entschädigungen für Innenbereiche vorgesehen, da die Schalldämmung (vorausgesetzt sind die Fenster der Schallschutzklasse 2) ausreichend sein sollte, um die Anforderungen der VDI 2719 für Wohnräume in Mischgebieten (Innenraumpegel von 40 dB(A)) einzuhalten. Da es sich beim Baulärm nicht um eine dauerhafte Lärmbelästigung handelt, werden Innenraumpegel von 40 dB(A) für Mischgebiete auch für reine und allgemeine Wohngebiete als zumutbar angesehen.

Für die Außenwohnbereiche werden bei der Überschreitung der projektspezifischen Richtwerte bis zu 3 dB(A) für die Dauer von mehr als 4 Monaten bzw. für die Außenwohnbereiche mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte von mehr als 3 dB(A) und Beurteilungspegeln bis 67 dB(A) Entschädigungen vorgesehen.

4. erhebliche Überschreitungen (bis 4 Monate)

Bei Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte und gleichzeitiger Überschreitung der Beurteilungspegeln von 67 dB(A) bis zu 74 dB(A) werden für die Betroffenen Entschädigungen für Innen- und Außenwohnbereiche vorgesehen.

5. erhebliche Überschreitungen (ab 4 Monate)

Bei den Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte und gleichzeitiger Überschreitung der Beurteilungspegeln von 67 dB(A) für die Dauer von mehr als 4 Monate werden für die Betroffenen Entschädigungen für Außenwohnbereiche vorgesehen. Für die Innenbereiche werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen. Diese sollen für die Wohnräume auf einen Innenraumpegel von 40 dB(A) ausgelegt werden. Dabei sollen nur die Schallschutzfenster bis zu Schallschutzklasse 5 eingebaut werden. Sollten diese nicht ausreichend sein, werden zudem Entschädigungen für die Dauer der Überschreitungen der Innenraumpegel von 40 dB(A) vorgesehen.

Bei Beurteilungspegeln von mehr als 75 dB(A) sollen auch schon ab einem Monat passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen werden, da bei solchen Beurteilungspegeln die Innenraumpegel in den Wohnräumen nicht zumutbar sind.

10.4.2 Nachtzeitraum

Da im Nachtzeitraum nur an 3 Gebäuden über einen längeren Zeitraum mit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte zu rechnen ist, siehe Kapitel 9.2.4 sollen für diese Gebäude Entschädigungen vorgesehen werden.

An vielen Gebäuden können Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte während der Gründung der Oberleitungsmasten in den Bereichen Appenweier, Windschlag und Bohlsbach auftreten. Da diese Arbeiten schnell voranschreiten, ist mit hohen Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte bzw. mit den Beurteilungspegeln von mehr als 60 dB(A) in einigen wenigen Nächten zu rechnen. Für diese Gebäude sollen externe Übernachtungsmöglichkeiten vorgesehen werden. Die genauen Gebäude sowie die Anzahl der Nächte können erst während der Ausführungsplanung festgestellt werden, wobei man von höchstens 5 Nächten pro Gebäude ausgehen kann, da diese Arbeiten auch im Tagzeitraum stattfinden werden.

Für Gebäude mit Beurteilungspegeln von weniger als 60 dB(A) werden kurzzeitige Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte als zumutbar angesehen, da die Innenraumpegel nach VDI 2719 [26] von 30 dB(A) für Wohngebiete bei einem Außenpegel von 57 dB(A) und von 35 dB(A) in Mischgebieten bei einem Außenpegel von 62 dB(A) (Annahme: Fenster der Schallschutzklasse 2) eingehalten werden. Da es sich beim Baulärm nicht um eine dauerhafte Lärmbelästigung handelt, werden Innenraumpegel von 40 dB(A) für Mischgebiete auch für reine und allgemeine Wohngebiete als zumutbar angesehen.

10.5 Weitere Maßnahmen

Zusätzlich zu den Beschriebenen Minderungs- und Schutzmaßnahmen können weitere Maßnahmen durchgeführt werden.

- Die Betroffenen werden vor dem Beginn der lärmintensiven Baumaßnahmen ausführlich über die bevorstehenden Bautätigkeiten, ihr Dauer und ausführlich informiert. Damit die Betroffenen eine Möglichkeit haben, ihre persönliche Planung für den Tagesablauf bzw. Urlaub usw. anzupassen
- Weiterhin wird eine Ansprechperson für die Betroffenen genannt (Baulärmverantwortlicher) die die Fragen der Bevölkerung beantworten kann sowie die bauausführenden Firmen bei Fragen zu Schall- bzw. Erschütterungsschutzes unterstützen kann

- An geeigneten Stellen können punktuelle Messung bzw. ein Lärmmonitoring durchgeführt werden, um die tatsächlichen Immissionen während länger andauernden Bautätigkeiten wie Betonarbeiten oder lärmintensivsten Bauarbeiten wie Erstellen der Verbauten durchzuführen

10.6 Abschließende Bemerkungen

Wie oben beschrieben, bestehen mehrere Möglichkeiten, die Immissionen aus der geplanten Bautätigkeit zu senken. Weiterhin werden für die Betroffenen, bei denen trotz dieser Maßnahmen Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte verbleiben, Entschädigungen vorgesehen.

Da zu diesem Zeitpunkt die notwendigen Schallschutzmaßnahmen, ihre Wirksamkeit und Verhältnismäßigkeit im Rahmen der Genehmigungsplanung noch nicht eindeutig bestimmt werden können, werden diese erst im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt.

Die Anwohner werden rechtzeitig vor Beginn der Bauarbeiten über Beginn, Dauer, Tageszeiten und Art der Baumaßnahme ausführlich zu informieren. Weiterhin wird ein Ansprechpartner benannt, der auf Fragen zum Bauablauf, zur Geräusentwicklung und zu Bauerschütterungen Auskunft geben kann und gleichzeitig die Baufirmen bei Fragen des Immissionsschutzes unterstützen kann.

11 Erschütterungen

Nachfolgend werden die erschütterungstechnischen Auswirkungen während der Bauzeit beurteilt.

11.1 Rechtliche Grundlagen

Ansprüche auf Erschütterungsschutz beurteilen sich vorliegend nach § 74 Abs. 2 Satz 2 und 3 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) [4]. Schutzvorkehrungen sind gemäß § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG anzuordnen, wenn dies zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf Rechte anderer erforderlich ist. Das Bundesverwaltungsgericht betont, dass die damit angesprochene Zumutbarkeitsschwelle bei Einwirkungen durch Erschütterungen nicht durch gesetzliche Grenzwerte festgelegt ist, sondern sich nach den Verhältnissen im Einzelfall bestimmt. Maßgeblich sind die Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit der betroffenen Nutzung am jeweiligen Immissionsort. Diese richten sich nach der Art des Gebietes und den weiteren konkreten tatsächlichen Verhältnissen (BVerwG, Ur. v. 29.06.2017 – 3 A 1.16, Zeitschrift für Umweltrecht 2018, 107, 113).

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [1] verfolgt den Zweck, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen. Es dient damit auch dem Schutz von Menschen und Gebäuden vor übermäßigen Erschütterungseinwirkungen.

Es existieren zurzeit keine spezifischen gesetzlichen Regelungen zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen. Art und Grad der individuellen Beeinträchtigung durch Erschütterungen hängen vom Ausmaß der Erschütterungsbelastung und verschiedenster situativer Faktoren ab. Beispielhaft seien genannt:

- Stärke der Schwingungen (Schwingstärke, KB-Wert),
- Einwirkungsdauer,
- Häufigkeit des Auftretens,
- Art der Erschütterungsquelle (Sichtkontakt, Hörkontakt, ...),
- Wohlbefinden der Personen,
- Grad der Gewöhnung.

Die in der Norm DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ festgelegten Beurteilungsverfahren haben den Zweck, die oben genannten Einflüsse bestmöglich zu berücksichtigen. Die DIN 4150 ist in der Fachwelt und von der Rechtsprechung anerkannt und kann als antizipiertes Sachverständigengutachten angesehen und zur Konkretisierung der Zumutbarkeitsschwelle bei Einwirkungen durch Erschütterungen herangezogen werden. Im vorliegenden Fall erfolgt die Beurteilung der Erschütterungen gemäß dem

Teil 2 dieser Norm: „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ [15] und dem Teil 3 der DIN 4150 „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ [16].

11.2 Was sind Erschütterungen und sekundärer Luftschall?

Erschütterungsimmissionen bestehen aus - fühlbaren - mechanischen Schwingungen (Vibrationen, Erschütterungen) und - hörbarem - sekundärem Luftschall, der durch die Schallabstrahlung schwingender Raumbegrenzungsflächen entsteht.

Bei erschütterungsintensiven Bauarbeiten, wie z.B. Abriss- oder Rammarbeiten entstehen dynamische Kräfte, die vom Baukörper auf den Untergrund einwirken. Hiervon gehen Erschütterungen aus, die sich über den Baugrund ausbreiten und mit zunehmendem Abstand vermindern. Benachbarte Bauwerke werden von den Erschütterungen am Fundament erfasst und ebenfalls zu Schwingungen angeregt, die sich innerhalb der Gebäude aufgrund deren Eigendynamik verstärken oder abschwächen können. Diese Erschütterungen können von Menschen wahrgenommen werden, wenn sie eine bestimmte „Fühlbarkeitsschwelle“ überschreiten.

Die physikalische Größe, die zur Beschreibung der Erschütterungseinwirkungen überwiegend verwendet wird, ist die Schwinggeschwindigkeit (oder Körperschall-Schnelle), die i.d.R. als Pegel (dB, bezogen auf 5×10^{-5} mm/s) angegeben wird. Sie ist in Festkörpern (Erdboden, Bausubstanz) stark frequenzabhängig und muss daher spektral betrachtet werden.

Neben Erschütterungen können die über den Baugrund in die Gebäude eingetragenen Schwingungen sogenannten „sekundären Luftschall“ hervorrufen. Hierunter versteht man den durch die Schwingungsanregung von Umfassungsbauteilen (Wände, Wohnungsdecken) abgestrahlten Schallanteil innerhalb von Räumen. Dieser kann u. U. als tieffrequentes Geräusch in den Räumen wahrgenommen werden. Sekundärer Luftschall ist vor allem in den Räumen wahrzunehmen, die gegenüber dem von außen einwirkenden Luftschall (Primärschall) abgeschirmt sind.

11.3 Erschütterungswirkungen während der Bauzeit

11.3.1 Allgemeines zu Erschütterungen während der Bauzeit

Erschütterungsintensive Arbeiten sind beim Bau von Verkehrswegen erfahrungsgemäß unvermeidbar. Verdichtungsarbeiten des Erdbodens, Aushub, Bewegungen von Bau- und Transportgeräten können Erschütterungsimmissionen hervorrufen. Hohe Belastungen durch Erschütterungsimmissionen können z.B. bei Rammarbeiten auftreten.

Die Körperschalleinleitung in den Erdboden, die Ausbreitung im Boden und die Übertragung in Gebäude sind jeweils wegen unterschiedlicher Bodeneigenschaften, wie z.B. Inhomogenitäten, Filterwirkung, eingeschlossener Lockerbodenschichten,

Brechung und Reflexion von Wellen an Grenzschichten und Übergängen sehr komplex. In der Regel kann mit Hilfe von messtechnisch ermittelten Emissionen anhand statistisch oder individuell ermittelter Gebäude-Übertragungsfaktoren eine Aussage über die erschütterungstechnischen Einwirkungen auf die vorhandene Bebauung getroffen werden.

Die Beurteilung wird anhand kurzzeitig auftretender Maximalwerte $KB_{F_{max}}$ vorgenommen. Die Körperschall-Schnelle wird dafür nach dem Max-Hold-Verfahren durch Effektivwertbildung (Zeitbewertung „Fast“) ausgewertet. Werte, welche die Einwirkungsdauer berücksichtigen, werden aus sogenannten energieäquivalenten Mittelungsspeglern gebildet.

11.3.2 Erschütterungen bezogen auf den Menschen (DIN 4150 Teil 2)

Die Erschütterungseinwirkungen auf den Menschen während der Bauphase sind nach DIN 4150, Teil 2 [15] Abschnitt 6.5.4 zu beurteilen.

Für nächtlich auftretende Erschütterungen bei Baumaßnahmen gelten die Anhaltswerte aus Tabelle 1 der DIN 4150-2:

Tabelle 38: Anhaltswerte nach DIN 4150-2 für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen

Zeile	Einwirkungsort	Nachts		
		A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9.)	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8).	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5).	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Dorfgebiete BauNVO, § 2).	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	0,15	0,05
In Klammern sind jeweils die Gebiete der BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegenüber Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.				

Für Baumaßnahmen im Tagzeitraum (06:00 bis 22:00 Uhr) werden grundsätzlich höhere Anhaltswerte zugelassen als nach Tabelle 1 der DIN 4150-2. Die Häufigkeit des Auftretens von einzelnen KB_{Fmax} -Spitzen ist maßgeblich für deren zulässige Höhe. Für die Ruhezeiten, werktags von 06:00 bis 07:00 Uhr und von 19:00 bis 22:00 Uhr sowie sonn- und feiertags von 06:00 bis 22:00 Uhr, werden Zuschläge nach 6.4.2 der DIN 4150-2 berücksichtigt.

Erschütterungen, die nur an einem Tag auftreten, dürfen intensiver sein. Die DIN 4150-2 unterscheidet daher 3 Klassen, siehe Tabelle 39. Ab 6 Tagen bzw. 26 Tagen Dauer erschütterungsintensiver Arbeiten sind die Anhaltswerte jeweils strenger, ab 78 Tagen Dauer der Bauarbeiten ist die Erschütterungseinwirkung nach Tabelle 1 der DIN 4150-2 zu beurteilen. Für länger als 78 Tage einwirkende Erschütterungen macht die Norm DIN 4150-2 keine Angaben. Die Erschütterungen sollten dann nach besonderen Gegebenheiten des Einzelfalls individuell beurteilt werden.

Tabelle 39: Anhaltswerte nach DIN 4150-2 für die Beurteilung von Erschütterungen durch Baumaßnahmen am Tag

Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tage < D ≤ 26 Tage			26 Tage < D ≤ 78 Tage		
	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 in Tabelle 39 genannten Stufen klassieren die Einwirkungen im Tageszeitraum (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) folgendermaßen:

Stufe I: Eine untere Stufe, bei Unterschreitung ist auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.

Stufe II: Eine mittlere Stufe, bei deren Unterschreitung ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist, falls die nachfolgend genannten Maßnahmen ergriffen werden. Bei zunehmender Überschreitung auch dieser Stufe werden mit wachsender Wahrscheinlichkeit erhebliche Belästigungen auftreten.

Ist zu erwarten, dass Erschütterungseinwirkungen auftreten, die oberhalb der Anhaltswerte der Stufe II liegen, so ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.

Stufe III: Eine obere Stufe, bei deren Überschreitungen die Einwirkungen unzumutbar sind. Die Fortführung von Bauarbeiten ist nur unter Berücksichtigung und Vereinbarung besonderer Maßnahmen möglich ist.

Als Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen durch Erschütterungen aus Bauarbeiten nennt die DIN 4150-2:

- die umfassende Information der Betroffenen vorab über die Arbeiten und die daraus zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen
- die Aufklärung über die Unvermeidbarkeit
- die Anwendung baubetrieblicher Maßnahmen wie Einhaltung von Pausen und Ruhezeiten
- den Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungseinwirkungen

Die Umsetzung der Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen durch Erschütterungen obliegt dem Betrieb, der die Baumaßnahme durchführt. Es ist möglich, während der Durchführung der Baumaßnahmen die Erschütterungen messtechnisch zu überwachen und im Rahmen der Baudurchführung darauf zu reagieren, um die



Anforderungen der DIN 4150-2 einzuhalten. Vor allem durch die Veränderung der Arbeitsfrequenz können Erschütterungsimmissionen vermindert werden.

11.3.3 Erschütterungen bezogen auf Gebäude (DIN 4150 Teil 3)

Die Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen werden in der DIN 4150-Teil 3 [16] behandelt. Es werden Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung nicht mit Schäden im Sinne einer Gebrauchswertminderung von Gebäuden oder Gebäudeteilen zu rechnen ist.

Hierbei wird zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen, die auf Bauwerke einwirken, unterschieden.

Kurzzeitige Erschütterungen:

Kurzzeitige Erschütterungen im Sinne der DIN 4150-3 sind „Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet ist, um in der betroffenen Struktur Resonanz zu erzeugen“.

Bei kurzzeitigen Erschütterungen im vorgenannten Sinn ist nicht mit Gebäudeschäden zu rechnen, wenn an Wohn- und Bürogebäuden oder diesen in der Nutzung entsprechende Bauten folgende maximale Schwinggeschwindigkeiten an Fundament oder Decke nicht überschritten werden:

Tabelle 40: Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3, Tabelle 1

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v in mm/s				
		Fundament Frequenz			oberste Deckenebene, horizontal i = x, y	Decken, vertikal i = z
		1-10 Hz	10-50 Hz	50-100 Hz	alle Frequenzen	alle Frequenzen
1	gewerblich genutzte Gebäude, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion oder Nutzung gleichartige Gebäude	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20

Dauererschütterungen:

Dauererschütterungen sind nach der DIN 4150-3 alle Erschütterungen, auf welche die Definition der kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft. Es ist nicht mit Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 (Gebrauchswertminderung) zu rechnen, wenn an Wohn- und Bürogebäuden oder diesen in der Nutzung entsprechenden Bauten folgende maximale Schwinggeschwindigkeiten der Decken nicht überschritten werden:

Tabelle 41: Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3, Tabelle 4

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v in mm/s	
		oberste Deckenebene, horizontal i = x, y	Decken, vertikal i = z
		alle Frequenzen	alle Frequenzen
1	gewerblich genutzte Gebäude, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion oder Nutzung gleichartige Gebäude	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10

Es ist zu berücksichtigen, dass sich für Wohngebäude bereits eine Gebrauchswertminderung ergibt, wenn kleine Risse im Putz auftreten oder sich vorhandene Risse vergrößern.

11.4 Prognoseberechnungen

Bei der Prognoseberechnung ist es in Anlehnung an VDI 3837 [19] zweckmäßig, zwischen Emissions-, Transmissions- und Immissionssystem zu unterteilen. Die Immissionen können demnach wie folgt berechnet werden:

$$L_{v,Raum}(f) = L_E(f) + L_B(f) + L_{G1}(f) + L_{G2}(f) + L_M(f)$$

Formel 1: Berechnung des Immissionspegels in Anlehnung an VDI 3837

Mit $L_{v,Raum}$ als Immissionspegel, L_E als Emissionspegel, L_B als boden- und abstandsbedingte Pegeldifferenz, L_{G1} als Übertragungsfunktion zwischen Erdboden und Gebäudefundament, L_{G2} als Übertragungsfunktion vom Gebäudefundament zu den Geschossdecken und L_M als Pegeldifferenz durch Schutzmaßnahmen. Die Berechnung ist spektral für die jeweiligen Terzmittenfrequenzen (f) durchzuführen.



Nachfolgend werden Grundlagen genannt, wie die einzelnen Teile der obigen Gleichung ermittelt werden können.

Erschütterungen – maximale Schwingschnelle im Freifeld (LE und LB)

Gemäß Bild 1 der DIN 4150-1 [14] wird die geometrische Abnahme der Schwingungsamplitude vor allem durch drei Faktoren beeinflusst:

- Geometrie der Quelle (Punkt- oder Linienquelle)
- Art der Anregung (impulsartig oder harmonisch/ stationär)
- Wellenart (Raumwelle oder Oberflächenwelle)

Hierbei wäre z.B. ein langes, schwingendes Fundament eher als Linienquelle einzustufen, wohingegen die erschütterungsintensiven Bauarbeiten i.d.R. als Punktquelle anzusehen sind. Beispiele für impulsartige Erschütterungsquellen sind fallende Massen oder Schlagrammen mit einer ausreichenden Abklingzeit zwischen den Schlägen. Typische stationäre Quellen sind Verdichtungsmaschinen (Rüttler oder Walze) oder Vibrationsrammen. Neben den genannten Anregungsarten kommen z.B. beim Anfahren oder unregelmäßigem Betrieb von Geräten auch Übergangsschwingungen (transiente Schwingungen) vor.

Zusätzlich zur geometrischen Abnahme der Schwingungsamplitude spielt die Materialdämpfung des Bodens eine Rolle. Die Dämpfungseigenschaften des Erdbodens sind frequenzabhängig, wobei in der Regel tiefe Frequenzen eine geringere Dämpfung als hohe Frequenzen erfahren. Die Dämpfung wird durch den Abklingkoeffizienten bestimmt.

Nach DIN 4150-1 [14] kann die Abnahme der Amplitude im Fernfeld mit Formel 2 berechnet werden, wobei der erste Teil der Formel die geometrische Abnahme beschreibt und der zweite Teil die Materialdämpfung.

$$v_2 = v_1 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{-n} \cdot e^{-\alpha(R_2-R_1)}$$

Formel 2: Theoretische Berechnung der Amplitudenabnahme für Erschütterungen im Fernfeld

Mit der Schwingschnelle v in [mm/s], dem Abstand R in [m], dem Exponenten der geometrischen Ausbreitung n [-] (ohne Einheit) und dem Abklingkoeffizienten α in [1/m].

Im Nahfeld können sich aufgrund der Wellencharakteristik von Körperschall große Abweichungen zwischen der berechneten und tatsächlich vorhandenen Amplitude ergeben.

Bei stark inhomogenen Böden oder bei einer messtechnischen Ermittlung der Ausbreitungsdämpfung kann die Berechnung nach Melke [20] wie folgt zusammengefasst werden:

$$v_2 = v_1 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{-m}$$

Formel 3: Empirische Berechnung der Amplitudenabnahme für Erschütterungen im Fernfeld

Achmus et al. [18] haben für verschiedene erschütterungsintensive Bauarbeiten Formeln zur Berechnung der Schwinggeschwindigkeit in Abhängigkeit des Abstands und der eingetragenen Schwingenergie zusammengestellt. Hierbei werden zahlreiche Literaturwerte vorgestellt und mit eigenen Messergebnissen verglichen. Zusammenfassend lässt sich dies mithilfe von Formel 4 beschreiben:

$$v = k \cdot \frac{\sqrt{E}}{R^m}$$

Formel 4: Grundformel zur Berechnung der Schwingschnelle im Abstand R zur Erschütterungsquelle

mit der Schwingschnelle v in [mm/s], dem Abstand zur Erschütterungsquelle R in [m], dem Schwingungsenergieeintrag E in [kJ], dem dimensionslosen Ausbreitungskoeffizienten m , und der dimensionslosen Konstanten k , welche von der Bodenart und der Erschütterungsquelle abhängig ist.

Achmus et al. machen verschiedene Vorschläge, wie aus üblichen Gerätekenndaten die eingeleitete Schwingungsenergie abgeleitet werden kann. Der Ausbreitungskoeffizient liegt je nach Literatur und Bauverfahren zwischen 0.5 und 1.5, meistens jedoch bei 1.0. Die Konstante K ist ebenfalls vom Boden und Bauverfahren abhängig und weist eine insbesondere bei Rammarbeiten eine große Streuung zu den vorgeschlagenen Werten auf.

Neben der theoretischen Ermittlung von Erschütterungsemissionen können die Erschütterungsemissionen auch durch eine messtechnische Erfassung erfolgen. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass gemessene Emissionswerte nur unter vergleichbaren Bedingungen zwischen Mess- und Prognosesituation Verwendung finden können. Im Fall der Bauarbeiten ist dies zum derzeitigen Planungsstand nicht möglich, da noch nicht detailliert festgelegt werden kann, welche Baumaschinen tatsächlich eingesetzt werden und nicht sicher ist, welche Wechselwirkungen zwischen der jeweiligen Maschine und dem Baugrund auftreten.

Es ist anzumerken, dass nach Melke (Seite 9-7) [20] mit Prognoseunsicherheiten von bis zu 300 % zu rechnen ist, wenn ausschließlich theoretische Daten vorliegen. Selbst bei einer umfassenden messtechnischen Erfassung der Gebäudeeigenschaften, Ausbreitungsbedingungen und Emissionen wird die Prognosesicherheit mit einem Fehler von 50 % angegeben. Da für die Vorliegende Untersuchung vor allem die Emissionsansätze, aber auch die Berücksichtigung der Gebäudeeigenschaften und Ausbreitung im Erdboden eher konservativ, also mit geringer Überschreitungswahrscheinlichkeit gewählt werden, ist davon auszugehen, dass die den tatsächlichen Immissionen in der

Regel geringer ausfallen werden als die im Rahmen der Prognose berechneten Schwinggeschwindigkeiten.

Erschütterungen – Gebäudeübertragungsfunktion (L_{G1} und L_{G2})

Die Übertragungsfunktionen von Gebäuden sind nach Melke [19] in gewissem Maß von der der Art und Position der Erschütterungsquelle abhängig. Da im Rahmen der Voruntersuchungen [27] nur eine stichprobenartige Ermittlung der Gebäudeeigenschaften stattfinden konnte, wird auf die empirisch ermittelten Gebäudeübertragungsfunktionen in Abhängigkeit von der Deckenbauart und der maßgeblichen Resonanzfrequenz entsprechend der DB-Richtlinie 820.2050A02 zurückgegriffen. Für den Schienenverkehr wird eine spektrale Berechnung nach DB-Richtlinie durchgeführt, bei den Baumaßnahmen, wird jeweils die der ungünstigste Fall (resonante Anregung) bei der voraussichtlich maßgeblichen Arbeitsfrequenz ermittelt.

Erschütterungen – Bewertete Schwingstärke (K_{BFmax} und K_{BFTR})

Die Berechnung der zeitlich und frequenzabhängig bewerteten Schwingschnelle aus Messsignalen erfolgt entsprechend den Festlegungen der DIN 45669-1 [21], auf die auch die DIN 4150-2 Bezug nimmt. Da bei der Prognoseberechnung für Bauerschütterungen die spektrale Verteilung der Immissionen nicht bekannt ist, sondern maximale Schwingschnellen prognostiziert werden, erfolgt die Ermittlung der KB-Werte nach dem empirischen Verfahren laut DIN 4150-2, Punkt 7.

11.4.1 Abbrucharbeiten mit Bagger und Spitzmeißel

Für den Abbruch massiver Betonteile wird üblicherweise ein größerer hydraulischer Spitzmeißel eingesetzt, der von einem Bagger geführt wird. Bei üblichen Schlagfrequenzen von 4 bis 20 Hz wird das abzureißende Bauteil in Schwingung versetzt. Üblicherweise leitet das Bauteil die Schwingungen in den Erdboden weiter. Im Nahbereich können im ungünstigen Fall Körperschallbrücken oder eine direkte Verbindung zwischen dem abzureißenden Bauteil und den Gebäudefundamenten bestehen. Für die Immissionsberechnung wird auf Erfahrungs- und Messwerte zurückgegriffen.

11.4.2 Rammarbeiten (Vibrationsramme)

Bei diesem Vorhaben ist vorgesehen, dass die Spundbohlen mittels Vibrationsrammung eingebracht werden. Die Arbeitsfrequenz von Vibrationsrammen liegt i.d.R. zwischen 16 und 50 Hz, wobei sich die Frequenz mit der Einbringtiefe und durch das An- und Abfahren verändern kann. In Anlehnung an Achmus et al. [18] und entsprechend eigenen Messwerten wird für die Prognose folgende Formel zur Ermittlung der Schwingschnelle im Freifeld verwendet:

$$v = 18.52 \cdot \frac{\sqrt{W/f}}{R^{0.9}}$$

Formel 5: Grundformel zur Berechnung der Schwingschnelle v [mm/s] im Abstand R [m] zum Rammgut, der Leistung der Vibrationsramme W [kW] und der Arbeitsfrequenz f [Hz]

11.4.3 Rammarbeiten (Schlagramme)

Die Schlagrammung ist sehr erschütterungsintensiv und wird in verschiedenen Stellen der einschlägigen Literatur beschrieben. Achmus et al. [18] geben einen besonders ausführlichen Überblick zu verschiedenen Berechnungsverfahren, die im In- und Ausland ermittelt wurden und vergleichen die Literaturangaben mit eigenen Messwerten. Es wird festgestellt, dass die Erschütterungsemission maßgeblich vom Boden abhängig ist. Den Ausbreitungskoeffizient m nach Formel 4 geben Achmus et al. für Schlagrammung mit 1,3 an. Die Erschütterung der Schlagrammung können zur Abschätzung des KB-Wertes als Einzelereignisse von kurzer Dauer eingestuft werden (entspricht Zeile 4a) der Tabelle 3 der DIN 4150-2).

11.4.4 Bohrarbeiten

Bohrungen sind hinsichtlich der Erschütterungen i.d.R. als vergleichsweise emissionsarm einzustufen. Die Arbeitsfrequenz der Bohrgeräte liegt bei etwa 25 Hz bis 50 Hz. Für die Immissionsberechnung wird auf Erfahrungs- und Messwerte zurückgegriffen.

11.4.5 Verdichtungsarbeiten

Die Höhe von Erschütterungsemissionen aus dem Betrieb von Vibrationsverdichtern ist vor allem von Gewicht, Amplitude und Frequenz des Gerätes abhängig. Bei mittleren und schweren Walzen liegt die Arbeitsfrequenz meist zwischen 16 und 40 Hz, bei kleineren Geräten ggf. auch höher. Achmus et al. [18] haben verschiedene Methoden zusammengestellt, wie aus üblicherweise verfügbaren Gerätekenndaten (z.B. Leistung oder Gewicht) die Schwinggeschwindigkeit an einem Immissionspunkt (Freifeld oder Fundament) ermittelt werden kann. Je nach Prognoseformel und Überschreitungswahrscheinlichkeit, ändern sich der Ausbreitungskoeffizient und der k -Wert. Bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5 % kann die Schwingungsamplitude mit folgender Formel berechnet werden:

$$v = 9.72 \cdot \frac{\sqrt{G}}{R}$$

Formel 6: Grundformel zur Berechnung der Schwingschnelle v [mm/s] im Abstand R [m] zur Verdichtungsmaschine mit dem Gewicht G in [t]

11.5 Beurteilung der Erschütterungen während der Bauzeit

Gemäß des unter Kapitel 8 beschriebenen Bauablaufs sowie in Kapitel 9 genannten Baumaschinen sind folgende Arbeiten aus erschütterungstechnischer Sicht als relevant anzusehen:

- Rammarbeiten (Schlagramme)
- Bohrarbeiten (Groß- bzw. Bohrgerät)
- Stopfarbeiten (Stopfmaschine)
- Abbrucharbeiten (Meißel)

Zusätzlich werden die Erschütterungsimmissionen betrachtet, die durch den Betrieb der Tunnelbohrmaschine entstehen können.

Zur Bewertung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden wird angenommen, dass an den nächstgelegenen Gebäuden an bis zu 2 Tagen mit relevanten Erschütterungen während der Mastgründungen bzw. zwischen 6 und 26 Tagen während der Rammarbeiten mit einer Vibrationsramme zu rechnen ist, so dass die dementsprechenden Anhaltswerte der DIN 4150-2 (siehe Tabelle 39) zur Anwendung kommen.

11.5.1 Beurteilung der Rammarbeiten (OL-Masten)

Beurteilung der Einwirkungen auf bauliche Anlagen:

Während der Rammarbeiten mit einer Schlagramme können Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden, wenn die in der folgenden Tabelle dargestellten Abstände von der Schlagramme zu den jeweiligen Gebäuden unterschritten werden. Allerdings beziehen sich diese Abstände auf eine freie Ausbreitung der Erschütterungsimmissionen. Wenn sich zwischen dem Gerät weitere Gebäude, Fundamente, Verbauten usw. befinden, können sich diese Abstände verringern. D.h. hier wird eine „Worst Case“-Betrachtung durchgeführt. Dies gilt auch für die folgenden Kapiteln.

Tabelle 42: Maximale Abstände zu Rammarbeiten (Schlagramme), bei denen Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden können

Gebäudeart	Abstand [m]
Denkmalgeschützte Gebäude	35
Wohngebäude (Betondecken)	20
Gewerbegebäude (Betondecken)	10

Innerhalb dieser Abstände ist nur ein denkmalgeschütztes Gebäude Bahnhofstraße 53 (ID A127) bekannt.

An folgenden Gebäuden können Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden:

Appenweier:

- Bahnhofstraße 53 (ID A127)

Windschläg:

- Breitfeld 4 (ID W102)

Offenburg Stegermatt:

- Badstraße 22 (ID OS061)
- Kniebisstraße 1 (ID OS135)
- Garagen Pappelweg 8 auf dem Grundstück 6924 Gemarkung Offenburg

Offenburg Albertsbösch:

- Fasanenweg 1, 2, 6, 7, 10, 11, 12, 15, 16 (ID OA230, OA231, OA235, OA236, OA239, OA240, OA241, OA244, OA245)
- Garagen 7773, 7774, 8001, 8002 auf dem Flurstück 1713/27 Gemarkung Offenburg
- Garagen 8223, 8224 auf dem Flurstück 1713/24 Gemarkung Offenburg
- Garagen 7778, 7779, 8206, 8207, 8208, 8209, 8016, 8017 auf dem Flurstück 1713/30 Gemarkung Offenburg

Offenburg Uffhofen:

- Königswaldstraße 2, 4, 4a, 10, 11, 12, 16, 17 (ID OU212, OU214, OU215, OU223, OU224, OU225, OU229, OU230)
- Kornblumenweg 2 (ID OU245)
- Pappelweg 2, 14 (ID OU376, OU378)

Niederschopfheim:

Bahnhofstraße 9 (Lagerhaus) auf dem Grundstück 1356/4

An diesen Gebäuden sollte vor Beginn und unmittelbar nach Beendigung der Rammarbeiten eine bautechnische Beweissicherung durchgeführt werden. Mit einem geeigneten Messkonzept sollen die tatsächlichen Erschütterungsimmissionen festgestellt werden.

Es wird empfohlen, zumindest an dem denkmalgeschätzten Gebäude Bahnhofstraße 53 (ID A127) Überwachungsmessungen durchzuführen, wenn Rammarbeiten gegenüber dem jeweiligen Gebäude stattfinden.

Sofern an den zur Baustelle nächstgelegenen Gebäuden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 klar eingehalten werden, ist auch bei weiter entfernten und weniger empfindlichen Gebäuden davon auszugehen, dass die Anforderungen der DIN 4150-3 eingehalten sind. Anderenfalls können die Erschütterungsimmissionen z.B. durch Veränderung der Schlagkraft bzw. Veränderung der Arbeitsfrequenz gemindert werden.

Beurteilung der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden:

Ab einem Abstand von ca. 35 m zu den Rammarbeiten ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der DIN 4150-2 (Stufe II) eingehalten werden. Bei einem Abstand von ca. 25 m zu den Rammarbeiten mit einer Schlagramme ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der DIN 4150-2 (Stufe III) eingehalten werden. Da diese Arbeiten innerhalb von 1 bis 2 Tagen in der Nähe des jeweiligen Gebäudes abgeschlossen werden, werden diese Belästigungen noch als zumutbar angesehen, wenn die Betroffenen rechtzeitig über die bevorstehenden Arbeiten informiert werden.

Während der Arbeiten im Nachtzeitraum können die Anforderungen der DIN 4150-2 in einem Umkreis von mehr als 100 m um den jeweiligen Standort einer Schlagramme überschritten werden. Daher wird empfohlen, auf Rammarbeiten mit einer Schlagramme im Nachtzeitraum in dem Bereich von weniger als 100 m zur nächstgelegenen Wohnbebauung nach Möglichkeit zu verzichten.

11.5.2 Beurteilung der Rammarbeiten (Verbauten)

Beurteilung der Einwirkungen auf bauliche Anlagen:

Während der Rammarbeiten mit einer Vibrationsramme können Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden, wenn die in der folgenden Tabelle dargestellten Abstände zu den jeweiligen Gebäuden unterschritten werden. Allerdings beziehen sich diese Abstände auf eine freie Ausbreitung der Erschütterungsimmissionen.

Tabelle 43: Maximale Abstände zu Rammarbeiten (Vibrationsramme), bei denen Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden können

Gebäudeart	Abstand [m]
Denkmalgeschützte Gebäude	100
Wohngebäude (Betondecken)	50
Gewerbegebäude (Betondecken)	25

Im untersuchten Bereich sind keine denkmalgeschützten Gebäude bekannt.

An folgenden Gebäuden im Windschlag können Gebäudeschäden während der Erstellen der Verbauten für der Trog WR-wZgl im Sinne der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden:

- Appenweier Straße 7 (ID W068)
- Appenweier Straße 9 (ID W069)
- Appenweier Straße 11 (ID W070)

An diesen Gebäuden (siehe Anhang E.5) sollte vor Beginn und unmittelbar nach Beendigung der Arbeiten eine Beweissicherung durchgeführt werden. Mit einem geeigneten Messkonzept sollen die tatsächlichen Erschütterungsimmissionen festgestellt werden.

In den anderen Bereichen befindet sich die Bebauung in einem Abstand von mehr als 60 m zu den Rammarbeiten mit einer Vibrationsramme.

Es wird empfohlen, an den genannten Gebäuden Überwachungsmessungen durchzuführen, wenn die Verbauten gegenüber dem jeweiligen Gebäude für den Trog WR-wZgl durch eine Vibrationsramme erstellt werden.

Beurteilung der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden:

Ab einem Abstand von ca. 120 m zu den Rammarbeiten ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der DIN 4150-2 (Stufe II) eingehalten werden. Bei einem Abstand von ca. 65 m zu den Rammarbeiten mit einer Vibrationsramme ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der DIN 4150-2 (Stufe III) eingehalten werden. Daher können an wenigen Gebäuden im Bereich Bohlsbach (Wackerstraße 59 ,74d und 76) und Windschlag (Appenweierstraße 5) die Anforderungen der DIN 4150-2 (Stufe II) und an drei Gebäuden (Appenweier Straße 7, 9 und 11) im Bereich Windschlag die Anforderungen der DIN 4150-2 (Stufe III) überschritten werden. Da die Verbauarbeiten erfahrungsgemäß schnell voranschreiten, werden die Überschreitungen der Anforderungen der DIN 4150-2 (Stufe III) innerhalb von höchstens 1 bis 2 Wochen noch als zumutbar abgesehen, wenn die Betroffenen rechtzeitig über die bevorstehenden Arbeiten informiert werden. Falls an diesen Gebäuden Überwachungsmessungen wegen

Überschreitung der Anforderungen der DIN 4150-3 durchgeführt werden, können die tatsächlichen Belastungen festgestellt und ggf. Maßnahmen werden (z.B. Reduzierung der maximalen täglichen Betriebsdauer).

11.5.3 Beurteilung der Bohrarbeiten mit TBM

Der Tunnelvortrieb mit einer Tunnelbohrmaschine dauert ca. 5 Jahre. Dieses Verfahren ist erschütterungsarm. Die Höhe der Erschütterungsemissionen hängt aber von den geologischen Verhältnissen ab. Im untersuchten Bereich liegen vor allem Lockergesteinsgemische vor. Daraus sind keine nennenswerten Erschütterungsauswirkungen zu erwarten. Es kann zwar nicht ausgeschlossen werden, dass die Tunnelbohrmaschine an einigen Stellen auf einzelne größere Gesteinsbrocken stößt und etwas höhere Erschütterungen verursacht werden, allerdings sind diese in diesem Falls so gering, dass auch in diesem Fall Gebäudeschäden im Sinne Der DIN 4150-3 an der nächstgelegenen Bebauung nicht zu erwarten.

Belästigungen der Bewohner im Sinne der DIN 4150-2 können nicht gänzlich ausgeschlossen werden, jedoch werden diese als zumutbar angesehen, da sie wegen des schnellen Voranschreitens des Tunnelvortriebs mit der Tunnelbohrmaschine höchstens an wenigen Tagen an einigen Wohngebäuden in der Alte Straßburger Straße zu erwarten sind. Eine Störung etwaiger erschütterungsempfindlicher Geräte im Gewerbegebiet ist nicht zu erwarten, da die Erschütterungen durch die TBM erfahrungsgemäß gering (auch im Vergleich zu den zu erwartenden betriebsbedingten Erschütterungen der Güterzüge im fertigen Tunnel) sind.

11.5.4 Beurteilung der übrigen Arbeiten

Sowohl während der Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,5t) (unterschiedliche Verdichtungsarbeiten bei den Hinterfüllarbeiten, Erdarbeiten o.Ä.), während der Stopfarbeiten sowie während der Bohrarbeiten können sowohl Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 wie auch Belästigungen der Menschen in Gebäuden im Tageszeitraum im Sinne der DIN 4150-2 ausgeschlossen werden, da die Erschütterungsimmissionen aus diesen Arbeiten gering sind und bereits bei den Abständen von mehr als 10 m zu der Rüttelplatte bzw. zur Strecke die Anforderungen der DIN 4150-2 eingehalten werden.

Im Nachtzeitraum finden auf der Haupt-BE-Fläche Süd keine erschütterungsintensiven Arbeiten statt und der Abstand zur nächstgelegenen Wohnbebauung beträgt über 100 m, daher werden auch im Nachtzeitraum die Anforderungen der DIN 4150-2 eingehalten.

12 Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen im PfA 7.1 der ABS/NBS Karlsruhe – Basel in Bezug auf Baulärm und baubedingte Erschütterungen überprüft.

In dem untersuchten Bereich existiert eine nennenswerte Vorbelastung sowohl aus Schienen- als auch aus Straßenverkehrslärm. Daher wurden die maßgebenden Richtwerte der AVV Baulärm wegen der im Einwirkungsbereich der Baustelle vorhandenen tatsächlichen Vorbelastung durch Verkehrslärm durch projektspezifische Richtwerte ersetzt.

Da in der Genehmigungsplanung noch keine genaue Bauabläufe vorliegen, wurde bei der Berechnung der Schallimmissionen aus dem Baubetrieb eine Worst Case Betrachtung durchgeführt. Daher ist es nicht möglich abschließend die Höhe und die Dauer der Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte an dem jeweiligen Gebäude zu benennen. Zudem ist es nicht möglich, die genaue Ausführung der Schallschutzmaßnahmen, aktive Maßnahmen an der Quelle und/ oder am Ausbreitungsweg sowie passive Schallschutzmaßnahmen festzulegen. Aus diesen Gründen wurden in der Untersuchung die möglichen Betroffenheiten bestimmt und mögliche Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen diskutiert.

Die Berechnungen haben gezeigt, dass vor allem während der Mastgründungen mit einer Schlagramme sowohl im Tag- als auch Nachtzeitraum mit einer sehr großen Anzahl von Gebäuden zu rechnen ist, bei denen die projektspezifischen Richtwerte und auch die Werte 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts überschritten werden. Dabei treten die höchsten Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte innerhalb von wenigen Tagen bzw. Nächten an dem jeweiligen Gebäude auf, da die entsprechenden Arbeiten schnell voranschreiten. Im Tageszeitraum werden die Überschreitungen noch als zumutbar angesehen, weil die Rammarbeiten an dem jeweiligen Mast innerhalb von ca. 2 Stunden abgeschlossen werden. Würde man auf die Mastgründungen im Nachtzeitraum verzichten bzw. diese nur in den Bereichen durchführen, die weiter als 500 m zur Wohnbebauung liegen, könnte die Anzahl der betroffenen Gebäude um 80% reduziert werden. Würden alternative Verfahren wie Bohrgründungen oder Rammgründungen mit einer Vibrationsramme durchgeführt werden, können die Beurteilungspegel an der nächstgelegenen Bebauung im Vergleich zu Rammgründungen mit einer Schlagramme um ca. 10 bis 12 dB(A) gesenkt werden, mit der Folge, dass an 20% der Gebäude die Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte im Nachtzeitraum vermieden werden können und die höchsten Beurteilungspegel von ca. 70 dB(A) auftreten werden. Weiterhin soll die Anzahl der Maste, die in einer Nacht gegründet werden, reduziert werden. Zwar hat diese Maßnahme keine Auswirkungen auf die Gebäude, die sich in der unmittelbaren Nähe des jeweiligen Masts befinden, allerdings kann dadurch der Umkreis, in dem Beurteilungspegel von mehr als 60 dB(A) im Nachtzeitraum auftreten können, deutlich reduziert werden. Wobei ist bei dem Einsatz der

Vibrationsrammen mit erhöhten Erschütterungsimmissionen gegenüber den Rammgründungen zu rechnen ist.

Während der übrigen Bauarbeiten treten Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte vor allem im Norden des PfA 7.1 während des Erstellens der Verbauten mit einer Vibrationsramme auf. An einigen Gebäuden im Bereich Windschlag und Bohlsbach können Beurteilungspegel von mehr als 70 dB(A) im Tagzeitraum auftreten.

Zum Schutz der Betroffenen sollen im Bereich Bohlsbach zwei temporäre Schallschutzwände an der Stelle des temporär zurückzubauenden bestehenden Erdwalls errichtet werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, weitere temporäre Schallschutzwände in Windschlag und Bohlsbach zu errichtet werden. So können die Beurteilungspegel von mehr als 70 dB(A) teilweise auf unter 70 dB(A) abgesenkt werden. Zudem werden an von der Baustelle weiter entfernten Gebäuden die Richtwerte der AVV Baulärm eingehalten. Somit verringern sich auch die Anzahl der betroffenen Gebäude insgesamt. Allerdings die Wirksamkeit der Schallschutzwände kann nur während der Ausführungsplanung, ihre Höhe und Lage festgelegt werden.

Im Süden des PfA 7.1 treten Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte vor allem im Bereich Offenburg in den Stadtteilen Albersbösch und Uffhofen bzw. an einigen einzelnen Gebäuden weiter südlich (CVJM-Marienhof sowie Binzburghöfe) auf.

An drei Gebäuden werden im Nachtzeitraum die projektspezifischen Richtwerte während der Arbeiten auf der Haupt-BE-Fläche Süd überschritten. Dabei liegen die Beurteilungspegel unter 60 dB(A) sowie unter der Vorbelastung aus dem Schienenverkehr. Daher werden aufwendige temporäre Schallschutzmaßnahmen aus baubetrieblichen Gründen und aus Kostengründen als unverhältnismäßig angesehen.

Aus der erschütterungstechnischen Untersuchung zu den Bauarbeiten geht hervor, dass Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 während der Rammarbeiten mit einer Schlag- bzw. Vibrationsramme an nahegelegenen Gebäuden nicht ausgeschlossen werden können. An diesen Gebäuden werden bautechnischen Beweissicherungen durchgeführt werden. Zudem wird empfohlen, ein geeignetes Messkonzept umzusetzen. An einem denkmalgeschützten Gebäude in Appenweier sollen Überwachungsmessungen während der Gründung der Oberleitungsmasten mit einer Schlagramme durchgeführt werden.

Während der Rammarbeiten mit einer Schlag- bzw. Vibrationsramme können die Anforderungen der DIN 4150-2 bezüglich der Belästigungswirkung auf Menschen in Gebäuden überschritten werden. Da die Rammarbeiten an wenigen Tagen (Schlagramme) bzw. höchstens innerhalb von 2 Wochen (Vibrationsramme) in der Nähe von drei Gebäuden im Bereich Windschlag zu erwarten sind, werden diese Belästigungen noch als zumutbar angesehen, wenn die Anwohner rechtzeitig und ausführlich informiert werden.

Während der Gründung der Oberleitungsmasten im Nachtzeitraum können die Anforderungen der DIN 4150-2 in einem Umkreis von mehr als 100 m um den jeweiligen Standort überschritten werden. Daher wird empfohlen, auf die Rammarbeiten mit einer Schlagramme im Nachtzeitraum in dem Bereich von weniger als 100 m zur nächstgelegenen Wohnbebauung zu verzichten. Allerdings sind aus schalltechnischer Sicht noch Abstände von mehr als 500 m zur Wohnbebauung maßgeblich.

Es wird empfohlen, die Anwohner rechtzeitig vor Beginn der Bauarbeiten über Beginn, Dauer, Tageszeiten und Art der Baumaßnahme ausführlich zu informieren. Weiterhin soll ein Ansprechpartner benannt werden, der auf Fragen zum Bauablauf, zur Geräuschentwicklung und zu Bauerschütterungen Auskunft geben kann und gleichzeitig die Baufirmen bei Fragen des Immissionsschutzes unterstützen kann.

13 Abkürzungen

ABS	Ausbaustrecke
Abzw	Abzweig/Abzweigstelle
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
aWo	ausschließlich Wohnungen (Nutzungsart der AVV Baulärm)
BAB	Bundesautobahn
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BauGB	Baugesetzbuch
BE	Baustelleneinrichtung
Bf	Bahnhof
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
Bph	Bauphase
BW	Bauwerk
CVJM	Christliche Verein Junger Menschen
DB AG	Deutsche Bahn AG
DB Netz	DB Netz AG
dB(A)	Dezibel (A bewerteter Schallpegel)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DSchG	Gesetz zum Schutz der Kulturdenkmale
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
E-Lok	Lok mit elektrischer Traktion
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EG	Erdgeschoss
EN	EuroNorm
ESTW-A	Elektronisches Stellwerk Außeneinheit
FNP	Flächennutzungsplan
Geb.	Gebäude
Gbf	Güterbahnhof
Gl	Gleis
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Hbf	Hauptbahnhof
Hz	Hertz
KG	Kleingartenanlage
KiGa	Kindergarten
M	Mischgebiet
NBS	Neubaustrecke
NG	Nebengebäude
OBW	offene Bauweise
OG	Obergeschoß
OK	Oberkante
OL	Oberleitung
OR	Oströhre

OR-oZgl	Oströhre, östliches Zuführungsgleis
OR-wZgl	Oströhre, westliches Zuführungsgleis
Pbf	Personenbahnhof
PfA	Planfeststellungsabschnitt
PRW	Projektspezifischer Richtwert
Rbf	Rangierbahnhof
Rtb	Rheintalbahn
RW	Richtwert der AVV Baulärm
S	Sondergebiet
SA	Sondergebiet Altenheim/ Kurheim
SSc	Sondergebiet Schule/ Kindergarten
SG	Sondergebiet Gemeindebedarf
SK	Sondergebiet Krankenhaus
SSc	Sondergebiet Schule
SSW	Schallschutzwand
StA	Streckenabschnitt
StU	Schalltechnische Untersuchung
SÜ	Straßenüberführung
TBM	Tunnelbohrmaschine
TEN	Transeuropäisches Netz (Trans-European Network)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vGe	vorwiegend gewerbliche Anlagen (Nutzungsart der AVV Baulärm)
vWo	vorwiegend Wohnungen (Nutzungsart der AVV Baulärm)
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz
VzG	Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten
WR	Weströhre
WR-oZgl	Weströhre, östliches Zuführungsgleis
WR-wZgl	Weströhre, westliches Zuführungsgleis

14 Grundlagenverzeichnis

- [1] BImSchG – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschemissionen – 19. August 1970
- [3] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte und Maschinenlärmschutzverordnung- 32. BImSchV), vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 14 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist
- [4] Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 24 Absatz 3 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2154) geändert worden ist
- [5] Richtlinie 2000/14/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen (ABl. (EG) Nr. L 162/1 v. 3.7.2000), zuletzt geändert durch die Verordnung (EU) 2019/1243 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 (ABl. (EU) Nr. L 198/241 v. 25.7.2019)
- [6] Urteil des Bundesverwaltungsgerichts 7 A 11.11 vom 10. Juli 2012
- [7] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 2 – 2004.
- [8] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 247 – 1998.
- [9] Schalldruckpegel für verschiedene schallintensive Bauverfahren; Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat M1.
- [10] Update of Noise Database for Prediction of Noise on Construction and Open Sites, Department for Environment Food and Rural Affairs, London, 2005.
- [11] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017.
- [12] DIN ISO 9613-2 Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999

-
- [13] DIN 18 005 Akustik – Schallschutz im Städtebau – Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung; Juli 2002
- [14] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [15] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [16] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [17] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist
- [18] Achmus et al. (Institut für Bauforschung e.V. Hannover) „Bauwerkerschütterungen durch Tiefbauarbeiten“ von 2006
- [19] VDI-Richtlinie 3837 „Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren“ von 2013
- [20] Melke (Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen) LIS-Berichte Nr. 107 „Durchführung von Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen“ von 1992
- [21] DIN 45669-1, Messung von Schwingungsimmissionen -. Teil 1: Schwingungsmesser – Anforderungen und Prüfungen vom September 2010
- [22] DIN 45669-2, Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 2: Messverfahren vom Juni 2005
- [23] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungsanlagen, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischen Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 3 – 2005
- [24] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 16. BImSchV – Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert worden ist
- [25] Anlage 2 zu § 4 der 16. BImSchV, Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)
- [26] VDI-Richtlinie 2719 „Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen“ von 1987
- [27] DB Richtlinie 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ vom 15.09.2017



ANHANG



Anhang A

Konformitätserklärung der Berechnungssoftware



Prüfprotokoll nach DIN 45687 und ISO 17534

für das Softwareprogramm

Cadna A

Version 2023 (build: 195.5312)

Die Norm DIN 45687 "Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen" (Ausgabedatum: 2006-05) fordert vom Programm-Hersteller, neben der Konformitätserklärung, die Abgabe eines Prüfprotokolls.

Das Prüfprotokoll enthält eine Aufstellung der geprüften normativen und informativen Testaufgaben. Hierbei stellen normative Testaufgaben die von der regelsetzenden Stelle (z.B. nationales oder internationales Normungsinstitut) in Text- oder Papierform herausgegebenen Testaufgaben dar. Da für diverse Berechnungsvorschriften keine Testaufgaben von Seiten der regelsetzenden Stelle herausgegeben wurden, erfolgen für diese Berechnungsvorschriften Prüfungen anhand von internen Testaufgaben. Dazu wurden Testszenarien verwendet, die den Anforderungen an normative Testaufgaben entsprechen.

Diesem Prüfprotokoll sind die Anlagen A (für die normative Testaufgaben) und B (für die internen Testaufgaben) beigelegt.

Formelle Erklärung

Wir erklären hiermit, dass die korrekte Berechnung der normativen und internen Testaufgaben mit der o.g. Cadna A-Version geprüft wurde. Zur Umsetzung der Anforderungen an die Qualitätssicherung nach DIN 45687 und ISO 17534 wird die Richtigkeit der Berechnungsergebnisse mit den in den Anlagen A und B aufgeführten Testaufgaben vor der Freigabe für jede Programmversion erneut überprüft.

Gilching, November 2022



DataKustik GmbH

Software, Technische Dokumentation und Ausbildung für den Immissionsschutz

Dornierstr. 4, D-82205 Gilching

Dipl.-Inf. Bernd Huber
Geschäftsführer