

- schallschutz
- bau- und raumakustik
- erschütterungsschutz
- wärme- & feuchteschutz
- energieberatung /-konzepte
- enev - gebäudeenergieausweis
- thermografie & luftdichtheit

Unterlage 10.3

Schalltechnische Untersuchung Baulärmprognose - AVV-Baulärm

Bauerschütterungstechnische Einschätzung Baubedingte Erschütterungen

**TJO-1509 Neubaustrecke Tram Johanneskirchen, 81927 München;
Schalltechnische Untersuchung - Baulärmprognose (AVV-Baulärm)
und
Abschätzung erschütterungstechnische Einwirkungen aus Baubetrieb**

Bericht: **Nr. 21123_bla_bers_johanneskirchnerstr_gu01_v2**

Auftraggeber: **Stadtwerke München GmbH
Verkehrsinfrastruktur - Planung
Emmy-Noether-Str. 2
80992 München**

**Kaufering,
den 09.11.2022**

Index	Fassung vom	Bemerkung
bla_bers_gu01_v1	06.10.2022	a) Baulärmprognose / Stand: 06.10.2022 b) Bauerschütterungstechnische Einschätzung / Stand: 06.10.2022 21123_20220930_bla_johanneskirchnerstr_swm_gu01_v1.cna
bla_bers_gu01_v2	09.11.2022	a) Baulärmprognose / Stand: 09.11.2022 b) Bauerschütterungstechnische Einschätzung / Stand: 09.11.2022 hier: Korrekturen AG vom 03.11.2022, d.h. textliche Änderungen 21123_20220930_bla_johanneskirchnerstr_swm_gu01_v1.cna
--	--	
--	--	

Bezeichnung der Untersuchung	TJO-1509 Neubaustrecke Tram Johanneskirchen, 81927 München; Schalltechnische Untersuchung - Baulärmprognose (AVV-Baulärm) und Abschätzung erschütterungstechnische Einwirkungen aus Baubetrieb
Auftraggeber	Stadtwerke München GmbH, MI-PL-TA Planung Tram, Emmy-Noether-Str. 2, 80992 München
Auftragnehmer	 hcon [®] hils consult Schall Erschütterung Bauphysik hils consult gmbh Kolpingstr. 15 86916 Kaufering fon: (0 81 91) 97 14 37 fax: (0 81 91) 97 14 38 www.hils-consult.de info@hils-consult.de
Bearbeiter	Dr. rer. nat. Th. Hils, Dipl.-Ing. (FH) R. Steinbauer, Dipl.-Ing. (FH) D. Fleischer
Datum der Berichterstellung	Kaufering, den 09.11.2022

Zusammenfassung

Die Stadtwerke München GmbH (SWM) planen im Bereich Johanneskirchner Str. den Neubau einer zweigleisigen Trambahnstrecke. Die bestehenden Trambahn-Linien auf der Cosimastraße werden mittelfristig ab der Haltestelle Regina-Ullmann-Straße aufgeteilt. Die Linie 16 wird zukünftig bis zum Lückenschluss der Tram Nordtangente durch den Englischen Garten über die Johanneskirchner Straße mit Wendeschleife westlich des S-Bahnhofs Johanneskirchen geführt. Mit der etwa 1 km langen Neubaustrecke wird eine Anbindung an den S-Bahnhof Johanneskirchen und somit ein Anschluss ins Umland und zum Flughafen (S-Bahnlinie S8) geschaffen. Mit dem Neubau der Trambahntrasse ist auch ein tiefgreifender Umbau der betroffenen Straßenbereiche verbunden.

Der geplante Gleis-Neubau beginnt westlich im Kreuzungsknoten Cosimastr. / Johanneskirchner Str. (JK-Str.) und endet östlich der Freischützstraße vor dem S-Bahnhof Johanneskirchen. Neben dem Neubau der Gleistrasse in dem derzeitigen Grünstreifen in der Mitte der JK-Str. wird auch der Straßenraum längs der Gleistrasse beidseits baulich verändert. Unter dem Aspekt des Baulärms sind als Hauptbautätigkeiten bei den Gleis- und Straßenbauarbeiten im Wesentlichen der Abbruch und Materialabtransport der bestehenden Gleis- und Straßenanlagen zu nennen. Die Bautätigkeiten erstrecken sich auf eine Länge von etwa einem Kilometer bei einer Baufeldbreite von bis zu 40 m.

Für die Umsetzung der Baumaßnahme ist gemäß vorläufiger (konzeptioneller) Bauablaufplanung [g] ein Zeitraum von etwa 22 Monaten bzw. 836 Kalendertagen vorgesehen. Die Bautätigkeiten finden im Regelfall tagsüber (7:00 – 20:00 Uhr) und nur an Werktagen statt. Die gesamte Baumaßnahme wird entsprechend der zeitlichen Abwicklung in 4 Bauabschnitte mit insgesamt 5 Bauphasen, d.h. 5 Bauszenarien eingeteilt. Das Gelände im Untersuchungsgebiet kann aus schalltechnischer Sicht nicht als eben betrachtet werden, so dass dem Berechnungsmodell ein digitales Geländemodell (DGM, 1 m Raster) [b] zugrundegelegt wird. Die maßgebliche Bebauung innerhalb des Untersuchungsgebietes ist gekennzeichnet durch die Gebietsnutzungen „Wohnen (W)“, „Arbeiten/Einkaufen (M)“ und „Lernen (Schule)“.

Baulärm:

Da Baustellen nach § 3, Abs. 5 BImSchG [1] als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen gelten, ist im Rahmen der Untersuchung gemäß § 22 BImSchG nachzuweisen, dass an benachbarten (Wohn-)Gebäuden keine schädlichen Umwelteinwirkungen zu erwarten sind, die nach dem Stand der Technik vermeidbar wären bzw. dass unvermeidbare Einwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Im Zuge einer Baulärmprognose werden dabei die Auswirkungen der Bautätigkeiten in der Nachbarschaft dargestellt und anhand der AVV-Baulärm [2] schalltechnisch beurteilt. Die Beurteilung erfolgt hierbei im Sinne der Betroffenen für die maßgeblichen bzw. immissions technisch besonders kritischen bautechnischen Szenarien bzw. Bauphasen (worst-case). Im Fall von erheblichen Lärmeinwirkungen sind die betroffenen Anwesen in der Nachbarschaft darzustellen und entsprechend konzeptionelle Maßnahmen zum Schallschutz bzw. zur Konfliktbewältigung aufzuzeigen, so dass die Geräuscheinwirkungen unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsgebots wenn möglich minimiert werden.

Vorbelastung: Im gesamten Planungsgebiet ist durch den vorhandenen innerstädtischen Verkehr (Straße und Straßenbahn) bereits eine relevante Lärmvorbelastung gegeben, die in Teilbereichen bereits oberhalb der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm liegt. Es erfolgt daher eine Beurteilung der Schallimmissionen unter Berücksichtigung der Vorbelastung.

Es zeigt sich, dass die in Abstimmung mit dem Vorhabenträger ermittelten Abbrucharbeiten im Straßen- und Gleisfeldbereich inkl. der Bahnsteige in Verbindung mit den bereichsweise zeitgleich verlaufenden Erdbauarbeiten (d.h. Grünstreifen in der JK-Str.) die lärmtechnisch kritischen Bauszenarien im Tagzeitraum darstellen. Entsprechend dem Bauablauf werden 5 Bauszenarien (Bauphasen) untersucht.

Ergebnis Baulärm:

Es zeigt sich, dass in allen 4 Bauabschnitten bzw. während der 5 untersuchten Bauphasen Überschreitungen der gebietsspezifischen Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm um mehr als 5 dB(A) (IRW + 5 dB(A); Eingreifwert) nicht ausgeschlossen werden können und somit nach Kap. 4.1 der AVV-Baulärm Maßnahmen zur Lärminderung angeordnet werden sollen.

Unter Berücksichtigung der Vorbelastung aus Straßen- und Trambahnverkehr ist an insgesamt 115 Anwesen mit einer Überschreitung des jeweils maßgeblichen vorbelastungsspezifischen IRW (IRW_(VB)) zu rechnen, so dass geeignete Maßnahmen zur Minderung des Baulärms zu erörtern sind.

In den Bauabschnitten BA 1 und BA 3 (Abbruch Straße/Gleisbett in Kreuzungsbereichen) ist bis zu einer Entfernung von etwa 170 m um die Baumaßnahme mit Überschreitungen des $IRW_{(VB)}$ um bis zu max. 11 dB(A) zu rechnen. Die Schwelle für potenzielle Gesundheitsgefährdung bzw. eigentumsrechtliche Zumutbarkeit von 70 dB(A) tags wird im BA 1 an zwei und im BA 3 an keinem Anwesen überschritten.

Der BA 2 (Abbruch Straße / Grünstreifen in der JK-Str.) stellt das kritischste Bauszenario der Gesamtmaßnahme dar. Hier ist bis zu einer Entfernung von etwa 200 m um die Baumaßnahme mit Überschreitungen des $IRW_{(VB)}$ um bis zu 25 dB(A) zu rechnen ist. Von den im BA 2 betroffenen 86 Anwesen wird der potenziell gesundheitsgefährdende Schwellenwert von 70 dB(A) tags an 23 Anwesen überschritten.

Im BA 4 (Erdbau / Planie in der Wendeschleife) ist bis zu einer Entfernung von etwa 80 m um die jeweilige Baumaßnahme mit Überschreitungen des $IRW_{(VB)}$ um bis zu 13 dB(A) zu rechnen. Der potenziell gesundheitsgefährdende Schwellenwert von 70 dB(A) tags wird im BA 4 jedoch an keinem Anwesen überschritten.

Bei den Bauabschnitten BA 1, 3 und 4 handelt es sich um sog. „ortsfeste Baustellenbereiche“ und beim Bauabschnitt BA 2 um eine sog. „Wanderbaustelle“. In den ortsfesten Baustellenbereichen erscheinen aktive Lärminderungsmaßnahmen sowohl aufgrund des vorh. Individualverkehrs und der somit beengten Platzverhältnisse als auch aufgrund der bis zu 6-geschossigen Wohnbebauung für die betrachteten kritischen Bautätigkeiten nicht praktikabel bzw. verhältnismäßig.

Im Bauabschnitt 2 (Abbruch in JK-Str.) handelt es sich aus schalltechnischer Sicht um dynamische Baustellenbereiche mit schwerem Maschineneinsatz und täglich fortschreitenden Lärmquellen. Unter Berücksichtigung der quellennahen und zum Teil sehr hohen Wohnbebauung, erscheinen auch hier aktive Lärmschutzmaßnahmen in Form von mobilen Schallschutzwänden weder bautechnisch praktikabel noch organisatorisch und wirtschaftlich umsetzbar.

In innerstädtischen Bereichen, wie im vorliegenden Fall, stellen aktive Schallminderungsmaßnahmen sowohl aus schalltechnischer als auch aus baupraktischer und wirtschaftlicher Sicht im Regelfall kein probates Mittel zur Konfliktbewältigung dar. Zur Konfliktbewältigung bzw. Verminderung der Lärmbelastung am Tag sind daher vom Vorhabenträger sowie der verantwortlichen Baustellenleitung geeignete Maßnahmen entsprechend Kap. 4 der AVV-Baulärm zu untersuchen (vgl. Kap. 6.4). Im vorliegenden Fall erscheinen hinsichtlich der bereits optimierten Geräteeinsatzzeiten von unter 8 h weitere Beschränkungen der Betriebszeiten lärmintensiver Bautätigkeiten auf max. 2,5 h am Tag nicht zielführend. Um einen wirtschaftlichen Baufortschritt nicht zu gefährden und Lärmbelastungen nicht unnötig auf viele Tage zu verteilen, stellt u.E. lediglich der bereits gesetzlich geforderte Einsatz lärmarmer Baumaschinen (z.B. blauer Engel) in Verbindung mit geräuscharmen Abbruchverfahren (d.h. Verzicht auf Abbruchmeißel, dort wo möglich) sowie die Zusammenfassung mehrerer lärmintensiver Arbeiten auf einen kurzen Zeitraum am selben Tag eine mögliche Lärminderungsmaßnahme dar. Zur Konfliktminimierung ist grundsätzlich eine ausführliche Information der betroffenen Anwohner in Verbindung mit einem Beschwerdemanagement durchzuführen. Sind Baumaßnahmen u.a. auch am Wochenende mit kontinuierlicher Tag und Nacharbeit geplant, ist im Regelfall bei der zuständigen örtlichen Immissionsschutzbehörde eine entsprechende Ausnahmegenehmigung zu beantragen.

Bauerschütterung:

Den erschütterungstechnischen Belangen im Zuge der erforderlichen Bauarbeiten soll dabei zunächst durch eine überschlägige Abschätzung und Bewertung der künftig während der Baumaßnahme zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen auf die angrenzende (Wohn-)Bebauung Rechnung getragen werden.

Die Beurteilung erfolgt anhand der Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2/3 [30], [31] nebst weiteren Regelwerken.

Hierzu werden basierend auf einem Bauablauf- und Maschineneinsatzkonzept (z.B. Straßenwalze 10 t, Gehwegrüttler 0,75 t) die Emissionskennwerte für die in den Erdboden eingeleiteten Schwingungen anhand von technischen Daten, Studien und entsprechenden Erfahrungswerten ermittelt. Darauf aufbauend erfolgt anhand eines vereinfachten schematisch-generischen Bodenmodells eine rechnerische Abschätzung der Erschütterungsausbreitung und der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen an der benachbarten (Wohn-)Bebauung. Vor dem Hintergrund der großen Unsicherheiten in Bezug auf Bauablauf, -geräte sowie Bodenverhältnisse und Gebäudestrukturen in der Umgebung stellen die durchgeführten Prognosen in erster Linie eine (semiquantitative) Abschätzung über die Notwendigkeit besonderer Vorkehrungen zum Erschütterungsschutz während der Bauphase dar.

Ergebnis baubedingte Erschütterung:

Es zeigt sich, dass bei den Erschütterungseinwirkungen aus Verdichtungsarbeiten des Fahrbahnaufbaues mit 10 t schwerer Vibrationswalze

- 1) mit einer Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3 hinsichtlich Einwirkungen auf Gebäude bzw. Verminderung deren Gebrauchswertes an nächstgelegenen Wohngebäuden für durchschnittliche Übertragungsverhältnisse (hier: wahrscheinlich) zu rechnen ist
- 2) im Hinblick der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 bei Beurteilungsstufe II tagsüber mit einem Einwirkungsbereich von etwa 9 m bis 14 m zum nächstgelegenen Straßenrand zu rechnen ist. Hier-von sind etwa 18 Gebäude betroffen. Zur Minderung der Einwirkungen ist eine ausführliche Information der Betroffenen über den Zeitraum der erschütterungsintensiven Arbeiten erforderlich.
- 3) an dem Gebäude Freischützstr. 84 die Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 bei Beurteilungsstufe II zwar überschritten, jedoch der Stufe III noch deutlich eingehalten werden können. Hier werden zusätzlich zu Maßnahmen gemäß Punkt 2) baubegleitende Messungen empfohlen.

Besondere Maßnahmen/Vorkehrungen zur Verminderung der Immissionen insbesondere hinsichtlich Einsatz erschütterungsarmer Bauverfahren in Verbindung mit Beweissicherungen werden erörtert. Da eine Minderung der Erschütterungsimmission durch technische Maßnahmen oftmals baupraktisch begrenzt ist, kommt der rechtzeitigen Information von Anwohnern über die Baumaßnahmen (z. B. Art, Dauer, Ansprechpartner vor Ort, Monitoring, begleitende Messungen) eine hohe Bedeutung zu.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Aufgabenstellung	6
2. Untersuchungsgebiet - Örtliche Gegebenheiten	7
2.1. Istzustand (bestehende Situation - PN 2035)	10
2.2. Planung (künftige Situation - PP 2030)	10
3. Grundlagen	12
3.1. Planungs- und Bearbeitungsgrundlagen (Eingangsdaten)	12
3.2. Gesetze, Regelwerke und Literatur	13
3.3. Baulärm	16
3.3.1. Schallimmissionen (AVV-Baulärm)	16
3.3.2. Beurteilungskriterien und -methodik nach AVV-Baulärm	16
3.3.3. Berechnungsverfahren (AVV Baulärm)	19
3.3.4. Vorbelastung durch Straßen und Schienenverkehr	20
3.3.5. Beurteilung unter Berücksichtigung der Vorbelastung	21
3.4. Erschütterungen	22
3.4.1. Beurteilungskriterien Erschütterung	23
3.4.2. Beurteilungskriterien Sekundärer Luftschall	29
3.5. Erschütterungsprognose	29
4. Schutzbedürftige Gebiete - Flächennutzung	32
4.1. Flächennutzung	32
4.2. Immissionsorte - AVV Baulärm	33
4.3. Immissionsorte - Erschütterung	34
5. Schallemissionen	35
5.1. Baubetriebsablauf - kritische Bauszenarien	35
5.1.1. Kritische Bauszenarien am Tag in den jeweiligen Bauabschnitten	39
5.1.2. Kritische Bauszenarien in der Nacht	40
5.2. Emissionsansätze	40
5.2.1. Geräteeinsatz / Schalleistung	41
6. Schallimmissionen und Beurteilung	43
6.1. Maßgebliche Geräuschemissionen	44
6.2. Darstellung der Betroffenheiten	44
6.3. Schalltechnische Situation mit aktiven Schallschutzmaßnahmen	45
6.4. Möglichkeiten zur Lärminderung	45
6.4.1. Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle	45
6.4.2. Verwendung geräuscharmer Maschinen und Bauverfahren	46
6.4.3. Baumanagement - Ortsabhängige Abschirmungen	47
6.4.4. Beschränkungen der Betriebszeit	47
6.4.5. Baulärm - Monitoring	48
6.4.6. Information der betroffenen Anwohner	48
6.4.7. Temporäre Unterbringung Betroffener	49
7. Bauerschütterungen	51
7.1. Erschütterungsprognose	51
7.1.1. Verdichten von Schichten des Fahrbahnuntergrundes und -belages	51
7.2. Abschätzung/Beurteilung zu erwartende Erschütterungsimmissionen	54
7.2.1. Bauliche Anlagen	54
7.2.2. Belästigung von Menschen in Gebäuden	54
7.3. Erschütterungsmindernde Maßnahmen	56
8. Kurzfassung	58
8.1. Baulärm	58
8.2. Baubedingte Erschütterung	59
9. Zusammenfassung	60
9.1. Baulärm	60
9.2. Baubedingte Erschütterung	63

Literaturverzeichnis / Software	65
Verwendete Formelzeichen, Abkürzungen, Begriffe	67

Anhang:

Anhang 1: Immissionsorte für AVV-Baulärm	2
Anhang 2: Berechnungskonfiguration	6
Anhang 3: Basisquellen aus Berechnungsmodell	7
Anhang 4: Bauzeitenplan - Konzept (Gesamtbauzeit)	8
Anhang 5: Fotos - Istzustand - Eisenbahnüberführung	9
Anhang 6: Lageskizze - gesamte Baumaßnahme	15
Anhang 7: Flächennutzungsplan (Auszug)	16
Anhang 8: Übersicht Bebauungspläne	17
Anhang 9: Auswertung Bauszenarien	18
Anhang 10: exempl. Berechnungsblätter Erschütterungseinwirkungen	23

Anlagen:

Anlage 1:	Emissionstabelle - Bauszenarien	26
Anlage 2:	Ergebnistabelle alle Bauszenarien (Beurteilungspegel Baulärm)	26
Anlage 3:	V01: Plan 1; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)	26
Anlage 4:	V02: Plan 2; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)	26
Anlage 5:	V03: Plan 3; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)	26
Anlage 6:	V04: Plan 4; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)	26
Anlage 7:	V05: Plan 5; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)	26

1. Aufgabenstellung

Die Stadtwerke München GmbH (SWM) planen im Bereich Johanneskirchner Str. den Neubau einer zweigleisigen Trambahnstrecke. Die bestehenden Trambahn-Linien auf der Cosimastraße werden mittelfristig ab der Haltestelle Regina-Ullmann-Straße aufgeteilt. *Die Linie 16* wird zukünftig bis zum Lückenschluss *der* Tram Nordtangente durch den Englischen Garten über die Johanneskirchner Straße mit Wendeschleife westlich des S-Bahnhofs Johanneskirchen geführt. Mit der etwa 1 km langen Neubaustrecke wird eine Anbindung an den S-Bahnhof Johanneskirchen und somit ein Anschluss ins Umland und zum Flughafen (S-Bahnlinie S8) geschaffen. Mit dem Neubau der Trambahntrasse ist auch ein tiefgreifender Umbau der betroffenen Straßenbereiche verbunden.

Der geplante Gleis-Neubau beginnt westlich im Kreuzungsknoten Cosimastr. / Johanneskirchner Str. (JK-Str.) und endet östlich der Freischützstraße vor dem S-Bahnhof Johanneskirchen. Neben dem Neubau der Gleistrasse in dem derzeitigen Grünstreifen in der Mitte der JK-Str. wird auch der Straßenraum längs der Gleistrasse beidseits baulich verändert. Unter dem Aspekt des Baulärms sind als Hauptbautätigkeiten bei den Gleis- und Straßenbauarbeiten im Wesentlichen der Abbruch und Materialabtransport der bestehenden Gleis- und Straßenanlagen zu nennen. Die Bautätigkeiten erstrecken sich auf eine Länge von etwa einem Kilometer bei einer Baufeldbreite von bis zu 40 m.

Für die Umsetzung der Baumaßnahme ist gemäß vorläufiger (konzeptioneller) Bauablaufplanung [g] ein Zeitraum von etwa 22 Monaten bzw. 836 Kalendertagen vorgesehen. Die Bautätigkeiten finden im Regelfall tagsüber (7:00 – 20:00 Uhr) und nur an Werktagen statt. Die gesamte Baumaßnahme wird entsprechend der zeitlichen Abwicklung in 4 Bauabschnitte mit insgesamt 5 Bauphasen, d.h. 5 Bauszenarien eingeteilt.

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens ist für das hier bezeichnete Bauvorhaben eine Baulärmprognose nach AVV-Baulärm [2] sowie eine Erschütterungsprognose durch Bautätigkeit nach DIN 4150 [30], [31] durchzuführen.

2. Untersuchungsgebiet - Örtliche Gegebenheiten

1.) Untersuchungsgebiet:

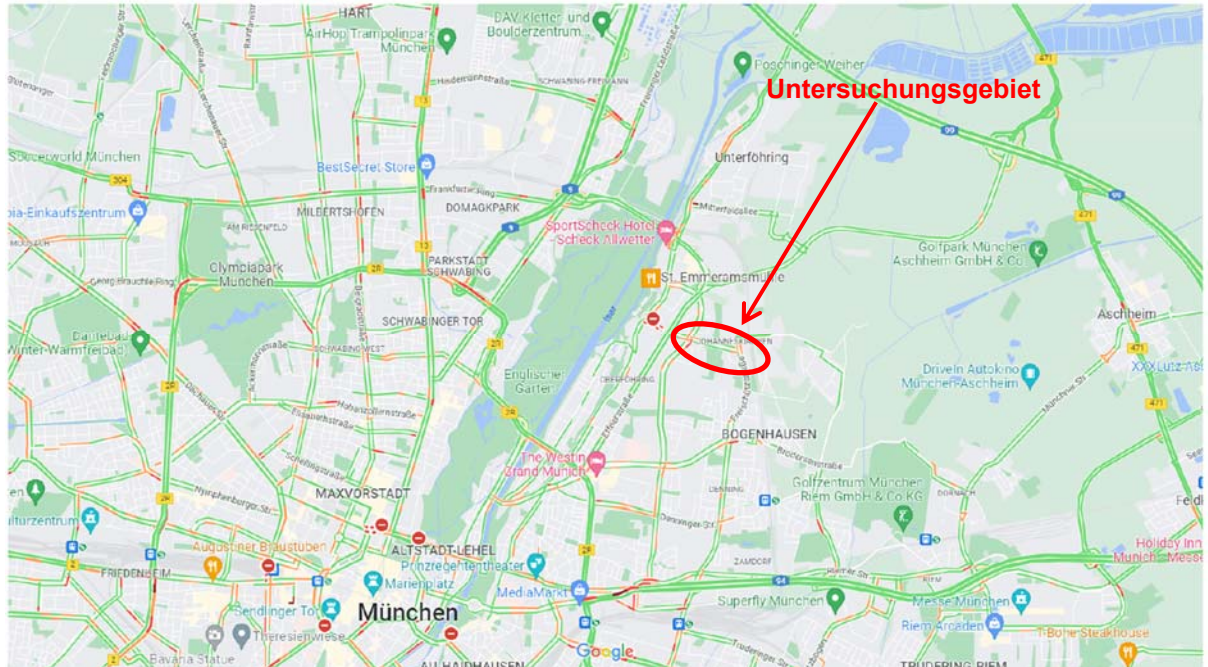


Abb. 1: Lageskizze Untersuchungsgebiet - Johanneskirchner Str.. - München [Quelle: Google maps]

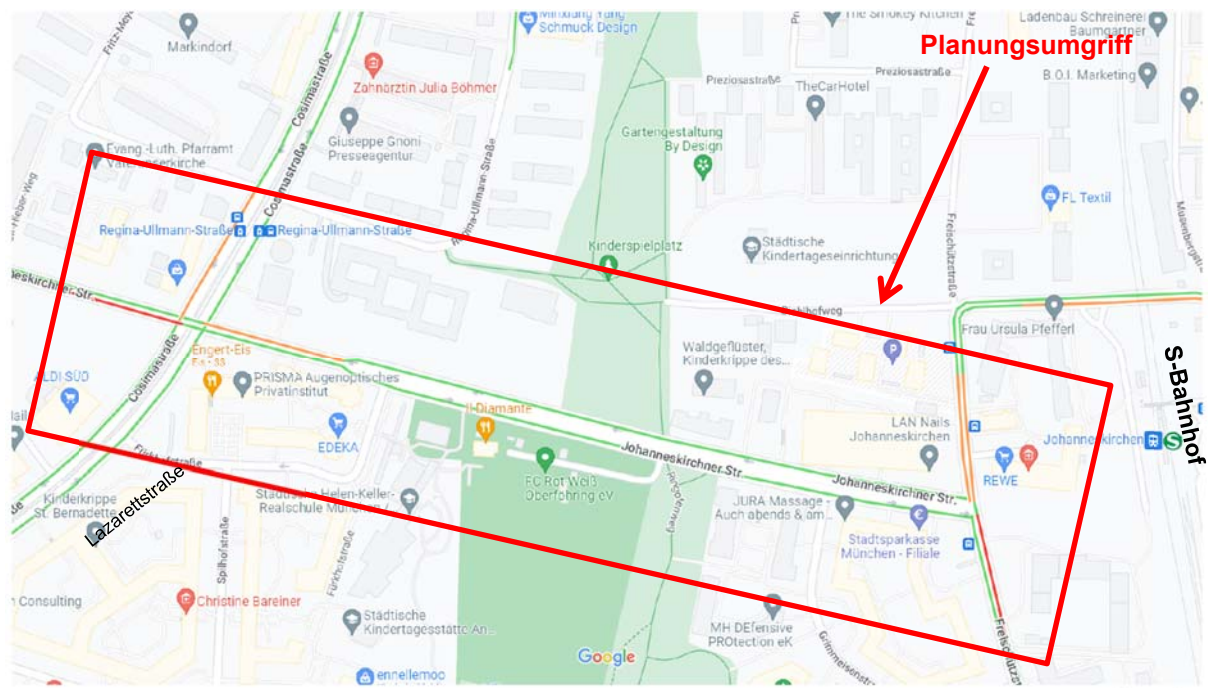


Abb. 2: Umfeld Johanneskirchner Str. mit maßgeblichen Verkehrswegen [Quelle: Google maps]



Abb. 3: Luftbild Untersuchungsgebiet - genordet - (Zustand bis 2021) [Quelle: Google maps]

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Landeshauptstadt München im nordöstlichen Stadtteil Bogenhausen / Johanneskirchen. Der Trassenneubau verläuft in der Johanneskirchner Str. (JK-Str..) zwischen der Cosimastraße und der Freischützstraße und endet westlich des S-Bahnhofes Johanneskirchen.

2) Topografie / Bebauung:

Das Gelände im Untersuchungsgebiet kann aus schalltechnischer Sicht **nicht als eben** betrachtet werden, so dass dem Berechnungsmodell ein digitales Geländemodell (DGM, 1 m Raster) [b] zugrundegelegt wird.

Die JK-Str. selbst steigt von der Cosimastraße kommend leicht an und fällt nach etwa der halben Strecke zur Freischützstraße hin wieder ab. Auf der westlichen Hälfte der JK-Str. fällt das Gelände auf beiden Seiten (Nord, Süd) etwas ab und auf der östlichen Hälfte liegt die JK-Str. dann annähernd auf Höhe des umliegenden Geländes.

Die maßgebliche Bebauung innerhalb des Untersuchungsgebietes ist gekennzeichnet durch die Gebietsnutzungen „Wohnen (W)“, „Arbeiten/Einkaufen (M)“ und „Lernen (Schule)“. In den Wohngebietsarealen befinden sich überwiegend 3-4 geschossige Mehrfamilienhäuser ähnlicher Bauart. In den Mischgebietsflächen sind in der Regel 3-4-geschossige Büro- und Verwaltungsgebäude mit Ladeneinheiten in den Erdgeschossen anzutreffen. Im Bereich der Freischützstraße werden derzeit Bestandsgebäude „generalsaniert“ (BV: In den Winterlinden“.

Die Bebauung wird über 3D-Gebäudedaten (LoD1-Daten) entsprechend dem hier verwendeten Berechnungsprogramm [50] modelliert.

Die bestehende Bebauung innerhalb des Untersuchungsgebietes ist in den jeweiligen Teilbereichen als homogen zu betrachten. Bzgl. der Gebäudealter sind sowohl die Wohngebäude als auch die Geschäftshäuser eher als Neubauten einzustufen. In der westlichen Hälfte des Planungsgebietes dominieren zwei Schulareale beidseits der JK-Str.. Nördlich der JK-Str. befindet sich die 2-geschossige „Regina-Ullmann-Grundschule“ mit Sportplatz- und Pausehof-Flächen und südlich der JK-Str. liegt die 2-3-geschossige „Helen-Keller-Realschule“ mit angrenzendem Sportplatzgelände. Die „Helen-Keller-Realschule“ wird derzeit neu geplant und wird in der vorliegenden Untersuchung bereits als Neubau berücksichtigt.

Weitere Angaben zur Bebauung sind den Lageplänen bzw. der Verkehrslärmuntersuchung [f] zu entnehmen.

3) Gebietseinstufung:

Die für die schalltechnische Beurteilung maßgebliche Gebietseinstufung erfolgt anhand rechtskräftiger Bebauungspläne [c]. Sind keine B-Pläne vorhanden, erfolgt die Festlegung der Schutzbedürftigkeit anhand des Flächennutzungsplans [d] der Landeshauptstadt München oder der tatsächlichen Nutzung nach örtlicher Inaugenscheinnahme. Die im Rahmen der schalltechnischen Untersuchung maßgeblichen Bebauungspläne (B-Pläne) sind in der Übersichtsskizze im Anhang 8 dargestellt. Entsprechend der Verkehrslärmuntersuchung [f] sind somit im Untersuchungsgebiet unter Beachtung der Bebauungspläne [c] im wesentlichen **drei Gebietskategorien** (Wohnen, Schule, Verwaltung) zu berücksichtigen. Nähere Angaben zur Gebietseinstufung des Plangebietes und der maßgeblichen umliegenden Bebauung nach der BauNVO [4] sind Kap. 4 aufgeführt.

4) Schalltechnische Vorbelastung:

Die schalltechnische Vorbelastung bzw. Gesamtsituation wird hier maßgeblich durch folgende Verkehrswege bestimmt:

Straße (Prognose-Nullfall 2035):

- Johanneskirchner Str. (beide Richtungen) (von 20.000 bis 21.500 Kfz/24h)
- Cosimastraße (Kreuzung KP1, beide Richtungen) (14.000 bis 16.000 Kfz/24h)
- Freischützstraße (Kreuzung KP2, beide Richtungen) (11.000 bis 17.000 Kfz/24h)

Trambahnen (Prognose-Nullfall 2035):

- Linie 15 / 16(11) / 17 N11 / N17 auf der Cosimastraße
(2-gleisig, beide Richtungen) (576 Züge tags / 160 Züge nachts)

Weitere Angaben zur Vorbelastung aus Verkehr sind Verkehrslärmuntersuchung [f] zu entnehmen.

2.1. Istzustand (bestehende Situation - PN 2035)

Trambahn: Zum Prognosehorizont 2035 ohne Baumaßnahme verkehren nur auf der Cosimastraße die Linien 15, 16(11), 17, N11 und N17. In der JK-Str. befindet sich im Prognose-Nullfall in Straßenmitte lediglich ein Grünstreifen.

Straße: Sowohl im Prognose-Nullfall als auch im Prognose-Planfall ist auf den maßgeblichen Straßen (Cosimastr, JK-Str. und Freischützstr.) mit einer sehr hohen Verkehrsdichte zu rechnen.

Aktiver Schallschutz im Bestand (PN 2030):

Im maßgeblichen Planungsgebiet befinden sich keine „aktiven Schallschutzmaßnahmen“ in Form von Lärmschutzwänden u.dgl., jedoch erfolgt die Gleisbettung der Trambahngleise in der Cosimastraße mit Ausnahme der Haltestellenbereiche, des Kreuzungsbereichs sowie der Bereiche von Straßenquerungen in hochliegenden Rasenbahnkörpern. Weiterführende Angaben sind der Verkehrslärmuntersuchung [f] zu entnehmen.

2.2. Planung (künftige Situation - PP 2030)

Die geplante Maßnahme umfasst aus schalltechnischer Sicht in erster Linie den Neubau einer Trambahntrasse in der JK-Str. und damit verbunden auch eine tiefgreifende Veränderungen am Straßenverkehrsweg der JK-Str..

Trambahn: Die derzeit geplante Baumaßnahme mit Linienführung über die JK-Str. nebst Wendeschleife stellt im Gesamtkonzept einen mittelfristigen Zwischenzustand dar. Eine tiefergehende Maßnahmenbeschreibung bzgl. der mittel- und langfristig geplanten Trassenführung ist dem Erläuterungsbericht zu entnehmen.

Straße: Durch den Neubau der Trambahntrasse im Bereich des derzeitigen Grünstreifens in der JK-Str. ergeben sich Fahrspuränderungen. Wie derzeit auch erhält die JK-Str. je Fahrtrichtung zukünftig eine Fahrspur. Die derzeit als Parkstreifen genutzten äußeren Fahrspuren werden aufgelöst. In den Kreuzungsknoten Cosimastr.- JK-Str. (KP1) und Freischützstr.- JK-Str. (KP2) sind ebenfalls Fahrspuranpassungen erforderlich.

Die Planung umfasst aus schalltechnischer Sicht konkret folgende Baumaßnahmen. In

der Lageskizze im Anhang 6 ist der Umgriff der Gesamtmaßnahme grafisch dargestellt.

- 1) Errichtung einer Trambahntrasse in der Straßenmitte der JK-Str. (Neubau).
- 2) Errichtung eines Wendeschleife östlich der Freischützstraße für die Trambahnen sowie für die Linienbusse (Neubau).
- 3) Gleisanbindung der bestehenden Trambahnlinie aus der Cosimastraße in die JK-Str. (Neubau und Umbau)
- 4) Errichtung neuer Straßenbahnhaltestellen (d.h. Neubau Bahnsteige);
 - a) Eine Haltestelle in der Cosimastraße stadteinwärts nach der Kreuzung
 - b) Zwei Haltestellen in der JK-Str. Fahrtrichtung Ost (einmal unmittelbar neben der Kreuzung Cosimastr. und einmal im Bereich der Helen-Keller-Realschule
 - c) Eine Haltestelle in der JK-Str. Fahrtrichtung West im Bereich der Helen-Keller-Realschule
 - d) mehrere Haltestellen für Tram- und Busse im Wendeschleife
- 5) Anpassung bzw. Änderungen der Straßenfahrbahn in der JK-Str. nebst der straßenparallelen Fuß- und Radwege.
- 6) Umbaumaßnahmen in den Straßenkreuzungen KP1 und KP2 - siehe [f])
- 7) Anpassungen der einmündenden Nebenstraßen

3. Grundlagen

3.1. Planungs- und Bearbeitungsgrundlagen (Eingangsdaten)

Der schalltechnischen Untersuchung (Baulärmprognose) liegen zugrunde:

- [a] Planungsunterlagen (Planstand: E-Mail vom 22.08.2022), über Herrn Borowski (SWM München GmbH, Verkehrsinfrastruktur - Planung, Emmy-Noether-Straße 2, 80992 München, E-Mail vom 22.08.2022 in Verbindung mit den in [f] genannten Unterlagen (z.B. Kataster, digitales Geländemodell, usw.).
- [b] Geländehöhen - DGM: Digitales Geländeaster über Bayerische Vermessungsverwaltung - www.geodaten.bayern.de; Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Alexandrastr. 4, 80538 München; siehe [f]
- [c] Gebietsnutzung - siehe Flächennutzungsplan [d] Bebauungspläne der Landeshauptstadt München über Herrn Ressel (SWM) <http://maps.muenchen.de/plan/Bebauungsplan>; siehe [f]
- [d] Flächennutzungsplan der Stadt München über Herrn Ressel (SWM); <http://maps.muenchen.de/plan/flaechennutzungsplan>, Stand: 02/2022, siehe Anhang 7
- [e] Kataster: LoD1-Gebäudedaten (Haushöhen) über Herrn Borowski; E-Mail vom 21.02.2022; siehe [f]
- [f] Verkehrslärmuntersuchung: Schalltechnische Einwirkungen aus Straßen- und Schienenverkehr vom Ingenieurbüro hils consult gmbh, (21123_20220916_str_sch_johanneskirchnerstr_swm_gu02_v1.pdf) vom 16.09.2022
- [g] Bauablaufkonzept / Bauablaufplanung / kritische Bauszenarien / BE-Flächen; Festlegungen mit Vorhabenträger vertreten durch Herrn Borowski (SWM München GmbH, Verkehrsinfrastruktur - Planung [a]) und Beschreibung der schalltechnisch kritischen Bauzustände; E-Mail vom 22.08.2022
- [h] div. telefonische und schriftliche Abstimmungen bzgl. Bauabläufe und Maschineneinsätze, Maßnahmen u.dgl. mit Herrn Borowski (SWM München GmbH, Verkehrsinfrastruktur - Planung [a]) bis zum 09.11.2022
- [i] Ortsbegehung / Objektaufnahmen am 27. u. 28.02.2022 durch IB hils consult gmbh

3.2. Gesetze, Regelwerke und Literatur

Für die schalltechnische Untersuchung (Baulärmprognose) wurden folgende Normen und Literaturquellen herangezogen:

Gesetzliche bzw. Beurteilungsgrundlagen:

- [1] BImSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz -BImSchG), in der aktuellen Fassung
- [2] AVV-Baulärm: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen - (Vom 19. August 1970, BAnz. Nr. 160 vom 01.09.2070)
- [3] BauGB: Baugesetzbuch - BauGB in der aktuellen Fassung
- [4] BauNVO: Baunutzungsverordnung - BauNVO: Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke, in der aktuellen Fassung
- [5] VDI 3765 Entwurf: Kennzeichnende Geräuschemissionen typischer Arbeitsabläufe auf Baustellen, Ausgabe Dezember 2001
- [6] 32. BImSchV: 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV) "Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I S. 2178) geändert worden ist"

Straßenverkehr:

- [7] RLS-19: RLS-19: „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - RLS 19“, (Richtlinie zum Ersatz der RLS-19 mit der Verabschiedung der Änderung der 16. BImSchV), Bundesminister für den Verkehr, Abteilung Straßenbau, Ausgabe 2019

Schienenverkehr:

- [8] Schiene: Schall 03 [2012]: „Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)“ gemäß Anlage 2 zu § 4 der Verordnung zur Änderung der „Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 18.12.2014)

Lkw, Baugeräte:

- [9] „Geräusche von Speditionen, Frachtzentren und Auslieferungslagern“, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 1995 (ISBN: 3-89026-201-5)
- [10] „Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 2, Wiesbaden, 2004 (ISBN 3-89026-571-5)
- [11] „Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Anlagen zur Abfallbehandlung und -verwertung sowie Kläranlagen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 1, Wiesbaden, 2002 (ISBN: 3-89026-570-7)

- [12] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen (Outdoor-Richtlinie); In Kraft getreten am : 03/07/2000; Berichtigung C2 vom 17.06.2006
- [13] Richtlinie 2005/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember zur Änderung der Richtlinie 2000/14/EG über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen; 2005-12-14
- [14] Berichtigung der Richtlinie 2005/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2005 zur Änderung der Richtlinie 2000/14/EG über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen; Ausgabe: 17.06.2006
- [15] Taschenbuch der Technischen Akustik, Müller, Gerhard; Möser, Michael (Hrsg.), Ursprünglich erschienen unter: Heckl, M. (Hrsg.), 3. erweiterte u. überarbeitete Aufl. 2004,
- [16] eigene Messungen - hils consult gmbh; BV Neubau Einkaufszentrum "Theresienhof" mit Tiefgarage, 87629 Füssen; Messberichte 12090_mb01: Schallimmissionsmessungen in der Nachbarschaft nach AVV Baulärm während Arbeitstätigkeiten zur Sicherung der Baugrube - Einrammen von Spundbohlen, 12090_stn01 und weitere
- [17] Leitfaden zur umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung Baumaschinen; Umweltbundesamt, Fachgebiet III 1.3, Postfach 14 06, 06813 Dessau-Roßlau
- [18] BLAUER ENGEL Das Umweltzeichen für Baumaschinen DE-UZ 53, Vergabekriterien, Ausgabe Februar 2015, Version 5
- [19] BfG: Bundesanstalt für Gewässerkunde; Hinweise für die Berücksichtigung des Faktors „lärmintensive Baugeräte“ im Rahmen von Planfeststellungsverfahren beim Wasserbau, Koblenz 2002
- [20] Lärm im Baubetrieb, Maßnahmen zur Lärminderung, ÖAL-Richtlinie Nr. 111, Ausgabe: 2021-07-01

Ausbreitung:

- [21] DIN ISO 9613-2: „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), Oktober 1999
- [22] VDI 2720 Blatt 1: „Schallschutz durch Abschirmung im Freien“, Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), 1997

Erschütterung:

- [23] Bauwerksererschütterungen durch Tiefbauarbeiten, Grundlagen - Messergebnisse - Prognosen, Institut für Bauforschung e. V. Hannover, Bericht 20 (2004)
- [24] Melke, J., Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen, Landesamt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Nr. 107, 1992
- [25] Auersch, L et. al.: Erschütterungen im Bauwesen; Messergebnisse an verschiedenen Gebäuden und eine einfache Berechnung von Fundament-, Wand- und Deckenschwingungen. Bauingenieur 79, Teil 1 und Teil 2 (April und Juni)

- [26] Geologische Karte Bayern, Bayrisches Landesamt für Umwelt, dGK25,
<https://www.umweltatlas.bayern.de>

ergänzend unter Kenntnisnahme:

- [27] DIN 4150-1: "Erschütterungen im Bauwesen" Teil 1: „Vorermittlung von Schwingungsgrößen“: Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), Ausgabe Juni 2001
- [28] VDI 2057, Blatt 3: „Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen Ganzkörperschwingungen an Arbeitsplätzen in Gebäuden“, Ausgabe 09/2002 (inzwischen zurückgezogen)¹
- [29] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Januar 2013

Zur Interpretation der Messergebnisse werden die Anforderungen nachfolgender Normen und Regelwerke herangezogen:

- [30] DIN 4150-2: "Erschütterungen im Bauwesen" Teil 2: „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Ausgabe Juni 1999
- [31] DIN 4150-3: "Erschütterungen im Bauwesen" Teil 3: „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Ausgabe Dezember 2016

Sonstiges:

- [32] Ungar, E.E., Sturz, D.H., Amic, C.H.: "Vibration control design of high technology facilities", Sound and Vibration, Acoustical Publications Inc. Bay Village, Ohio, USA, 1990
- [33] Harris, C.M., Crede, C.E.: „Shock and Vibration Handbook“, McGraw Hill, 1961

¹ Die VDI 2057, Bl. 3 wurde im Zuge der Anpassung von Arbeitsstättenrichtlinien an europäisches Recht im Jahr 2002 zurückgezogen und im Jahr 2006 sowie 2017 durch eine Neufassung ersetzt. Der dargestellte Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung ist zwar in der Neufassung nicht mehr enthalten, aber weiterhin als wissenschaftlich korrekt anzusehen.

3.3. Baulärm

3.3.1. Schallimmissionen (AVV-Baulärm)

Lästig empfundene Geräuschimmissionen werden als Lärm bezeichnet. Dabei handelt es sich also nicht um einen rein physikalischen Begriff, sondern um einen Ausdruck für ein subjektives Empfinden. Dieses ist abhängig von verschiedenen Einflüssen, wie z.B. vom Informationsgehalt oder dem Spektrum (Frequenzzusammensetzung).

Zur zahlenmäßigen Beschreibung von zeitlich schwankenden Geräuschimmissionen, wie beispielsweise dem Straßen- und Schienenverkehr, wird der A-bewertete Mittelungspegel herangezogen. In seine Höhe gehen Stärke und Dauer jedes Schallereignisses während des Zeitraumes ein, über den gemittelt wird.

Die A-Bewertung ist eine dem menschlichen Hörempfinden näherungsweise angepasste Frequenzbewertung. Aus dem Mittelungspegel wird mit weiteren Zu- bzw. Abschlägen (z.B. für Impuls-/ Ton-/ Informationshaltigkeit, je nach Regelwerk) der Beurteilungspegel L_r gebildet, der mit schalltechnischen Orientierungs- bzw. Immissionsricht- oder Grenzwerten zu vergleichen ist. In zahlreichen Untersuchungen wurde eine gute Korrelation des Beurteilungspegels mit dem Lästigkeitsempfinden festgestellt. Diese Größe dient daher, getrennt für die Tageszeit (Baulärm 07:00 bis 20:00 Uhr) bzw. Nachtzeit (Baulärm 20:00 bis 07:00 Uhr) in Deutschland generell als Bemessungsgröße für Schallimmissionen.

3.3.2. Beurteilungskriterien und -methodik nach AVV-Baulärm

Baustellen gelten nach § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes BImSchG [1] als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Gemäß § 22 des BImSchG [1] sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen so zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und dass unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Grundlage für die Beurteilung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräuschimmissionen von Baustellen ist die AVV-Baulärm [2] (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm). Diese gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Demnach werden gemäß Kap. 3 der AVV-Baulärm [2] folgende Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft festgesetzt:

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte (IRW) nach AVV Baulärm [2] und die um 5 dB(A) erhöhten Eingriffswerte (Klammerwerte) nach Kap. 4.1 der AVV-Baulärm

1	2	3	4
Gebietsnutzung		Immissionsrichtwert (IRW) Klammerwert ² +5 dB(A)	
		tags [dB(A)]	nachts [dB(A)]
(a) Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Betriebspersonen untergebracht sind,	Industriegebiet (GI)	70 (75)	--
(b) Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	Gewerbegebiet (GE)	65 (70)	50 (55)
(c) Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	Kern,- Dorf-, Mischgebiet (MI / MK / MD)	60 (65)	45 (50)
(d) Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	Allgemeine Wohngebiete (WA)	55 (60)	40 (45)
(e) Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	Reine Wohngebiete (WR)	50 (55)	35 (40)
(f) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	Sondergebiete Erholung (SO)	45 (50)	35 (40)

Als Nachtzeit gilt die Zeit von 20:00 Uhr bis 7:00 Uhr (d.h. 11 Stunden bzw. 660 Minuten)

Als Tagzeit gilt die Zeit von 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr (d.h. 13 Stunden bzw. 780 Minuten)

Die Beurteilungssystematik geht bei der Ermittlung der Schallimmissionen von Baustellen zunächst vom Wirkpegel (Kap. 6.6 AVV-Baulärm [2]) aus. Demnach wird der Wirkpegel aus dem nach Taktmaximalpegel-Verfahren gemessenen, auf ganze Zahlen gerundeten Schallpegel ggf. unter Berücksichtigung eines Lästigkeitszuschlags für die erhöhte Störwirkung deutlich hervortretender Töne (z.B. Singen, Heulen, Pfeifen, Kreischen) um bis zu 5 dB(A) gebildet.

Die konkrete Betriebsdauer einer Baustelle innerhalb des Tag- bzw. Nachtzeitraums wird anschließend durch entsprechende Pegelabschläge (Zeitkorrekturwerte) auf den jeweiligen Wirkpegel wie folgt berücksichtigt:

Tabelle 2: Zeitkorrekturen nach Kap. 6.7 der AVV Baulärm [2]

1	2	3
Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von		Zeitkorrektur [dB(A)]
Tagzeit 7.00 bis 20.00 Uhr (13 h bzw. 780 min.)	Nachtzeit 20.00 bis 7.00 Uhr (11 h bzw. 660 min.)	
bis 2,5 Stunden	bis 2 Stunden	- 10
über 2,5 Stunden bis 8 Stunden	über 2 Stunden bis 6 Stunden	- 5
über 8 Stunden	über 6 Stunden	0

² hier bezeichnet als Eingreifrichtwert

Die Bildung der maßgeblichen Beurteilungspegel umfasst dabei also neben einem Tonhaltigkeitszuschlag auch die Berücksichtigung entsprechender Abschlüsse für die o.g. Einwirkdauer (Zeitkorrektur) auf den anhand einer Schallausbreitungsrechnung ermittelten Immissionspegel. Durch den Bezug auf den Taktmaximalpegel beinhaltet der Wirkpegel dabei implizit bereits die erhöhte Störwirkung impulshaltiger Ereignisse.

Die Berücksichtigung der Zeitkorrektur erfolgt somit emissionsseitig vor Durchführung der Ausbreitungsrechnung bei der Ermittlung der jeweiligen Schalleistungspegel (sog. Schalleistungs-Wirkpegel) der Baumaschinen.

Grundlage einer Baulärmprognose ist die Kenntnis entsprechender Schalleistungspegel für die verschiedenen Bauarbeiten bzw. Baumaschinen. Hierbei handelt es sich im Regelfall um energetische Mittelungspegel typischer Arbeitszyklen, die eine entsprechende räumliche und zeitliche Mittelung dieser Prozesse beschreiben. Diese bestehen bei einer Erdbaumaschine wie z.B. einem Radlader aus den einzelnen Arbeitsschritten *Materialaufnahme, Heben der Schaufel, Fahren, Abkippen des Materials, Fahren und Senken der Schaufel sowie Leerlaufphasen*. Messtechnisch sind diese Wirkpegel gemäß AVV-Baulärm nach dem Taktmaximalpegelverfahren in 5-Sekundentakten (L_{AFTm5} in dB(A)) zu ermitteln. Dadurch wird die Impulshaltigkeit der Geräusche mit berücksichtigt.

Bei der Emissionsprognose sind daher die Wirkzeiten zu berücksichtigen, d.h. Rüst-, Stand- und Leerlaufzeiten sind bei der Pegelbildung auszublenden. Die herstellerseitigen Angaben der Schalleistungen von Baumaschinen (L_w) sind somit unter Berücksichtigung von Einsatzdauer, Zeitkorrektur in die Wirkpegel umzurechnen. Die Ermittlung der maßgeblichen Wirkpegel erfolgt in der

Nach der AVV-Baulärm [2] gilt der Immissionsrichtwert als überschritten, wenn der Beurteilungspegel den Richtwert (IRW) überschreitet oder der IRW für die Nachtzeit infolge eines einzelnen Geräteeinsatzes (z.B. Abbruch mit Bagger + Meißel) (d.h. von einem oder mehreren Messwerten, Taktmaximalpegel-Verfahren) um mehr als 20 dB(A) überschritten wird (**Spitzenpegelkriterium**). Das Spitzenpegelkriterium gilt jedoch ausschließlich für Bautätigkeiten im Nachtzeitraum.

Überschreitet der Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Geräusches den Immissionsrichtwert um mehr als 5 dB(A), sollen nach Kap. 4.1 der AVV-Baulärm [2] Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden. Folgende Maßnahmen zur Minderung des Baulärms kommen insbesondere in Betracht:

- a) Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle,
- b) Maßnahmen an den Baumaschinen,
- c) die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen,
- d) die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren
- e) die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen.

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

Die für eine Baulärm-Prognose zu ermittelnden Wirkpegel (entsprechend Kap. 6.6 der AVV-Baulärm [2]) werden durch eine Schallausbreitungsrechnung dargestellt.

3.3.3. Berechnungsverfahren (AVV Baulärm)

Die AVV Baulärm enthält kein eigenes Verfahren zur **Ausbreitungsberechnung**. In Anlehnung an Kap. 6.3.3 der AVV-Baulärm werden ausgehend von Schallleistungspegeln zzgl. Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFT5eq} - L_{Aeq}$, die Wirkpegel und die mit den o.g. Immissionsrichtwerten zu vergleichenden Beurteilungspegel L_r über eine Ausbreitungsrechnung gemäß

- DIN ISO 9613-2 [21]

sowie unter Berücksichtigung der folgenden Normen und Richtlinien

- Straßenverkehr: RLS-19 [7]
- Schienenverkehr: Schall 03 [8]

berechnet.

Die Immissionsprognose erfolgt mit Hilfe von mittleren A-bewerteten (Oktav-)Schallleistungspegeln unter Verwendung des Berechnungsprogramms Cadna/A [50].

Ausgehend von den in Kap. 5 aufgeführten Schalldruck- und Schallleistungspegeln (bzw. Spektren) wird zunächst der am Immissionsort zu erwartende Mitwind-Mittelungspegel $L_{AT}(DW)$ nach folgender Beziehung ermittelt:

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_C - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc}$$

wobei

- | | |
|-------|--|
| L_W | Oktavband-Schallleistungspegel der Punktschallquelle (bezogen auf die Bezugsschallleistung von einem Picowatt ($1 \times 10^{-12} \text{ W}$)) |
| D_C | Richtwirkungskorrektur |

A_{div}	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
A_{atm}	Dämpfung durch Luftabsorption (Temperatur 10° C, relative Luftfeuchte 70 %)
A_{gr}	Dämpfung durch Bodeneffekt
A_{bar}	Dämpfung durch Abschirmung
A_{misc}	Dämpfung aufgrund sonstiger Effekte

Für die Dämpfung A_{gr} aufgrund des Bodeneffekts wird gemäß DIN SO 9613-2 [21] das alternative Verfahren zur Berechnung herangezogen. Zur Ermittlung der an den relevanten Immissionsorten wirksamen Beurteilungspegel L_r ist die meteorologische Korrektur gemäß Abschnitt 8, DIN ISO 9613-2 [21] zu berücksichtigen. Dabei ist auf der Grundlage der örtlichen Wetterstatistiken und nach deren Analyse ein Faktor C_0 zu bestimmen bzw. abzuschätzen, der als Basis für die Bestimmung der meteorologischen Korrektur C_{met} heranzuziehen ist. In der hier durchgeführten Untersuchung wird in Ermangelung detaillierter Windstatistiken, gemäß der Empfehlung des Bayerischen Landesamts für Umwelt, ein Faktor $C_0 = 2$ dB angesetzt. Die Topographie geht in die Berechnung ein, so dass die Abschirmwirkung durch Geländeformationen, Gebäude bzw. Schallschutzmaßnahmen etc. berücksichtigt werden.

3.3.4. Vorbelastung durch Straßen und Schienenverkehr

Gemäß Kap. 4.1 der AVV Baulärm [2] gilt:

*...Von Maßnahmen zur Lärminderung **kann** abgesehen werden, soweit durch den Betrieb von Baumaschinen infolge nur gelegentlich einwirkender Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten...*

Die AVV Baulärm beschreibt jedoch keine eigene Vorgehensweise für die Berücksichtigung ständig vorherrschender Fremdgeräusche. Die Berücksichtigung einer ständigen Lärmvorbelastung ist eine Kann-Regelung und muss im Einzelfall ggf. durch behördliche Anordnung entschieden werden.

Im Bundesverwaltungsgerichtsurteil (BVerwG 7 A 11.11) vom 10. Juli 2012 [49] wird bzgl. einer Lärmvorbelastung folgendes ausgeführt:

*... Eine Abweichung von den Immissionsrichtwerten kann danach etwa dann in Betracht kommen, wenn im Einwirkungsbereich der Baustelle eine tatsächliche Lärmvorbelastung vorhanden ist, die über dem maßgeblichen Richtwert der AVV Baulärm liegt. Dabei ist der Begriff der Vorbelastung hier nicht einschränkend in dem Sinne zu verstehen, dass nur Vorbelastungen durch andere Baustellen erfasst werden (vgl. etwa die einschränkende Definition in Nr. 2.4 1. Absatz Satz 1 TA Lärm). Maßgeblich ist vielmehr die Vorbelastung im natürlichen Wortsinn. „Nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Absatz 2 Satz 2 VwVfG gehen nur von solchen baustellenbedingten Geräuschimmissionen aus, die dem Einwirkungsbereich mit Rücksicht auf dessen durch die Gebietsart und die konkreten tatsächlichen Verhältnisse bestimmte Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit nicht mehr zugemutet werden können. Für die Gebietsart ist dabei von der bebauungsrechtlich geprägten Situation der betroffenen Grundstücke (im Einwirkungsbereich) auszugehen, für die tatsächlichen Verhältnisse spielen insbesondere **Geräusch-Vorbelastungen** eine wesentliche Rolle (vgl. Urteil vom 7. Juli 1978 - BVerwG 4 C 79.76 u.a. - BVerwGE 56, 110 <131> = Buchholz 442.40 § 8 LuftVG Nr. 2 S. 1 <22>). Daraus folgt zugleich, dass eine verminderte Schutzwürdigkeit nicht schon dann angenommen werden kann, wenn es etwa um die Errichtung wichtiger Verkehrsinfrastrukturvorhaben im öffentlichen Interesse geht...*

Das o.g. BVerwG-Urteil [49] besagt somit, dass eine vorhandene Vorbelastung die jeweils maßgeblichen Immissionsrichtwerte auf die Immissionspegel der Vorbelastung erhöht. Die Zumutbarkeitsschwelle stellt somit im Einzelfall der Pegel der Vorbelastung dar.

Im vorliegenden Fall ist eine relevante Geräusch-Vorbelastung im Bereich der Baumaßnahme durch den vorhandenen Trambahn- und Straßenverkehr gegeben.

Zur Berücksichtigung der Geräuschvorbelastung werden die Schallimmissionen für den Prognose-Nullfall 2035 der Gesamtlärbetrachtung aus der Verkehrslärmuntersuchung [f] (Berechnungsvariante V05 - Prognose-Nullfall 2035 Straße + Schiene) herangezogen.

3.3.5. Beurteilung unter Berücksichtigung der Vorbelastung

Methodik zur Berücksichtigung der schalltechnischen Vorbelastung:

Gemäß der aktuellen Rechtsprechung (s.o.) kann eine bestehende Vorbelastung aus Verkehrslärm im Einwirkungsbereich einer Baustelle die maßgeblichen Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm [2] erhöhen und sich somit schutzmindernd auswirken.

Ein erhöhter vorbelastungsspezifischer Immissionsrichtwert „ $IRW_{(VB)}$ “ ist aus schalltechnischer Sicht nur für die Vorbelastungen (VB) aus Verkehrslärm zu ermitteln, die den gebietsspezifischen Richtwert nach AVV Baulärm um mehr als 3 dB(A) überschreiten.

Der vorbelastungsspezifische $IRW_{(VB)}$ wird somit wie folgt ermittelt:

- | | |
|--|---|
| Fall a) $VB_{(Verkehr)} - 3 \text{ dB(A)} < IRW_{(AVV)}$ | $\rightarrow IRW_{(VB)} = IRW_{(AVV)}$ |
| Fall b) $VB_{(Verkehr)} - 3 \text{ dB(A)} > IRW_{(AVV)}$ | $\rightarrow IRW_{(VB)} = VB_{(Verkehr)} - 3 \text{ dB(A)}$ |
| Fall c) $VB_{(Verkehr)} > 70/60 \text{ dB(A)}$ | $\rightarrow IRW_{(VB)} = 70/60 - 3 \text{ dB(A)}$ |

Die hier für die Beurteilung maßgeblichen vorbelastungsspezifischen $IRW_{(VB)}$ sind in der Ergebnistabelle in der Anlage 1 aufgeführt.

3.4. Erschütterungen

Erschütterungen bzw. Körperschall sind mechanische Schwingungen, die in den Erdboden eingeleitet werden und sich bis zum Immissionsort (Gebäude, Aufenthaltsraum) hin ausbreiten können. Die von der Schwingungsquelle in den Boden eingeleitete Energie besteht je nach Art der Quelle und der Übertragungsbedingungen aus sich ausbreitenden Raum- und Oberflächenwellen bzw. Kompressions-, Biege- und Scherwellen. Die über die Fundamente in die Gebäude eingeleiteten Schwingungen können als Erschütterungen (Stöße, Vibrationen) wahrgenommen werden. Diese Schwingungen können teilweise von den Raumbegrenzungsflächen als Luftschall an die Umgebung abgestrahlt und als solcher wahrgenommen werden (sekundärer Luftschall).

Für die Entstehung und Ausbreitung von Schwingungen sind eine Vielzahl von Parametern maßgebend, z.B.:

- technische und betriebliche Daten der eingesetzten Geräte und Anlagen (z.B. Masse, Drehzahlen etc.)
- Beschaffenheit des umgebenden Erdbodens (Art des Bodens, Inhomogenitäten, Grundwasser)
- Bauwerksausbildung des Gebäudes

Die physikalische Größe, die zur Beschreibung der mechanischen Schwingungen in Gebäuden am häufigsten verwendet wird, ist die Schwinggeschwindigkeit (oder Körperschall-Schnelle), die i.d.R. als Pegel (in dB, bezogen auf $5 \cdot 10^{-8}$ m/s) angegeben wird. Sie ist in Festkörpern (Erdboden, Bausubstanz) stark frequenzabhängig und muss daher spektral betrachtet werden. Zur Bewertung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden (z.B. über Tastsinn fühlbarer und/oder Ganzkörper wahrnehmbarer Körperschall) im Frequenzbereich 4 Hz bis etwa 100 Hz wird die Schwingstärke nach DIN 4150-2 [30] als KB-Wert (frequenzbewertete Schwinggeschwindigkeit) angegeben. Die KB-Bewertung ist eine frequenzbezogene Bezugsbewertungskurve für Erschütterungssignale bzgl. Wahrnehmung durch den Menschen. Sie wird herangezogen für die Bewertung bei nicht vorgegebener Körperhaltung und setzt sich zusammen aus Elementen der Bewertung von Einwirkungen im Stehen und Sitzen (vgl. auch DIN 45669-1, Punkt 3.13 [42]).

Einen Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung wird in VDI 2057, Bl. 3 [28] wie folgt dargestellt:

Tabelle 3: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke (KB) und subjektiver Wahrnehmung in Anlehnung an VDI 2057, Bl. 3 [28]

1 lfd. Nr.	2 Bewertete Schwingstärke KB	3 Beschreibung der Wahrnehmung
1	<0,1	nicht spürbar
2	0,1	Fühlschwelle
3	0,1 - 0,4	gerade spürbar
4	0,4 - 1,6	gut spürbar
5	1,6 - 6,3	stark spürbar
6	6,3 - 100	sehr stark spürbar

Für die Beurteilung der Möglichkeit von Bauschäden infolge dynamischer Belastung von Gebäuden werden u.a. Werte der Schwinggeschwindigkeit an Gebäudefundamenten und/oder oberen Deckenfeldern (in mm/s) herangezogen.

Aufgrund der Vielzahl von Einflüssen sind die Zusammenhänge bei der Erschütterungsentstehung und -übertragung im Regelfall nur schwer vollständig bzw. detailliert zu erfassen. Die Körperschalleinleitung in den Erdboden, die Ausbreitung im Boden und die Körperschalleinleitung in ein Bauwerk/Gebäude sind jeweils wegen unterschiedlicher Eigenschaften der Übertragungswege, wie Bodeninhomogenitäten, Filterwirkung eingeschlossener Lockerbodenschichten, Brechung und Reflexion von Wellen an Grenzschichten und Übergängen, mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht bzw. nur schwer über Rechenmodelle abzubilden, so dass hierzu vielfach auf Messungen zurückgegriffen wird (kombinierte Verfahren).

3.4.1. Beurteilungskriterien Erschütterung

Vorbemerkung:

Die Anforderungen an Erschütterungsschutz in Gebäuden sind vielseitig und weisen eine starke anwendungsbezogene Abhängigkeit auf. Zur Übersicht und Einschätzung der vorliegenden Situation sind in [28], [32] typische Größenordnungen zulässiger Erschütterungseinwirkungen dargestellt. Im Einzelfall können andere Maßstäbe erforderlich sein.

A) Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen

Zur Beurteilung der Einwirkungen von Erschütterungen im Hinblick auf Gebäudeschäden können die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 3 [31] herangezogen werden. Dort werden Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Minderung des Gebrauchswerts von Bauwerken und Gebäuden nicht zu erwarten sind. Derartige Minderungen beinhalten auch leichte Schäden wie z.B. Risse im Putz von Wänden, Vergrößerung

bereits vorhandener Risse u.a..

Für **stationäre Erschütterungsereignisse** (Dauererschütterungen) gem. Abschnitt 6.1, DIN 4150, Teil 3 [31] gelten folgende Anhaltswerte:

Beurteilung Gesamtbauwerk:

Tabelle 4: Anhaltswerte für die horizontale Schwinggeschwindigkeit „ v_i “ zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke

1	2	3
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in [mm/s] Oberste Deckenebene, horizontal , alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnliche strukturierte Bauten	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5

Beurteilung von Decken:

Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschossdecken in Gebäuden nach Tabelle 4, Zeile 1 und 2 erfahrungsgemäß nicht zu Schäden, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen werden. Diese Schwingungen sind sehr stark spürbar. Bei Gebäuden nach Tabelle 4, Zeile 3 kann kein Anhaltswert für Geschossdecken angegeben werden.

Anmerkung:

Diese o.g. Werte liegen noch um ein Vielfaches über den Werten zur Einhaltung der Anhaltswerte für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.

Beurteilung Gesamtbauwerk:

Für **kurzzeitige Erschütterungsereignisse** (Stoßerschütterungen, Spitzenwerte) gem. Abschnitt 5.1 der DIN 4150, Teil 3 werden hauptsächlich Maximalwerte der Schwinggeschwindigkeit am Fundament herangezogen.

Hierfür gelten folgende Anhaltswerte:

Tabelle 5: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i,max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke (Maximalwerte)

1	2	3	4	5	6
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i,max}$ in mm/s			
		Fundament			Oberste Decken- ebene, horizontal
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz*)	alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnliche strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8

*) Für Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.

Beurteilung von Decken:

Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 20 mm/s führen bei Geschossdecken in Gebäuden nach Tabelle 5, Zeile 1 und 2 erfahrungsgemäß nicht zu Schäden, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen werden. Diese Schwingungen sind sehr stark spürbar. Bei Gebäuden nach Tabelle 5, Zeile 3 kann zur Verhinderung leichter Schäden eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes (Anm.: $v_{max} < 20$ mm/s) notwendig werden.

Vgl. hierzu auch vorstehende Anmerkung zu *stationäre Erschütterungsereignisse*.

B) Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden werden anhand der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$ beurteilt. Dabei ergibt sich das $KB(t)$ -Signal aus dem unbewerteten Schwingschnellesignal durch Frequenzbewertung und Normierung. Der $KB_F(t)$ -Wert ist nach DIN 45669-1 [42] als gleitender Effektivwert des bewerteten Erschütterungssignals $KB(t)$ mit der Zeitkonstante 0,125 sec. („fast“ bzw. F) definiert. Als untere Wahrnehmbarkeitsschwelle wird etwa $KB_F = 0,1$ angesehen.

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden sind nach DIN 4150, Teil 2 hierbei zwei Beurteilungsgrößen erforderlich:

- KB_{Fmax} : maximale bewertete Schwingstärke
Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$, der während der jeweiligen Beurteilungs- bzw. Einwirkungszeit auftritt.
- KB_{FTr} : Beurteilungs-Schwingstärke

Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} berücksichtigt neben der Stärke der Erschütterungsereignisse auch die Dauer und Häufigkeit ihres Auftretens. Dabei wird jedes Ereignis(maximum) in 30 sec. Takte eingeteilt (Taktmaximalverfahren).

Es gilt:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{\left(\frac{T_e}{T_r}\right)}$$

Dabei ist:

T_r : Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h)

T_e : Summe der Taktzeiten mit Erschütterungseinwirkungen.³

KB_{FTm} : Taktmaximal-Effektivwert als Wurzel aus dem Mittelwert der quadrierten Taktmaximalwerte KB_{FTi} der Ereignisse i (z.B. KB_{Fmax} -Werte je Takt bei Rammvorgängen).

N : Anzahl der Takte

$$KB_{FTm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_i (KB_{FTi})^2}$$

Anmerkung:

Ein Takt beträgt dabei 30 Sek.. Takte mit $KB_{FTi} < 0,1$ sind gleich 0 zu setzen, gehen jedoch in die Anzahl der Takte N während der Beurteilungszeit ein.

Nach DIN 4150, Teil 2 [30] erfolgt die Beurteilung anhand der Kriterien A_u und A_o für die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} sowie anhand A_r für die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} . Hierbei gilt folgende Methodik:

- Ist KB_{Fmax} kleiner als der untere Anhaltswert A_u , dann ist die Anforderung der Norm eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als der untere Anhaltswert A_u und kleiner als der obere Anhaltswert A_o , gilt die Anforderung der Norm als eingehalten, wenn KB_{FTr} kleiner als der Anhaltswert A_r ist.
- Ist KB_{Fmax} größer als der obere Anhaltswert A_o und/oder KB_{FTr} größer als der Anhaltswert A_r , gilt die Anforderung der Norm als nicht eingehalten.

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen gelten abhängig vom Einwirkungsort folgende Anhaltswerte A nach Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2:

³ Dabei wird ein Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten angesetzt.

Tabelle 6: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150, Teil 2

1	2	3	4	5	6	7
Einwirkungsort	Tag			Nacht		
	A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und ggf. ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete BauNVO § 9)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete BauNVO § 8)	0,3	6	0,15	0,2	0,4 (0,6)	0,1
Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vgl. Kerngebiete BauNVO § 7, Mischgebiete BauNVO § 6, Dorfgebiete BauNVO § 5)	0,2	5	0,10	0,15	0,3 (0,6)	0,07
Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. reines Wohngebiet BauNVO § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO § 2)	0,15	3	0,07	0,1	0,2 (0,6) (0,3)	0,05
Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Baumaßnahmen gelten dabei folgende Besonderheiten:

Baumaßnahmen:

Für Erschütterungen durch Baumaßnahmen werden in Kap. 6.5.4 der DIN 4150, Teil 2 zur Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen in Abhängigkeit ihrer Einwirkungsdauer Anhaltswerte für drei Zeitbereiche und drei Stufen zur Einleitung von Maßnahmen zur Vermeidung von Belästigungen angegeben. Lediglich der obere Anhaltswert A_o = 5 wird unabhängig von der Einwirkdauer als Grenze der Zumutbarkeit festgelegt.

Nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Anhaltswerte für Erschütterungseinwirkungen aus Baustellenarbeiten tagsüber:

Tabelle 7: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tage < D ≤ 26 Tage			26 Tage < D ≤ 78 Tage		
3	Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Anhaltswerte	A _u	A _o ^{*)}	A _r	A _u	A _o ^{*)}	A _r	A _u	A _o ^{*)}	A _r
5	Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
6	Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
7	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

Bei Dauer der Einwirkungen zwischen 1 Tag und 6 Tagen werden die Anhaltswerte weiter abgestuft durch lineare Interpolation.

Für nachts auftretende Erschütterungen aus Baumaßnahmen gelten die Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2, unabhängig von zeitlich eingeschränkter Dauer.

Als Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen durch zeitlich begrenzte Erschütterungsimmissionen durch Baumaßnahmen wird unter 6.5.4.3 der DIN 4150-2 für Beurteilungsschwingstärken kleiner/gleich Stufe II folgendes aufgeführt:

”...

- a) *Umfassende Information der betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb;*
- b) *Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen;*
- c) *Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.);*
- d) *Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme wegen Erschütterungseinwirkungen haben;*
- e) *Information der Betroffenen über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude;*
- f) *Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude.*

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

....“

Bei Einwirkungen, die mehr als 6 Tage und weniger als 26 Tage andauern, ist bei KB_{Fmax} -Werten unterhalb des unteren Anhaltswertes $A_U = 0,4$ und/oder einer Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} kleiner als der Anhaltswert $A_r = 0,3$ (d.h. bis Erreichen der unteren Stufe I) auch ohne besondere Maßnahmen nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen. Eine Überschreitung der Anhaltswerte für Stufe II (KB_{Fmax} -Werte größer $A_U = 0,8$ und Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} größer $A_r = 0,6$) erfordert Maßnahmen, die über Information, Aufklärung über Unvermeidbarkeit, betriebliche Maßnahmen (vgl. o.g. Punkte a) bis e), ggf. f) Nachweis der aufgetretenen Erschütterungen) zur Vermeidung von Belästigungen hinausgehen. Es ist dann zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist. Bei Überschreitungen der Anhaltswerte Stufe III (KB_{Fmax} -Werte ab 1,2 und Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} ab 1,0 und/oder KB_{Fmax} -Werte > 5) werden die Einwirkungen als unzumutbar erachtet, es wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen erforderlich.

Für Baumaßnahmen, die länger als 78 Tage einwirken, trifft die Norm keine Angaben, dabei gelten die Anhaltswerte der Tabelle 6 (bzw. Tabelle 1 der DIN 4150-2).

3.4.2. Beurteilungskriterien Sekundärer Luftschall

-- hier nicht gegenständlich --

3.5. Erschütterungsprognose

Bei der Planung von Baumaßnahmen ist es oftmals erforderlich potentielle Erschütterungseinwirkungen abzuschätzen und Bauverfahren bzw. -geräte so auszuwählen, dass eine Beeinträchtigung angrenzender Gebäude und Bewohner zumindest minimiert wird.

Zum derzeitigen Planungsstand (Entwurfsplanung, Ausschreibung hat noch nicht begonnen) liegen nur teilweise gesicherte Erkenntnisse und konkrete Angaben zum Bauablauf vor. Vor dem Hintergrund der großen Unsicherheiten in Bezug auf Bauablauf, -geräte sowie Bodenverhältnisse und Gebäudestruktur stellt die nachfolgende Prognose in erster Linie eine (semiquantitative) Abschätzung zur Notwendigkeit besonderer Vorkehrungen zum Erschütterungsschutz während der Bauphase dar.

Typische Quellen von baubedingten Erschütterungen bei Maßnahmen der Tiefbau- und Verkehrsinfrastruktur sind insbesondere:

- Vibrations- oder Schlagrammen zum Rammen und Einvibrieren von Pfählen und Spundbohlen (z.B. Gründungen, Baugrubenverbau, Stützwände)
- Oberflächenverdichtung von Boden-/Aufbauschichten der Fahrbahn oder für Fundamente mittels Vibrationswalzen und -platten

Zu weiteren, im gegenständlichen Vorhaben erforderlichen Arbeiten, die potentiell Erschütterungseinwirkungen hervorrufen können (z.B. Aufbrechen/-stemmen Straßenbelag / Aufbauschichten), liegen keine zum im Folgenden beschriebenen Prognoseverfahren erforderlichen Ausgangsdaten vor. Vielmehr werden entsprechende Ausgangsdaten für Quellen mit höheren Erschütterungsemissionen bereitgestellt und es ist davon auszugehen, dass die Oberflächen-/Schichtenverdichtung hier die höchsten zu erwartenden Erschütterungsimmissionen hervorrufen wird.

Abschätzung der Schwingstärken (Erschütterungseinwirkungen):

Aus der theoretischen Betrachtung des homogen-elastischen Halbraums lässt sich für das

Fernfeld eine Amplitudenabhängigkeit der Schwingschnelle über den Abstand und die eingeleitete Energie herstellen.

$$v(r) = K \frac{\sqrt{E}}{r^{n^*}}$$

wobei:

n^* : gemeinsamer Term für geometrische Dämpfung und Materialdämpfung, meist $n^* \approx 1$

K: Parameter abhängig von Bodenart, Erschütterungsquelle (Gerätetyp) u.ä.

E: vom Gerät eingeleitete Energie pro Periode, Rammschlag

Zur Abschätzung des Maximalwertes der Schwinggeschwindigkeit im Erdboden in einem Abstand r von der Quelle kann gemäß [23] von folgenden gerätebezogenen Ansätzen ausgegangen werden:

1) Prognose Bodenschwingschnelle

Die resultierende Bodenschwinggeschwindigkeit (Bodenschnelle) kann zum einen als Eingangsgröße zur Berechnung der Fundamentschwinggeschwindigkeit, zum anderen zur Ermittlung der resultierenden Bodenbeschleunigung (im Hinblick auf Setzungen) herangezogen werden.

Tabelle 8: Prognoseansätze gem. „Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten“ [23]

1	2
Schlagrammen	$v_{\max} = K \frac{\sqrt{E}}{r}$
Vibrationsramme	$v_{\max} = K \frac{\sqrt{W/f}}{r}$
Vibrationswalze, Vibrationsplatte	$v_{\max} = K \frac{\sqrt{G}}{r}$
wobei: $v_{\max}$: maximale Schwinggeschwindigkeit in mm/s E: Energie pro Rammschlag in kNm (z.B. aus Fallhöhe und Schlaggewicht) W: Geräteleistung in kW f: Arbeitsfrequenz in Hz G: Betriebsgewicht r: Abstand Quelle - Einwirkungsort in m K: Proportionalitätsfaktor	

2) Prognose Fundamentschnelle

Für die resultierende Fundamentschwinggeschwindigkeit v_F ergeben sich über den Proportionalitätsfaktor K unter Berücksichtigung statistischer Sicherheiten folgende Mittelwerte [23]:

Tabelle 9: Prognoseansätze K Fundamentschnelle v_F gem. [23]

1		2	3
		Wahrscheinlicher Wert (50% Überschreitungswahrscheinlichkeit)	Ungünstiger Wert (2,25% Überschreitungswahrscheinlichkeit)
Rammung	Vibrationsramme	K = 7,9	K = 18,52
	Schlagramme (Dieselbär)	K = 2,45	K = 3,82
	Schlagramme (Freifallbär)	K $\approx$ 11,07*	
Verdichtung	Vibrationswalze, Vibrationsplatte	K = 4,31	K = 10,87

* erhöhte Unsicherheit

3) Prognose Bauteilschnellen

Die Übertragung der Erschütterungen vom Erdboden/Fundament in die Obergeschosse der Gebäude erfolgt durch Berücksichtigung von entsprechenden Übertragungsfaktoren:

$$v_{\max,OG} = k \cdot v_{\max,Fund}$$

Dabei können folgende Proportionalitätsfaktoren k verwendet werden [23]:

Horizontale Schwingungsrichtung:

k: 0,5 (sehr weicher Fundamentuntergrund) bis 2,0 (sehr steifer Fundamentuntergrund)

Vertikale Schwingungsrichtung:

k < 1,5 ohne Resonanz

k: 10 - 25 Resonanz (Übereinstimmung Frequenzlage Deckenresonanz mit Anregung)

Bemerkung:

Die dargestellten Ansätze beruhen auf theoretisch-empirischen Grundlagen. Die ermittelten Schwinggrößen stellen daher Schätzwerte dar, so dass erhebliche Abweichungen von den tatsächlichen Werten wegen ungewöhnlicher Baugrund- oder Bauwerksverhältnisse nicht ausgeschlossen werden können. Ggf. ist eine Verifizierung durch Schwingungsmessungen vor Ort erforderlich. Unter Anderem kann auf Grundlage der Ergebnisse eine Entscheidung über die Notwendigkeit genauerer Untersuchungen und die Eingrenzung potentieller Einwirkungsbereiche erfolgen.

4. Schutzbedürftige Gebiete - Flächennutzung

4.1. Flächennutzung

Gemäß Kap. 3.2 der AVV-Baulärm [2] sind mit Bezug auf die Art der betroffenen baulichen Anlagen und Gebiete die Festsetzungen in den Bebauungsplänen maßgeblich. Gebiete, für welche keine Festsetzungen bestehen, werden entsprechend der „Schutzbedürftigkeit“ eingestuft.

Basierend auf einer örtlichen Einsichtnahme [i] erfolgt nach Abgleich des Flächennutzungsplans (FNP, siehe Anhang 7) mit der vor Ort erfassten Bebauung (Gebietsnutzung) [i] die Gebietseinstufung in Abstimmung mit dem Vorhabenträger unter Berücksichtigung rechtskräftiger Bebauungs-, hilfsweise Flächennutzungspläne (FNP) sowie, falls erforderlich, anhand der „tatsächlichen Schutzbedürftigkeit“. Die im Untersuchungsgebiet (vgl. Abb. 1 bzw. Abb. 2) rechtskräftigen B-Pläne (siehe Anhang 8) lassen keine abweichenden Angaben zum Flächennutzungsplan (Anhang 7) erkennen.

Die Ergebnisse dieser Einstufung sind in den Rasterlärmkarten (vgl. Anlage 3 bzw. Anlage 5) gekennzeichnet. Im maßgeblichen Untersuchungsbereich wird von folgenden Gebietsnutzungen ausgegangen:

Tabelle 10: Gebietsnutzung / Schutzbedürftigkeit (siehe Lagepläne Anlage 3 bzw. Anlage 7)

1	2	3	4	5	6	7
lfd. Nr.	Gebietsnutzung	Lage	Einstufung nach			
			Flächennutzungsplan (s. Anhang 7)	BauNVO [4]	16. BImSchV [34]	VLärmSchR-97 [38]
1	Sonderflächen Kur- Krankenhaus, Schule	siehe Lagepläne (Farbe „lila“)	GB Gesundheit	SO § 11	Klinik, Schule §2(1) 1.	Klinik, Schule Kap. 10.2 (3 - Z1)
2	Wohngebiete	siehe Lagepläne (Farbe „rot“)	W, WR, WB, WA	WR, WA § 3, § 4	W §2(1) 2.	W Kap. 10.2 (3 - Z2)
3	Mischgebiet(e)	siehe Lagepläne (Farbe „orange“)	M, GS, V, MU	MD, MI, MK § 5, § 6, § 7	M §2(1) 3.	M Kap. 10.2 (3 - Z3)
4	Gewerbegebiet(e)	siehe Lagepläne (Farbe „grau“)	G	GE § 8	G §2(1) 4.	G Kap. 10.2 (3 - Z4)
5	Kleingartenanlage ⁴	- nicht vorhanden -	KG	--	M (nur tags) §2(1) 3	M Kap. 10.2 (4) (nur tags)
6	Campingplatzgebiete	- nicht vorhanden -	SO	SO § 10	--	M* Kap. 10.2 (3 / Z3)

*VLärmSchR 97 - Kap. 10.2: Schutzkategorie 3; Der Campingplatz wird in seiner Schutzbedürftigkeit einem Mischgebiet gleichgestellt; Dauer- und Reisecampingplatzgebiete (§ 10 BauNVO); vgl. OVG Lüneburg, Urteil vom 15.4.1993 - 7 K 3383/92 - ND MBL 1994, 115; VkBf. 1996, 543

⁴ Kleingartenanlage ist der 3. Schutzkategorie lt. VLärmSchR97 zuzuordnen

Sondergebiet Kirche:

Die kirchlich genutzten Gebietsareale befinden sich umgeben von Wohngebieten und grenzen auch an schulische Einrichtungen, so dass die Gebietsnutzung der Kirchenareale einem allgemeinen Wohngebiet gleichgesetzt wird.

Nach Tabelle 1 auf Seite 17 sind somit im Untersuchungsgebiet entsprechend Kap. 3.1.1 der AVV-Baulärm [2] die in Tabelle 11 genannten **drei Gebietskategorien** zu berücksichtigen:

Tabelle 11: Gebietsnutzung / Festsetzung der Immissionsrichtwerte nach AVV-Baulärm				
1	2	3	4	5
lfd. Nr.	Gebietsnutzung nach 16. BImSchV (Tabelle 10)	Immissionsrichtwerte nach AVV-Baulärm (Tabelle 1)		
		Gebietsnutzung	tags 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr	nachts 20:00 Uhr bis 7:00 Uhr
1	(MI) Mischgebiet	(c) Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	60 dB(A)	45 dB(A)
2	(WA) allgemeines Wohngebiet inkl. kirchliche Einrichtungen und Schulen	(d) Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	55 dB(A)	40 dB(A)
3	(WR) reines Wohngebiet	(e) Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	50 dB(A)	35 dB(A)

In den Lageplänen (siehe Anlagen) sind die unterschiedlichen Areale entsprechend gekennzeichnet.

4.2. Immissionsorte - AVV Baulärm

Entsprechend Kap. 6.3.1 der AVV-Baulärm [2] erfolgt die Beurteilung der von Baustellen ausgehenden Geräusche 0,5 m vor dem am stärksten betroffenen geöffneten Fenster von Gebäuden, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.

Die maßgeblichen Immissionspunkte in der Nachbarschaft werden im vorliegenden Fall nach Augenschein bestimmt und entsprechen den Immissionsorten der Verkehrslärmuntersuchung [f]. Dabei wird der grundsätzliche Einwirkungsbereich, in dem erhebliche Belästigungen zu erwarten sind zunächst anhand der gebietsspezifischen, um 5 dB(A) überschrittenen Richtwerte nach AVV-Baulärm mittels Linien gleichen Beurteilungspegels (IRW + 5 dB(A)-Isophonen) für eine Aufpunkthöhe von 5 m über GOK (entspricht 1.OG) aufgezeigt.

Weiterhin werden Immissionsorte herangezogen, die die nächstgelegene bestehende

bzw. geplante oder zulässige (Wohn-)Bebauung im Umfeld der Baumaßnahme charakterisieren. Im Anhang 1 sind die untersuchten Anwesen (Immissionsorte) tabellarisch aufgeführt.

4.3. Immissionsorte - Erschütterung

Maßgeblich betroffen von den baubedingten Erschütterungen sind die Anwesen beidseits der Johanneskirchner Str. im Bauabschnitt 2 und südlich der geplanten Wendeschleife im Bauabschnitt 4. Bedingt durch die Vielzahl von Gebäuden entlang der Johanneskirchner Straße werden in Tabelle 12 exemplarische Anwesen in einem Abstandsbereich von bis zu 10 m zum zukünftigen Fahrbahn- bzw. Rad- und Gehwegrand ermittelt, an denen eine Überschreitung der entsprechenden Anhaltswerte nach Tabelle 7 nicht ausgeschlossen werden kann.

Tabelle 12: maßgebende exemplarische Immissionsorte für baubedingte Erschütterung

1	2	3	4	5
lfd. Nr.	IO-Nr.	Immissionsort	Lage Baufeld, Abstände zur Verdichtungsmaßnahme	
1	C_140	Johanneskirchner Str. 83	ca. 13 m zum Straßenrand	nördl. JK-Str.
2	C_200	Johanneskirchner Str. 99	ca. 13 m zum Straßenrand	nördl. JK-Str.
3	C_200	Johanneskirchner Str. 101	ca. 13 m zum Straßenrand	nördl. JK-Str.
4	C_210	Johanneskirchner Str. 107	ca. 13 m zum Straßenrand	nördl. JK-Str.
5	C_220	Freischützstraße 89	ca. 12 m zum Straßenrand	nördl. JK-Str.
6	F_010	Freischützstraße 84	ca. 6 m zum Fahrbahnrand	südl. JK-Str.
7	F_020	Freischützstraße 84a	ca. 11 m zum Fahrbahnrand	südl. JK-Str.
8	F_030	Freischützstraße 90	ca. 14 m zum Fahrbahnrand	südl. JK-Str.
9	G_050	Johanneskirchner Str. 98	ca. 10 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
10	G_080	Johanneskirchner Str. 92	ca. 10 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
11	G_090	Johanneskirchner Str. 90	ca. 11 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
12	G_120	Johanneskirchner Str. 88	ca. 12 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
13	G_150	Johanneskirchner Str. 72 (Schule Neubau Hauptgebäude)	ca. 10 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
14	G_200	Fürkhofstr. 19	ca. 9 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
15	G_210	Johanneskirchner Str. 68	ca. 13 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
16	G_220	Johanneskirchner Str. 66	ca. 12 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
17	G_230	Johanneskirchner Str. 64	ca. 11 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.
18	G_240	Johanneskirchner Str. 62	ca. 10 m zum Straßenrand	südl. JK-Str.

Es werden Immissionsorte herangezogen, die die nächstgelegene bestehende bzw. geplante oder zulässige (Wohn-)Bebauung im Umfeld der Baumaßnahme repräsentieren.

5. Schallemissionen

5.1. Baubetriebsablauf - kritische Bauszenarien

Der (konzeptionell) geplante zeitliche und räumliche Ablauf der Bauarbeiten ergibt sich aus der vom Projektplaner (SWM München GmbH, Verkehrsinfrastruktur - Planung [a]) übermittelten Bauablaufplanung [g] ergänzt durch diverse Abstimmungen mit dem Vorhabenträger. Die voraussichtliche Gesamtbauzeit (01.09.2023 bis 14.12.2025) gemäß der konzeptionellen Bauablaufplanung beträgt etwa 22 Monate (d.h. etwa 2 Baujahre, 836 Kalendertage od. 540 Arbeitstage bzw. 130 Kalenderwochen). D.h. für die gesamte Baumaßnahme stehen etwa 540 Arbeitstage zur Verfügung.

Für die Ermittlung der maßgeblichen kritischsten Bauszenarien am Tag (Nachtarbeit ist regulär nicht vorgesehen) werden anhand der technischen Planung des Vorhabenträgers bzw. seiner Fachplaner [a] die Bauphasen mit maximalem Einsatz lärmintensiver Baugeräte ermittelt. Parallel zum Trambahnprojekt wird die „Helen-Keller-Realschule“ baulich erweitert. Das Baufeld befindet sich südlich der JK-Str. zwischen der Fürkhofstraße und dem Ringofenweg.

Im Vorlauf zu den eigentlichen Gleis- und Straßenbauarbeiten ab März 2025 bis Dezember 2025 (9 Monate) sollen ab September 2023 bis Ende 2024 im Zusammenhang mit den Spartenmaßnahmen auch geringfügige Abbruch- und Erdarbeiten erfolgen, die aus schalltechnischer Sicht jedoch als „unkritisch“ einzustufen sind. Die im Rahmen der Spartenarbeiten entstandenen Schächte und Gräben werden zeitnah verfüllt und verdichtet um den Straßenverkehr aufrecht zu erhalten.

Statische und dynamische Baustellenbereiche:

Gemäß dem abgestimmten Bauablaufkonzept beginnen die Hauptbaumaßnahmen westlich am Kreuzungsknoten Cosimastraße und setzen sich dann abschnittsweise auf der Johanneskirchner Str. nach Osten fort, so dass **drei ortsfeste Baustellen** (BA 1, BA 3 und BA 4; statische Bauflächen) und **eine dynamische Baustelle** (BA 2; Wanderbaustelle) entstehen und somit der Individualverkehr durch entsprechende Umleitungsmaßnahmen aufrecht erhalten werden kann.

In Ermangelung einer detaillierten Bauablaufplanung, d.h. einer minutengenauen Geräteeinsatzplanung werden in der vorliegenden Untersuchung in den relevanten Bauflächen die Emissionsvorgänge einzelner Punkt- und Linienschallquellen zu einer Flächenschallquellen aufsummiert. Die Einzelquellen je Bauabschnitt sind in der Anlage 1 aufgeführt.

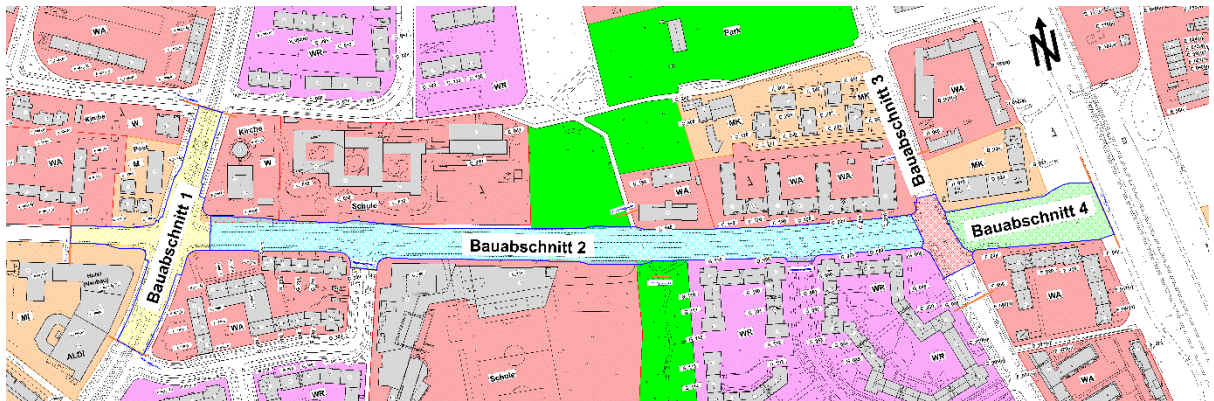


Abb. 4: Lageskizze Bauabschnitte (Gesamtübersicht)

Sperrpausen, d.h. längere Straßen- und Gleissperrungen sind nicht vorgesehen. Im Bereich der Umbaumaßnahmen am Bestandsgleis in der Cosimastraße ist eine Unterbrechung des Fahrbetriebs geplant.

In Abstimmung mit dem Vorhabenträger [g], [h] werden im Sinne einer oberen Abschätzung (worst case) in der vorliegenden Untersuchung lediglich die aus schalltechnischer Sicht kritischsten Baustellenszenarien während der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) unter Berücksichtigung eines bereits schalltechnisch optimierten Baugeräteinsatzes ermittelt, d.h. es werden die „worst-case Bauphasen im Tagzeitraum“ untersucht und bewertet.

Nach derzeitigem Planungsstand lassen sich folgende Bauabschnitte mit den entsprechenden Bauphasen (Hauptbautätigkeiten) darstellen.

Bauabschnitt 1: Umbau Kreuzungsknoten Cosimastr. / Johanneskirchner Str.

Vorabmaßnahmen: Feb. 2024 bis Juni 2024 (ca. 21 Wochen)

- Sparte Fernwärme; Pressbohrung mit Herstellung von 2 Baugruben

Hauptbaumaßnahme: März 2025 bis Juni 2025 (ca. 16 Wochen)

Bauphase (1) Abbruch Straßenflächen inkl. Unterbau

Bauphase (2) Abbruch Gleisbett inkl. Haltestellen und Gleiszerlegung

Bauphase (3) Erdarbeiten - Aushub, Materialabtransport

Bauphase (4) Materialanlieferung, Bodenverdichtung, Einbau, Betonagen,

Bauphase (5) Herstellung Unterbau Straße, Herstellung Unterbau Gleistrasse

Bauphase (6) Herstellung Oberbau Gleisbett, Einbau neue Gleise

Bauphase (7) Herstellung Oberbau Straße, Asphaltierungsarbeiten

Im Bauabschnitt 1 stellen die Bauphasen (1) und (2) die kritischen Bauszenarien dar. Die Bauphasen (3) bis (7) sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Bauabschnitt 2: Linienbaustelle Johanneskirchner Str. nebst Anbindestraßen

Gesamtmaßnahme: Okt. 2023 bis Dez. 2025 (ca. 89 Wochen)

Vorabmaßnahmen: Okt. 2023 bis Sept. 2024 (ca. 45 Wochen)

- Sparte Fernwärme:

- (1) Abbruch Asphalt inkl. Bordsteine und Pflasterflächen, Abbruch Gehwege
- (2) Erdarbeiten - Aushub, Materialabtransport
- (3) Einbringen von Verbau eindrücken/ einschlagen
- (4) Rohrleitungsbau
- (5) Abbruch Bestandsbauwerke (Schächte und Schachtdecken)
- (6) Verdichten des Rohrgrabens
- (7) Verlegung Sparten
- (8) Materialanlieferung, Bodenverdichtung, Einbau, Betonagen, Asphalt

Hauptbaumaßnahme: März 2025 bis Dezember 2025 (ca. 44 Wochen)

Bauphase (1) Abbruch Straßenflächen inkl. Unterbau sowie Abbruch Grünstreifen

Bauphase (2) Erdarbeiten - Aushub, ggf. Bodenaustausch, Materialabtransport

Bauphase (3) Materialanlieferung, Bodenverdichtung, Einbau, Betonagen

Bauphase (4) Herstellung Unterbau Straße und Unterbau Gleistrasse (Neubau)

Bauphase (5) Herstellung Oberbau Gleisbett, Einbau neue Gleise

Bauphase (6) Herstellung Oberbau Straße, Asphaltierungsarbeiten

Im Bauabschnitt 2 stellt die Bauphasen (1) das kritische Bauszenario dar. Die Bauphasen (2) bis (6) sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Bauabschnitt 3: Kreuzungsknoten Johanneskirchner Str. / Freischützstraße

Gesamtmaßnahme: Okt. 2023 bis Okt. 2025 (ca. 86 Wochen inkl. Winterpause)

Vorabmaßnahmen: Okt. 2023 bis Okt. 2024 (ca. 48 Wochen)

- Sparte Fernwärme:

- (1) Abbruch Asphalt inkl. Bordsteine und Pflasterflächen, Abbruch Gehwege
- (2) Erdarbeiten - Aushub, Materialabtransport
- (3) Einbringen von Verbau eindrücken/ einschlagen
- (4) Rohrleitungsbau
- (5) Abbruch Bestandsbauwerke (Schächte und Schachtdecken)
- (6) Verdichten des Rohrgrabens
- (7) Verlegung Sparten
- (8) Materialanlieferung, Bodenverdichtung, Einbau, Betonagen, Asphalt

Hauptbaumaßnahme: April 2025 bis Dezember 2025 (ca. 38 Wochen)

Bauphase (1) Abbruch Straßenflächen im Kreuzungsbereich

Bauphase (2) Erdarbeiten - Aushub, ggf. Bodenaustausch, Materialabtransport

Bauphase (3) Materialanlieferung, Bodenverdichtung, Einbau

Bauphase (4) Herstellung Unterbau Straße, Herstellung Unterbau Gleistrasse

Bauphase (5) Herstellung Oberbau Gleisbett, Einbau neue Gleise

Bauphase (6) Herstellung Oberbau Straße, Asphaltierungsarbeiten

Im Bauabschnitt 3 stellt die Bauphase (1) das kritische Bauszenario dar. Die Bauphasen (2) bis (6) sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Bauabschnitt 4: Wendeschleife

Hauptbaumaßnahme: März 2025 bis November 2025 (ca. 30 Wochen)

Bauphase (1) Baufeld herstellen; Erdbauarbeiten inkl. Planie und Bodenverdichtung

Bauphase (2) Herstellung Unterbau feste Fahrbahn

- Bauphase (3) Herstellung Unterbau Gleistrasse (feste Fahrbahn)
- Bauphase (4) Herstellung Oberbau Gleisbett, Einbau neue Gleise
- Bauphase (5) Herstellung Oberbau Asphaltfläche, Asphaltierungsarbeiten

Im Bauabschnitt 4 stellt die Bauphasen (1) das kritische Bauszenario dar. Die Bauphasen (2) bis (6) sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Die in den o.g. Bauabschnitten genannten Hauptbautätigkeiten (Bauphasen) erfolgen größtenteils nacheinander. Da zum derzeitigen Planungsstand keine stundengenaue Bauzeitenplanung nebst Geräteeinsatz vorliegt, wird im vorliegenden Untersuchungsstadium die gleichzeitige Berücksichtigung unterschiedlicher Bauphasen (z.B. Asphaltaufbruch im Bauabschnitt 2 und Erdarbeiten im Bauabschnitt 4) nicht berücksichtigt.

Folgende hier maßgebliche Bauphasen unterscheiden sich wesentlich in Einsatz und Betriebsdauer der erforderlichen Baugeräte und werden im Einzelnen bzgl. Lärmemissionen dargestellt:

- Abbruch Straßenflächen (Decke, Tragschicht u. tlw. Unterbau): schneiden, meißeln, aufbrechen, aufnehmen, verladen, abtransportieren
- Abbruch Gleisbett - feste Fahrbahn mit/ohne Bahnsteig: Gleise trennen, Fahrbahn schneiden, meißeln, aufbrechen, aufnehmen, verladen abtransportieren
- Abbruch Gleisbett - Schotterbett mit/ohne Bahnsteig: Gleise trennen, aufbrechen, aufnehmen, verladen abtransportieren
- Erdarbeiten - Aushub: aufnehmen, verladen, abtransportieren, planieren, verdichten
- Erdarbeiten - Einbau: anliefern, entladen, verteilen, verdichten

Aus schalltechnischer Sicht stellen in den Bauabschnitten 1 bis 3 die Abbrucharbeiten der bestehen Straßenfahrbahn nebst Verladung und Abtransport die kritischen Bauszenarien am Tag dar. Im Bauabschnitt 1 sind zusätzlich die Abbrucharbeiten im bestehenden Gleisfeld als kritisches Bauszenario zu berücksichtigen. Im Bauabschnitt 4 (Wendeschleife) wird zeitgleich zum Erdaushub ein Bodenverdichtung vorgenommen. Ein Bodenaustausch (d.h. z.B. Lieferung Frostschutzkies) lt. Baugrunduntersuchung nicht zu erwarten.

Auf Grundlage der oben dargelegten konzeptionellen Bauablaufplanung wird in Abstimmung mit dem Vorhabenträger [g], [h] der Maschinen und Geräteeinsatz für die o.g. kritischen Bauszenarien am Tag festgelegt (siehe Kap. 5.2.1) .

Zur Beurteilung der schalltechnischen Belastung wird im Hinblick auf den Einsatz lärminintensiver Baugeräte rechnerisch ein kontinuierlicher Maschineneinsatz während des gesamten Tagzeitraums von 13 Stunden angenommen. In den folgenden Tabellen (Kap.

5.1.1 und 5.1.2) sind die geplanten Tätigkeiten für die betrachteten kritischen Bauszenarien vereinfacht dargestellt. Bautätigkeiten außerhalb der hier betrachteten kritischen Bauszenarien (z.B. Herstellung BE-Fläche, Pflasterarbeiten Geh und Radwege, Herstellung Trambahn- und Bussbahnsteige, Spartenarbeiten usw.) führen tendenziell zu geringeren Geräuschimmissionen und werden daher nicht weiter dargestellt.

5.1.1. Kritische Bauszenarien am Tag in den jeweiligen Bauabschnitten

Im Rahmen einer konzeptionellen Baulärmuntersuchung ohne detaillierte Bauphasenpläne lassen sich folgende kritische Bauszenarien abbilden.

Tabelle 13: Übersicht kritische Bauszenarien im Tagzeitraum (7:00 Uhr bis 20:00 Uhr)

Berechnungszenario	Bauabschnitt (BA) (s. Abb. 4)	betrachtete Bauphase (BP) Einzelmaßnahmen	Anmerkung
V01	BA 1	BP 1 - Abbruch Straße - Asphalt schneiden - Fahrbahn mit Meißel aufbrechen - Abbruchmaterial aufnehmen und verladen - Anschlussbereiche fräsen - Abbruchmaterial abtransportieren - allg. Baustellentätigkeiten (BE-Fläche)	BA1: Kreuzungsknoten Cosimastr. / JK-Str.; nur Abbrucharbeiten ohne Neubau
V02		BP 2 - Abbruch Gleistrasse; feste Fahrbahn und begrünte Fläche - Asphalt schneiden - Gleise trennen - Betonunterbau (feste Fahrbahn) aufbrechen - feste Fahrbahn Straßenbereich mit Meißel aufbrechen - Gleistrasse begrünt mit Schaufelbagger aufnehmen und verladen - Abbruchmaterial aufnehmen und verladen - Anschlussbereiche fräsen - Abbruchmaterial abtransportieren - allg. Baustellentätigkeiten (BE-Fläche)	BA1: Kreuzungsknoten Cosimastr. / JK-Str.; nur Abbrucharbeiten ohne Neubau
V03	BA 2	BP 1 - Abbruch Straße mit Grünstreifen - Asphalt schneiden - Asphalt Anschluss an Bestand fräsen - feste Fahrbahn Straßenbereich mit Meißel aufbrechen - Grünstreifen mit Randeinfassung mit Schaufelbagger aufnehmen und verladen - Abbruchmaterial aufnehmen und verladen - Abbruchmaterial abtransportieren - allg. Baustellentätigkeiten (BE-Fläche)	BA 2: gesamte JK-Str.; Betrachtung nur südliche Fahrspur; gleichzeitiger Abbruch Straße und Grünstreifen
V04	BA 3	BP 1 - Abbruch Straße - Asphalt schneiden - Fahrbahn mit Meißel aufbrechen - Abbruchmaterial aufnehmen und verladen - Anschlussbereiche fräsen - Abbruchmaterial abtransportieren - allg. Baustellentätigkeiten (BE-Fläche)	BA 3: Kreuzungsknoten JK-Str. / Freischützstr. analog BA 1 - BP 1

Tabelle 13: Übersicht kritische Bauszenarien im Tagzeitraum (7:00 Uhr bis 20:00 Uhr)

Berechnungszenario	Bauabschnitt (BA) (s. Abb. 4)	betrachtete Bauphase (BP) Einzelmaßnahmen	Anmerkung
V05	BA 4	BP 1 - Erdbauarbeiten V05 - Baufeldfreimachung - Oberboden aufnehmen, und auf Muldenkipper verladen. - Aushubmaterial abtransportieren - gleichzeitiger Bodenverdichtung - allg. Baustellentätigkeiten (BE-Fläche)	BA 4: Wendeschleife; Baufeldfreimachung; überwiegend Erdaushub

In der Anlage 1 wird je Bauabschnitt für einen kritischen Tag ein möglicher Bauablauf (Geräteinsatz) dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass eine Abweichung von den hier beschriebenen Bautätigkeiten i.d.R. eine hinsichtlich Baulärmprognose günstigere schalltechnische Situation bewirkt. Die ausführende Baufirma kann unter Berücksichtigung der hier geschilderten Sachverhalte von dem dargestellten Bauablauf abweichen.

5.1.2. Kritische Bauszenarien in der Nacht

Im innerstädtischen Bereich sind Bautätigkeiten im Nachtzeitraum (20:00 bis 7:00 Uhr) nicht geplant und somit für die vorliegende Untersuchung gegenstandslos. Sind Baumaßnahmen u.a. auch am Wochenende mit kontinuierlicher Tag und Nachtarbeit geplant, ist im Regelfall bei der zuständigen örtlichen Immissionsschutzbehörde eine entsprechende Ausnahmegenehmigung zu beantragen.

5.2. Emissionsansätze

Schalltechnisch relevante Bautätigkeiten / Geräte- bzw. Maschineneinsatz:

Im Wesentlichen sind in den **fünf** betrachteten Bauszenarien die in Kap. 5.1.1 aufgeführten Tätigkeiten (Emissionsquellen) von schalltechnischer Bedeutung.

Die einzelnen Bautätigkeiten je Bauabschnitt, d.h. die Art der Geräte bzw. Maschinen und deren durchschnittliche Einsatzdauer zwischen 7:00 und 20:00 Uhr sowie die für die Emissionsermittlung nach AVV-Baulärm maßgeblichen Parameter werden in der Anlage 1 aufgeführt.

Die Anlage 1 enthält folgende Angaben:

- Art und Anzahl Gerät / Maschine
- Schalleistungspegel $L_{WA,eq}$ [dB]
- längenbezogener Schalleistungspegel $L'_{WA,1h}$ (pro Meter und Stunde)
- Spitzenpegel [dB]
- Impulshaltigkeit der Bautätigkeit in [dB]

- durchschnittliche Einsatzdauer in Stunden
- maßgebliche Bezugszeit nach AVV-Baulärm
- maßgebliche Zeitkorrektur nach AVV-Baulärm
- Auslastungskorrektur (AVV-konform)
- Wirkpegel Gerät/Maschine mit Zeit- und Auslastungskorrektur
- Summen-Wirkpegel der je Bauphase

5.2.1. Geräteeinsatz / Schalleistung

Die Schalleistungspegel der voraussichtlich zum Einsatz kommenden geräuschrelevanten Maschinen, Aggregate, Anlagen und Arbeitsvorgänge basieren auf Literaturangaben [5], [9], [10], [11], [15], [17], [18], [19], [20], [39], [40] und Angaben der Baustellenbetreiber / Baugerätehersteller. Die im vorliegenden Fall angenommenen Schalleistungspegel sind in der Anlage 1 aufgeführt.

Die Emission der LKWs in Verbindung mit der Abwicklung der Transportgutumschlagstätigkeiten (z.B. Abtransport Abbruch-/Aushubmaterial bzw. Anlieferung Hinterfüllmaterial) wird gemäß der Studie "*Geräusche von Speditionen, Frachtzentren und Auslieferungslagern*" [9] bzw. nach einer Studie des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie [10] berechnet. Zudem werden insbesondere typische Schalleistungspegel aus aufgeführten Literaturquellen sowie projektspezifischen Messungen u.a. der hils consult gmbh herangezogen.

Die Schalleistungspegel der üblicherweise in den geräuschrelevanten Bauphasen eingesetzten Baumaschinen (bzw. Arbeitsvorgänge) werden dabei gemäß der AVV-Baulärm [2] als Schalleistungs-Wirkpegel angegeben. Aufgrund der räumlichen Ausdehnung einzelner Lärmquellen wie z.B. LKW-Rangierflächen, Bodenverdichtung, Aufbrucharbeiten, Verladetätigkeiten, LKW-Fahrtstrecken in Verbindung mit z.T. relativ kurzen Einsatzzeiten einzelner Baumaschinen werden z.T. Schalleistungspegel energetisch zu Schallquellengruppen summiert und entsprechend ihrer Einsatzbereiche / Abstrahlungscharakteristik als Flächen-, Linien- oder Punktschallquellen nach DIN ISO 9613-2 [21] abgebildet.

Für die Ermittlung der maßgeblichen kritischsten Bauszenarien am Tag (Nachtarbeit ist regulär nicht vorgesehen) werden anhand der technischen Planung des Vorhabenträgers bzw. seiner Fachplaner [a] die Bauphasen mit maximalem Einsatz lärmintensiver Baugeräte ermittelt.

In Abstimmung mit dem Vorhabenträger [g], [h] werden im Sinne einer oberen Abschätzung (worst case) in der vorliegenden Untersuchung lediglich die aus schalltechnischer

Sicht kritischsten Baustellenszenarien während der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) unter Berücksichtigung eines bereits schalltechnisch optimierten Baugeräteeinsatzes ermittelt, d.h. es werden die „*worst-case Bauphasen im Tagzeitraum*“ untersucht und bewertet.

Die Beurteilungssystematik geht bei der Ermittlung der Schallimmissionen aus Baustellen vom Wirkpegel (nach Kap. 6.6 AVV-Baulärm [2]) aus. Demnach wird der Wirkpegel aus nach Taktmaximalpegel-Verfahren (inkl. Impulshaltigkeit) gemessenen und auf ganze Zahlen gerundeten Schallpegeln, ggf. unter Berücksichtigung eines Lästigkeitszuschlags für deutlich hervortretende Töne (z.B. Singen, Heulen, Pfeifen, Kreischen) gebildet. Dieser wird zusammen mit der **Zeitkorrektur** nach Kap. 6.7.1 der AVV-Baulärm und einer entsprechenden **Auslastungskorrektur** bei der Bildung der kennzeichnenden Emissionswerte berücksichtigt.

Die einzelnen Schallleistungswirkpegel innerhalb der relevanten Bauphasen sowie die Beurteilungs-Schallleistung (Gesamtschallleistungspegel) sind in der Anlage 1 aufgeführt.

6. Schallimmissionen und Beurteilung

Für die Ermittlung der Schallimmissionen für die hier maßgebenden kritischsten Baustellenszenarien werden aufgrund der besseren Anschaulichkeit flächenhafte Rasterlärmpiegel berechnet (siehe Rasterlärmkarten gemäß Anlage 3 bis Anlage 7).

Zur Ermittlung der konkreten Betroffenheiten werden zudem fassaden- und stockwerksweise Einzelpunktberechnungen (hier: Hausbeurteilungen) an potentiell betroffenen Anwesen der Nachbarschaft durchgeführt. Der Schallausbreitungsrechnung liegt hierbei ein dreidimensionales Geländemodell zugrunde und berücksichtigt die vorhandenen topographischen Gegebenheiten bzw. die Planung der Baustelleneinrichtung und Bauausführung. Um die Vorbelastung aus Straßen- und Trambahnverkehr berücksichtigen zu können, müssen die Beurteilungspegel nach AVV-Baulärm an der selben Stelle ermittelt werden wie die Immissionspegeln aus der Verkehrslärmuntersuchung [f]. Die Ergebnistabelle in der Anlage 2 verwendet daher die unveränderten Immissionsorte (d.h. Hausbeurteilungen) aus der Verkehrslärmuntersuchung [f].

Analog der Verkehrslärmuntersuchung [f] werden folgende Abschirmungen auf dem Ausbreitungsweg bei den Berechnungen berücksichtigt:

- Gebäudehöhen im Bestand gemäß Einschätzung [i]
- Böschungskanten, Gelände, Lage der Schiene in Relation zum Gelände und sonstige schalltechnisch relevante Besonderheiten werden auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Unterlagen [a] und sowie der über das Bayerischen Landesamtes für Vermessung und Geoinformation [b] beschafften topografischen Daten (DGM, Kataster) nachgebildet.

Im Hinblick auf die akustischen Eigenschaften der maßgeblichen Fassaden wird überwiegend von glatten Fassadenoberflächen mit einem Absorptionsgrad von $\alpha = 0,21$ ausgegangen.

Entsprechend der in Kap. 5.2.1 auf Seite 42 erläuterten Beurteilungssystematik ergeben sich mit den so ermittelten Wirkpegeln über eine Schallausbreitungsrechnung gemäß DIN ISO 9613-2 [21] unmittelbar die Beurteilungspegel des zu erwartenden Baulärms in der Nachbarschaft der Maßnahme.

Die Ergebnisse der flächenhaften Ausbreitungsberechnungen werden für die kritischen Bauphasen (vgl. Kap. 5.1) mit den am höchsten zu erwartenden Immissionen in den Rasterlärmkarten (Anlage 3 bis Anlage 7) für eine Aufpunkthöhe von 5 m über GOK (entspricht etwa 1.OG) dargestellt.

6.1. Maßgebliche Geräuschimmissionen

Während der geplanten Abbrucharbeiten am Tag führen das „Schneiden der Asphaltfläche“ in den Anschlussbereichen zum Bestand sowie das „Aufbrechen des Asphaltbelages inkl. Unterbau mittels Hydraulikmeißel“ als auch die „Verladung des Abbruch- bzw. Gleisbettmaterials mittels Bagger mit Klappschaufel“ zu den höchsten Schallimmissionen mit einem Summen-Wirkpegel (bzw. Gesamt-„Wirk-Schallleistung“) von bis zu 111 dB(A) im Tagzeitraum. Die einzelnen Schallleistungspegel der einzelnen Bautätigkeiten nebst Zeit- und Auslastungskorrektur sind in der Anlage 1 detailliert aufgeführt.)

6.2. Darstellung der Betroffenheiten

Die vollständigen Berechnungsergebnisse für die hier maßgeblichen kritischen Bauszenarien am Tag nebst Überprüfung auf Überschreitung der IRW, der Eingreifwerte (d.h. $IRW + 5 \text{ dB(A)}$) sowie der vorbelastungsspezifischen $IRW_{(VB)}$ (vgl. Kap. 3.3.4) werden in der Ergebnistabelle in der Anlage 2 dargestellt.

Die unter Berücksichtigung der vorbelastungsspezifischen $IRW_{(VB)}$ ermittelten beurteilungsrelevanten Betroffenheiten sind der Tabelle A4 im Anhang 9 zu entnehmen. Die Tabelle A2 im Anhang 9 gibt einen zusätzlichen Überblick über die Anzahl der Betroffenheiten bzgl. der jeweiligen Bauabschnitte bzw. Bauphasen.

Mit den tabellarischen Auswertungen im Anhang 9 in Verbindung mit den entsprechenden Rasterlärmkarte (siehe Anlage 3 bis Anlage 7) werden die Betroffenheiten hinsichtlich der Einwirkungen aus Baulärm hinreichend beschrieben. Der Übersichtlichkeit halber wird hier daher auf eine zusätzliche Beschreibung der Betroffenheiten verzichtet.

Nach der AVV-Baulärm [2] gilt der Immissionsrichtwert als überschritten, wenn der Beurteilungspegel den Richtwert (IRW) überschreitet oder der IRW für die Nachtzeit von einem oder mehreren Messwerten (lauteste Maschine oder Bautätigkeit; Taktmaximalpegel-Verfahren; hier: z.B. Abbruch mit Bagger + Meißel) um mehr als 20 dB(A) überschritten wird (Spitzenpegelkriterium).

Es zeigt sich, dass in allen 4 Bauabschnitten bzw. während der 5 untersuchten Bauphasen Überschreitungen der gebietsspezifischen Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm um mehr als 5 dB(A) (IRW + 5 dB(A); Eingreifwert) nicht ausgeschlossen werden können und somit nach Kap. 4.1 der AVV-Baulärm Maßnahmen zur Lärminderung angeordnet werden sollen.

Unter Berücksichtigung der Vorbelastung aus Straßen- und Trambahnverkehr ist an insgesamt 115 Anwesen mit einer Überschreitung des jeweils maßgeblichen vorbelastungsspezifischen IRW (IRW(VB)) zu rechnen, so dass geeignete Maßnahmen zur Minderung des Baulärms zu erörtern sind.

6.3. Schalltechnische Situation mit aktiven Schallschutzmaßnahmen

- hier gegenstandslos -

6.4. Möglichkeiten zur Lärminderung

Für die kritischen Bautätigkeiten am Tag ist an 91 Anwesen eine erhebliche Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV-Baulärm um mehr als 5 dB(A) zu erwarten.

Für die Minimierung der unvermeidlichen Belästigung durch Baulärm werden nachfolgend potentielle Lärminderungsmaßnahmen erörtert. Diese setzen den Einsatz von Baumaschinen und -verfahren entsprechend dem Stand der Technik als Standard voraus.

Im Hinblick auf den Luftschall, sind beim Einsatz von Baumaschinen und Bauverfahren, die Geräuschemissionsgrenzwerte der Stufe II nach Art. 12 der *"Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates"* [12], [13], [14] durch die zum Einsatz kommenden Geräte einzuhalten.

6.4.1. Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle

Bei einer ortsfesten Bautätigkeit können Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle wie temporäre Abschirmmaßnahmen und eine bzgl. der Anwohner optimierte Aufstellung von Baumaschinen die Situation deutlich verbessern. Baumgeräte in BE-Flächen wie z.B. Kompressor, Flex, Stromgeneratoren u.ä. sind so zu betreiben, dass sie sich maximal entfernt von den nächstgelegenen Immissionsorten befinden und möglichst auch abgeschirmt werden. Eine Abschirmung kann z.B. durch entsprechende Aufstellung von Bau-

containern, Schuttmulden usw. erreicht werden. Auf Geräusche verstärkende Schallreflexionen ist zu achten.

Hinsichtlich Art und Umfang (kurze Einwirkzeiten, bewegte Lärmquellen, große Maschinen) der lärmintensiven Bautätigkeiten (Bagger, LKW, Fugenschneider, usw.) als auch bzgl. der durch den Individualverkehr beengten Platzverhältnisse erscheinen u.E. aktive Lärminderungsmaßnahmen (stationäre bzw. mobile Schallschutzwände) nicht praktikabel und unverhältnismäßig. Mit stationären bzw. temporären Schallschirmen wären zudem aufgrund der erforderlichen Bautätigkeiten (Abbrucharbeiten mit Meißel) kaum bzw. nur mit hohem technischem Aufwand wirksame Pegelminderungen zu erwarten.

6.4.2. Verwendung geräuscharmer Maschinen und Bauverfahren

Eine Lärminderung durch Einsatz geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren ist durch die Art der erforderlichen Bautätigkeit Grenzen gesetzt.

Im Hinblick auf den Luftschall, sind beim Einsatz von Baumaschinen und Bauverfahren, die Geräuschemissionsgrenzwerte der Stufe II nach Art. 12 der *"Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates"* [12], [13], [14] durch die zum Einsatz kommenden Geräte einzuhalten.

Bei den hier geplanten lärmintensiven Bautätigkeiten (d.h. Abbruch Straße, Abbruch Gleisfeld) und den örtlichen Gegebenheiten sind alternative Bauverfahren nur bedingt erkennbar. Es wäre z.B. zu prüfen, ob der Straßenaufbruch ohne oder mit einem deutlich geringeren Einsatz eines Hydraulikmeißels zu bewerkstelligen ist (z.B. Aufbruch nur mit schwerem Schaufelbagger). Nach derzeitigem Kenntnisstand erscheinen jedoch geeignete und wirtschaftlich vertretbare Lärminderungsmaßnahmen mittels alternativer Baugeräte bzw. Bauverfahren eher nicht möglich.

Die ausführenden Bau- bzw. Abbruchfirmen haben besonders lärmarme Baugeräte die dem Stand der Technik entsprechen zu verwenden (z.B. Einhaltung der Vorgaben des Umweltbundesamtes entsprechend dem Label des „Blauen Engels“). Beim Einsatz von lärmintensiven Baumaschinen sind lärmfreie Zeiten anzustreben (z.B. Abbruchmeißel, Fugenschneider, Bodenverdichter). Dies kann durch gleichzeitigen Betrieb mehrerer Baumaschinen erreicht werden. (hier: z.B. zeitgleicher Abbruch mit LKW-Beladung oder Erdbauarbeiten mit zeitgleicher Planie und Bodenverdichtung).

Die Verwendung geräuscharmer Maschinen und Bauverfahren sowie die Einhaltung der 32. BImSchV [6] ist mittels einem projektbezogenen Auflagenkatalog vertraglich zu vereinbaren.

6.4.3. Baumanagement - Ortsabhängige Abschirmungen

Zur Verminderung der zu erwartenden Geräuschemissionen ist vom Vorhabenträger zu prüfen, ob aktive Schallschutzmaßnahmen wie Schallschürzen, Kapselungen von Baumaschinen, stationäre und temporäre Schallschirme, Schallschutzzelte, Einhausungen u.ä. im Bereich der Lärmquellen eine praktikable Lärminderungsmaßnahme darstellen. Dabei können sowohl fest installierte Schallschutzwände z.B. in den BE-Flächen, ebenso wie mobile bzw. temporäre Schallschirme zum Einsatz kommen. Abschirmungen an den Geräten selbst sind so weit wie möglich vorzunehmen.

Im vorliegenden Fall ist der Individualverkehr während der zwei „*ortsfesten Kreuzungsumbauten*“ und während der dynamisch fortschreitenden Baufläche in der JK-Str. (*Wanderbaustelle*) aufrecht zu erhalten. Die lärmintensiven Abbrucharbeiten sind möglichst kompakt durchzuführen und auf wenige Stunden zu begrenzen. Ortsabhängige mobile bzw. temporäre Abschirmungen erscheinen daher aufgrund der zum Teil beengten örtlichen Gegebenheiten nebst der bis zu 6-geschossigen baustellennahen Wohnbebauung sowie des Wandercharakters der Baustelle weder organisatorisch und praktikabel umsetzbar noch wirtschaftlich vertretbar.

Ortsabhängige Abschirmungen in den Bereichen mit Abbruchtätigkeiten kommen im konkreten Fall nicht in Betracht.

6.4.4. Beschränkungen der Betriebszeit

Die AVV-Baulärm erlaubt mittels *Zeitkorrektur* entsprechend der Tabelle 2 eine Verminderung der Wirkpegel und somit der Beurteilungspegel. Bei einer durchschnittlichen täglichen lärmintensiven Bautätigkeit von maximal 8 h verteilt über den Tagzeitraum von 13 h (7:00 bis 20:00 Uhr) kann nach AVV Baulärm der Wirkpegel um 5 dB(A) vermindert werden. Die Beschränkung einer lärmintensiven Bautätigkeit auf maximal 2,5 h tagsüber führt zu einer Verminderung des Wirkpegels um 10 dB(A). Zur exakten Berücksichtigung der Dauer einer Bautätigkeit kann zusätzlich eine *Auslastungskorrektur* berücksichtigt werden.

Der oben geschilderte Sachverhalt erklärt, dass die lärmintensiven Bautätigkeiten auf ein Minimum zu beschränken sind und sämtliche Geräte und Maschinen, die nicht effektiv im Einsatz sind, auszuschalten und nicht im Leerlauf zu belassen sind.

Unter Berücksichtigung der mehrwöchigen Dauer jeder Bauphase und des geplanten einschichtigen Baubetriebs ohne Nachtarbeit erscheint eine durchschnittliche tägliche lärmintensive Bautätigkeit von bis zu maximal 8 h durchaus realisierbar.

Die im vorliegenden Fall zugrundeliegende konzeptionelle Bauablaufplanung (vgl. Anlage 1) geht bereits von einer durchschnittlichen täglichen Betriebszeit der lärmintensiven Abbrucharbeiten von unter 8 h aus, so dass eine weitergehende Reduzierung der lärmintensiven Bautätigkeiten auf unter 2,5 h pro Tag die Gesamtbaumaßnahme sowie Dauer der Baulärmeinwirkungen in der Nachbarschaft deutlich verlängern würde.

Eine Beschränkung der Betriebszeit für die hier maßgeblichen lärmintensiven Bautätigkeiten im Tagzeitraum stellen keine wirtschaftlich vertretbare Lärminderungsmaßnahme dar.

6.4.5. Baulärm - Monitoring

Die vorliegende Baulärmprognose betrachtet exemplarische lärmintensive Bautätigkeiten deren Beurteilung nach der AVV-Baulärm eine obere Abschätzung für das Vorliegen einer erheblichen Umwelteinwirkung durch Baulärm geben soll. Die ermittelten Beurteilungsspiegel (Immissionspegel) sind Prognosewerte und sollten im Rahmen einer Beweissicherung durch Messungen vor Ort **stichprobenartig** überprüft werden.

Es wird daher empfohlen geeignete projektbezogene Tagesmessungen vorzunehmen:

- im Rahmen von Stichprobenkontrollen (baubegleitende Messungen)
- im Rahmen von Beweissicherungsmaßnahmen
- bei Verdacht auf unzulässige Geräteeinsätze (Bauüberwachung)
- als Reaktion auf Anwohnerbeschwerden (Beschwerdemanagement)

Nur durch schalltechnische Messungen lassen sich im Beschwerdefall erhebliche Umwelteinwirkungen durch Baulärm tatsächlich feststellen und geeignete Lärminderungsmaßnahmen ergreifen. Ein geplantes projektbezogenes Baustellen-Monitoring im Bedarfsfall (d.h. kein kontinuierliches Monitoring) kann auch dazu beitragen, verhaltensbezogene vermeidbare Lärmbelastungen wie z.B. Leerlauf von Motoren, unsachgemäße Gerätebedienung, laute Rückfahrwarner, laute Kommunikation unter den Bauarbeitern, abwerfen statt ablegen von Baumaterial od. Abbruchmaterial, usw.) aufzudecken und abzustellen.

6.4.6. Information der betroffenen Anwohner

Durch Art und Umfang der hier geplanten Bautätigkeiten können zum Teil erhebliche mehrstündige Belästigungen der nächstgelegenen Anwohner auch über mehrere Tage nicht ausgeschlossen werden. Die Empfindung ob Baulärm als belästigend empfunden

wird ist zum Teil subjektiv und kann durch Information über die Geräuschenstehung teilweise beeinflusst werden. Eine umfassende Information der betroffenen Anwohner im Vorfeld der Baumaßnahme und baubegleitend ist daher unverzichtbar. Da derzeit im Rahmen der Baulärmprognose keine geeigneten Maßnahmen zur Minimierung der Baulärmeinwirkungen (d.h. Minderungsmaßnahmen) zur Unterschreitung der Immissionsrichtwerte bei verhältnismäßigem Aufwand erkennbar sind, sollten folgende Ansatzpunkte (allg. Vorschläge) hinsichtlich ihrer projektspezifischen Eignung und Umsetzbarkeit überprüft und beachtet werden:

- a) Info-Flyer / Internet: Allgemeine Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb und Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen.
- b) Info-Flyer / Bautafel / Internet: Benennung einer Ansprechstelle (Immissionsschutzbeauftragter, Bauleiter, Projektleiter) beim Vorhabenträger an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Lärmeinwirkungen haben (E-Mail-Adresse, Telefonnummer, Internetseite, Ansprechpartner).
- c) Info-Flyer / Wochenplan / Internet: Bekanntgabe der genauen lärmintensiven Bautätigkeiten (Tag, Uhrzeit, Dauer, Beginn, Ende, Pausen, Geräteeinsatz) z.B. anhand eines Wochenplans, damit sich betroffene Anwohner entsprechend frühzeitig auf die Lärmeinwirkungen einstellen können (d.h. Fenster, Türen schließen und Rollos herunterlassen) oder z.B. Urlaub bzw. Abwesenheit u.ä. planen können.
- d) Spezielle Zusatzinformationen / Internet: Bekanntmachung von baubegleitenden Kontrollmessungen als Nachweis der tatsächlich auftretenden Lärmbelastung sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen zur Beweissicherung im Beschwerdefall.

Die ausführliche und frühzeitige Information der betroffenen Anwohner führt im Regelfall zu einer deutlich höheren Akzeptanz und weniger Beschwerden. Den Betroffenen wird damit die Möglichkeit gegeben die persönliche Tagesplanung auf die besondere Situation einzustellen. Zur Information der Anwohner sollten sämtliche Medien genutzt werden, so könnte z.B. zusätzlich zu einem allgemeinen postalischen Informationsflyer eine Internetseite sowie ein Informations-E-Mail-Verteiler eingerichtet werden (Empfehlung).

6.4.7. Temporäre Unterbringung Betroffener

Ist durch die Einwirkung aus Baulärm der zur Gesundheit erforderliche „*Erholungsschlaf*“ gestört, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Da im vorliegenden Fall alle Bautätigkeiten nur am Tag stattfinden ist die Nachtruhe nicht gestört.

Bei Anwohnern jedoch, die während der kritischen lärmintensiven Bautätigkeiten am Tag zuhause schlafen müssen, d.h. alle Berufsgruppen mit Nacht- bzw. Schichtdienst, kann eine Störung der *Erholungsschlafes* nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Für diese Personengruppe wäre im Einzelfall gesondert zu überprüfen, ob an dem jeweils betroffenen Schlafraum eine Überschreitungen des maßgeblichen Immissionsrichtwertes vorliegt und ob die Gebäudehülle nicht über einen ausreichenden passiven Schallschutz (z.B. Betonwand, Schallschutzfenster usw.) verfügt.

Nach Überprüfung der Schutzbedürftigkeit ist dem betroffenen Personenkreis im unmittelbarem Bereich der Baumaßnahme und somit erheblicher Beeinträchtigung des *Erholungsschlafes* am Tag, eine temporäre Unterbringung in Beherbergungsbetrieben (Hotelzimmer) anzubieten.

7. Bauerschütterungen

7.1. Erschütterungsprognose

Gemäß der vorliegenden konzeptionellen Bauablaufplanung werden aus erschütterungstechnischer Sicht folgende Arbeiten als relevant festgestellt:

- Verdichtungsarbeiten: Fahrbahn, Gleisunterbau, Rad- oder Gehweg

Da die maßgeblichen Beurteilungsgrößen der DIN 4150-2 für Bauarbeiten bzgl. Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden von der Einwirkdauer abhängig sind, wird auch ein Einwirkungsbereich für die Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 ermittelt. Zusammen mit dem Baufortschritt lässt sich ggf. die Einwirkdauer an jedem Immissionsort einzeln bestimmen. Da u.E. mehrere Trag- und Deckschichten zu verdichten sind, kann es zu Einwirkungen an mehr als 6 Arbeitstagen im Nahbereich der kritischen Anwesen kommen. In der Regel beträgt die Einwirkdauer je Arbeitsgang (hier: Verdichtung ggf. mehrerer Schichten) zwischen 6 und 26 Tage im Wirkungsbereich einzelner Immissionsorte, wobei die Einwirkzeit der erschütterungsintensiven Arbeiten/Geräte zwischen 1 Stunde und 3 Stunden pro Tag anzunehmen ist (vgl. Anlage 1).

7.1.1. Verdichten von Schichten des Fahrbahnuntergrundes und -belages

Im Zuge der Baumaßnahme werden nach Abfräsen und Ausbruch der Straßen- bzw. Fahrbahnschichten Verdichtungsarbeiten des Fahrbahnuntergrundes sowie der Trag- und Deckschichten erforderlich. Auch für den Gleisoberbau ist der Untergrund ggf. neu zu schichten und zu verdichten. Übliche Verfahren sind neben Flächenverdichtung durch statisches Gewicht auch das Einbringen dynamischer Energie mittels Vibrations- oder Oszillationseinheiten. Im Bauablaufplan sind für „*Straßenbau mit Gehweg*“ und „*Gleisbau*“ jeweils Verdichtungsgeräte vorgesehen. Üblich sind zum Einen Tandemwalzen oder Walzenzüge, deren Eigengewicht durch Vor- und Rückwärtsfahren eine statische Last einbringt, zum Anderen sind durch Rüttelplatten und Zuschalten einer rotierenden Unwucht bei Walzen mit Vibrationen deutlich höhere Energien und Verdichtungsgrade im Verhältnis zu deren statischer Wirkung erreichbar.

Von folgenden ablauf- und gerätebedingten Randbedingungen wird dabei ausgegangen:

Tabelle 14: Emissionskenndaten Boden- und Asphaltverdichten

1	2
Bezeichnung Bauverfahren	Vibrationsverdichten
Geräteanzahl (gleichzeitig)	1
Kenndaten Prognoseberechnung, Herstellerdaten, Literaturquellen	- Rüttelplatte APH 100-20, 730 kg, 10 kW (Geh-/Radweg, weniger zugängliche Bereiche Straßen und Gleisbau) - Vibrationswalze oder Walzenzug, Hamm oder Bomag BW 211, 8 t - 10 t, 55 - 95 kW (Fahrbahn)
Eigenschaften Quelle	punktförmig, bewegte Punktquelle
Anregung	kontinuierlich
typische Arbeitsfrequenz	30 - 40 Hz
vrsl. tägliche Einsatzdauer mit Erschütterungseinwirkungen	3 Stunden
Bemerkungen	auch ohne Vibration fahren (statisches Verdichten), ggf. bei Vibration Überwachungsmessungen durchführen

1) Einwirkungsbereich für Gebäude und bauliche Anlagen

Gemäß [23] ist bei diesem Bauverfahren mit Vibrationswalze um 10 t Betriebsgewicht mit einem Einwirkungsbereich, bei dem eine Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 [31] (hier: horizontale Schwinggeschwindigkeit der oberen Deckenebene max. 5 mm/s) nicht ausgeschlossen werden kann, von etwa 6 m bei durchschnittlichen ($P=50\%$), bis 14 m für besonders ungünstige Übertragungsbedingungen ($P=2,25\%$) zu rechnen. Als wahrscheinlicher Wert ($P=50\%$) ist eine maximale Schwinggeschwindigkeit (entspricht etwa Beurteilungsschwingstärke KB_{Fmax}) von 3,0 mm/s in 9 m Abstand zu nennen.

In diesen Einwirkungsbereichen bzw. weniger als 14 m, jedoch mehr als 6 m Abstand zwischen geplantem Fahrbahnrand und nächstgelegener Fassade liegen **13 Wohngebäude** (vgl. Tabelle 12) südlich der geplanten Trasse (Johanneskirchner Straße Haus-Nr. 62-68, 72 -neu geplante Schule-, 88-92 und 98, Fürkhofstr. 19 sowie Freischützstr. 84, 84a und 90) **und 5 Wohngebäude** nördlich (Johanneskirchner Straße 83, 99, 101, 107 und Freischützstr. 89), in denen noch mit $P=2,25\%$ ein Erreichen des Anhaltswertes für horizontale Schwingung der obersten Deckenebene von 5 mm/s auftreten kann. Mit dem wahrscheinlichen Wert ($P=50\%$) für horizontale Schwingung der obersten Deckenebene von 5 mm/s ist jedoch bereits ab 6 m Abstand nicht mehr zu rechnen.

Im vorliegenden Fall ist u.E. von durchschnittlichen Übertragungsbedingungen auszugehen, d.h. es befinden sich keine Gebäude in diesem Einwirkungsbereich. Schäden im Sinne einer Minderung des Gebrauchswerts sind daher nicht zu erwarten. Für Gehweg- oder Radweg-Verdichtungsarbeiten mit einer hierbei eingesetzten Rüttelplatte bis zu 750 kg Betriebsgewicht ist selbst bei besonders ungünstigen Übertragungsbedingungen

($P=2,25\%$) für Wohngebäude ab einem Abstand von 4 m nicht mit Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 zu rechnen. Als wahrscheinlicher Wert ist in diesem Abstand z.B. $KB_{Fmax} = 1,84$ zu nennen.

2) Einwirkungsbereich Belästigung von Menschen in Gebäuden

Die Arbeiten mit Verdichtungsgeräten sind nicht stationär. Walze oder Rüttelplatte werden in etwa Schrittgeschwindigkeit entlang der zu verdichtenden Fahrbahn- oder Gehwegabschnitte vorwärts und rückwärts bewegt. Bei einer Einwirkdauer von 3 Stunden pro Tag und etwa 10 m pro Minute werden ca. 600 m pro Stunde zurückgelegt bzw. bei der Länge eines Bauabschnittes von etwa 50 m legt das Verdichtungsgerät die Länge etwa 10 mal zurück. Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen erfolgt nach dem Taktmaximalverfahren, wobei ein Takt 30 Sek. dauert, d.h. es geht jeweils der aufgetretene Maximalwert je 30 Sek. in die Beurteilungsgröße ein. Somit ist die Häufigkeit der Einwirkungen mit 10 mal Maximalwert im kleinsten Abstandsbereich zum Immissionsort und je 20 mal in jeweils 5 m weiter entfernten Abschnitten (geringere Maximalwerte) gegeben.

Im Hinblick auf die Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden zeigt sich, dass bei einer Einwirk-/Beurteilungsdauer zwischen 6 Tagen und 26 Tagen durch die Vibrationswalze die Anforderungen der DIN 4150-2, Stufe I erst ab Abständen größer etwa 14 m bei durchschnittlichen Übertragungsbedingungen eingehalten werden können. In diesem Korridor befinden sich die gleichen 18 Wohngebäude wie vorstehend unter 1) beschrieben.

7.2. Abschätzung/Beurteilung zu erwartende Erschütterungsimmissionen

7.2.1. Bauliche Anlagen

Die Anforderungen der DIN 4150, Teil 3 [31], bzgl. Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden werden dabei mit wahrscheinlichen Werten (vgl. Tabelle 9) eingehalten bzw. tlw. deutlich unterschritten. Gebäudeschäden infolge der Bauarbeiten können für die nächstgelegenen Gebäude im Normalfall ausgeschlossen werden. Dennoch besteht aufgrund statistischer Unsicherheiten des Prognosemodells für die zum Fahrbahnrand nächstgelegenen Gebäude eine Wahrscheinlichkeit, dass o.g. Anhaltswerte in Hinblick auf Minderung der Gebrauchswertes wie leichte Schäden (z.B. Risse im Putz von Wänden, Vergrößerung bereits vorhandener Risse u.a.) noch überschritten werden können. Daher wird empfohlen, hier zur Beweissicherung eine Dokumentation des bestehenden Zustandes durchzuführen, ggf. weniger erschütterungsintensive Verfahren oder Maßnahmen zur Minderung der Erschütterungseinwirkungen bei Verdichtungsarbeiten mit Vibrationswalze, in Verbindung mit Untersuchung der Übertragungsverhältnisse anzuwenden sowie baubegleitende erschütterungstechnische Messungen vorzunehmen.

7.2.2. Belästigung von Menschen in Gebäuden

Nachfolgend werden die während der Baumaßnahmen zu erwartenden Auswirkungen der Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden dargestellt und beurteilt. Für die Zeiträume tagsüber (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) sowie nachts gelten unterschiedliche Beurteilungskriterien, nachts treten jedoch im vorliegenden Fall keine Einwirkungen auf.

In Bezug auf die Einwirkungen tagsüber gelten für zeitlich begrenzte Einwirkungen aus Baustellen gestaffelte Anhaltswerte (vgl. Tabelle 7). Bedingt durch die räumlich unterschiedlichen Abstände und zeitlich bedingt variierenden Erschütterungseinwirkungen lassen sich die Beurteilungsschwingstärken nur näherungsweise abschätzen. Für den Tageszeitraum wäre zunächst eine potentielle Überschreitung des unteren Anhaltswertes maßgeblich, um anhand der Häufigkeit und Höhe dieser Überschreitung pro Tag die zulässige Dauer der Arbeiten zur Einhaltung der Beurteilungsschwingstärke (Anhaltswert A_r) festzulegen.

Es kann zunächst von maximal 26 Tagen Einwirkdauer je Immissionsort ausgegangen werden. Bedingt durch unterschiedliche Abstände sind im Laufe des Tages verschieden hohe KB_{Fmax} - Werte zu erwarten. Es ist ein KB_{FTm} - Wert als energetisch gemittelte Ein-

wirkung über alle Abstände der Verdichtungsarbeiten eines Tages zu jedem Immissionsort zu bilden und mit der Einwirkdauer je Tag daraus die zu erwartende Beurteilungsschwingstärke KB_{Tr} zu ermitteln.

Bei der Berechnungsweise „wahrscheinlicher Werte“ ($P = 50\%$) nach [23] sind an Gebäuden mit geringstem Abstand zum Fahrbahnrand von 9 m folgende mittlere KB_{Fmax} - Werte bzw. KB_{FTm} aus den jeweiligen Abstandsbereichen zu erwarten:

Tabelle 15: Ermittlung Taktmaximal-Effektivwert pro Tag bei Verdichtungsarbeiten für Beurteilung nach DIN 4150-2, Abstand Immissionsort zum Fahrbahnrand ca. 9 m

1	2	3	4
Nr.	Streckenlänge bei Vorbeifahrt Vibrationswalze	mittl. Abstand	KB_{FTm}
1	5 m-Abschnitt im geringsten Abstand	9 m	3,0
2	jeweils 5 m an Abschnitt 1 angrenzend	11 m	2,4
3	jeweils 5 m an Abschnitte 2 fortsetzend	14 m	1,9
4	jeweils 5 m an Abschnitte 3 fortsetzend	18 m	1,5
5	jeweils 5 m an Abschnitte 4 fortsetzend	22 m	1,2
6	jeweils 5 m an Abschnitte 5 fortsetzend	26 m	1,0

Der mittlere Taktmaximal-Effektivwert über eine Fahrbewegung der Vibrationswalze ergibt sich zu $KB_{FTm} = 1,97$. Folgende Beurteilungsschwingstärken lassen sich daraus ableiten und wie folgt beurteilen (110 Takte):

Tabelle 16: Bewertung Erschütterungsimmissionen anhand DIN 4150-2 bei Verdichtungsarbeiten

1	2	3	4	5	6	7	8
Gebäudebereich, Nutzung (Bauweise)	Arbeit (geringster Abstand)	Anhaltswerte DIN 4150-2, Stufe II $A_u/A_o/A_r$		Wahrscheinlicher Wert (50%), Prognose			Anhaltswert A_r Stufe II eingehalten j/n
		1 Tag	6 - 26 Tage	KB_{Fmax}	KB_{FTm} 1. Tag	KB_{FTr} > 6 Tage	
Freischützstr. 84	Vibrationswalze (6 m)	1,2 / 5 / 0,8	0,8 / 5 / 0,6	3,9	2,51	0,60	ja
weitere, nächstgelegene	Vibrationswalze (9 m)	1,2 / 5 / 0,8	0,8 / 5 / 0,6	3,0	1,97	0,47	ja

Es zeigt sich, dass die Anhaltswerte für Beurteilungs- und Maximalwerte der Schwingstärke tagsüber (vgl. Tabelle 7) mit „wahrscheinlichen Übertragungswerten“ (vgl. Tabelle 9) im Hinblick auf Vermeidung erheblicher Belästigungen von Menschen in Wohnungen und Arbeitsräumen ab einem Abstand von 14 m zur Verdichtungsmaßnahme durch 10 t Walze (Straßenrand bzw. Fahrbahnrand) eingehalten werden.

Bei den nächstgelegenen Gebäuden bzw. Fassaden der herangezogenen Immissionsorte werden nur die Anhaltswerte der Beurteilungsstufe II eingehalten bzw. noch unterschritten.

Durch entsprechende Maßnahmen ist dabei noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen (siehe Kap. 6.5.4.3 der DIN 1450-2, Punkte a. bis e.).

Die Beurteilungskriterien nach DIN 4150, Teil 2 können somit im vorliegenden Fall bei allen Anwesen mit einem Abstand von mehr als 6 m eingehalten bzw. mit ausschließlich organisatorischen Maßnahmen erfüllt werden. Allein für das Gebäude Freischützstr. 84 (Immissionsort F_010) ist ein messtechnischer Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungseinwirkungen erforderlich. Ergibt die messtechnische Überprüfung Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, sind ggf. technische Maßnahmen zur Erschütterungsminderung zu überprüfen.

7.3. Erschütterungsmindernde Maßnahmen

Wie in Kap. 7 dargestellt, sind Überschreitungen der Beurteilungskriterien insbesondere an den der Verdichtungsmaßnahmen nächstgelegenen Bebauung zu erwarten. Entsprechende Schutzmaßnahmen zur Verminderung der Einwirkungen aus Erschütterungen erscheinen daher erforderlich. Zur Verbesserung der erschütterungstechnischen Situation werden folgende Maßnahmen empfohlen:

Organisatorische Maßnahmen

- 1) erschütterungsintensive Bauarbeiten ausschließlich im Tageszeitraum zwischen 7:00 und 20:00 Uhr (analog Baulärm)
- 2) Begrenzung der täglichen Betriebszeit erschütterungsintensiver Baumaschinen auf ein notwendiges Minimum
- 3) Verwendung möglichst erschütterungsarmer Verdichtungsverfahren/Maschinen (z.B. Walzen nur statisch - ohne Vibration, ggf. höheres Gewicht)

Minderungsmaßnahmen an der Quelle

In einigen Fällen können besonders erschütterungsintensive Arbeiten aufgrund der technischen Machbarkeit bzw. der wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeit nicht ausgeschlossen werden. Hierzu zählen vor allem Verdichtungsarbeiten mit relativ schweren Rüttelwalzen, die im Verkehrswegebau üblich sind. Hier sollte die Leistung der Geräte möglichst gering gehalten werden.

Im Fall der Verdichtungsarbeiten mit Vibration kann die Betroffenheit bei Verwendung einer leichteren Walze verringert werden, sofern sich die Einsatzzeit der Walze dadurch nicht wesentlich verlängert. Eine weitere Verbesserung der Situation kann durch Verzicht auf Vibrationsverdichten unter Verwendung einer schweren Walze (nur Fahrt, keine Vibration, rein statisches Verdichten) erzielt werden.

Weitere Minderungsmaßnahmen

Im vorliegenden Fall ist aufgrund des teilweise sehr geringen Abstands zur nächstgelegenen Bebauung die Durchführung von Minderungsmaßnahmen im Ausbreitungsweg nicht baupraktisch umsetzbar. Auch Minderungsmaßnahmen am Gebäude, wie z.B. eine elastische Lagerung sind bei Bestandsgebäuden eher theoretischer Natur und mit einem vertretbaren Aufwand üblicherweise nicht realisierbar.

Um die Beeinträchtigung für die Anwohner dennoch zu mindern, werden in DIN 4150-2 folgende Maßnahmen aufgezeigt:

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

8. Kurzfassung

8.1. Baulärm

Für die durchgeführte Baulärmprognose gelten die Bestimmungen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen - vom 19. August 1970. Die Untersuchung kommt zum Ergebnis, dass im Zuge der geplanten Bautätigkeiten werktags für lärmintensive Bautätigkeiten wie die hier untersuchten Abbrucharbeiten der Straßen- und Gleisfeldflächen erhebliche Überschreitungen der Immissionsrichtwerte (IRW) sowie der Eingreifwerte (IRW + 5) nach AVV-Baulärm zu erwarten sind.

Die dargestellten Sachverhalte zeigen, dass

- a) die lärmintensiven Bautätigkeiten nur am Tag und nur Werktags vorgesehen sind. Nachtarbeit ist nicht geplant.
- b) keine lärmintensiven Bautätigkeiten am Wochenende erfolgen und wenn diese außerplanmäßig erforderlich werden eine behördliche Genehmigung erfordern.
- c) Überschreitungen der maßgeblichen Immissionsrichtwerte (IRW) als auch der Eingreifwerte nach AVV-Baulärm (vgl. Tabelle A3) am Tag zu erwarten sind.
- d) kein alternatives Bauverfahren zur Vermeidung der lärmintensiven Abbrucharbeiten erkennbar ist.
- e) eine Verminderung der Einwirkzeit lärmintensiver Bautätigkeiten auf unter 2,5 h pro Tag zwar als Lärminderungsmaßnahme wirksam wäre, aber damit ein wirtschaftlicher Bauablauf nicht mehr gewährleistet ist und für die Bewohner die Dauer der Lärmbelastung unnötig verlängert wird.
- f) keine geeigneten aktiven Maßnahmen zur vollständigen Lösung der Lärmkonflikte möglich erscheinen.
- g) mobile Schallschirme hinsichtlich Art, Umfang und Dauer der lärmintensiven Bautätigkeiten keine praktikable und verhältnismäßige sowie wirtschaftliche Lärminderungsmaßnahme darstellen.
- h) hinsichtlich der zum Teil mehrstündigen lärmintensiven Tätigkeiten im Tagzeitraum eine temporäre Unterbringung erheblich Belästigter in Beherbergungsbetrieben eine geeignete Lärminderungsmaßnahme darstellen könnte.
- i) eine komprimierte Bautätigkeit mehrerer lärmintensiver Bautätigkeiten zweckmäßiger erscheint, als eine geringfügig schwächere Lärmbelastung über mehrere Tage.
- j) der Einsatz geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren durch die Art der Arbeiten Grenzen gesetzt ist.
- k) ortsfeste Schallschutzmaßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle grundsätzlich zu berücksichtigen sind (z.B. Einhausung Kompressor, Steinsäge u.ä.).
- l) die Verwendung lärmarmer Baumaschinen Voraussetzung für die Vergabe von Bauleistungen ist und ein entsprechender Auflagenkatalog Vertragsbestandteil wird.
- m) eine projektbezogene Baulärmüberwachung und Beschwerdemanagement einzurichten ist.
- n) zur Minimierung des Konfliktpotentials eine frühzeitige, umfängliche und während der Baumaßnahme regelmäßige Information der betroffenen Anwohner erfolgen muss.

8.2. Baubedingte Erschütterung

Für die durchgeführte baubedingte Erschütterungsprognose gelten die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 und Teil 3. Die erschütterungstechnische Abschätzung kommt zu dem Ergebnis, dass bei Verdichtungsarbeiten der Fahrbahnschichten mittels einer ca. 10 t schweren Vibrationswalze

- 1) keine Gefahr für Gebäude selbst und deren allg. Gebrauchsfähigkeit entsprechend der Anhaltswerte nach DIN 4150 Teil 3 zu erwarten ist.
- 2) die Gebäudenutzung durch Menschen entsprechend der Anhaltswerte nach DIN 4150 Teil 2 (**Überschreitung Stufe I**) nur an den Anwesen mäßig beeinträchtigt ist, die sich im Einwirkungsbereich zwischen >9 m und ≤14 m zur Verdichtungsmaßnahme befinden.
- 3) die Gebäudenutzung durch Menschen entsprechend der Anhaltswerte nach DIN 4150 Teil 2 (**Erreichen Stufe II**) nur an den Anwesen beeinträchtigt ist, die sich im Einwirkungsbereich zwischen >6 m und ≤7 m zur Verdichtungsmaßnahme befinden.
- 4) die Gebäudenutzung durch Menschen entsprechend der Anhaltswerte nach DIN 4150 Teil 2 (**Beurteilungsstufe III**) nur an den Anwesen sehr beeinträchtigt ist, die sich im Einwirkungsbereich unter 6 m zur Verdichtungsmaßnahme befinden. Solche Anwesen sind im vorliegenden Fall nicht vorhanden.

Zur Vermeidung erheblicher Belästigungen bei Einhaltung der Anhaltswerte Beurteilungsstufe II, jedoch Überschreitung Stufe I nennt DIN 4150-2 folgende organisatorische Maßnahmen für erforderlich:

- a) *Umfassende Information der betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb;*
- b) *Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen*
- c) *Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.);*
- d) *Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme wegen Erschütterungseinwirkungen haben;*
- e) *Information der Betroffenen über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude*

Diese Maßnahmen treffen für **13 Wohngebäude** (vgl. Tabelle 12) südlich der geplanten Trasse (Johanneskirchner Straße Haus-Nr. 62-68, 72 -neu geplante Schule-, 88-92 und 98, Fürkhofstr. 19 sowie Freischützstr. 84, 84a und 90) **und 5 Wohngebäude** nördlich (Johanneskirchner Straße 83, 99, 101, 107 und Freischützstr. 89) zu. Für das Gebäude Freischützstr. 84 (Erreichen der Anhaltswerte Beurteilungsstufe II) nennt DIN 4150-2 noch folgenden Punkt f)

- f) *Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude.*

9. Zusammenfassung

Die Stadtwerke München GmbH (SWM) planen im Bereich Johanneskirchner Str. den Neubau einer zweigleisigen Trambahnstrecke. Die bestehenden Trambahn-Linien auf der Cosimastraße werden mittelfristig ab der Haltestelle Regina-Ullmann-Straße aufgeteilt. *Die Linie 16* wird zukünftig bis zum Lückenschluss *der* Tram Nordtangente durch den Englischen Garten über die Johanneskirchner Straße mit Wendeschleife westlich des S-Bahnhofs Johanneskirchen geführt. Mit der etwa 1 km langen Neubaustrecke wird eine Anbindung an den S-Bahnhof Johanneskirchen und somit ein Anschluss ins Umland und zum Flughafen (S-Bahnlinie S8) geschaffen. Mit dem Neubau der Trambahntrasse ist auch ein tiefgreifender Umbau der betroffenen Straßenbereiche verbunden.

Der geplante Gleis-Neubau beginnt westlich im Kreuzungsknoten Cosimastr. / Johanneskirchner Str. (JK-Str.) und endet östlich der Freischützstraße vor dem S-Bahnhof Johanneskirchen. Neben dem Neubau der Gleistrasse in dem derzeitigen Grünstreifen in der Mitte der JK-Str. wird auch der Straßenraum längs der Gleistrasse beidseits baulich verändert. Unter dem Aspekt des Baulärms sind als Hauptbautätigkeiten bei den Gleis- und Straßenbauarbeiten im Wesentlichen der Abbruch und Materialabtransport der bestehenden Gleis- und Straßenanlagen zu nennen. Die Bautätigkeiten erstrecken sich auf eine Länge von etwa einem Kilometer bei einer Baufeldbreite von bis zu 40 m.

9.1. Baulärm

Für die Umsetzung der Baumaßnahme ist gemäß vorläufiger (konzeptioneller) Bauablaufplanung [g] ein Zeitraum von etwa 22 Monaten bzw. 836 Kalendertagen vorgesehen. Die Bautätigkeiten finden im Regelfall tagsüber (7:00 – 20:00 Uhr) und nur an Werktagen statt. Die gesamte Baumaßnahme wird entsprechend der zeitlichen Abwicklung in 4 Bauabschnitte mit insgesamt 5 Bauphasen, d.h. 5 Bauszenarien eingeteilt. Das Gelände im Untersuchungsgebiet kann aus schalltechnischer Sicht nicht als eben betrachten werden, so dass dem Berechnungsmodell ein digitales Geländemodell (DGM, 1 m Raster) [b] zugrundegelegt wird. Die maßgebliche Bebauung innerhalb des Untersuchungsgebietes ist gekennzeichnet durch die Gebietsnutzungen „Wohnen (W)“, „Arbeiten/Einkaufen (M)“ und „Lernen (Schule)“.

Da Baustellen nach § 3, Abs. 5 BImSchG [1] als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen gelten, ist im Rahmen der Untersuchung gemäß § 22 BImSchG nachzuweisen, dass an benachbarten (Wohn-)Gebäuden keine schädlichen Umwelteinwirkungen zu erwarten sind, die nach dem Stand der Technik vermeidbar wären bzw. dass unvermeidbare Einwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Im Zuge einer Baulärmprognose werden dabei die Auswirkungen der Bautätigkeiten in der Nachbarschaft dargestellt und anhand der AVV-Baulärm [2] schalltechnisch beurteilt. Die Beurteilung erfolgt hierbei im

Sinne der Betroffenen für die maßgeblichen bzw. immissionstechnisch besonders kritischen bautechnischen Szenarien bzw. Bauphasen (worst-case). Im Fall von erheblichen Lärmeinwirkungen sind die betroffenen Anwesen in der Nachbarschaft darzustellen und entsprechend konzeptionelle Maßnahmen zum Schallschutz bzw. zur Konfliktbewältigung aufzuzeigen, so dass die Geräuscheinwirkungen unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsgebots wenn möglich minimiert werden.

Vorbelastung: Im gesamten Planungsgebiet ist durch den vorhandenen innerstädtischen Verkehr (Straße und Straßenbahn) bereits eine relevante Lärmvorbelastung gegeben, die in Teilbereichen bereits oberhalb der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm liegt. Es erfolgt daher eine Beurteilung der Schallimmissionen unter Berücksichtigung der Vorbelastung.

Es zeigt sich, dass die in Abstimmung mit dem Vorhabenträger ermittelten Abbrucharbeiten im Straßen- und Gleisfeldbereich inkl. der Bahnsteige in Verbindung mit den bereichsweise zeitgleich verlaufenden Erdbauarbeiten (d.h. Grünstreifen in der JK-Str.) die lärmtechnisch kritischen Bauszenarien im Tagzeitraum darstellen. Entsprechend dem Bauablauf werden 5 Bauszenarien (Bauphasen) untersucht.

Es zeigt sich, dass in allen 4 Bauabschnitten bzw. während der 5 untersuchten Bauphasen Überschreitungen der gebietsspezifischen Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm um mehr als 5 dB(A) (IRW + 5 dB(A); Eingreifwert) nicht ausgeschlossen werden können und somit nach Kap. 4.1 der AVV-Baulärm Maßnahmen zur Lärminderung angeordnet werden sollen.

Unter Berücksichtigung der Vorbelastung aus Straßen- und Trambahnverkehr ist an insgesamt 115 Anwesen mit einer Überschreitung des jeweils maßgeblichen vorbelastungsspezifischen IRW (IRW(VB)) zu rechnen, so dass geeignete Maßnahmen zur Minderung des Baulärms zu erörtern sind.

In den Bauabschnitten BA 1 und BA 3 (Abbruch Straße/Gleisbett in Kreuzungsbereichen) ist bis zu einer Entfernung von etwa 170 m um die Baumaßnahme mit Überschreitungen des IRW(VB) um bis zu max. 11 dB(A) zu rechnen. Die Schwelle für potenzielle Gesundheitsgefährdung bzw. eigentumsrechtliche Zumutbarkeit von 70 dB(A) tags wird im BA 1 an zwei und im BA 3 an keinem Anwesen überschritten.

Im BA 4 (Erdbau / Planie in der Wendeschleife) ist bis zu einer Entfernung von etwa 80 m um die jeweilige Baumaßnahme mit Überschreitungen des IRW(VB) um bis zu 13 dB(A) zu rechnen. Der potenziell gesundheitsgefährdende Schwellenwert von 70 dB(A) tags wird im BA 4 jedoch an keinem Anwesen überschritten.

Der BA 2 (Abbruch Straße / Grünstreifen in der JK-Str.) stellt das kritischste Bauszenario der Gesamtmaßnahme dar. Hier ist bis zu einer Entfernung von etwa 200 m um die Baumaßnahme mit Überschreitungen des IRW(VB) um bis zu 25 dB(A) zu rechnen ist. Von den im BA 2 betroffenen 86 Anwesen wird der potenziell gesundheitsgefährdende Schwellenwert von 70 dB(A) tags an 23 Anwesen überschritten.

Bei den Bauabschnitten BA 1, 3 und 4 handelt es sich um sog. „ortsfeste Baustellenbereiche“ und beim Bauabschnitt BA 2 um eine sog. „Wanderbaustelle“. In den ortsfesten Baustellenbereichen erscheinen aktive Lärminderungsmaßnahmen sowohl aufgrund des vorh. Individualverkehrs und der somit beengten Platzverhältnisse als auch aufgrund der bis zu 6-geschossigen Wohnbebauung für die betrachteten kritischen Bautätigkeiten nicht praktikabel bzw. verhältnismäßig.

Im Bauabschnitt 2 (Abbruch in JK-Str.) handelt es sich aus schalltechnischer Sicht um dynamische Baustellenbereiche mit schwerem Maschineneinsatz und täglich fortschreitenden Lärmquellen. Unter Berücksichtigung der quellennahen und zum Teil sehr hohen Wohnbebauung, erscheinen auch hier aktive Lärmschutzmaßnahmen in Form von mobilen Schallschutzwänden weder bautechnisch praktikabel noch organisatorisch und wirtschaftlich umsetzbar.

In innerstädtischen Bereichen, wie im vorliegenden Fall, stellen aktive Schallminderungsmaßnahmen sowohl aus schalltechnischer als auch aus baupraktischer und wirtschaftlicher Sicht im Regelfall kein probates Mittel zur Konfliktbewältigung dar.

Zur Konfliktbewältigung bzw. Verminderung der Lärmbelastung am Tag sind daher vom Vorhabenträger sowie der verantwortlichen Baustellenleitung geeignete Maßnahmen entsprechend Kap. 4 der AVV-Baulärm zu untersuchen (vgl. Kap. 6.4).

Im vorliegenden Fall erscheinen hinsichtlich der bereits optimierten Geräteeinsatzzeiten von unter 8 h weitere Beschränkungen der Betriebszeiten lärmintensiver Bautätigkeiten auf max. 2,5 h am Tag nicht zielführend. Um einen wirtschaftlichen Baufortschritt nicht zu gefährden und Lärmbelästigungen nicht unnötig auf viele Tage zu verteilen, stellt u.E. lediglich der bereits gesetzlich geforderte Einsatz lärmarmer Baumaschinen (z.B. blauer Engel) in Verbindung mit geräuscharmen Abbruchverfahren (d.h. Verzicht auf Abbruchmeißel, dort wo möglich) sowie die Zusammenfassung mehrerer lärmintensiver Arbeiten auf einen kurzen Zeitraum am selben Tag eine mögliche Lärminderungsmaßnahme dar.

Zur Konfliktminimierung ist grundsätzlich eine ausführliche Information der betroffenen Anwohner in Verbindung mit einem Beschwerdemanagement durchzuführen. (siehe Kap. 6.4.6)

Sind Baumaßnahmen u.a. auch am Wochenende mit kontinuierlicher Tag und Nachtarbeit geplant, ist im Regelfall bei der zuständigen örtlichen Immissionsschutzbehörde eine entsprechende Ausnahmegenehmigung zu beantragen.

9.2. Baubedingte Erschütterung

Den erschütterungstechnischen Belangen im Zuge der erforderlichen Bauarbeiten soll dabei zunächst durch eine überschlägige Abschätzung und Bewertung der künftig während der Baumaßnahme zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen auf die angrenzende (Wohn-)Bebauung Rechnung getragen werden.

Die Beurteilung erfolgt anhand der Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2/3 [30], [31] nebst weiteren Regelwerken.

Hierzu werden basierend auf einem Bauablauf- und Maschineneinsatzkonzept (z.B. Straßenwalze 10 t, Gehwegrüttler 0,75 t) die Emissionskennwerte für die in den Erdboden eingeleiteten Schwingungen anhand von technischen Daten, Studien und entsprechenden Erfahrungswerten ermittelt. Darauf aufbauend erfolgt anhand eines vereinfachten schematisch-generischen Bodenmodells eine rechnerische Abschätzung der Erschütterungsausbreitung und der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen an der benachbarten (Wohn-)Bebauung. Vor dem Hintergrund der großen Unsicherheiten in Bezug auf Bauablauf, -geräte sowie Bodenverhältnisse und Gebäudestrukturen in der Umgebung stellen die durchgeführten Prognosen in erster Linie eine (semiquantitative) Abschätzung über die Notwendigkeit besonderer Vorkehrungen zum Erschütterungsschutz während der Bauphase dar.

Es zeigt sich, dass bei den Erschütterungseinwirkungen aus Verdichtungsarbeiten des Fahrbahnaufbaues mit 10 t schwerer Vibrationswalze

- 1) mit einer Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3 hinsichtlich Einwirkungen auf Gebäude bzw. Verminderung deren Gebrauchswertes an nächstgelegenen Wohngebäuden für durchschnittliche Übertragungsverhältnisse (hier: wahrscheinlich) zu rechnen ist
- 2) im Hinblick der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 bei Beurteilungsstufe II tagsüber mit einem Einwirkungsbereich von etwa 9 m bis 14 m zum nächstgelegenen Straßenrand zu rechnen ist. Hiervon sind etwa 18 Gebäude betroffen. Zur Minderung der Einwirkungen ist eine ausführliche Information der Betroffenen über den Zeitraum der erschütterungsintensiven Arbeiten erforderlich.
- 3) an dem Gebäude Freischützstr. 84 die Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 bei Beurteilungsstufe II zwar überschritten, jedoch der Stufe III noch deutlich eingehalten werden können. Hier werden zusätzlich zu Maßnahmen gemäß Punkt 2) baubegleitende Messungen empfohlen.

Besondere Maßnahmen/Vorkehrungen zur Verminderung der Immissionen insbesondere hinsichtlich Einsatz erschütterungsarmer Bauverfahren in Verbindung mit Beweissicherungen werden erörtert. Da eine Minderung der Erschütterungsimmission durch technische Maßnahmen oftmals baupraktisch begrenzt ist, kommt der rechtzeitigen Information

von Anwohnern über die Baumaßnahmen (z. B. Art, Dauer, Ansprechpartner vor Ort, Monitoring, begleitende Messungen) eine hohe Bedeutung zu.

Dieser Bericht ist nur für seinen vorgesehenen Zweck bestimmt und darf auch auszugsweise nur nach Genehmigung durch das Büro hils consult gmbh vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden.

Diese schalltechnische Untersuchung umfasst 66 Seiten Bericht und 25 Seiten Anhang sowie 7 Anlagen.

Kaufering, den 09.11.2022

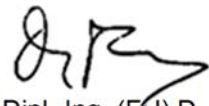
hils consult gmbh



Dr. rer. nat. Th. Hils
(GF / TL)



i. A. Dipl.-Ing. (FH) R. Steinbauer
(TB - Baulärm)



i. A. Dipl.-Ing. (FH) D. Fleischer
(TB - Erschütterung)

Literaturverzeichnis / Software

Weiterführende, gesetzliche bzw. Beurteilungsgrundlagen:

- [34] 16. BImSchV: Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) Ausfertigungsdatum: 12.06.1990 Vollzitat: "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" Stand: Zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 4.11.2020 I 2334
- [35] 18. BImSchV: 18. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetz, 18. BImSchV vom 18.07.1991 (Sportanlagenlärmschutzverordnung)
- [36] 24. BImSchV: 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetz, 24. BImSchV vom 04.02.1997 (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung)
- [37] BauNVO: Baunutzungsverordnung (BauNVO); Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (BGBl. IS. 132), zuletzt geändert am 22.04.1993 (BGBl. I S. 466)
- [38] VLärmSchR-97 – Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt und Verkehr zum Verkehrslärmschutz an Straßen; 30. Juli 1997

Gewerbe

- [39] Schalltechnische Hinweise für die Aufstellung von Wertstoffcontainern (Wertstoffsammelstellen)", Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 1993
- [40] Umwelt und Geologie Lärmschutz in Hessen, Heft 3: Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Fracht -zentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten; Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, 2005
- [41] TA-Lärm: Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26.08.1998 (GMBl. 1998 S. 503)

Erschütterung

- [42] DIN 45669-1: „Messung von Schwingungsmissionen“, Teil 1: „Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung“, September 2010
- [43] DIN 45669-2: „Messung von Schwingungsmissionen“, Teil 2: „Messverfahren“, Juni 2005

Sonstiges

- [44] VDI 2719: „Schallschutz von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen“, VDI-Kommission Lärminderung, Ausschuss Schalldämmung von Fenstern, 1987
- [45] DIN 4109: „Schallschutz im Hochbau Anforderungen und Nachweise“, Normenausschuss Bauwesen (NABau), 1989
- [46] Heckl, Müller.: „Taschenbuch der technischen Akustik“, 2. Auflage, Springer Verlag
- [47] Meteorologische Korrektur: Berücksichtigung der Witterungsbedingungen bei der Ermittlung der Geräuschemissionen nach TA Lärm (Meteorologische Korrektur). Erlass des MUNR vom 2. Juni 1999, Amtsblatt für Bbg. – Nr. 25 vom 28. Juni 1999
- [48] Forum Schall, Emissionsdatenbank von Bau- und Arbeitsmaschinen, Umweltbundesamt Österreich, Stand: 10/2009

[49] Urteil zur Vorbelastung; BVerwG 7 A 11.11 vom 10. Juli 2012

Software

[50] Cadna/ A. Version 2022 MR2 (32 bit) (Build: 191.5229) Datakustik GmbH, München

Verwendete Formelzeichen, Abkürzungen, Begriffe

Abkürzung / Begriff	Einheit	Bezeichnung / Erklärung
Auslastungskorrektur	dB(A)	Minderung des Wirkpegels als Betriebszeitkorrektur bei Teilauslastung der Zeitkorrektur z.B. Betriebszeit 1,5 h tags → Korrektur = $-10 \times \log_{10}(1,5h/2,5h)$ oder Betriebszeit 4,5 h nachts → Korrektur = $-10 \times \log_{10}(4,5h/6h)$
A_{ind}	--	Anhaltswert zur Beurteilung nach DIN 4150-2
C_0	dB	Faktor in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Windrichtung sowie dem Temperaturgradienten
C_{met}	dB	meteorologische Korrektur
FN	--	Flächennutzungsplan
FOK	--	Fahrbahnoberkante
G, GE	--	Gebietsnutzung: Gewerbegebiet; (siehe Baunutzungsverordnung / BauNVO)
GI	--	Gebietsnutzung: Industriegebiet
GOK	--	Geländeoberkante
GWÜ	--	Grenzwertüberschreitung; vgl. IGW
HiRi	--	Himmelsrichtung; N=Norden, O=Osten, S=Süden, W=Westen
IGW	dB(A)	Immissionsgrenzwert vgl. GWÜ
IO	--	Immissionsort (Anwesen)
IRW	dB(A)	Immissionsrichtwert
$IRW_{(VB)}$	dB(A)	Immissionsrichtwert Vorbelastungsspezifisch (siehe Seite 20 und 21)
$IRW+5$	dB(A)	Immissionsrichtwert +5 dB(A) = Eingreifwert nach AVV-Baulärm Kap. 4.1
KB_{ind} , KB-Wert	--	Körperschall-Beurteilungsgröße gem. DIN 4150-2 KB-Wert (frequenzbewertete Schwinggeschwindigkeit)
KI	dB(A)	Zuschlag für die Impulshaltigkeit eines Geräusches
KPA	dB(A)	Zuschlag für die Parkplatzart
L_{AFTm}	dB(A)	Taktmaximalmittelungspegel (A-bewertet, zeitbewertet "Fast")
$L_{AT(DW)}$	dB(A)	A-bewerteter Mitwindmittelungspegel
$L_{AT(LT)}$	dB(A)	A-bewerteter Langzeitmittelungspegel
Lkw	--	Lastkraftwagen
$L_{r,T/N}$	dB(A)	Beurteilungspegel für den Tag/ die Nacht nach Anlage 1 und 2 der 16. BImSchV
$L_{wA,1h}$	dB(A)	zeitlich gemittelter A-bewerteter Schallleistungspegel pro Stunde
$L_{wA,max}$	dB(A)	maximaler A-bewerteter mittlerer Schallleistungspegel
$L_{wA'}$	dB(A)	mittlerer längenbezogener A-bewerteter Schallleistungspegel
$L_{wA''}$	dB(A)	mittlerer flächenbezogener A-bewerteter Schallleistungspegel
L_{WAeq} , L_{Aeq}	dB(A)	energieäquivalenter Dauerschalldruckpegel, A-bewertet
L_{WAwirk}	dB(A)	Summen-Schallleistungspegel (Wirkpegel)
M, MI, MD, MK	--	Gebietsnutzung: Mischgebiet; (siehe Baunutzungsverordnung / BauNVO)
n	--	Stellplatzanzahl
N	Kfz/n h	Bewegungshäufigkeit je Stellplatz und Stunde
OG	--	Obergeschoß
p	%	maßgebender prozentualer Lkw-Anteil
$R'_{w,R}$	[dB]	Rechenwert des bewert. Schalldämm-Maß der Außenbauteile lt. 24. BImSchV bzw. DIN 4109 Bbl.1
SO, SOK	--	Schienenoberkante oder Sondergebiet je nach Kontext
SSW	-	Schallschutzwand
T_e	S	Einwirkzeit eines Emissionsereignisses
v	km/h	Geschwindigkeit
v_{max} , $v(r)$, v_i	mm/s	Schwinggeschwindigkeit (Körperschall-Schnelle) gem. DIN 4150-3
WA, WR	--	Gebietsnutzung: Wohngebiet
$KB_F(t)$	???	Schwingstärke

ANHANG

Anhang 1: Immissionsorte für AVV-Baulärm

Tabelle A1: Immissionsorte AVV-Baulärm (untersuchte Anwesen analog Verkehrslärmuntersuchung [f])

1	2	3	4	5	6	7
Ifd. Nr.	Anwesen / Immissionsorte			Gebietsnut- zung	Ge- schoss	Anzahl Stock- werke
	Bezeichnung	Nut- zung	ID			
1	Cosimastr. 215 (1) (Ghs. / Laden)	Ghs.	A_010(Ä)	WA	E	1
2	Cosimastr. 215 (2) (Ghs)	Whs.	A_011(Ä)	WA	E	1
3	Cosimastr. 215 (3)	Whs.	A_012(Ä)	WA	E	1
4	Cosimastr. 217 (Ghs. / Post)	Ghs.	A_020(Ä)	WA	E+1	2
5	Fritz-Meyer-Weg 01 (Kita)	Kita	A_030(Ä)		E+1	2
6	Cosimastr. 219	Whs.	A_040(a,Ä)	G	E+3+SP	5
7	Cosimastr. 219a	Whs.	A_041(a,Ä)	G	E+3+SP	5
8	Cosimastr. 221	Whs.	A_042(a,Ä)	G	E+3+SP	5
9	Fritz-Meyer-Weg 10	Whs.	A_050(a,Ä)	G	E+7	8
10	Fritz-Meyer-Weg 08	Whs.	A_051(a,Ä)	G	E+7	8
11	Fritz-Meyer-Weg 06	Whs.	A_052(a,Ä)	G	E+7	8
12	Fritz-Meyer-Weg 04	Whs.	A_053(a,Ä)	G	E+7	8
13	Johanneskirchner Str. 03	Whs.	A_060(Ä)	G	E+4	4
14	Johanneskirchner Str. 03a	Whs.	A_070(Ä)	G	E+4	4
15	Johanneskirchner Str. 03b	Whs.	A_080(Ä)	G	E+3	4
16	Johanneskirchner Str. 03c	Whs.	A_090(a,Ä)	G	E+3	4
17	Johanneskirchner Str. 03d	Whs.	A_100(a,Ä)	G	E+3	4
18	Johanneskirchner Str. 03e	Whs.	A_110(a,Ä)	G	E+3	4
19	Fritz-Meyer-Weg 05	Whs.	A_120(a,Ä)	G	E+4	5
20	Fritz-Meyer-Weg 05	Whs.	A_121(Ä)	G	E+4	5
21	Fritz-Meyer-Weg 07	Whs.	A_130(Ä)		E+2	3
22	Fritz-Meyer-Weg 09	Whs.	A_140(a,Ä)		E+2	3
23	Fritz-Meyer-Weg 11 (1) Kirche	Whs.	A_150(a,Ä)		E+2	1
24	Fritz-Meyer-Weg 11 (2) Kirche	Whs.	A_151(a,Ä)		E+2	1
25	Adolf-Hieber-Weg 15a	Whs.	A_160(Ä)	G	E+4	5
26	Adolf-Hieber-Weg 15	Whs.	A_170(Ä)	G	E+4	5
27	Adolf-Hieber-Weg 13a	Whs.	A_180(Ä)	G	E+4	5
28	Adolf-Hieber-Weg 13	Whs.	A_190(Ä)	G	E+4	5
29	Cosimastr. 204 (Kirche, Whs.)	Whs.	B_010(Ä)		E+3	3
29	Cosimastr. 204 (Kirche, Whs.)	Whs.	B_010(N)		E+3	3
30	Cosimastr. 204 (Kirche - Rundbau)	Kirche	B_012(Ä)		E+2	3
31	Cosimastr. 206	Whs.	B_020(a,Ä)	GI	E+4	5
32	Cosimastr. 208	Whs.	B_030(a,Ä)	GI	E+4	5
33	Cosimastr. 210	Whs.	B_040(a,Ä)	GI	E+4	5
34	Cosimastr. 212	Whs.	B_050(N)	GI	E+4	5
35	Regina-Ullmann-Str. 04 (Schule)	Schule	C_010	WR	E+1	2
36	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule)	Schule	C_020	WR	E+1	2
37	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule)	Schule	C_030	WR	E+1	2
38	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule NG1)	Schule	C_040	WR	E	1
39	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule NG2)	Schule	C_041	WR	E+1	2
40	Regina-Ullmann-Str. 05	Whs.	C_060	GI	E+4	5
41	Regina-Ullmann-Str. 07	Whs.	C_070	GI	E+4	5
42	Regina-Ullmann-Str. 08	Whs.	C_080	GI	E+4	5
43	Regina-Ullmann-Str. 35	Whs.	C_090	GI	E+4	5
44	Regina-Ullmann-Str. 37	Whs.	C_091	GI	E+4	5
45	Cosimastr. 216	Whs.	C_092	GI	E+4	5
46	Cosimastr. 214	Whs.	C_093	GI	E+4	5
47	Regina-Ullmann-Str. 18	Whs.	C_100	GI	E+3	4
48	Regina-Ullmann-Str. 20	Whs.	C_110	GI	E+3	4
49	Regina-Ullmann-Str. 22	Whs.	C_130	GI	E+3	4
50	Johanneskirchner Str. 83	Whs.	C_140	G	U+E+3	5
51	Johanneskirchner Str. 81	Whs.	C_150	G	E+1	2
52	Johanneskirchner Str. 89+91	Whs.	C_160	G	E+3	4
53	Johanneskirchner Str. 87 (1)	Whs.	C_170	G	E+3	4

Tabelle A1: Immissionsorte AVV-Baulärm (untersuchte Anwesen analog Verkehrslärmuntersuchung [ff])

1	2	3	4	5	6	7
Ifd. Nr.	Anwesen / Immissionsorte			Gebietsnut- zung	Ge- schoss	Anzahl Stock- werke
	Bezeichnung	Nut- zung	ID			
54	Johanneskirchner Str. 95+97	Whs.	C 180	G	E+4	5
55	Johanneskirchner Str. 93 (1)	Whs.	C 190	G	E+4	5
56	Johanneskirchner Str. 99+101+103+105	Whs.	C 200	G	E+5	6
57	Johanneskirchner Str. 107	Whs.	C 210	G	E+5	6
58	Freischützstr. 89+91 (Hochhaus)	Whs.	C 220	G	E+7	8
59	Freischützstr. 93 (1)	Whs.	C 230	MI	E+3	4
60	Freischützstr. 93 (2)	Whs.	C 231	MI	E+4	5
61	Freischützstr. 99 (1)	Whs.	C 240	MI	E+3	4
62	Freischützstr. 99 (2)	Whs.	C 241	MI	E+4	5
63	Freischützstr. 95 (1)	Whs.	C 250	MI	E+3	4
64	Freischützstr. 95 (2)	Whs.	C 251	MI	E+4	5
65	Bichlhofweg 03 (1)	Whs.	C 260	MI	E+3	4
66	Bichlhofweg 03 (2)	Whs.	C 261	MI	E+4	5
67	Freischützstr. 97 (1)	Whs.	C 270	MI	E+3	4
68	Freischützstr. 97 (2)	Whs.	C 271	MI	E+4	5
69	Bichlhofweg 05 (1)	Whs.	C 290	MI	E+D	2
70	Bichlhofweg 05 (2)	Whs.	C 300	MI	E+1+D	3
71	Freischützstr. 92 (Ghs.)	Ghs.	D 010	MI	E+3	4
72	Freischützstr. 94 (Ghs.)	Ghs.	D 020	MI	E+3	4
73	Freischützstr. 96	Ghs.	D 021	MI	E+1	2
74	Freischützstr. 96	Ghs.	D 030	MI	E+4	5
75	Freischützstr. 98 (WGhs.)	WGhs.	D 040	G	E+3	4
76	Freischützstr. 100	Whs.	D 041(a)	G	E+5	6
77	Johanneskirchner Str. 138	Whs.	D 050(a)	G	E+4	5
78	Johanneskirchner Str. 136	Whs.	D 051(a)	G	E+5	6
79	Musenbergstraße 6	Whs.	E 010(a)	WA	E+1	2
80	Musenbergstraße 06a	Whs.	E 011(a)	WA	E+1	2
81	Musenbergstraße 06b	Whs.	E 012(a)	WA	E+1	2
82	Musenbergstraße 08	Whs.	E 020(a)	WA	E+2	3
83	Musenbergstraße 10	Whs.	E 030(a)	WA	E+1+D	3
84	Musenbergstraße 12	Whs.	E 040(a)	WA	E+1+D	3
85	Musenbergstraße 14	Whs.	E 050(a)	WA	E+1+D	3
86	Musenbergstraße 16	Whs.	E 060(a)	WA	E+1+D	3
87	Musenbergstraße 16a	Whs.	E 070(a)	WA	E+1+D	3
88	Musenbergstraße 22+22a+22b	Whs.	E 080	G	E+1+D	3
89	Musenbergstraße 24	Whs.	E 090(a)	G	E+1+D	3
90	Musenbergstraße 24a	Whs.	E 091(a)	G	E+1+D	3
91	Musenbergstraße 24b	Whs.	E 092(a)	G	E+1+D	3
92	Musenbergstraße 24c	Whs.	E 093(a)	G	E+1+D	3
93	Musenbergstraße 24d	Whs.	E 094(a)	G	E+1+D	3
94	Johanneskirchner Str. 146 (Gasthaus)	Ghs.	E 095(a)	G	E+1+D	3
95	Johanneskirchner Str. 146 (Gasthaus Vorb.)	Ghs.	E 096(a)	G	E	1
96	Musenbergstraße 21	Whs.	E 100(a)	G	E+D+SP	2
97	Musenbergstraße 23 (1)	Whs.	E 110(a)	G	E	1
98	Musenbergstraße 23 (2)	Whs.	E 111(a)	G	E+D	2
99	Freischützstr. 84 (Whs.)	Whs.	F 010	G	E+5+D	6
100	Freischützstr. 84a	Whs.	F 020	G	E+5+D	6
101	Freischützstr. 90	Whs.	F 030	G	E+4+D	5
102	Freischützstr. 82	Whs.	F 040(a)	G	E+4+D	5
103	Freischützstr. 82a	Whs.	F 041(a)	G	E+5+D	6
104	Freischützstr. 82b	Whs.	F 042	G	E+5+D	6
105	Freischützstr. 88a	Whs.	F 050	G	E+4+D	5
106	Freischützstr. 88	Whs.	F 060(a)	G	E+3+D	4
107	Freischützstr. 62+64+66+68 (HH1)	Whs.	F 070(a)	G	E+3	4
108	Freischützstr. 62+64+66+68 (HH2)	Whs.	F 071(a)	G	E+4	5
109	Freischützstr. 62+64+66+68 (PH)	Whs.	F 072(a)	G	E+3	4
110	Freischützstr. 70	Whs.	F 073	G	E+4	5
111	Freischützstr. 70	Whs.	F 074	G	E+3	4

Tabelle A1: Immissionsorte AVV-Baulärm (untersuchte Anwesen analog Verkehrslärmuntersuchung [f])

1	2	3	4	5	6	7
Ifd. Nr.	Anwesen / Immissionsorte			Gebietsnut- zung	Ge- schoss	Anzahl Stock- werke
	Bezeichnung	Nut- zung	ID			
112	Freischützstr. 75	Whs.	G 005(a)	GI	E+2+D	4
113	Freischützstr. 77	Whs.	G 010(a)	GI	E+2+D	4
114	Freischützstr. 79	Whs.	G 020	GI	E+2+D	4
115	Freischützstr. 81	Whs.	G 030	GI	E+2+D	4
116	Johanneskirchner Str. 100	Whs.	G 040	GI	E+2+D	4
117	Johanneskirchner Str. 98 (WGhs.)	WGhs.	G 050	GI	E+2+D	4
118	Johanneskirchner Str. 96	Whs.	G 060	GI	E+2+D	4
119	Johanneskirchner Str. 94	Whs.	G 070	GI	E+2+D	4
120	Johanneskirchner Str. 92	Whs.	G 080	GI	E+2+D	4
121	Grimmeisenstr. 24	Whs.	G 081	GI	E+2+D	4
122	Grimmeisenstr. 22	Whs.	G 082	GI	E+2+D	4
123	Grimmeisenstr. 20	Whs.	G 083	GI	E+2+D	4
124	Grimmeisenstr. 18	Whs.	G 084	GI	E+2+D	4
125	Grimmeisenstr. 16	Whs.	G 085	GI	E+2+D	4
126	Johanneskirchner Str. 90 (1)	Whs.	G 090	GI	E+3	4
127	Johanneskirchner Str. 90 (2)	Whs.	G 100	GI	E+2+D	4
128	Grimmeisenstr. 37 (1)	Whs.	G 101	GI	E+2+D	4
129	Grimmeisenstr. 37 (2)	Whs.	G 102	GI	E+3	4
130	Grimmeisenstr. 27	Whs.	G 103	GI	E+3+D	5
131	Grimmeisenstr. 29	Whs.	G 104	GI	E+3+D	5
132	Grimmeisenstr. 31	Whs.	G 105	GI	E+3+D	5
133	Johanneskirchner Str. 88 (2)	Whs.	G 110	GI	E+2+D	4
134	Grimmeisenstr. 41 (1)	Whs.	G 111	GI	E+2+D	4
135	Grimmeisenstr. 41 (2)	Whs.	G 112	GI	E+3	4
136	Grimmeisenstr. 39	Whs.	G 113	GI	E+4	5
137	Grimmeisenstr. 35	Whs.	G 114	GI	E+3+D	5
138	Grimmeisenstr. 33	Whs.	G 115	GI	E+3+D	5
139	Johanneskirchner Str. 88 (1)	Whs.	G 120	GI	E+3	4
140	Johanneskirchner Str. 72 (Schule Neubau NG)	Schule	G 140	WR	E+1	2
141	Johanneskirchner Str. 72 (Schule Neubau HG)	Schule	G 150	WR	E+3	4
142	Fürkhofstr. 28 (Schule Bestand 1)	Schule	G 160	WR	E+1	2
143	Fürkhofstr. 28 (Schule Bestand 2)	Schule	G 170	WR	E+2	3
144	Fürkhofstr. 28 (Schule Bestand 3)	Schule	G 180	WR	E+1	2
145	Fürkhofstr. 19 (Whs.)	Whs.	G 200	G	E+2+D	4
146	Johanneskirchner Str. 68	Whs.	G 210	G	E+2+D	4
147	Johanneskirchner Str. 66	Whs.	G 220	G	E+2+D	4
148	Johanneskirchner Str. 64	Whs.	G 230	G	E+2+D	4
149	Johanneskirchner Str. 62	Whs.	G 240(Ä)	G	E+4	5
149	Johanneskirchner Str. 62	Whs.	G 240(N)	G	E+4	5
150	Johanneskirchner Str. 60	Whs.	G 250(N)	G	E+4+D	5
151	Fürkhofstr. 09	Whs.	G 260	G	E+3	4
152	Fürkhofstr. 11	Whs.	G 270	G	E+3	4
153	Fürkhofstr. 13	Whs.	G 280	G	E+3	4
154	Fürkhofstr. 15	Whs.	G 290	G	E+3	4
155	Fürkhofstr. 17	Whs.	G 300	G	E+2+D	4
156	Fürkhofstr. 10	Whs.	G 310	GI	E+4	5
157	Fürkhofstr. 12	Whs.	G 320	GI	E+2+D	4
158	Fürkhofstr. 14	Whs.	G 330	GI	E+2+D	4
159	Fürkhofstr. 16	Whs.	G 340	GI	E+2+D	4
160	Fürkhofstr. 18	Whs.	G 350	GI	E+3	4
161	Johanneskirchner Str. 58	Whs.	H 010(N)	G	E+4+D	5
162	Johanneskirchner Str. 56	Whs.	H 020(Ä)	G	E+4+D	5
162	Johanneskirchner Str. 56	Whs.	H 020(N)	G	E+4+D	5
163	Fürkhofstr. 07 (West)	Whs.	H 030(Ä)	G	E+4+D	5
163	Fürkhofstr. 07 (Ost)	Whs.	H 030(N)	G	E+4+D	5
164	Fürkhofstr. 05 (West)	Whs.	H 031(Ä)	G	E+4+D	5
164	Fürkhofstr. 05 (Ost)	Whs.	H 031(N)	G	E+4+D	5
165	Fürkhofstr. 03 (West)	Whs.	H 032(Ä)	G	E+4+D	5

Tabelle A1: Immissionsorte AVV-Baulärm (untersuchte Anwesen analog Verkehrslärmuntersuchung [f])

1	2	3	4	5	6	7
Ifd. Nr.	Anwesen / Immissionsorte			Gebietsnut- zung	Ge- schoss	Anzahl Stock- werke
	Bezeichnung	Nut- zung	ID			
165	Fürkhofstr. 03 (Ost)	Whs.	H_032(N)	G	E+4+D	5
166	Fürkhofstr. 02	Whs.	H_040(a,Ä)	Gl	E+4	5
167	Fürkhofstr. 06	Whs.	H_050(a,Ä)	Gl	E+3+D	5
168	Fürkhofstr. 04	Whs.	H_060(a,Ä)	Gl	E+3+D	5
169	Cosimastr. 170	Whs.	H_070(a,Ä)	Gl	E+3+D	5
170	Cosimastr. 168	Whs.	H_080(a,Ä)	Gl	E+3+D	5
171	Cosimastr. 162-168	Whs.	H_090(a,Ä)	Gl	E+3+D	5
172	Cosimastr. 160	Whs.	H_100(a,Ä)	Gl	E+3+D	5
173	Hochstiftsweg 4 (Parkhaus und Aldi)	Ghs.	I_010(a,Ä)	WA	E+2	3
	Hotel Neubau Cosimastr. (537,48 m ü.NN)	Ghs.	I_020a(A,Ä)	WA	E+2	3
	Hotel Neubau Eckgeb. (541,48 m ü. NN)	Ghs.	I_020b(Ä)	WA	E+2	3
	Hotel Neubau Cosimastr. (537,48 m ü.NN)	Ghs.	I_020c(Ä)	WA	E+2	3
174	Cosimastr. 191	Ghs.	I_030(a,Ä)	WA	E+2	3
175	Cosimastr. 189	Ghs.	I_040(a,Ä)	WA	E+2	3

In Anlehnung an die Verkehrslärmuntersuchung [f] werden an 175 Anwesen die Beurteilungsspe-
gel für die betrachteten Bauszenarien ermittelt.

Anhang 2: Berechnungskonfiguration

Schalltechnische Untersuchung: Baulärmprognose 2022:
Lastfall: Bauszenarien Tag (keine Bautätigkeiten nachts)
Erstellt am: 09.11.2022
Berechnungsfile: 21123_20220930_bla_johanneskirchnerstr_swm_gu01_v1.cna

Berechnungskonfiguration

Berechnungskonfiguration	
Parameter	Wert
Allgemein	
Max. Fehler (dB)	0.00
Max. Suchradius (m)	1500.00
Mindestabst. Qu-Imm	0.00
Aufteilung	
Rasterfaktor	0.50
Max. Abschnittslänge (m)	1000.00
Min. Abschnittslänge (m)	1.00
Min. Abschnittslänge (%)	0.00
Proj. Linienquellen	An
Proj. Flächenquellen	An
Bezugszeit	
Bezugszeit Tag (min)	960.00
Bezugszeit Nacht (min)	480.00
Zuschlag Tag (dB)	0.00
Zuschlag Ruhezeit (dB)	0.00
Zuschlag Nacht (dB)	0.00
DGM	
Standardhöhe (m)	509.50
Geländemodell	Triangulation
Reflexion	
max. Reflexionsordnung	3
Reflektor-Suchradius um Qu	100.00
Reflektor-Suchradius um Imm	100.00
Max. Abstand Quelle - Immpkt	1000.00 1000.00
Min. Abstand Immpkt - Reflektor	1.00 1.00
Min. Abstand Quelle - Reflektor	0.10
Industrie (ISO 9613)	
Seitenbeugung	mehrere Obj
Hin. in FQ schirmen diese nicht ab	An
Abschirmung	ohne Bodendämpf. über Schirm
	Dz mit Begrenzung (20/25)
Schirmberechnungskoeffizienten C1,2,3	3.0 20.0 0.0
Temperatur (°C)	10
rel. Feuchte (%)	70
Windgeschw. für Kaminrw. (m/s)	3.0
SCC C0	2.0 2.0
Straße (RLS-19)	
Schiene (Schall 03 (2014))	
Fluglärm (???)	
Streng nach AzB	

Anhang 3: Basisquellen aus Berechnungsmodell

Punktquellen

- keine Punktquellen im Berechnungsmodell, da Punktquellen über eine Summenquelle als Flächenschallquelle abgebildet werden; siehe Anlage 1

Linienquellen

- keine Linienquellen im Berechnungsmodell, da Linienquellen über eine Summenquelle als Flächenschallquelle abgebildet werden; siehe Anlage 1

Flächenquellen (horizontal)

Bezeichnung	M.	ID	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw"			Lw / Li		Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Bew. Punktquellen			Höhe über Gelände
			Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R		Fläche	Tag	Ruhe				Nacht	Anzahl		
																									(dBA)	
V01 FQ-01a: BA1 BP1 Abbruch Straße		V01 FQ-01a	103,0	103,0	103,0	73,2	73,2	73,2	Lw	103		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V01 FQ-01b: BA2 BP1 Abbruch Straße		V01 FQ-01b	103,0	103,0	103,0	76,5	76,5	76,5	Lw	103		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V01 FQ-01c: BA1 BP1 Abbruch Straße		V01 FQ-01c	103,0	103,0	103,0	78,8	78,8	78,8	Lw	103		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V01 FQ-01d: BA2 BP1 Abbruch Straße		V01 FQ-01d	103,0	103,0	103,0	82,2	82,2	82,2	Lw	103		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V01 FQ-02: BA1 BP1 BE-Fläche		V01 FQ-02	91,0	91,0	91,0	62,7	62,7	62,7	Lw	91		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V02 FQ-01: BA1 BP2 Neubau/Umbau Gleise	~	V02 FQ-01	111,0	111,0	111,0	76,7	76,7	76,7	Lw	111		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				2
V02 FQ-02: BA1 BP1 BE-Fläche	~	V02 FQ-02	91,0	91,0	91,0	63,2	63,2	63,2	Lw	91		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				2
V03 FQ-01a: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt a)	~	V03 FQ-01a	106,0	106,0	107,0	80,9	80,9	81,9	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01b: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt b)	~	V03 FQ-01b	106,0	106,0	107,0	80,7	80,7	81,7	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01c: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt c)	~	V03 FQ-01c	106,0	106,0	107,0	80,1	80,1	81,1	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01d: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt d)	~	V03 FQ-01d	106,0	106,0	107,0	80,9	80,9	81,9	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01e: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt e)	~	V03 FQ-01e	106,0	106,0	107,0	80,9	80,9	81,9	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01f: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt f)	~	V03 FQ-01f	106,0	106,0	107,0	80,9	80,9	81,9	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01g: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt g)	~	V03 FQ-01g	106,0	106,0	107,0	80,9	80,9	81,9	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01h: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt h)	~	V03 FQ-01h	106,0	106,0	107,0	80,9	80,9	81,9	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01i: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt i)	~	V03 FQ-01i	106,0	106,0	107,0	80,8	80,8	81,8	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01j: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt j)	~	V03 FQ-01j	106,0	106,0	107,0	81,0	81,0	82,0	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01k: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt k)	~	V03 FQ-01k	106,0	106,0	107,0	80,9	80,9	81,9	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01l: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt l)	~	V03 FQ-01l	106,0	106,0	107,0	80,2	80,2	81,2	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-01m: BA2 BP1 Abbruch Asphalt (Abschnitt m)	~	V03 FQ-01m	106,0	106,0	107,0	79,4	79,4	80,4	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02a: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt a)	~	V03 FQ-02a	100,0	100,0	100,0	75,6	75,6	75,6	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02b: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt b)	~	V03 FQ-02b	100,0	100,0	100,0	75,5	75,5	75,5	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02c: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt c)	~	V03 FQ-02c	100,0	100,0	100,0	75,5	75,5	75,5	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02d: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt d)	~	V03 FQ-02d	100,0	100,0	100,0	75,5	75,5	75,5	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02e: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt e)	~	V03 FQ-02e	100,0	100,0	100,0	75,6	75,6	75,6	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02f: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt f)	~	V03 FQ-02f	100,0	100,0	100,0	75,7	75,7	75,7	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02g: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt g)	~	V03 FQ-02g	100,0	100,0	100,0	75,6	75,6	75,6	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02h: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt h)	~	V03 FQ-02h	100,0	100,0	100,0	75,7	75,7	75,7	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02i: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt i)	~	V03 FQ-02i	100,0	100,0	100,0	76,5	76,5	76,5	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-02j: BA2 BP1 Abbruch Grünstreifen (Abschnitt j)	~	V03 FQ-02j	100,0	100,0	100,0	79,7	79,7	79,7	Lw	100		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-03a: BA2 BP1 Asphaltfräse	~	V03 FQ-03a	95,0	95,0	96,0	74,2	74,2	75,2	Lw	95		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-03b: BA2 BP1 Asphaltfräse	~	V03 FQ-03b	95,0	95,0	96,0	74,9	74,9	75,9	Lw	95		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-04a: BA2 BP1 BE-Fläche (a)	~	V03 FQ-04a	88,0	88,0	88,0	61,1	61,1	61,1	Lw	88		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V03 FQ-04b: BA2 BP1 BE-Fläche (b)	~	V03 FQ-04b	88,0	88,0	88,0	61,2	61,2	61,2	Lw	88		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V04 FQ-01: BA3 BP1 Abbruch Straße	~	V04 FQ-01	106,0	106,0	107,0	77,4	77,4	78,4	Lw	106		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				1
V04 FQ-02a: BA3 BP1 BE-Fläche (a)	~	V04 FQ-02a	88,0	88,0	88,0	62,1	62,1	62,1	Lw	88		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V04 FQ-02b: BA3 BP1 BE-Fläche (b)	~	V04 FQ-02b	88,0	88,0	88,0	67,6	67,6	67,6	Lw	88		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				1
V05 FQ-01: BA4 BP1 Erdaushub	~	V05 FQ-01	104,0	104,0	104,0	70,9	70,9	70,9	Lw	104		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				2
V05 FQ-02: BA4 BP1 Planie und Bodenverdichtung	~	V05 FQ-02	100,0	100,0	101,0	65,4	65,4	66,4	Lw	100		0,0	0,0	1,0						0,0	500	(keine)				2
V05 FQ-03: BA4 BP1 BE-Fläche	~	V05 FQ-03	91,0	91,0	91,0	65,1	65,1	65,1	Lw	91		0,0	0,0	0,0						0,0	500	(keine)				2

Anhang 4: Bauzeitenplan - Konzept (Gesamtbauzeit)

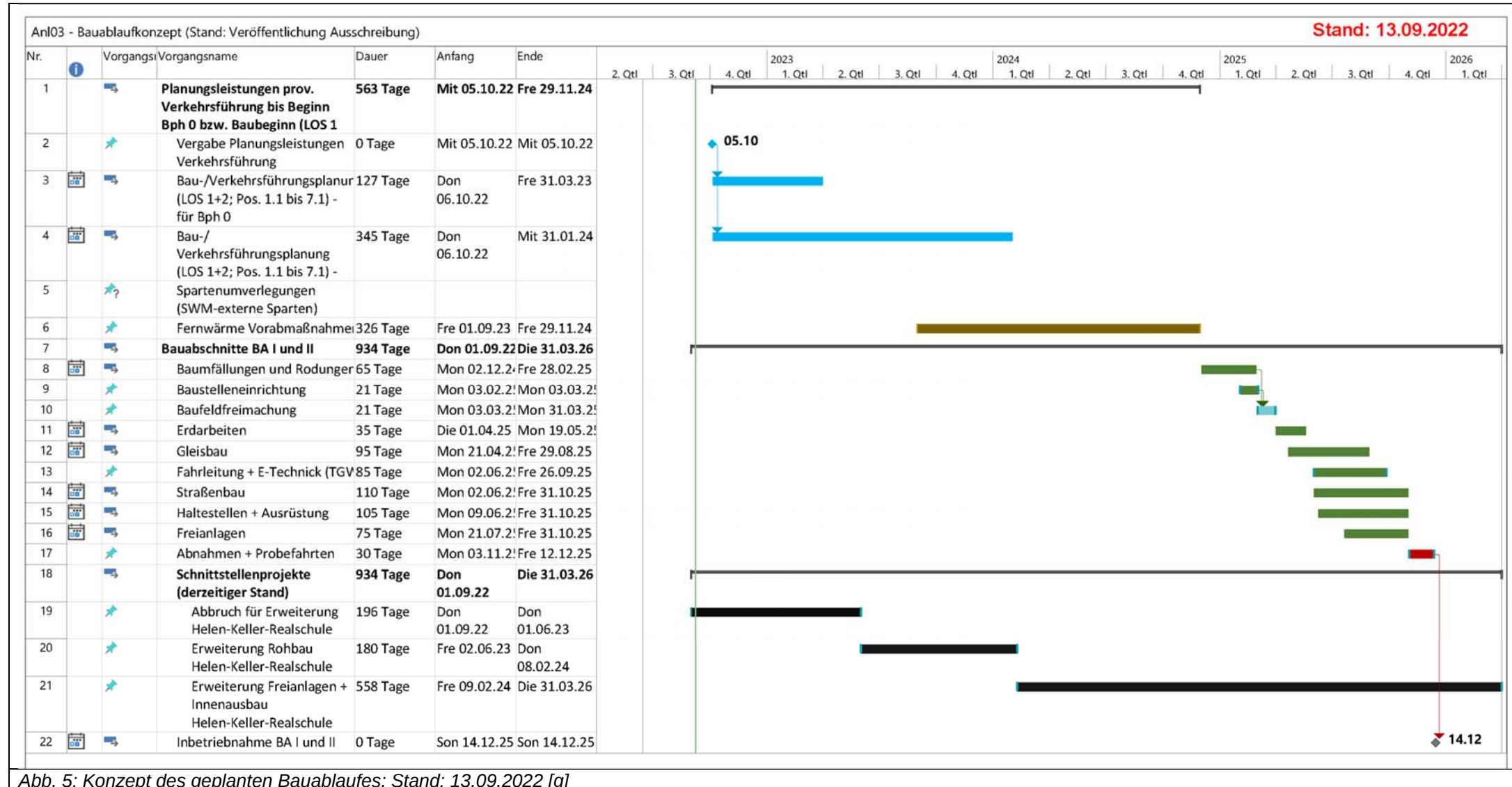


Abb. 5: Konzept des geplanten Bauablaufes; Stand: 13.09.2022 [g]

Anhang 5: Fotos - Istzustand - Eisenbahnüberführung

Bildnachweise: (Stand: 28.02.2022)

FP = Foto-Nr. aus Ortsbegehung; KP 1 = Kreuzungsknoten Cosimastr./JK-Str.; KP 2 = Kreuzungsknoten Freischützstr./JK-Str.



Foto 1: (FP01) Cosimastr. Ri Süd
(Planungsgrenze)



Foto 2: (FP01) Cosimastr. Ri Nord Blick zur Kreuzung KP1
(Planungsgrenze)



Foto 3: (FP05) JK-Str. westlich vom KP 1 - Ri Südwest
(Planungsgrenze)



Foto 4: (FP05) JK-Str. westlich vom KP 1 - Ri Ost auf KP 1
(Planungsgrenze)



Foto 5: (FP11) Cosimastr. nördlich vom KP 1 - Ri. Norden
(Planungsgrenze)



Foto 6: (FP11) Cosimastr. nördlich vom KP 1 - Ri. Süden Haltestelle
(Planungsgrenze)

Bildnachweise: (Stand: 28.02.2022)

FP = Foto-Nr. aus Ortsbegehung; KP 1 = Kreuzungsknoten Cosimastr./JK-Str.; KP 2 = Kreuzungsknoten Freischützstr./JK-Str.



Foto 7: (FP17) Kreuzung Cosimastr.-JK-Str. - Ri Südost
Blick von Tram Haltestelle „Regina-Ullmann-Str.“



Foto 8: (FP17) Kreuzung Cosimastr.-JK-Str. - Ri Südwest
Blick von Tram Haltestelle „Regina-Ullmann-Str.“

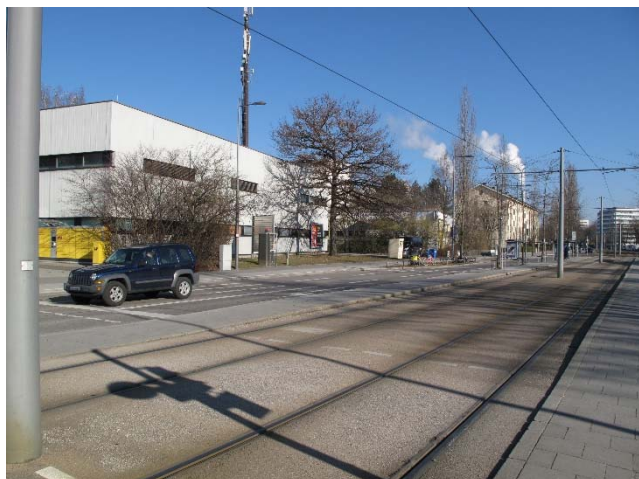


Foto 9: (FP17) Kreuzung Cosimastr.-JK-Str. - Ri Nordwest
(Haltestelle „Regina-Ullmann-Str.“)



Foto 10: (FP17) Kreuzung Cosimastr.-JK-Str. - Ri Nord
(Haltestelle „Regina-Ullmann-Str.“)



Foto 11: (FP20) Kreuzung JK-Str. / Fürkhofstr. - Blick Ri. West zum
KP 1 (links G_200, rechts Grundschule)



Foto 12: (FP20) Kreuzung JK-Str. / Fürkhofstr. - Blick Ri. Südost
(rechts „Helen-Keller-Realschule“)

Bildnachweise: (Stand: 28.02.2022)

FP = Foto-Nr. aus Ortsbegehung; KP 1 = Kreuzungsknoten Cosimastr./JK-Str.; KP 2 = Kreuzungsknoten Freischützstr./JK-Str.



Foto 13: (FP27) JK-Str. - Blick Ri. West zum KP 1
(links „Helen-Keller-Realschule“).



Foto 14: (FP27) JK-Str. - Blick Ri. West zum KP 1
(rechts „Regina-Ullmann-Grundschule“).



Foto 15: (FP30) JK-Str. - Blick Ri. Ost zum KP 2 - Freischützstr.
(links C_140 bis C_220)



Foto 16: (FP30) JK-Str. - Ri. Südost zum KP 2 - Freischützstr.
(rechts G_090 bis G_110)



Foto 17: (FP32) JK-Str. - Blick Ri. Südwest zum Sportplatz der Helen-Keller-Realschule (links Ringofenweg)



Foto 18: (FP32) JK-Str. - Blick Ri. West
(links Ringofenweg)

Bildnachweise: (Stand: 28.02.2022)

FP = Foto-Nr. aus Ortsbegehung; KP 1 = Kreuzungsknoten Cosimastr./JK-Str.; KP 2 = Kreuzungsknoten Freischützstr./JK-Str.



Foto 19: (FP35) JK-Str. - Blick Ri West
(links G_120, rechts C_140).



Foto 20: (FP35) JK-Str. - Blick Ri Nordwest auf Whs. C_140



Foto 21: (FP35) JK-Str. - Blick Ri Ost zum KP 2 - Freischützstr.
(links C_180 bis C_220)



Foto 22: (FP35) JK-Str. - Blick Ri Südost auf G_090 u. G_100



Foto 23: (FP37) JK-Str. - Blick Ri West
Kreuzung Grimmeisenstr. (links G_090, rechts C_160)



Foto 24: (FP36) JK-Str. - Blick Ri Nordwest
Kreuzung Grimmeisenstr. (rechts C_140, C_160).

Bildnachweise: (Stand: 28.02.2022)

FP = Foto-Nr. aus Ortsbegehung; KP 1 = Kreuzungsknoten Cosimastr./JK-Str.; KP 2 = Kreuzungsknoten Freischützstr./JK-Str.



Foto 25: (FP43) Freischützstr/Grimmeisenstr - Blick in Freischützstr. Ri. Süd (Planungsgrenze)



Foto 26: (FP43) Freischützstr. - Ri. Nord zum KP 2, hinten C_220; links G_020; (Planungsgrenze)



Foto 27: (FP52a) KP 2 - Blick in Freischützstr. Ri. Süd



Foto 28: (FP52a) KP 2 - Blick in Freischützstr. - Ri. Nord links C_220, rechts D_10



Foto 29: (FP49) Freischützstr. - Blick Ri. Südwest zum KP 2 (Bus-Haltestelle 50, 154), links D_010, rechts G_050 (Planungsgrenze)



Foto 30: (FP49) Freischützstr. - Blick Ri. Südost zum KP 2 links D_010, rechts C_220 (Planungsgrenze)

Bildnachweise: (Stand: 28.02.2022)

FP = Foto-Nr. aus Ortsbegehung; KP 1 = Kreuzungsknoten Cosimastr./JK-Str.; KP 2 = Kreuzungsknoten Freischützstr./JK-Str.



Foto 31: (FP51) KP 2 - Blick Ri. Norswest in Freischützstr. rechts hinten Bus-Haltestelle 50, 154, links C_220



Foto 32: (FP49) Freischützstr - nördlich vom KP 2 - Blick Ri Nord Bus-Haltestelle 50, 154 (Planungsgrenze)



Foto 33: (FP51) KP 2 Freischützstr./JK-Str. - Ri Südwest von li nach re G_020 bis G_050.



Foto 34: (FP51) KP 2 - Blick Ri. West in JK-Str. Standort - zukünftiger Wendeschleife



Foto 35: (FP51) zukünftiger Wendeschleife - Trambahn und Bushaltestelle im Rücken ist KP 2



Foto 36: (FP51) zukünftiger Wendeschleife - Blick Ri. Südost F_010 bis F_030

Anhang 6: Lageskizze - gesamte Baumaßnahme



Abb. 6: Grundriss / Lageskizze Endzustand nach der Baumaßnahme (Gesamtübersicht)

Anhang 7: Flächennutzungsplan (Auszug)

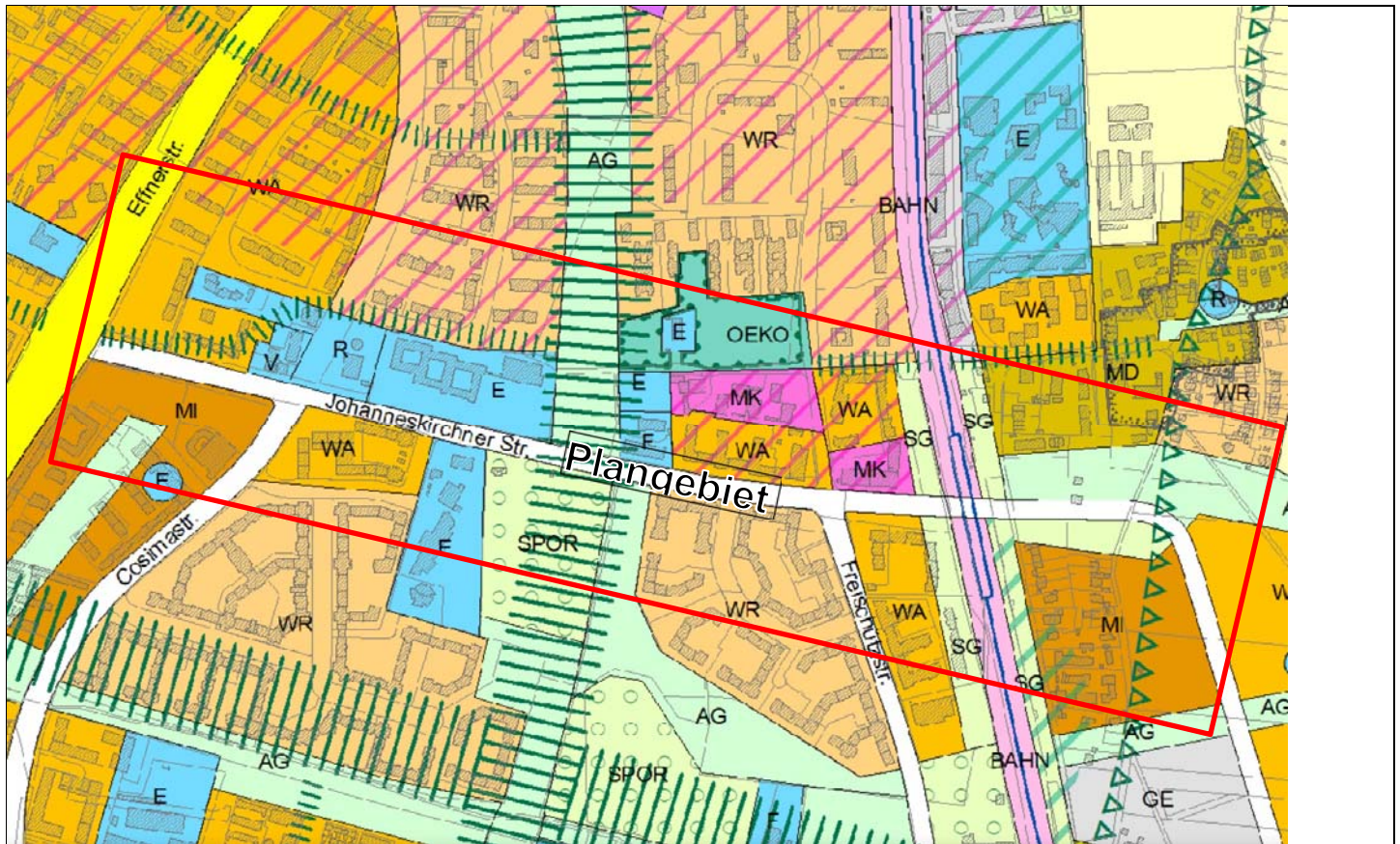


Abb. A1 Digitaler Flächennutzungsplan (pdf) der Stadt München [d].

Anhang 8: Übersicht Bebauungspläne

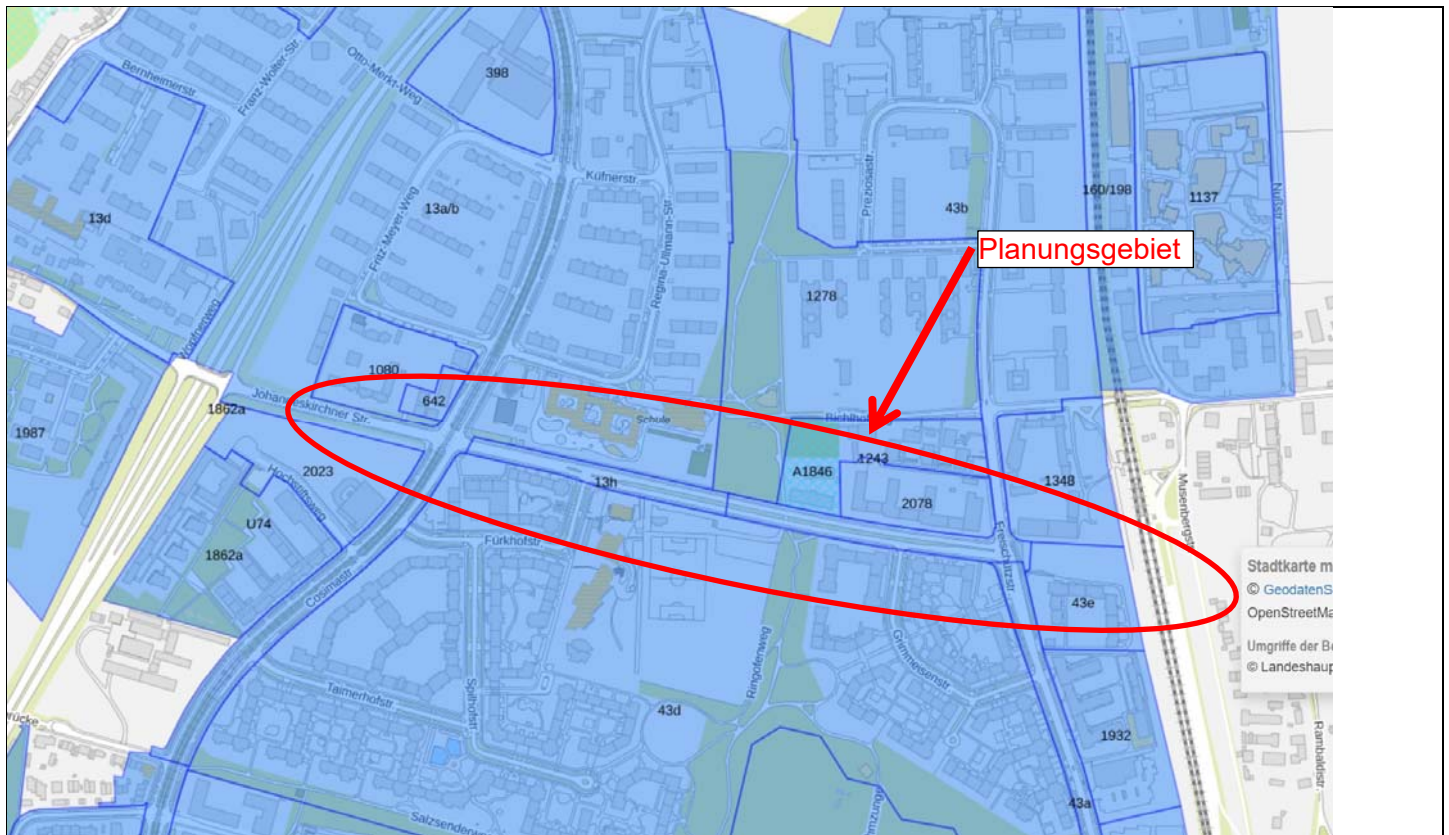


Abb. A2 Übersicht der Bebauungspläne im Planungsgebiet der Landeshauptstadt München [c]

Anhang 9: Auswertung Bauszenarien

Tabelle A2: Auswertung Bauszenarien; hier: max. Immissionspegel, Anzahl Betroffenheiten, Überschreitung IRW

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bauszenario	Bauabschnitt	Bauphase	max. Beurteilungspegel am Tag		Überschreitung der IRW, bzw. Anzahl Betroffenheiten						Lageplan Quellen	Betroffenheiten im Abstand zur Baufläche
					IRW		IRW + 5 dB(A)		IRW _(VB)			
			dB(A)	Anwesen	AVV-Baulärm				Vorbelastung Verkehr		Rasterlärnkarte	bis zum Abstand von ca. [m]
					Anzahl betroffene Anwesen	Überschreitungen bis zu	Anzahl betroffene Anwesen	Überschreitungen bis zu	Anzahl betroffene Anwesen	Überschreitungen bis zu		
V01	BA 1	BP 1	71	A_010	35	max. 12 dB(A)	16	max. 7 dB(A)	21	max. 11 dB(A)	s. Anlage 3	ca. 170 m
V02		BP 2	70	A_030	43	max. 15 dB(A)	28	max. 10 dB(A)	34	max. 13 dB(A)	s. Anlage 4	ca. 200 m
V03	BA 2	BP 1	75	G_080, G090, G 120	97	max. 25 dB(A)	66	max. 20 dB(A)	86	max. 25 dB(A)	s. Anlage 5	ca. 200 m
V04	BA 3	BP 1	68	D_010	20	max. 15 dB(A)	14	max. 10 dB(A)	14	max. 8 dB(A)	s. Anlage 6	ca. 120 m
V05	BA 4	BP 1	68	F_010	14	max. 13 dB(A)	6	max. 8 dB(A)	7	max. 13 dB(A)	s. Anlage 7	ca. 80 m

Tabelle A3: Auswertung Bauszenarien; hier: Anwesen mit Überschreitung der Eingreifrichtwerte IRW + 5 dB(A), und Darstellung der Mehrfachbetroffenheiten aus angrenzenden Bauabschnitten

1	2	3	4	5	6	7	8
lfd. Nr.	Anwesen / Immissionsort		Überschreitung des IRW + 5 dB(A) im jeweiligen Bauszenario (1 = IRW + 5 dB(A) ist überschritten)				
			BA 1		BA 2	BA 3	BA 4
			V01	V02	V03	V04	V05
1	Cosimastr. 215 (1) (Ghs. / Laden)		A 010(Ä)	1	1		
2	Cosimastr. 217 (Ghs. / Post)		A 020(Ä)	1	1		
3	Fritz-Meyer-Weg 01 (Kita)		A 030(Ä)	1	1		
4	Cosimastr. 219		A 040(a,Ä)		1		
5	Cosimastr. 219a		A 041(a,Ä)		1		
6	Fritz-Meyer-Weg 10		A 050(a,Ä)		1		
7	Johanneskirchner Str. 03a		A 070(Ä)	1	1		
8	Johanneskirchner Str. 03b		A 080(Ä)	1	1		
9	Cosimastr. 204 (Kirche, Whs.)		B 010(Ä)	1	1	1	
10	Cosimastr. 204 (Kirche - Rundbau) - Gla		B 012(Ä)	1	1	1	
11	Cosimastr. 206		B 020(a,Ä)	1	1	1	
12	Cosimastr. 208		B 030(a,Ä)		1	1	
13	Cosimastr. 210		B 040(a,Ä)		1		
14	Regina-Ullmann-Str. 04 (Schule)		C 010			1	
15	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule)		C 020			1	
16	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule)		C 030			1	
17	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule NG1)		C 040			1	
18	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule NG2)		C 041			1	
19	Regina-Ullmann-Str. 05		C 060		1	1	
20	Regina-Ullmann-Str. 07		C 070		1	1	
21	Regina-Ullmann-Str. 08		C 080			1	
22	Regina-Ullmann-Str. 35		C 090			1	
23	Regina-Ullmann-Str. 37		C 091			1	
24	Regina-Ullmann-Str. 18		C 100			1	
25	Regina-Ullmann-Str. 20		C 110			1	
26	Regina-Ullmann-Str. 22		C 130			1	
27	Johanneskirchner Str. 83		C 140			1	
28	Johanneskirchner Str. 81		C 150			1	

Tabelle A3: Auswertung Bauszenarien; hier: Anwesen mit Überschreitung der Eingreifrichtwerte IRW + 5 dB(A), und Darstellung der Mehrfachbetroffenheiten aus angrenzenden Bauabschnitten

1	2	3	4	5	6	7	8
Ifd. Nr.	Anwesen / Immissionsort		Überschreitung des IRW + 5 dB(A) im jeweiligen Bauszenario (1 = IRW + 5 dB(A) ist überschritten)				
			BA 1		BA 2	BA 3	BA 4
			V01	V02	V03	V04	V05
29	Johanneskirchner Str. 89+91	C 160			1		
30	Johanneskirchner Str. 87 (1)	C 170			1		
31	Johanneskirchner Str. 95+97	C 180			1		
32	Johanneskirchner Str. 93 (1)	C 190			1		
33	Johanneskirchner Str. 99+101+103+105	C 200			1		
34	Johanneskirchner Str. 107	C 210			1	1	
35	Freischützstr. 89+91 (Hochhaus)	C 220			1	1	
36	Freischützstr. 92 (Ghs.)	D 010				1	
37	Freischützstr. 94 (Ghs.)	D 020					1
38	Freischützstr. 84 (Whs.)	F 010				1	1
39	Freischützstr. 84a	F 020					1
40	Freischützstr. 90	F 030			1	1	1
41	Freischützstr. 82b	F 042					1
42	Freischützstr. 88a	F 050				1	
43	Freischützstr. 75	G 005(a)				1	
44	Freischützstr. 77	G 010(a)				1	
45	Freischützstr. 79	G 020			1	1	1
46	Freischützstr. 81	G 030			1	1	
47	Johanneskirchner Str. 100	G 040			1	1	
48	Johanneskirchner Str. 98 (WGhs.)	G 050			1	1	
49	Johanneskirchner Str. 96	G 060			1	1	
50	Johanneskirchner Str. 94	G 070			1	1	
51	Johanneskirchner Str. 92	G 080			1		
52	Grimmeisenstr. 24	G 081			1		
53	Grimmeisenstr. 22	G 082			1		
54	Grimmeisenstr. 20	G 083			1		
55	Johanneskirchner Str. 90 (1)	G 090			1		
56	Johanneskirchner Str. 90 (2)	G 100			1		
57	Grimmeisenstr. 37 (1)	G 101			1		
58	Grimmeisenstr. 37 (2)	G 102			1		
59	Grimmeisenstr. 27	G 103			1		
60	Grimmeisenstr. 29	G 104			1		
61	Grimmeisenstr. 31	G 105			1		
62	Johanneskirchner Str. 88 (2)	G 110			1		
63	Grimmeisenstr. 41 (1)	G 111			1		
64	Grimmeisenstr. 41 (2)	G 112			1		
65	Grimmeisenstr. 39	G 113			1		
66	Grimmeisenstr. 35	G 114			1		
67	Grimmeisenstr. 33	G 115			1		
68	Johanneskirchner Str. 88 (1)	G 120			1		
69	Johanneskirchner Str. 72 (Schule Neubau	G 140			1		
70	Johanneskirchner Str. 72 (Schule Neubau	G 150			1		
71	Fürkhofstr. 19 (Whs.)	G 200			1		
72	Johanneskirchner Str. 68	G 210			1		
73	Johanneskirchner Str. 66	G 220			1		
74	Johanneskirchner Str. 64	G 230			1		
75	Johanneskirchner Str. 62	G 240(Ä)	1	1	1		
76	Johanneskirchner Str. 60	G 250(N)	1	1	1		
77	Fürkhofstr. 17	G 300			1		
78	Fürkhofstr. 10	G 310			1		
79	Fürkhofstr. 16	G 340			1		
80	Fürkhofstr. 18	G 350			1		
81	Johanneskirchner Str. 58	H 010(N)	1	1	1		
82	Johanneskirchner Str. 56	H 020(Ä)	1	1	1		
83	Fürkhofstr. 07 (West)	H 030(Ä)	1	1	1		
84	Fürkhofstr. 05 (West)	H 031(Ä)	1	1			
85	Fürkhofstr. 03 (West)	H 032(Ä)		1			
86	Fürkhofstr. 02	H 040(a,Ä)		1			
87	Fürkhofstr. 06	H 050(a,Ä)		1			
88	Fürkhofstr. 04	H 060(a,Ä)	1	1			
89	Cosimastr. 170	H 070(a,Ä)	1	1			
90	Cosimastr. 168	H 080(a,Ä)		1			

Tabelle A3: Auswertung Bauszenarien; hier: Anwesen mit Überschreitung der Eingreifrichtwerte IRW + 5 dB(A), und Darstellung der Mehrfachbetroffenheiten aus angrenzenden Bauabschnitten

1	2	3	4	5	6	7	8
Ifd. Nr.	Anwesen / Immissionsort		Überschreitung des IRW + 5 dB(A) im jeweiligen Bauszenario (1 = IRW + 5 dB(A) ist überschritten)				
			BA 1		BA 2	BA 3	BA 4
			V01	V02	V03	V04	V05
91	Cosimastr. 162-168	H_090(a,Ä)		1			
Anzahl der betroffenen Anwesen je Bauszenario:			16	28	66	14	6
Gesamte Anzahl der Betroffenen mit Mehrfachbetroffenheit:			130				

Beurteilung nach AVV-Baulärm: Die Tabelle A3 zeigt die Anzahl der Anwesen, die je Bauabschnitt den maßgeblichen **Eingreifrichtwert** nach AVV-Baulärm (siehe Tabelle 1 im Kap. 3.3.2) überschreiten. Betrachtet man die gesamte Baumaßnahme unabhängig von den vier Bauabschnitten, so sind an insgesamt 91 Anwesen Betroffenheiten aus Baulärm ableitbar. Die Tabelle A3 zeigt auch, an welchen Anwesen bzgl. der Bauphasen mehrfach eine Überschreitung des IRW_(VB) zu erwarten ist.

Tabelle A4: Auswertung Bauszenarien; hier: Anwesen mit Überschreitung der jeweils maßgeblichen vorbelastungsspezifischen IRW (IRW_(VB)), d.h. Darstellung der Mehrfachbetroffenheiten aus angrenzenden Bauabschnitten

1	2	3	4	5	6	7	8
Ifd. Nr.	Anwesen / Immissionsort		Überschreitung des IRW _(VB) im jeweiligen Bauszenario (1 = IRW _(VB) ist überschritten)				
			BA 1		BA 2	BA 3	BA 4
			V01	V02	V03	V04	V05
1	Cosimastr. 215 (1) (Ghs. / Laden)	A_010(Ä)	1	1			
2	Cosimastr. 215 (2) (Ghs)	A_011(Ä)	1				
3	Cosimastr. 215 (3)	A_012(Ä)	1				
4	Cosimastr. 217 (Ghs. / Post)	A_020(Ä)	1	1			
5	Fritz-Meyer-Weg 01 (Kita)	A_030(Ä)		1			
6	Cosimastr. 219	A_040(a,Ä)		1			
7	Cosimastr. 219a	A_041(a,Ä)		1	1		
8	Cosimastr. 221	A_042(a,Ä)		1			
9	Fritz-Meyer-Weg 10	A_050(a,Ä)		1	1		
10	Fritz-Meyer-Weg 08	A_051(a,Ä)		1	1		
11	Fritz-Meyer-Weg 06	A_052(a,Ä)		1			
12	Johanneskirchner Str. 03	A_060(Ä)	1	1			
13	Johanneskirchner Str. 03a	A_070(Ä)	1	1			
14	Johanneskirchner Str. 03b	A_080(Ä)	1				
15	Johanneskirchner Str. 03c	A_090(a,Ä)	1	1			
16	Cosimastr. 204 (Kirche, Whs.)	B_010(Ä)	1	1	1		
17	Cosimastr. 204 (Kirche - Rundbau) - Gla	B_012(Ä)		1	1		
18	Cosimastr. 206	B_020(a,Ä)		1	1		
19	Cosimastr. 208	B_030(a,Ä)		1	1		
20	Cosimastr. 210	B_040(a,Ä)		1	1		
21	Cosimastr. 212	B_050(N)			1		
22	Regina-Ullmann-Str. 04 (Schule)	C_010		1	1		
23	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule)	C_020			1		
24	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule)	C_030			1		
25	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule NG1)	C_040			1		
26	Regina-Ullmann-Str. 06 (Schule NG2)	C_041			1		
27	Regina-Ullmann-Str. 05	C_060		1	1		
28	Regina-Ullmann-Str. 07	C_070		1	1		
29	Regina-Ullmann-Str. 08	C_080			1		
30	Regina-Ullmann-Str. 35	C_090			1		
31	Regina-Ullmann-Str. 37	C_091			1		
32	Cosimastr. 216	C_092			1		
33	Cosimastr. 214	C_093			1		
34	Regina-Ullmann-Str. 18	C_100			1		
35	Regina-Ullmann-Str. 20	C_110			1		

Tabelle A4: Auswertung Bauszenarien; hier: Anwesen mit Überschreitung der jeweils maßgeblichen vorbelastungsspezifischen IRW ($IRW_{(VB)}$), d.h. Darstellung der Mehrfachbetroffenheiten aus angrenzenden Bauabschnitten

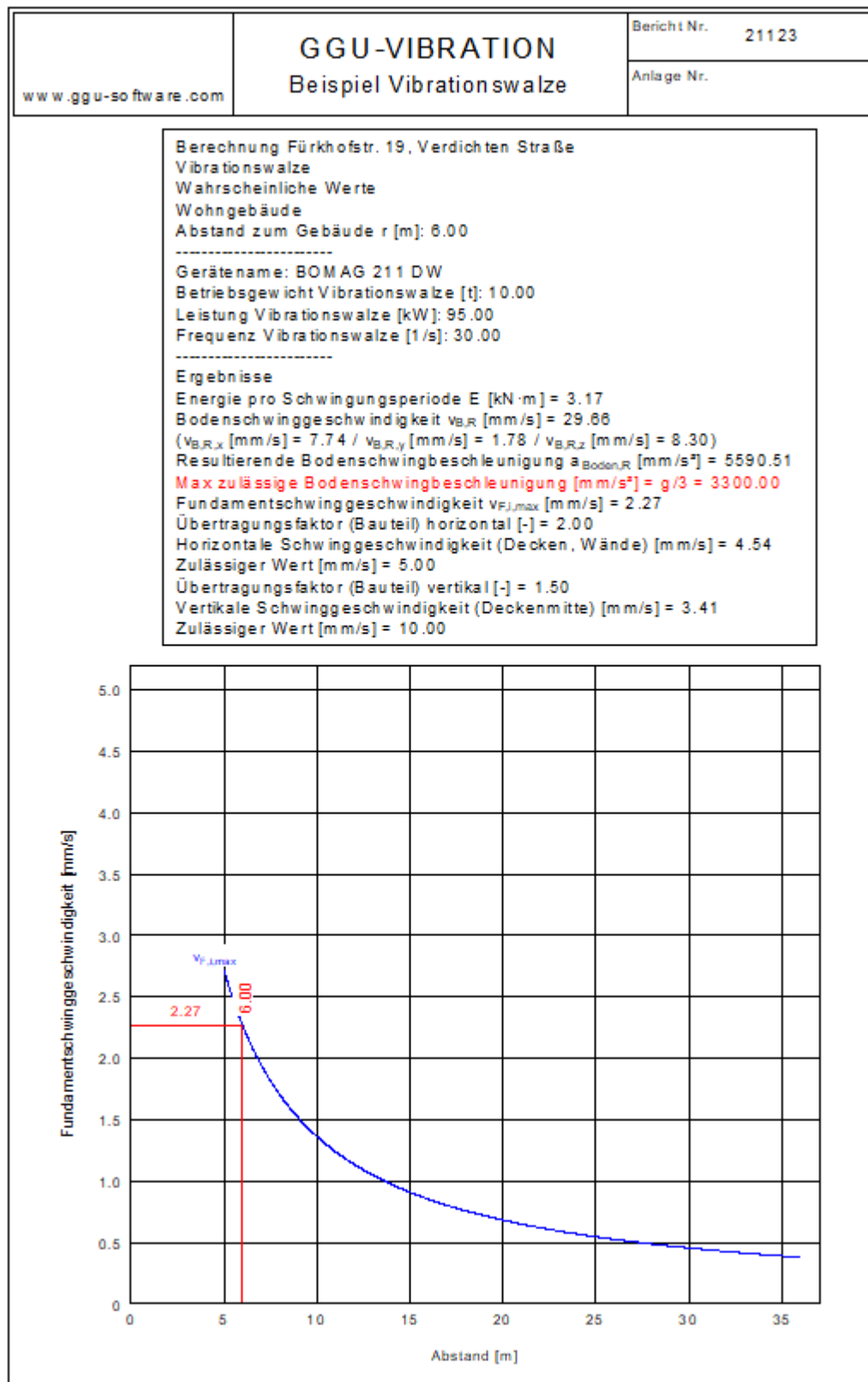
1	2	3	4	5	6	7	8
Ifd. Nr.	Anwesen / Immissionsort		Überschreitung des $IRW_{(VB)}$ im jeweiligen Bauszenario (1 = $IRW_{(VB)}$ ist überschritten)				
			BA 1		BA 2	BA 3	BA 4
			V01	V02	V03	V04	V05
36	Regina-Ullmann-Str. 22	C 130			1		
37	Johanneskirchner Str. 83	C 140			1		
38	Johanneskirchner Str. 81	C 150			1		
39	Johanneskirchner Str. 89+91	C 160			1		
40	Johanneskirchner Str. 87 (1)	C 170			1		
41	Johanneskirchner Str. 95+97	C 180			1		
42	Johanneskirchner Str. 93 (1)	C 190			1		
43	Johanneskirchner Str. 99+101+103+105	C 200			1		
44	Johanneskirchner Str. 107	C 210			1		
45	Freischützstr. 89+91 (Hochhaus)	C 220			1	1	
46	Freischützstr. 92 (Ghs.)	D 010			1	1	1
47	Freischützstr. 94 (Ghs.)	D 020				1	1
48	Freischützstr. 96	D 021					1
49	Freischützstr. 98 (WGhs.)	D 040			1		
50	Freischützstr. 100	D 041(a)			1		
51	Freischützstr. 84 (Whs.)	F 010			1	1	1
52	Freischützstr. 84a	F 020			1	1	1
53	Freischützstr. 90	F 030			1	1	1
54	Freischützstr. 82b	F 042					1
55	Freischützstr. 88a	F 050				1	
56	Freischützstr. 88	F 060(a)				1	
57	Freischützstr. 75	G 005(a)				1	
58	Freischützstr. 77	G 010(a)				1	
59	Freischützstr. 79	G 020			1	1	
60	Freischützstr. 81	G 030			1	1	
61	Johanneskirchner Str. 100	G 040			1	1	
62	Johanneskirchner Str. 98 (WGhs.)	G 050			1	1	
63	Johanneskirchner Str. 96	G 060			1		
64	Johanneskirchner Str. 94	G 070			1		
65	Johanneskirchner Str. 92	G 080			1		
66	Grimmeisenstr. 24	G 081			1		
67	Grimmeisenstr. 22	G 082			1		
68	Grimmeisenstr. 20	G 083			1		
69	Grimmeisenstr. 18	G 084			1		
70	Grimmeisenstr. 16	G 085			1		
71	Johanneskirchner Str. 90 (1)	G 090			1		
72	Johanneskirchner Str. 90 (2)	G 100			1		
73	Grimmeisenstr. 37 (1)	G 101			1		
74	Grimmeisenstr. 37 (2)	G 102			1		
75	Grimmeisenstr. 27	G 103			1		
76	Grimmeisenstr. 29	G 104			1		
77	Grimmeisenstr. 31	G 105			1		
78	Johanneskirchner Str. 88 (2)	G 110			1		
79	Grimmeisenstr. 41 (1)	G 111			1		
80	Grimmeisenstr. 41 (2)	G 112			1		
81	Grimmeisenstr. 39	G 113			1		
82	Grimmeisenstr. 35	G 114			1		
83	Grimmeisenstr. 33	G 115			1		
84	Johanneskirchner Str. 88 (1)	G 120			1		
85	Johanneskirchner Str. 72 (Schule Neubau	G 140			1		
86	Johanneskirchner Str. 72 (Schule Neubau	G 150			1		
87	Fürkhofstr. 28 (Schule Bestand 2)	G 170			1		
88	Fürkhofstr. 19 (Whs.)	G 200			1		
89	Johanneskirchner Str. 68	G 210			1		
90	Johanneskirchner Str. 66	G 220			1		
91	Johanneskirchner Str. 64	G 230			1		
92	Johanneskirchner Str. 62	G 240(Ä)			1		
93	Johanneskirchner Str. 60	G 250(N)			1		
94	Fürkhofstr. 11	G 270			1		
95	Fürkhofstr. 13	G 280			1		
96	Fürkhofstr. 15	G 290			1		
97	Fürkhofstr. 17	G 300			1		

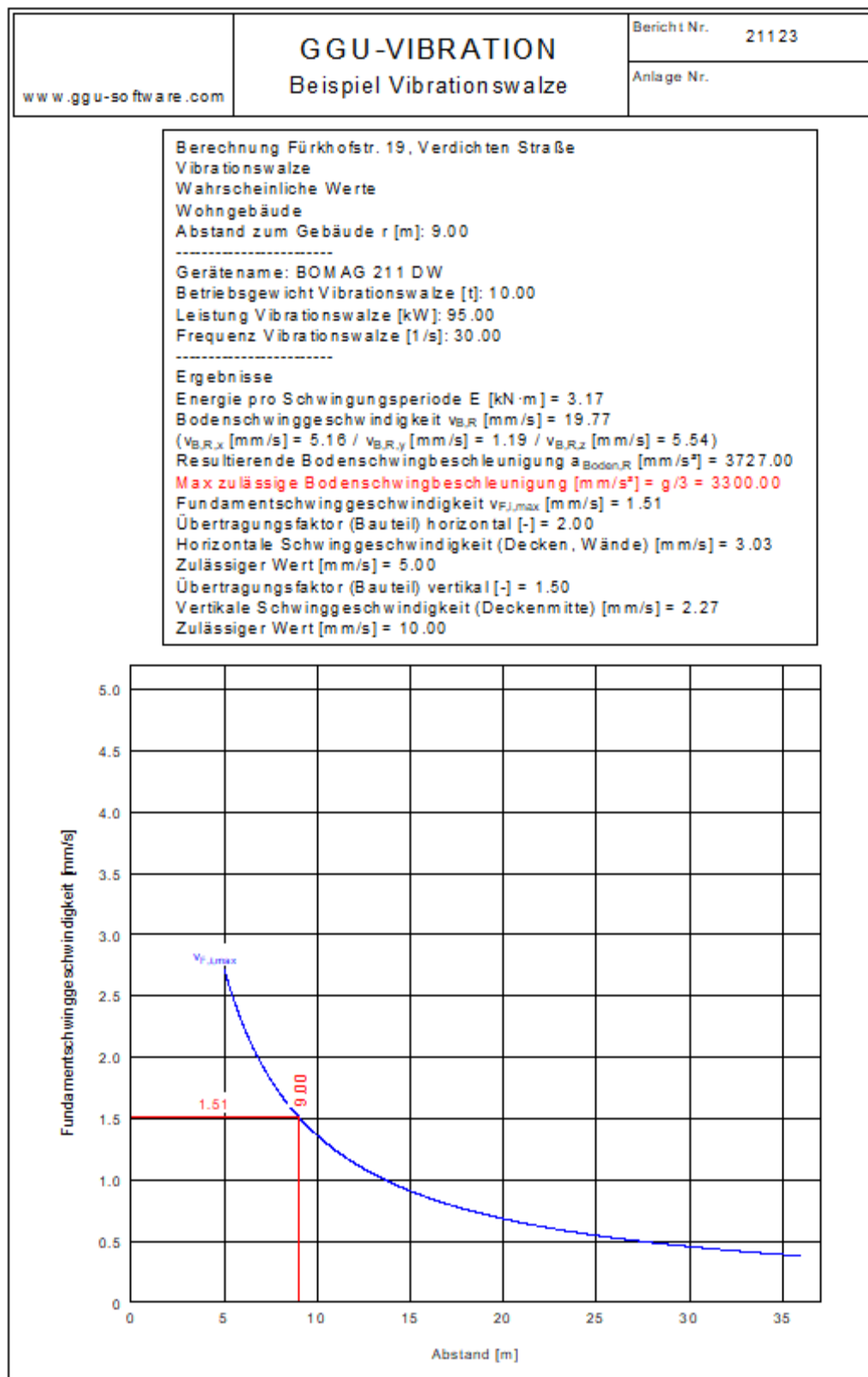
Tabelle A4: Auswertung Bauszenarien; hier: Anwesen mit Überschreitung der jeweils maßgeblichen vorbelastungsspezifischen IRW (IRW_{VB}), d.h. Darstellung der Mehrfachbetroffenheiten aus angrenzenden Bauabschnitten

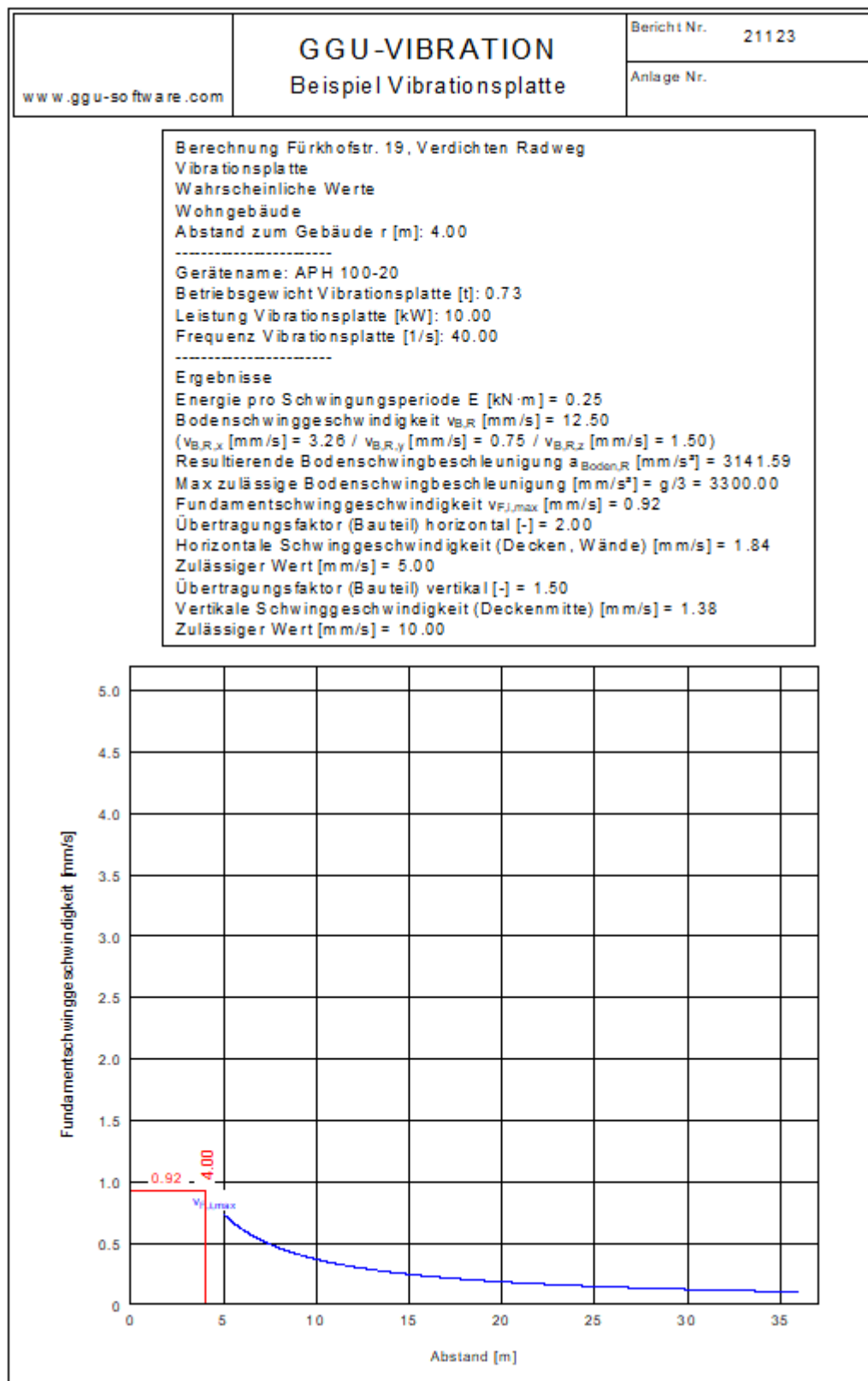
1	2	3	4	5	6	7	8
lfd. Nr.	Anwesen / Immissionsort		Überschreitung des IRW_{VB} im jeweiligen Bauszenario (1 = IRW_{VB} ist überschritten)				
			BA 1		BA 2	BA 3	BA 4
			V01	V02	V03	V04	V05
98	Fürkhofstr. 10	G_310		1	1		
99	Fürkhofstr. 12	G_320			1		
100	Fürkhofstr. 14	G_330			1		
101	Fürkhofstr. 16	G_340			1		
102	Fürkhofstr. 18	G_350			1		
103	Johanneskirchner Str. 58	H_010(N)	1	1	1		
104	Johanneskirchner Str. 56	H_020(Ä)	1	1	1		
105	Fürkhofstr. 07 (West)	H_030(Ä)	1	1			
106	Fürkhofstr. 05 (West)	H_031(Ä)	1	1			
107	Fürkhofstr. 03 (West)	H_032(Ä)		1			
108	Fürkhofstr. 02	H_040(a,Ä)	1	1	1		
109	Fürkhofstr. 06	H_050(a,Ä)	1	1			
110	Fürkhofstr. 04	H_060(a,Ä)	1	1			
111	Cosimastr. 170	H_070(a,Ä)	1	1			
112	Cosimastr. 168	H_080(a,Ä)	1	1			
113	Cosimastr. 162-168	H_090(a,Ä)	1	1			
114	Cosimastr. 160	H_100(a,Ä)	1	1			
115	Hochstiftsweg 4 (Parkhaus und Aldi)	I_010(a,Ä)	1	1			
Anzahl der betroffenen Anwesen je Bauszenario:			21	34	86	14	7
Gesamte Anzahl der Betroffenheiten mit Mehrfachbetroffenheit:			162				

Beurteilung bzgl. Vorbelastung Verkehr: Die Tabelle A4 zeigt die Anzahl der Anwesen, die je Bauabschnitt den maßgeblichen vorbelastungsspezifischen Immissionsrichtwert (siehe Kap. 3.3.5) überschreiten. Betrachtet man die gesamte Baumaßnahme unabhängig von den vier Bauabschnitten, so lassen sich an insgesamt 115 Anwesen Betroffenheiten aus Baulärm ableiten. Die Tabelle A4 zeigt auch, an welchen Anwesen bzgl. der Bauphasen mehrfach eine Überschreitung des IRW_{VB} zu erwarten ist.

Anhang 10: exempl. Berechnungsblätter Erschütterungseinwirkungen







ANLAGEN

- Anlage 1:** **Emissionstabelle - Bauszenarien**
Emissionsermittlung mit Darstellung Geräteeinsätze in den jeweiligen Bauabschnitten
- Anlage 2:** **Ergebnistabelle alle Bauszenarien (Beurteilungspegel Baulärm)**
Darstellung der untersuchten Anwesen mit fassadenscharfer Immissionspunktberechnung und Ermittlung der maßgeblichen vorbelastungsspezifischen Immissionsrichtwerte ($IRW_{(VB)}$).
- Anlage 3:** **V01: Plan 1; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)**
Berechnungsvariante V01 (s. Kap. 5.1)
Beurteilungszeitraum: Tag - kritisches Bauszenario (Abbruch Straße - Kreuzung Cosimastr.)
Isophone: Linien gleichen Beurteilungspegels in 5 m über Gelände (hier Flächendarstellung)
- Anlage 4:** **V02: Plan 2; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)**
Berechnungsvariante V02 (s. Kap. 5.1)
Beurteilungszeitraum: Tag - kritisches Bauszenario (Abbrucharbeiten im Gleisfeld)
Isophone: Linien gleichen Beurteilungspegels in 5 m über Gelände (hier Flächendarstellung)
- Anlage 5:** **V03: Plan 3; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)**
Berechnungsvariante: V03 (s. Kap. 5.1)
Beurteilungszeitraum: Tag - kritisches Bauszenario (Abbruch Straße und Grünstreifen in JK-Str.)
Isophone: Linien gleichen Beurteilungspegels in 5 m über Gelände (hier Flächendarstellung)
- Anlage 6:** **V04: Plan 4; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)**
Berechnungsvariante: V04 (s. Kap. 5.1)
Beurteilungszeitraum: Tag - kritisches Bauszenario (Abbruch Straße - Freischützstr.)
Isophone: Linien gleichen Beurteilungspegels in 5 m über Gelände (hier Flächendarstellung)
- Anlage 7:** **V05: Plan 5; 1 x Rasterlärmkarte mit Immissionsorten (Tag)**
Berechnungsvariante: V05 (s. Kap. 5.1)
Beurteilungszeitraum: Tag - kritisches Bauszenario (Erdbau / Planie Wendeschleife)
Isophone: Linien gleichen Beurteilungspegels in 5 m über Gelände (hier Flächendarstellung)