

Hinweise zur Aufstellung und Prüfung von immissionstechnischen Untersuchungen an Straßen(HiU)

4. Fortschreibung
Stand: 08/2025

Anlagen



Impressum

Herausgeber

Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung - MIL
Abteilung 4 - Verkehr
Henning-von-Tresckow-Straße 2-8
14467 Potsdam

Auftraggeber

Bearbeitung 4. Fortschreibung
Stand: 08/2025

Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg - LS
Lindenallee 51
15366 Hoppegarten

LÄRMKONTOR GmbH
Folkard Hänisch
Sebastian Eggers

baudyn GmbH
Marc Oliver Rosenquist

Landesbetrieb Straßenwesen
Brandenburg - LS
Lindenallee 51
15366 Hoppegarten
Tel.: (03342) 355-316
Fax: (03342) 355-303

Bildnachweis:

Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg - LS

Stand

August 2025

Layout und Satz

LGB (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)

Inhaltsverzeichnis

Anlage 1 Musterbericht Lärmvorsorge

Anlage 2 Musterbericht Wirtschaftlichkeit

Anlage 3 Musterbericht Lärmsanierung

Anlage 4 Musterbericht Gesamtlärm

Anlage 5 Musterbericht nachgeordnetes Netz

Anlage 6 Musterbericht Baulärm

Anlage 7 Mustertabelle Verkehrslärm Emissionen

Anlage 8 Mustertabelle Verkehrslärm Beurteilungspegel

Anlage 9 Musterpläne Verkehrslärm

Anlage 10 Musterplan Baulärm

Anlage 11 Mustertabelle Baulärm Emissionen

Anlage 12 Musterbericht nach RLuS

Anlage 13 Musterbericht Bauerschütterungen - Gutachten

Anlage 14 Musterbericht Bauerschütterungen - Prognose

Anlage 1

Beispielbericht Lärmvorsorge an einer Gemeindestraße (ohne Anlehnung an die RE 2012) aus 2022

Inhaltsübersicht

1	Aufgabenstellung	2
2	Arbeitsunterlagen.....	3
3	Grundlagen	4
	3.1 Berechnungen.....	4
	3.2 Emissionen	5
	3.3 Immissionen (Schutzbedürftigkeit).....	5
4	Beurteilungssystematik gemäß 16. BImSchV.....	7
	4.1 Rechtliche Grundlage	7
	4.2 Erheblicher baulicher Eingriff	7
	4.3 Wesentliche Änderung	8
	4.4 Immissionsgrenzwerte	8
5	Ergebnisbeurteilung	10
6	Schallschutz	11
	6.1 Diskussion | Empfehlungen.....	11
	6.2 Überschlägige Kostenschätzung.....	11
7	Fazit.....	14
8	Anlagenverzeichnis.....	16
9	Quellenverzeichnis.....	17

1. Aufgabenstellung

Im Bezirk (...) soll der (...) als wichtiger Verkehrsknotenpunkt im Zuge des Busbeschleunigungsprogramms umgebaut werden. Mit der geplanten Umgestaltung werden insbesondere für den Bus- und für den Radverkehr Verbesserungen hinsichtlich der Wegebeziehungen angestrebt.

Im Zuge eines öffentlichen Beteiligungsverfahrens wurden die Planungsmaßnahmen für die Umgestaltung erarbeitet. Räumlich und straßenseitig erfassen die Planungen neben dem eigentlichen zentralen (...) auch die angrenzenden Straßen und Kreuzungsbereiche. Im westlichen Teilbereich sind dies die (...) (...) Im östlichen Teilbereich sind dies die (...)

Mit der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung ist zu prüfen, ob durch den Umbau der Straßen eine wesentliche Änderung vorliegt und ggf. Ansprüche auf Schallschutzmaßnahmen „dem Grunde nach“ gemäß der 16. BImSchV /1/ für die angrenzenden schutzbedürftigen Nutzungen festzustellen sind.

/1/ **Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV)** vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S.1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020 (BGBl. | S. 2334) geändert worden ist“

2. Arbeitsunterlagen

Die in Tabelle 1 gelisteten Unterlagen standen für die Untersuchung zur Verfügung.

Tabelle 1: Bereitgestellte Unterlagen

Art der Unterlagen	Datei-format	bereitgestellt		
		per	Von	am
Verkehrstechnische Planunterlagen, (...)	PDF/DWG	E-Mail	(...)	20.06.2022
ALKIS-Auszug	DWG			05.05.2020
Verkehrsmengen für den Null- und Planfall	PDF/XLSX			18.07.2022
Dokumentation der Ortsbesichtigung	PDF/JPEG	-	(...)	10.06.2020
Relevante Bebauungspläne (u.a. Eppendorf 5 / 10 / 12 / 22 und der Baustufenplan (...))	PDG	-	Onlinerecherche: (...)	02.07.2020

3. Grundlagen

3.1 Berechnungen

Alle Berechnungen wurden mit dem Programm SoundPLAN, Version 8.2 vom 18.11.2022 der SoundPLAN GmbH durchgeführt.

Die Berechnungen der Beurteilungspegel für die Straßen erfolgten nach der „Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV“ ^{/1/} bzw. nach dem Teilstückverfahren der „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 2019 - RLS-19“ ^{/2/} unter Berücksichtigung der Hinweise aus den „Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen - VLärmSchR 97“ ^{/3/}.

Der Planungsbereich und seine für die schalltechnischen Berechnungen maßgebliche Nachbarschaft wurden in einem 3-dimensionalen Geländemodell digital erfasst, in dem die Gebäude sowie sonstige für Abschirmung und Reflexion relevante Elemente in ihrer Lage und Höhe aufgenommen wurden (siehe Anlage 1.1 und 1.2).

Die Lage der Straßenachsen der Bestands- und Planungssituation wurden aus den verkehrstechnischen Lageplänen in das Berechnungsmodell übernommen. Die Modellierung wurde konform zur RLS-19 vorgenommen. Aufgrund der Komplexität der sich ändernden Verkehrsführung, unter anderem die einzelnen Busspuren, wurde im Sinne der fachlichen Konsistenz von einer strengen Modellierung gemäß RLS-19 in wenigen Teilbereichen des Untersuchungsraums abgesehen und die Straßen mit mehr individuellen bzw. separaten Fahrstreifen abgebildet.

Die Immissionsorte wurden an den Gebäuden für jede Geschosslage vor den Fassaden (ohne Eigenreflexionen des Gebäudes) berücksichtigt. Weiterhin wurden schutzbedürftigen Außenwohnbereiche (vorwiegend außenliegende Balkone, die dem regelmäßigen Aufenthalt dienen) vor den Fassaden (mit Reflexionen des Gebäudes) in die Untersuchung eingestellt. Anderweitige Außenwohnbereiche (Terrassen und Freiflächen, die dem regelmäßigen Aufenthalt dienen) wurden 2 m über dem Gelände angesetzt.

Für die Ermittlung des Anspruches auf Schallschutzmaßnahmen „dem Grunde nach“ ist es nach § 1 Abs. 2 Nr. 2 der 16. BImSchV für einen Bereich mit einer wesentlichen Änderung erforderlich, dass der Beurteilungspegel – verursacht durch den zu ändernden Verkehrsweg – wesentlich erhöht wird. Gleichzeitig muss eine Überschreitung der maßgeblichen Grenzwerte der 16. BImSchV ^{/1/} vorliegen.

^{/2/} **Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 2019 - RLS-19**

Ausgabe 09.2019, Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministers für Verkehr FGSV 052, (VkB1. 2019, Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698), korrigiert Februar 2020

^{/3/} **Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97** vom 27.05.1997, zuletzt geändert durch Schreiben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vom 25.06.2010 (StB 13/7144.2/01 1206434)

Für die Berechnung der Beurteilungspegel an den Gebäuden innerhalb des Bauabschnitts (innerhalb der vorhabenbezogenen Baugrenzen, siehe Anlagen 1.1 und 1.2) wird der Verkehrsweg innerhalb des Bauabschnitts und der sich daran anschließende (baulich nicht veränderte) Verkehrsweg herangezogen. Die Beurteilungspegel an den Gebäuden außerhalb des Bauabschnitts werden ausschließlich über die Verkehrsemissionen innerhalb des Bauabschnitts berechnet.

Der zu erwartende Beurteilungspegel ist für den Zustand mit (Prognose-Planfall) und für den Zustand ohne baulichen Eingriff (Prognose-Nullfall) zu bestimmen. Die Differenz der beiden Beurteilungspegel ergibt die Pegelerhöhung aus dem baulichen Eingriff und den damit verbundenen verkehrlichen Auswirkungen.

3.2 Emissionen

Die Verkehrsbelastungsdaten für die Anzahl an Pkw und Lkw (insbesondere Busse) für den Prognose-Nullfall (Bestand) und den Prognose-Planfall (Planung) wurden vom (...) bereitgestellt. Zwischen dem Null- und Planfall ergeben sich nur geringe Veränderungen hinsichtlich der Verkehrsmengen im Straßennetz. Aufgrund der geplanten Neustrukturierung der straßenseitigen Verkehrsführung ergeben sich allerdings zum Teil deutliche Verkehrsverlagerungen auf den einzelnen Straßenachsen.

Da die Verkehrsdaten für Lastkraftwagen nicht getrennt für Lastkraftwagen ohne Anhänger (Lkw 1) und Lastkraftwagen mit Anhänger sowie Sattelkraftfahrzeuge (Lkw 2) gemäß RLS-19 /2/ vorlagen, wurden die Lkw gemäß den Vorgaben der Tabelle 2 der RLS-19 auf Lkw 1 und Lkw 2 verteilt. Da Busse als Lkw 1 klassifiziert sind, wurde auf Straßenabschnitten, die überwiegend oder ausschließlich von Bussen befahren werden alle Lkw und Busse als Lkw 1 modelliert.

Die Emissionspegel der Straßenabschnitte werden unter Angabe der zugrunde gelegten Verkehrswerte, Geschwindigkeiten, Straßenoberfläche und Mehrfachreflexion in den Anlagen 2.1 (Nullfall) und 2.2 (Planfall) aufgelistet. Die dort geführten Straßenabschnitte können anhand der bezeichnenden Abschnittsnummern in der straßenräumlichen Lage in den Anlagen 1.1 (Nullfall) und 1.2 (Planfall) zugeordnet werden.

Die Längsneigung der untersuchten Straßen liegt ggfs. über 2 %. Diese wurde, gemittelt über jeweils 20 m, aus dem Geländemodell abgeleitet.

Weiterhin wurden Standorte für zuschlagspflichtige Lichtsignalanlagen gemäß RLS-19 berücksichtigt. Die Lage kann den Anlagen 1.1 und 1.2 entnommen werden.

3.3 Immissionen (Schutzbedürftigkeit)

Anhand der festgesetzten verbindlichen Bauleitpläne sowie des Baustufenplans (...) wurden die planungsrechtlichen Nutzungseinstufungen der anrainenden Grundstücke bzw. Gebäude hergeleitet. Der (...) liegt zentral in einem

mischgenutzten Quartier. Die Erdgeschosszone ist, insbesondere in der (...), durch Einzelhandel geprägt. In den oberen Geschossen wird vornehmlich gewohnt.

Als relevante Nutzungskategorien gemäß Baunutzungsverordnung (BauNVO) ^{/4/} wurden reine und allgemeine Wohngebiete, Misch- und Kerngebiete berücksichtigt (siehe Anlagen 1.1 / 1.2).

^{/4/} Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)

4. Beurteilungssystematik gemäß 16. BImSchV

4.1 Rechtliche Grundlage

Rechtsgrundlage zur Beurteilung von Lärmschutzmaßnahmen beim Neubau oder der wesentlichen Änderung von Straßen sind die §§ 41 - 43 BImSchG ^{/5/} in Verbindung mit der 16. BImSchV ^{/1/} und sinngemäß auch die VLärmSchR 97 ^{/3/}.

Nach § 41 Abs. 1 BImSchG muss beim Bau oder der wesentlichen Änderung einer öffentlichen Straße sichergestellt werden, dass durch Verkehrsgläusche keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind (aktiver Lärmschutz). Dies gilt nach § 41 Abs. 2 BImSchG jedoch nicht, wenn die Kosten außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen.

In der Verkehrslärmschutzverordnung ^{/1/} sind die lärmschutzauslösenden Kriterien festgelegt. Hierzu zählen die Definition der wesentlichen Änderung und die Nennung der geltenden Immissionsgrenzwerte für die Gebietskategorien gemäß BauNVO ^{/4/}.

Kann eine bauliche Nutzung mit aktivem Lärmschutz nicht oder nicht ausreichend geschützt werden, besteht nach § 42 BImSchG ein Anspruch auf Entschädigung für Lärmschutzmaßnahmen an den betroffenen baulichen Anlagen in Höhe der erbrachten notwendigen Aufwendungen (passiver Lärmschutz).

Der Umfang der notwendigen Aufwendungen wird in einer Vereinbarung zwischen dem Straßenbaulastträger und dem Eigentümer der betroffenen baulichen Anlage festgelegt.

Bei Überschreitung des zutreffenden Immissionsgrenzwertes am Tage kann eine weitere Entschädigung in Geld als Ausgleich für die Beeinträchtigung von Außenwohnbereichen (AWB) infrage kommen.

Die Wahl der Lärmschutzmaßnahmen wird von der planenden Behörde unter Beachtung bautechnischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte und in Abwägung mit sonstigen Belangen getroffen. Dem aktiven (straßenseitigen) Lärmschutz wird hierbei der Vorrang eingeräumt.

4.2 Erheblicher baulicher Eingriff

Voraussetzung für die wesentliche Änderung ist ein erheblicher baulicher Eingriff (z. B. eine Verschiebung der Fahrbahnachsen).

^{/5/} **Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 | S. 123), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792)

Erheblich ist der bauliche Eingriff im Sinne der Verkehrslärmschutzverordnung, wenn in die Substanz des Verkehrsweges eingegriffen wird. Bei Straßen ist zum Beispiel auch dann ein erheblicher baulicher Eingriff gegeben, wenn Ein- und Ausfädelungstreifen, Standstreifen oder auch Radwege angelegt werden.

Der vorliegende Untersuchungsgegenstand ist die bauliche Umgestaltung des (...) als zentraler Verkehrsknotenpunkt. Diese bauliche Maßnahme an der Verkehrsanlage bedingt in verschiedenen Teilbereichen Straßenachsverschiebungen.

In diesen Bereichen ist somit ein *erheblicher baulicher Eingriff* im Sinne der 16. BImSchV /1/ gegeben.

Es ist zu prüfen, ob durch den Aus- und Umbaubereich eine *wesentliche Änderung* im Sinne der 16. BImSchV /1/ vorliegt.

4.3 Wesentliche Änderung

Eine wesentliche Änderung ist gemäß § 1 Abs. 2 der 16. BImSchV dann gegeben, wenn

1. der Verkehrsweg um ein oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr baulich erweitert wird oder
2. durch einen erheblichen baulichen Eingriff der von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehende Lärm um mindestens 3 dB steigt oder
3. durch einen erheblichen baulichen Eingriff der von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehende Lärm auf mindestens 70 dB(A) am Tage oder auf mindestens 60 dB(A) in der Nacht erhöht wird. Gleiches gilt für erhebliche bauliche Eingriffe, die vorhandene Lärmbelastungen von 70 dB(A) und mehr am Tage oder 60 dB(A) und mehr in der Nacht zusätzlich erhöhen, auch wenn eine solche Erhöhung weniger als 3 dB ausmacht (dies gilt nicht in Gewerbegebieten).

Eine originäre Erweiterung um einen durchgehenden Fahrstreifen liegt nicht vor. Vielmehr wird die bestehende Verkehrsführung planerisch mit Achsverschiebungen und Umlegungen der separaten Busspuren angepasst.

Eine wesentliche Änderung ist somit nur dann gegeben, wenn eine der oben genannten Bedingungen 2 oder 3 erfüllt ist. Die entsprechende Prüfung ist in den Anlagen 3.1 / 3.2 (Pläne) und 4.1 / 4.2 (Tabellen) dargestellt.

4.4 Immissionsgrenzwerte

Bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung von öffentlichen Verkehrswegen ist sicherzustellen, dass der ermittelte Beurteilungspegel die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV /1/ (siehe Tabelle 2) nicht überschreitet.

Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte nach 16. BImSchV

Nutzung	Grenzwerte 16. BImSchV	
	Tag	Nacht
Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime	57 dB(A)	47 dB(A)
Reine und allgemeine Wohngebiete	59 dB(A)	49 dB(A)
Kern-, Dorf- und Mischgebiete und Urbane Gebiete	64 dB(A)	54 dB(A)
Gewerbegebiete	69 dB(A)	59 dB(A)

Ferner sind die anerkannten Schwellenwerte zur Gesundheitsgefährdung von 70 dB(A) am Tag und 60 dB(A) in der Nacht bei der Beurteilung der Straßenplanungen zu beachten. Oberhalb der Grenze von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts besteht nach geltender Rechtsauffassung⁶ ein eingeschränkter Ermessensspielraum und ein erhöhtes Abwägungserfordernis.

⁶ vgl. z. B. BVerwG, Urteil vom 23.02.2005 – 4 A 5.04

5. Ergebnisbeurteilung

Die maßgeblichen Grenzwerte der 16. BImSchV /1/ werden an sowohl in der Bestands-, als auch in der Planungssituation innerhalb der Baugrenzen weitgehend flächendeckend deutlich überschritten (siehe Anlage 4.1 / 4.2).

In weiten Teilen des Plangebiets ergeben sich, aufgrund der Straßenachsananpassungen und der verlagerten Verkehre, an den Fassaden zwischen der Bestands- und in der Planungssituation nur geringe Pegelunterschiede. Je nach Teilraum variieren die Pegeldifferenzen schwerpunktmäßig in einer Größenordnung von -1 bis 1 dB. Die größten Pegelabnahmen betragen 3 dB (...)

Pegelerhöhungen um mindestens 3 dB liegen nicht vor. In der Spitze werden aufgerundet an mehreren Immissionsorten Pegelzunahmen von bis zu 2 dB festgestellt.

Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung werden sowohl in der Bestands-, als auch in der Planungssituation Beurteilungspegel von 70 dB(A) im Tagzeitraum und 60 dB(A) im Nachtzeitraum erreicht und auch überschritten. An vielen Immissionsorten werden die genannten Beurteilungspegel (Schwellenwerte zur Gesundheitsgefährdung) in der Planungssituation erstmalig erreicht oder weiter erhöht. Aus diesem Grund liegt an diesen Immissionsorten eine wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV und damit eine Anspruchsvoraussetzung auf Lärmschutz „dem Grunde nach“ am Tag und in der Nacht vor (siehe auch Spalten „wes. Änd.“ und „Anspruch“ in Anlage 4.1). Die betreffenden fassadenseitigen Immissionsorte sind in der Anlage 3.1 durch eine sechseckige Darstellung abgebildet. Weiterhin sind in Anlage 3.1 die entsprechenden Fassadenseiten gelb eingefärbt.

Des Weiteren werden Pegelerhöhungen auf bzw. oberhalb von 70 dB(A) tags in der Planungssituation für die untersuchten Außenwohnbereiche festgestellt. Aus diesem Grund liegt an diesen Immissionsorten eine wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV und damit eine Anspruchsvoraussetzung auf Lärmschutz „dem Grunde nach“ am Tag vor (siehe auch Spalten „wes. Änd.“ und „Anspruch“ in Anlage 4.2). Die betreffenden fassadenseitigen Immissionsorte sind in der Anlage 3.2 durch eine sechseckige Darstellung abgebildet.

Anhand der laufenden Nummer (Spalte „Lfd.-Nr.“ in den Anlagen 4.1 und 4.2) kann eine (stadträumliche) Zuordnung in den Plänen der Anlagen 3.1 und 3.2 erfolgen.

6. Schallschutz

6.1 Diskussion | Empfehlungen

Es wurden im Planfall an den Fassaden (Immissionsorte und Außenwohnbereiche) Ansprüche auf Lärmschutzmaßnahmen „dem Grunde nach“ festgestellt (siehe Anlagen 5.1 und 5.2).

Aufgrund der innerstädtischen Lage sind aktive Schallschutzmaßnahmen an der Emissionsquelle nur bedingt in die planerische Erwägung zu ziehen. Abschirmende Hindernisse wie Wände oder Wälle kommen nicht in Betracht, da diese unter anderem der erforderlichen Erschließung der Grundstücke und dem örtlichen Städtebau entgegenstehen.

Weiterhin ist bereits mit dem „SMA 8 Hmb“ eine lärmoptimierte Fahrbahnoberfläche im Sinne der RLS-19 verbaut.

Als verbleibende aktive Maßnahme könnte eine Geschwindigkeitsreduzierung im gesamten Planungsbereich von 50 km/h ganztags auf zukünftig 30 km/h ganztags die festgestellten Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“ voraussichtlich weitgehend aufheben.

Sofern dieser vorgeschlagene aktive Schallschutz aus verkehrsfachlichen Gründen, beispielsweise dem Erhalt der Leistungsfähigkeit des Knotens, nicht in Erwägung gezogen wird, sind die festgestellten Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“ passiv gemäß den Anforderungsbestimmungen der 24. BImSchV ^{/7/} zu schützen.

6.2 Überschlägige Kostenschätzung

Die kostenseitige Bewertung von passiven Schallschutzmaßnahmen wird über die errechnete Anzahl von Schutzfällen und der erforderlichen Herstellungskosten hergeleitet.

Ein **Schutzfall** entspricht im Rahmen dieser Untersuchung einer festgestellten Anspruchssituation auf Lärmschutz „dem Grunde nach“ pro Adresse. Pro Adresse wurden über die Geschosse repräsentative Immissionsorte berücksichtigt. Die Immissionsorte repräsentieren mehrere Fensterflächen bzw. Außenwohnbereiche (hauptsächlich Balkone) pro Geschoss.

Die **Herstellungskosten** für Schallschutzfenster und Lüftungseinrichtungen wurden den Angaben der Veröffentlichung „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2016“ ^{/8/} zugrunde gelegt. Die Kosten für die Entschädigungen

^{/7/} **Vierundzwanzigste Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege – Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV)** vom 04.02.1997 (BGBl. I S. 172, 1253), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. September 1997 (BGBl. I S. 2329)

^{/8/} **Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2016**
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Straßenbau, 2017

von Außenwohnbereichen (hier vornehmlich: Balkone) wurden auf Basis von Erfahrungswerten in Anlehnung an die Grundsätze der VLärmSchR 97 /3/ ermittelt.

Bemessung passive Schallschutzmaßnahmen

Aufgrund der sehr hohen Vorbelastung im Bestandsfall werden die festgestellten Anspruchssituationen durch das Erreichen bzw. das Überschreiten der Schwellenwerte zur Gesundheitsgefährdung von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts in der Planungssituation durch die wesentliche Änderung ausgelöst. Die Ansprüche an den Immissionsorten werden immer sowohl am Tag als auch in der Nacht festgestellt. Für die Außenwohnbereiche ist der Tag relevant.

Bei der Abschätzung notwendiger passiver Schallschutz- bzw. Ausgleichsmaßnahmen wurde von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Pro Geschoss sind zwei Wohneinheit betroffen. Pro Wohnung sind durchschnittlich ein Raum mit Tag- und ein Raum mit Nachtnutzungen vorhanden. Dies entspricht zwei Räumen pro Wohnung und vier pro Geschoss. In jedem Raum ist im Durchschnitt ein Fenster von 2 m² vorhanden. Aufgrund der hohen Vorbelastung wird davon ausgegangen, dass maximal 50 % der Fenster ersetzt werden müssen.
- Bei Überschreitungen der maßgebenden Immissionsgrenzwerte für den Nachtzeitraum wurde in einer Anspruchssituation je eine schallgedämmte Lüftungseinrichtung pro Raum mit Nachtnutzung unterstellt.
- Eine Dachsanierung wird in 50 % aller zum Schlafen geeigneten Räumen als Kostenfaktor angesetzt. Für ein konventionelles Dach kann bei typischer Bauweise von einem Schalldämm-Maß von ca. 30 bis 35 dB ausgegangen werden. In vielen Fällen wird hier jedoch bereits ein besseres Schalldämm-Maß vorhanden sein. Es wurde von ca. 15 m² pro Dachschräge ausgegangen.
- Die Kosten für den erforderlichen passiven Schallschutz wurden anhand der Verrechnungssätze laut Bundesstatistik 2016 /3/ abgeschätzt. Hierbei wurden folgende Annahmen zu mittleren Kosten für passiven Schallschutz inklusive des Einbaus getroffen:
 - Lüftungseinrichtungen: 596 €/Lüftungseinheit
 - Schallschutzfenster: 592 €/m²
 - Für die Dachsanierung wurden aus Erfahrungswerten 400 €/m² bei 15 m² zu sanierender Dachfläche pro Schutzfall angenommen.
- Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund der innerstädtischen Lage pro Geschoss zwei adressbezogenen Außenwohnbereiche mit Ausgleichzahlungen zu entschädigen sind. Die Entschädigungskosten für den Ausgleich von belasteten Außenwohnbereichen wurden wie folgt angesetzt:
 - Balkon/Terrasse: 2.000 € / Einheit

Überschlägige Kostenschätzung

In Tabelle 3 sind die so vorgenommenen Kostenschätzungen zusammengestellt.

Tabelle 3: Kostenschätzung für passiven Schallschutz und Entschädigung

Kostenposition	Anzahl der Einheiten für den Ausgleich	Kosten
Fenster	528	625.152 €
Lüfter	528	314.688 €
Dachsanierung	40	120.000 €
Entschädigung Außenwohnbereich	110	220.000 €

Im Ergebnis ergeben sich prognostizierte Kosten für die Herstellung von passivem Schallschutz an den Gebäuden von 1.059.840 €.

Weiterhin sind die Außenwohnbereiche für insgesamt 220.000 € zu entschädigen. Überschlägig wird geschätzt, dass die Herstellung für passive Maßnahmen und den monetären Entschädigungsausgleich in etwa eine **Gesamtsumme von 1.279.840 €** erreicht.

Es ist darauf hinzuweisen, dass diese Summe unter konservativen Annahmen ermittelt wurde.

7. Fazit

Im Bezirk (...) soll der (...) als wichtiger Verkehrsknotenpunkt im Zuge des Busbeschleunigungsprogramms umgebaut werden. Mit der geplanten Umgestaltung werden insbesondere für den Bus- und für den Radverkehr Verbesserungen hinsichtlich der Wegebeziehungen angestrebt.

Mit der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung war zu prüfen, ob durch den Umbau der Straßen eine wesentliche Änderung vorliegt und ggf. Ansprüche auf Schallschutzmaßnahmen „dem Grunde nach“ gemäß der 16. BImSchV /1/ für die angrenzenden schutzbedürftigen Nutzungen festzustellen sind.

Im Ergebnis wurden für mehrere Gebäude fassadenseitig und auch für Außenwohnbereiche Ansprüche auf Schallschutzmaßnahmen „dem Grunde nach“ gemäß der 16. BImSchV festgestellt.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die festgestellten Ansprüche nach Adressen gelistet. Die dazugehörigen Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen 5.1 und 5.2 dargestellt.

Tabelle 4: Anspruchsberechtigte Adressen

Nr.	Adresse	Anspruch auf Lärmschutz „dem Grunde nach“	
		Fassade	Außenwohnbereich
1	(...)	X	
2	(...)	X	X
3	(...)	X	X
4	(...)	X	X
5	(...)	X	
6	(...)	X	
7	(...)	X	X
8	(...)	X	
9	(...)	X	
10	(...)	X	
11	(...)	X	X
12	(...)	X	X
13	(...)	X	
14	(...)	X	
15	(...)	X	
16	(...)	X	
17	(...)	X	

Als aktive Schallschutzmaßnahme könnte eine Geschwindigkeitsreduzierung im Bereich der Baugrenzen von 50 km/h ganztags auf zukünftig 30 km/h ganztags als Lärminderungsmaßnahme in Erwägung gezogen werden.

Bei weiterhin verbleibenden Ansprüchen oder Nichtumsetzung der vorgeschlagenen aktiven Schallschutzmaßnahme sind die festgestellten Anspruchssituationen „dem Grunde nach“ passiv gemäß den Anforderungsbestimmungen der 24. BImSchV /7/ auszugleichen.

Hamburg, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

8. Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1 Lageplan Bestandssituation

Anlage 1.2 Lageplan Planungssituation

Anlage 2.1 Verkehrsemissionen Bestandssituation

Anlage 2.2 Verkehrsemissionen Planungssituation

Anlage 3.1 Lageplan mit Ansprüchen auf Lärmschutz „dem Grunde nach“
(Fassaden)

Anlage 3.2 Lageplan mit Ansprüchen auf Lärmschutz „dem Grunde nach“
(Außenwohnbereiche)

Anlage 4.1 Tabelle mit den adressbezogenen Berechnungsergebnissen und
Darstellung der Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“
(Fassaden)

Anlage 4.2 Tabelle mit den adressbezogenen Berechnungsergebnissen und
Darstellung der Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“
(Außenwohnbereiche)

Anlage 5.1 Tabelle mit der adressbezogenen Darstellung der
zusammengefassten Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“
(Fassaden)

Anlage 5.2 Tabelle mit der adressbezogenen Darstellung der
zusammengefassten Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“
(Außenwohnbereiche)

9. Quellenverzeichnis

Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S.1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert worden ist“

Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 2019 - RLS-19 Ausgabe 09.2019, Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministers für Verkehr FGSV 052, (VkBl. 2019, Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698), korrigiert Februar 2020

Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97 vom 27.05.1997, zuletzt geändert durch Schreiben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vom 25.06.2010 (StB 13/7144.2/01 1206434)

Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 | S. 123), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792)

Vierundzwanzigste Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege – Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 04.02.1997 (BGBl. I S. 172, 1253), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. September 1997 (BGBl. I S. 2329)

Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2016 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Straßenbau, 2017)

Anlage 2

Beispielbericht Wirtschaftlichkeit der

Lärmschutzmaßnahmen

Neubau einer BAB

aus 2015

Straßenbauverwaltung: (...) Straße : BAB (...)
Neubau der BAB (...), Bauabschnitt 2/2 zwischen (...) und (...)
PROJIS-Nr.: 04820045 30

Unterlage 17.1.3

Schalltechnische Untersuchungen - Wirtschaftlichkeit der Lärmschutzmaßnahmen -

aufgestellt: (...) (...), den 20.02.2015 gez. (...)	

Neubau der BAB (...)
zwischen (...) und (...)

Schalltechnische Untersuchungen

- Wirtschaftlichkeit der Lärmschutzmaßnahmen -

Gliederung der Unterlage 17.1.3:

- 17.1.3 Erläuterungsbericht
- 17.1.3.1 Lageplan (mit Kennzeichnung der Lärmschutzmaßnahmen)
- 17.1.3.2 Schallimmissionsplan Variante 8 (Vorzugsvariante), Tag
- 17.1.3.3 Schallimmissionsplan Variante 8 (Vorzugsvariante), Nacht
- 17.1.3.4 Differenzpegelplan Variante 8 (Vorzugsvariante) - Variante ohne Lärmschutz, Tag
- 17.1.3.5 Differenzpegelplan Variante 8 (Vorzugsvariante) - Variante ohne Lärmschutz, Nacht

Unterlage 17.1.3

Erläuterungsbericht

Schalltechnische Untersuchungen

- Wirtschaftlichkeit der Lärmschutzmaßnahmen -

Gliederung	Seite
1 Aufgabe	2
2 Grundlagen	3
2.1 Allgemeines	3
2.2 Grenzwerte	4
2.3 Lärmschutzmaßnahmen	5
3 Methode zur Ermittlung des Verhältnisses Kosten zu Schutzzweck.....	8
4 Kosten	12
5 Schutzbedürftigkeit der Nutzungen.....	14
6 Schalltechnische Berechnungen der Lärmschutzvarianten	15
6.1 Beurteilungspegel ohne Lärmschutz (Variante 1)	15
6.2 Auswahl der Lärmschutzanlagen	15
6.3 Lärmschutzvarianten.....	16
7 Auswertung der Lärmschutzvarianten	22
8 Fazit	29
9 Fundstellen	31

1. Aufgabe

Bei der Baumaßnahme Bauabschnitt BA 2/2 der A (...) handelt es sich um einen Neubau im Sinne der Verkehrslärmschutzverordnung (16 BImSchV).

Weil durch den Verkehrslärm, der von der A (...) im Bauabschnitt 2/2 ausgeht, in der Nachbarschaft zur A (...) die Grenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung überschritten werden, sind Maßnahmen zur Verhinderung von Grenzwertüberschreitungen zu prüfen.

Mit der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung wird die Wirtschaftlichkeit von Lärmschutzmaßnahmen ermittelt. Sollte der „Vollschutz“ unter diesen Aspekten nicht geeignet sein, werden diverse Lärmschutzmaßnahmen geprüft und eine angemessene Vorzugsvariante für den Lärmschutz herausgearbeitet (vgl. Kapitel 6.3).

2. Grundlagen

2.1 Allgemeines

Die örtliche Situation ist dem Übersichtslageplan (Unterlage 7.1) zu entnehmen. Das zu untersuchende Gebiet befindet sich beiderseits des Bauabschnittes 2/2 der Bundesautobahn (...). Die Tiefe des Untersuchungsbereiches beträgt rd. 500 m, weil außerhalb dieses Korridors auch bei freier Schallausbreitung keine Grenzwertüberschreitungen durch den Lärm der A (...), Bauabschnitt 2/2 ermittelt wurden.

Für Objekte im Bereich des Neu- bzw. Ausbauabschnittes werden die Emissionen der Straße auch über den Bauabschnitt hinaus berücksichtigt (Bauabschnitt 2/1 und Zubringer (...)). Für schutzwürdige Objekte außerhalb des Bauabschnittes gehen nur die Emissionen der ausgebauten Straße in die Berechnungen ein. Wird für die letztgenannten Objekte ein Anspruch ausgewiesen, so erfolgt die Dimensionierung der Schallschutzmaßnahmen jedoch auf der Grundlage der Beurteilungspegel der gesamten Straße (Ausbauabschnitt und Bauabschnitt 2/1 im Westen sowie der Zubringer (...) im Osten).

Als Emittenten werden neben der neu- bzw. ausgebauten Straße die Ein- und Ausfädelungstreifen und Verbindungs- und Parallelrampen an der Anschlussstelle (...) berücksichtigt. Die Emissionspegel des Ausbauabschnittes werden unter Angabe der zugrunde gelegten Verkehrswerte, Geschwindigkeiten, Straßenoberfläche und Steigungen bzw. Gefälle sowie der resultierenden Geschwindigkeitskorrekturen in Unterlage 17.1.2.1 aufgelistet.

Das eingegrenzte Gebiet wurde auf das Vorhandensein schutzbedürftiger Bebauung hin untersucht. Grundlage dazu bilden Katasterpläne, Programmdateien früherer schalltechnischer Untersuchungen und Luftbildaufnahmen. Die Pläne wurden vor Ort durch Vergleich mit vorhandener Bebauung geprüft. Die zutreffende Gebietsnutzung ist nach Bebauungsplänen oder, wenn diese nicht vorliegen, nach tatsächlicher Nutzung festgesetzt worden. Die Bebauung sowie die Gebietseinstufung wurden in den Lageplänen der Unterlage 7.2.1 ff. dargestellt.

Es standen folgende Unterlagen zur Verfügung

- SoundPlan-Dateien einer früheren schalltechnischen Untersuchung (übermittelt von der (...)),
- Verkehrsmengen (von (...), Stand 04.03.2014, Sonderbericht für das Planfeststellungsverfahren zum Bauabschnitt 2/2 – Juni 2014),
- Unterlage 11 der Planfeststellung mit Blauzeichnungen aus dem Jahre 2008 (übermittelt per CD von der (...) am 22.04.2013),
- Bebauungspläne Nr. 216, 240, 272, 410, 597, 1413, 1973 und 1842 der (...)
- ALKIS-Daten (übermittelt von der (...) am 22.04.2013),

- EDV-Daten der Trassierung für die A (...) (übermittelt von (...) am 29.11.2013),
- Orthofotos (übermittelt per CD von (...) am 22.04.2013).

Die Berechnung wurde unter Verwendung des digitalen Rechenprogrammes IMMI (Version 2013) durchgeführt.

2.2 Grenzwerte

Ab wann ist eine Straße laut? Das wird von jedem Anwohner unterschiedlich empfunden. Belastungen durch Lärm können sich im Wohnumfeld durch Störungen der Kommunikation, durch Störungen der Nachtruhe oder durch eine eingeschränkte Nutzbarkeit von Garten, Terrasse und Balkon ausdrücken. Die Lärmwirkungsforschung hat bis heute viele Untersuchungen dazu durchgeführt¹ und Kriterien entwickelt, die ein Versuch der Objektivierung der Lärmwirkung an den durchschnittlichen erwachsenen Menschen richten. Dabei ist im Wesentlichen zu unterscheiden zwischen der Belästigung und der Gesundheitsgefährdung. Der Unterschied ist in der nachfolgenden Abbildung erklärt.

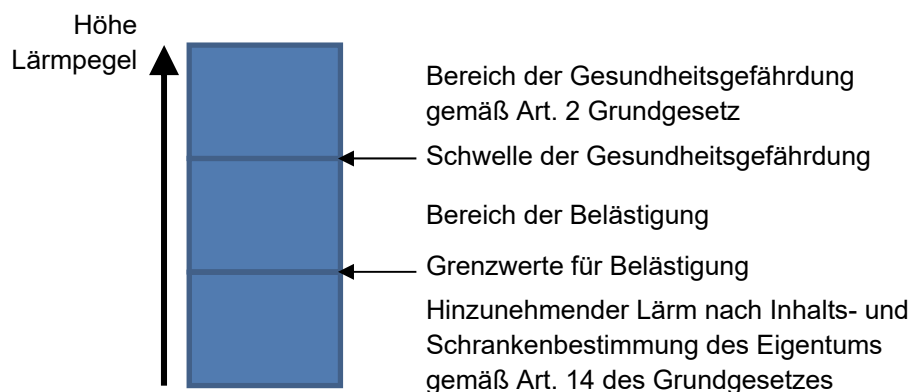


Abbildung 1: Stufen der Lärmbelastung

Der Gesetzgeber hat in der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) für den Bau und die wesentliche Änderung von Verkehrswegen Grenzwerte für nicht hinzunehmende Belästigungen verfasst.

¹ **Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU);**
Umwelt und Gesundheit, Risiken richtig einschätzen; Deutscher Bundestag Drucksache
14/2300 (2008)

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte

Nutzung	Grenzwerte 16. BImSchV	
	Tag	Nacht
Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime	57 dB(A)	47 dB(A)
Reine und allgemeine Wohngebiete	59 dB(A)	49 dB(A)
Kern-, Dorf- und Mischgebiete	64 dB(A)	54 dB(A)
Gewerbegebiete	69 dB(A)	59 dB(A)

Für Sondergebiete nach § 10 BauNVO haben sich in der Verwaltungspraxis, gestützt durch Verwaltungsgerichtsentscheidungen² folgende Immissionsgrenzwerte durchgesetzt:

Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte für Sondernutzungen

Sondergebiete, die der Erholung dienen	Grenzwerte	
	Tag	Nacht
Kleingartengebiete (wie Kern-, Dorf-, Mischgebiete)	64 dB(A)	54 dB(A)
Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplatzgebiete (wie Kern-, Dorf-, Mischgebiete)	64 dB(A)	54 dB(A)

Für Parkanlagen, Erholungswald, Sport- und Grünflächen, Friedhöfe oder ähnliche Flächen kann nach der 16. BImSchV kein Lärmschutz gewährt werden. Hier fehlt das Merkmal der Nachbarschaft, d. h. die Zuordnung zu einem bestimmten Personenkreis mit regelmäßigem und nicht nur vorübergehendem Aufenthalt.

2.3 Lärmschutzmaßnahmen

Nach § 50 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und dem darin enthaltenen Trennungsgebot sind bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete so weit wie möglich vermieden werden.

Die oben genannten Grenzwerte gelten nur für den Bau (oder der wesentlichen Änderung) von Straßen. Die Grenzwerte gelten also auch nur für Nutzungen, die an der Neubaustrecke liegen. Nach § 41 BImSchG gilt: „Bei dem Bau oder der

² Kleingartengebiete: BVerwG 4 B 230.91, Beschluss vom 17. März 1992;
Wochenendhausgebiete: BVerwG 4 B 170/93, Beschluss vom 20. Oktober 1993;
Campingplatzgebiete: OVG Lüneburg 7 K3383/92, Urteil vom 15. April 1993

wesentlichen Änderung öffentlicher Straßen sowie von Eisenbahnen, Magnetschwebbahnen und Straßenbahnen ist unbeschadet des § 50 sicherzustellen, daß durch diese keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.“

- „sicherstellen“ heißt: Die Grenzwerte sind einzuhalten.
- „hervorgerufen werden können“ heißt: Das gilt von heute bis in der Zukunft, deswegen Verkehrsprognosen.
- „durch diese“ heißt: Nur der Neubauabschnitt, nicht weitere Straßen.

In Absatz 2 dieses gleichen Artikels heißt es: „Absatz 1 gilt nicht, soweit die Kosten der Schutzmaßnahme außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen würden.“ Obwohl also das Gesetz den Vollschutz, d. h. die Einhaltung der Grenzwerte an allen Gebäuden, Terrassen etc. anstrebt, unterliegen die Schutzmaßnahmen einer Verhältnismäßigkeitsprüfung. In die Abwägung für die Dimensionierung der Schutzmaßnahmen ist die heutige Vorbelastung durch Lärm sowie das Kosten-Schutzzweck-Verhältnis zu berücksichtigen. Weiterhin sind landschaftsgestalterische und städtebauliche Gesichtspunkte (z. B. Sichtbeziehungen, Verschattungen) in die Abwägung einzubeziehen.

Ist die Notwendigkeit von Schallschutzmaßnahmen nachgewiesen, d. h. bestehen Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“, weil in der Nachbarschaft die Immissionsgrenzwerte durch den Lärm von der A-Straße überschritten werden, wird vorrangig auf aktive Maßnahmen, d. h. Maßnahmen an der Straße, abgestellt. Aus der Sicht der Straßenplanung kommen als aktive Maßnahmen neben der Linien- und Gradientenführung lärmindernde Straßenoberflächen und Schallschirme in Frage. Lärmindernde Straßenoberflächen mit einer Pegelminderung von 2 dB(A) haben dabei Vorrang vor allen anderen Schallschutzmaßnahmen. Als Lärmschirme kommen in der angegebenen Rangfolge in Frage:

- Lärmschutzwall (entfällt in diesem Fall),
- Lärmschutzwall mit aufgesetzter Wand (entfällt in diesem Fall),
- Lärmschutzwall mit Stützmauer (entfällt in diesem Fall),
- Steilwall (entfällt in diesem Fall),
- Lärmschutzwand,
- Einhausung.

Aufgrund der beengten Verhältnisse, die auch dadurch in Ausdruck gebracht werden, dass der Seitenstreifen entfällt, sowie der Trassenführung, die bis Bau-km (...) weiter in Hochlage, danach in einem schmalen Korridor geländegleich zwischen Gewerbebauten weitergeführt wird, um dann in einem Trog überzugehen, besteht für Wälle kein Platz, so dass alle Lärmschutzmaßnahmen mit Wall entfallen.

Als aktive Lärmschutzmaßnahmen bleiben:

- Einhausung,
- lärmindernder Straßenbelag mit Pegelminderung mit etwa -2 dB(A),
- Lärmschutzwand,
- lärmindernder Straßenbelag mit Pegelminderung mit etwa -5 dB(A).

3. Methode zur Ermittlung des Verhältnisses Kosten zu Schutzzweck

Das vorrangige Schutzziel ist die Ausführung der Lärmschutzvariante als „Vollschutz“. Diese stellt die methodische Ausgangsvariante für die Ermittlung des Verhältnisses Kosten zu Schutzzweck dar. Darauf aufbauend wird inkrementell das Kosten-Nutzen-Verhältnis für weitere Lärmschutzvarianten ermittelt.

Im Ergebnis des Kosten-Schutzzweck-Verhältnisses stehen Tabellen und Grafiken für jede Lärmschutzmaßnahme, in der die lärmbelasteten Wohneinheiten (WE) Lärmpegelklassen und Kosten der Lärmschutzmaßnahme zugeordnet sind. Aus dem Vergleich der Lärmschutzmaßnahmen, der Wirkung auf die Wohneinheiten und die Kosten ist daraus eine Maßnahme zu wählen, welche im Vergleich ein angemessenes Kosten-Schutzzweck-Verhältnis aufweist. Die oben erwähnten Belange des Städte- und Landschaftsbaus und der Lärmvorbelastung sind zu berücksichtigen.

Wohneinheiten

Den Gebäuden und Kleingärten sind Wohneinheiten zuzuordnen.

Innerhalb des Untersuchungsraums befinden sich verschiedene Gebäudenutzungen und -typen, die bei der Erfassung der Wohneinheiten berücksichtigt werden. Die Wohnnutzung erfolgt im Plangebiet in Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern. Ein Einfamilienhaus entspricht 1 WE. Zur Bestimmung der Anzahl an Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern wird das durchschnittliche Wohnungsvolumen (...) Geschosswohnungen (dieser liegt bei $278,6 \text{ m}^3$ pro WE³) herangezogen. Entsprechend wird für die Bestimmung der WE-Anzahl pro Mehrfamilienhaus das Gesamtgebäudevolumen durch das durchschnittliche Wohnungsvolumen dividiert. Eine Kleingartenparzelle wird als halbe Wohneinheit berücksichtigt (0,5 WE). Die Umrechnung von Bürogebäuden auf die Referenz der Wohneinheit erfolgt über die Festlegung, dass $2 \cdot 278,6 \text{ m}^3 = 557,2 \text{ m}^3$ Bürovolumen 1 WE entsprechen. Die $557,2 \text{ m}^3$ Bürovolumen entsprechen dabei dem doppelten Volumen einer durchschnittlichen (...) Wohnung. Es sind zwei Schulen im Plangebiet ansässig. Die Schulen haben insgesamt 23 bzw. 14 Klassen. Die Umrechnung von Schulgebäuden auf die Referenz der Wohneinheit erfolgt über die Festlegung, dass eine Schulklasse 1 WE entspricht. Zudem liegt ein Kindergarten mit 3 Gruppen im Untersuchungsraum. Es wird festgelegt, dass jede Gruppe einer Schulklasse entspricht und somit 1 WE darstellt. Daneben befindet sich im Plangebiet ein Altenwohnheim. Dieses hat 115 bewohnte Zimmer. Jedes dieser

³ berechnet sich folgendermaßen: (...) hat je Wohneinheit eine Fläche von $79,6 \text{ m}^2$ (aus: Statistisches Bundesamt, Fachserie 5, Reihe 3, Bautätigkeit und Wohnungen, Bestand an Wohnungen, Stand: 31.12.2011, Wiesbaden 2014), bei Geschosshöhe von 2,80 m also $222,9 \text{ m}^3$ Wohnvolumen; bei einem Anteil von 20% Nebenräume in Gebäuden entspräche das $278,6 \text{ m}^3$ Gebäudevolumen je Wohneinheit.

Zimmer wird wie 1 WE gewertet. Die Zuordnung Nutzungen/Gebäude zu Wohneinheiten wird in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 3: Zuordnung Nutzungen/Gebäude zu Wohneinheiten

EFH (Einfamilienhaus)	1 WE
MFH (Mehrfamilienhaus, Geschosswohnungsbau)	1 WE / 278,6 m ³
Bürogebäude	1 WE / 557,2 m ³
Schule 1: 504 Schüler, 23 Klassen	23 WE
Schule 2: 277 Schüler, 14 Klassen	14 WE
Kindergarten 1: 70 Kinder -> 3 Gruppen wie eine Klasse	3 WE
Altenwohnheim 1: 68 EZ, 4 DZ, 43 EZ/DZ mit Service -> 115 Zimmer	115 WE

Berechnungsmethode

Die Berechnungen an den Gebäuden wird in Anlehnung an die VBEB⁴ ausgeführt. An jeder Fassade des Gebäudes wird über alle Stockwerke jeweils ein Berechnungspunkt 20 cm unterhalb der Geschossoberkante gesetzt. Ist eine Fassade breiter als 5 m, wird die Fassade in Teilfassaden ≤ 5 m unterteilt. Breite Fassaden haben also mehrere Berechnungspunkte je Stockwerk. Aus dem Quotienten Anzahl der WE / Anzahl Berechnungspunkte ergibt sich der Anteil der WE, die einem Berechnungspunkt zugeordnet sind.

Bei Kleingartenparzellen wird der Beurteilungspegel in Anlehnung an die VLärmSchR 97 in 2 m Höhe über der Mitte des Grundstückes ermittelt.

Ob der Tag- oder der Nachtpegel zur Bewertung herangezogen wird, hängt von der Ausübung der Nutzung ab. Bei Wohngebäuden und Altenwohnheimen wird der Nachtwert herangezogen. Bei Bürogebäuden, Schulen, Kleingärten und Kindergärten ist die typische Ausübung am Tage, so dass für diese Nutzungen der Tagwert herangezogen wird.

Die Grenzwertpegel, oberhalb derer eine Bewertung vorgenommen wird, sind die Immissionsgrenzwerte (IGW) der 16. BImSchV. Die IGW sind abhängig von der Art der baulichen Nutzung.

⁴ Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB) vom 9. Februar 2007

Bewertungsmethode

Ein Maß für die Bewertung der Überschreitungen über den Immissionsgrenzwert ist das Lästigkeitsmaß, mit

$$\text{Lästigkeitsmaß LKM} = 2^{0,1 \cdot L_r} - 2^{0,1 \cdot IGW}$$

mit L_r – Beurteilungspegel in dB(A) und

IGW – Immissionsgrenzwert in dB(A).

Das Lästigkeitsmaß ist bei Pegeln kleiner oder gleich dem Immissionsgrenzwert Null und steigt mit der Höhe der Überschreitung über den Immissionsgrenzwert an. Weil die Fassaden in 5 m-Teilfassaden unterteilt werden, entstehen bei größeren Gebäuden entsprechend mehr Berechnungspunkte und auch das Lästigkeitsmaß steigt.

Bei der Bewertungs-Methode wird aus der Summe der Lästigkeitsmaße ohne Lärmschutz und der Summe der Lästigkeitsmaße mit Lärmschutz eine Effektivität abgeleitet, die wie folgt definiert ist:

$$\text{Effektivität} = \frac{\sum LKM^{oLS} - \sum LKM^{mLS}}{\sum LKM^{oLS}}$$

mit $\sum LKM^{oLS}$ – Summe aller Lästigkeitsmaße ohne Lärmschutz und

mit $\sum LKM^{mLS}$ – Summe aller Lästigkeitsmaße mit Lärmschutz, dem verbleibenden Lästigkeitsmaß.

Bei Vollschutz $\sum LKM^{mLS} = 0$ ergibt sich für die Effektivität 1 oder 100 %.

Das Verhältnis der Kosten zum Schutzzweck wird hier über die sog. Effizienz beschrieben:

$$\text{Effizienz} = \text{Effizienz (Kosten)} = \frac{\sum LKM^{oLS} - \sum LKM^{mLS}}{\text{Kosten [T€]}}$$

Je höher der Wert der Effizienz, desto wirtschaftlicher ist die Lärmschutzmaßnahme.

Um Effektivität und Effizienz gemeinsam bewerten zu können, werden noch zwei weitere Auswertungen vorgenommen, zum einen das Produkt aus Effektivität und Effizienz

$$\text{Effektivität} \cdot \text{Effizienz} = \text{const.},$$

welches die Wirkung und Wirtschaftlichkeit der Lärmschutzmaßnahme gleichberechtigt und gemeinsam berücksichtigt.

Zum anderen wird die Effizienz auch zum verbleibenden Lästigkeitsmaß in Beziehung gesetzt, also

$$\text{Effizienz} = \text{Effizienz (verbleibenden LKM)} = \frac{\sum LKM^{oLS} - \sum LKM^{mLS}}{\text{Kosten [T€]}},$$

um Wirtschaftlichkeit und Wirkung gemeinsam herauszuarbeiten.

4. Kosten

Die Einheitspreise für die Lärmschutzbauwerke sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 4: Kosten der Lärmschutzbauwerke

Bauteil	Einheit	Menge	Einheitspreis	Baukosten (brutto)	kapital. Gesamtkosten
			a) Herstellung	a) Herstellung	Herstellung
			b) Abbruch	b) Abbruch	u. Erhaltung
			[€]	[€]	[€]
1	2	3	4	5	6
Lärmschutzbauwerke					
Lärmschutzwände					
aus Acryl- oder Verbundglas	qm	1	a) 457,33	a) 600,00	1.148,61
		1	b) 45,73	b) 60,00	
aus Aluminium	qm	1	a) 228,66	a) 300,00	507,99
		1	b) 22,87	b) 30,00	
Deckschichten					
SMA Deckschicht 3,5 cm	qm	17	a) 9,00	a) 200,73	698,78
Abbruch Deckschicht		17	b) 3,00	b) 66,91	
SMA Asphaltbinderschicht 8,5 cm	qm	17	a) 14,00	a) 312,25	703,93
Abbruch Binderschicht		17	b) 3,50	b) 78,06	
SMA Asphalttragschicht 18 cm	qm	17	a) 22,00	a) 490,68	710,79
Abbruch Tragschicht		17	b) 4,50	b) 100,37	
Bordrinne	lm	1	a) 100,00	a) 131,20	350,71
Abbruch Bordrinne		1	b) 10,00	b) 13,12	
Kosten Splittmastixasphalt (SMA) bei Fahrbahnbreite von 17 m je lm					2.464,21
ZWOPA, Deckschicht 8 cm	qm	17	a) 24,80	a) 553,13	2.915,29
Abbruch Deckschicht		17	b) 3,00	b) 66,91	
ZWOPA, Gussasphalt 2 cm	qm	17	a) 16,00	a) 356,86	642,91
Abbruch Gussasphaltschicht		17	b) 1,00	b) 22,30	
ZWO Asphaltbinderschicht 6 cm	qm	17	a) 10,00	a) 223,04	523,40
Abbruch Binderschicht		17	b) 3,50	b) 78,06	
ZWOPA Asphalttragschicht 14 cm	qm	17	a) 17,50	a) 390,31	571,34
Abbruch Tragschicht		17	b) 4,50	b) 100,37	
Monoblockrinne	lm	1	a) 300,00	a) 393,59	1.052,13
Abbruch Monoblockrinne		1	b) 30,00	b) 39,36	
Winterdienst	qm	17	a) 0,35	a) 7,81	214,67
		17	b)	b)	
Kosten zweischaliger offenerporiger Asphalt (ZWOPA) bei Fahrbahnbreite von 17 m je lm					5.919,75
Differenz Kosten ZWOPA zu SMA bei Fahrbahnbreite von 17 m je qm					203,27
Tunnel					
Herstellung in offener Bauweise					
Tunnel, offene Bauweise = Einhausung	lm	1	a) 19.055,24	a) 25.000,00	32.538,36
Abbruch Tunnel = Einhausung		1	b) 1.905,52	b) 2.500,00	

Die Einheitspreise der Deckschichten entstammen als Netto-Preise der Allgemeinen Kostenberechnung (AKS) aus dem RE-Entwurf. Sie sind in der vorstehenden Tabelle in Spalte 4 wiedergegeben. Die Baukosten der Lärmschutzwände sind Erfahrungswerte von (...) (Spalte 5 vorstehender Tabelle). Die Baukosten für den Tunnel/Einhausung sind Erfahrungswerte der (...) (Spalte 5 vorstehender Tabelle).

Die aus den Einheitspreisen zu entwickelnden kapitalisierten Kosten werden nach der Ablöseverordnung⁵ berechnet und sind in Spalte 6 aufgeführt. Die kapitalisierten Kosten sind die Summe, die nötig ist, um aus deren Ertrag den Bau, die Unterhaltung und die Wiederherstellung nach dem Ende der Nutzungsdauer zu finanzieren.

Die kapitalisierten Kosten gehen in die Bewertung der Lärmschutzmaßnahmen ein. Dazu wird für jede Maßnahme die Fläche ermittelt und mit den obigen kapitalisierten Kosten je qm multipliziert, so dass die Kosten je Schutzmaßnahmen feststehen.

⁵ Verordnung zur Berechnung von Ablösebeiträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung – ABBV), BGBl. I, Seite 856

5. Schutzbedürftigkeit der Nutzungen

Wie aus dem Übersichtslageplan der Unterlage 7.1 hervorgeht, befinden sich nördlich der BAB (...) mehrere schutzbedürftige Wohngebiete: östlich und nördlich der Trasse der A (...) in den Ortsteilen (...), östlich in dem (...), westlich und nördlich der Trasse die (...). Zwischen (...) und der zukünftigen Autobahn stehen einige private Wohnhäuser. Außerdem sind nördlich der BAB (...) ein ausgedehntes Kleingartengebiet, Sondergebiete (Schule) sowie Misch- und Gewerbegebiete vorhanden.

Nördlich der (...) ist zum Schutz des nördlich angrenzenden Wohngebiets gegen den von der (...) ausgehenden Verkehrslärm eine 3, m hohe Lärmschutzwand vorhanden. Diese hat eine Länge von insgesamt 302 m.

Südlich der BAB (...) befinden sich im westlichen Teilbereich ausgedehnte Gewerbe- und Industriegebiete (u. a. (...)). Im mittleren Teilbereich liegt das Gelände des (...). Dort sind keine schutzbedürftigen Nutzungen vorhanden. Im östlichen Teilbereich befindet sich südlich des (...), westlich der (...) ein Wohn- und Kleingartengebiet. Unmittelbar östlich der (...) ist ein Mischgebiet zu beachten.

6. Schalltechnische Berechnungen der Lärmschutzvarianten

Die Immissionsbelastung durch Straßenverkehrslärm wird entsprechend den RLS-19⁶ (Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 2019) rechnerisch ermittelt.

6.1 Beurteilungspegel ohne Lärmschutz (Variante 1)

In den Berechnungen sind nach Vorgabe durch den Antragsteller der Baumaßnahme folgende lärmtechnisch wirkenden Maßnahmen enthalten:

- Auf der gesamten Strecke im Bauabschnitt 2/2 wird auf der A (...) ein lärmmindernder Straßenbelag mit einer Pegelminderung von -2 dB(A) eingebaut. Das gilt auch für die Rampen der Anschlussstelle (...).
- Die Trogwände werden hochabsorbierend verkleidet.

Die geplanten Blendschutzwände sind weder reflektierend, noch abschirmend. Das hat zur Folge, dass die Blendschutzwände baulich, beispielsweise über Lamellen, daraufhin angepasst zu errichten sind. Grund dafür ist die Vermeidung, dass durch Reflektionen an den südlich der Trasse angeordneten Blendschutzwänden im Norden, in den großen Wohngebieten (...) und (...), zusätzlicher Lärm entsteht.

Nach den Ergebnissen der schalltechnischen Berechnungen stellt sich die Straßenverkehrslärmbelastung im Untersuchungsbereich ohne Lärmschutzmaßnahmen wie folgt dar:

Durch den Lärm der A (...) sind 1.064 Wohneinheiten betroffen. Es sind 5 Schwerpunkte der Betroffenheit durch Lärm auszumachen:

(...)Hingegen nicht betroffen sind folgende Nutzungen:

(...)

6.2 Auswahl der Lärmschutzanlagen

Die Auswahl der Abschnitte der Lärmschutzwände orientiert sich an den oben aufgezählten Betroffenheitsbereichen.

Im Lageplan, Unterlage 17.1.3.1, sind die Abschnitte der Lärmschutzanlagen eingetragen und bezeichnet sowie auch in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 5: Länge und Lage Lärmschutzwände

⁶ Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministers für Verkehr FGSV 052, (VkBl. 2019, Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698), korrigiert Februar 2020)

Lärmschutzwand (LSW)		
Nummer	Länge	Kilometrierung
LSW 1 (linksseitig)	(Nord +3m) 176 m	(Baubeginn Nord Bau-km 2+918.055) 2+921 - 3+088
LSW 2 (linksseitig)	229 m	3+088 - 3+322
LSW 3 (linksseitig)	260 m	3+322 - 3+580
LSW 4 (linksseitig)	401 m	3+580 - 3+990
LSW 5 (linksseitig)	143 m	3+990 - 4+135
LSW 6 (linksseitig)	483 m	4+135 - 4+620
LSW 7 (rechtsseitig)	(Süd +8m) 173 m	(Baubeginn Süd Bau-km 2+913.060) 2+921 - 3+095
LSW 8 (rechtsseitig)	221 m	3+095 - 3+322
LSW 9 (rechtsseitig)	181 m	3+322 - 3+500

Anmerkung: Die angegebene Länge der Wand ist nicht exakt auf die aufgeführte Kilometrierung übertragbar. Die Wandlänge bestimmt sich aus der Lage im Straßenquerschnitt.

Durch Höhenabstufung der Lärmschutzwände kann in einer Variantenbetrachtung derjenige Lärmschutz gefunden werden, welcher am ehesten im Verhältnis der Kosten zum Schutzzweck steht.

Den 5 Schwerpunkten der Betroffenheiten sind folgenden Lärmschutzwandabschnitten zugeordnet.

Schwerpunkte der Betroffenheiten	Abschnitte
zu (1) (...)	LSW 5 und 6
zu (2) (...)	LSW 1 und 2
zu (3) (...)	LSW 5 und 6
zu (4) (...)	LSW 7 bis 9
zu (5) (...)	LSW 2 und 3
zu (5) (...)	LSW 4 bis 6

Der Grund für die Länge einer Lärmschutzwand ist die Regel, dass zum Schutz eines Immissionsortes die Länge der Lärmschutzwand eine je nach Abstand entsprechende Überstandslänge haben sollte.

6.3 Lärmschutzvarianten

Vollschutz (Variante 4)

Der Vollschutz besteht aus einer Einhausung der gesamten Trasse. Ein Vollschutz über Wände ist nicht erreichbar, weil Testrechnungen ergaben, dass die Wände selbst auf der Hochstraße eine Höhe von 10 m überbieten müssten, was bautechnisch schwierig herzustellen wäre.

Ein Vollschutz über eine Einhausung hätte eine Verringerung der betroffenen Wohneinheiten von 1.064 auf 8 zur Folge (siehe Tabelle 11), die zudem nur mit einer Überschreitung von +1 dB(A) gegenüber dem Immissionsgrenzwert von

49 dB(A) nachts belastet wären. Die Einhausung ist hochwirksam (effektiv). Die Einhausung ist mit etwa 50 Mio € Kosten allerdings demgegenüber unwirtschaftlich (ineffizient) mit einem Effizienzwert von 0,17 (siehe Tabelle 13).

Die Vollschutzvariante zeigt auch, dass noch 8 betroffene Wohneinheiten verbleiben. Wie kann das sein? Grund ist der Lärm, der aus dem vorigen Bauabschnitt 2/1, der schon unter Verkehr steht, herrührt. Dieser Lärm dringt in den Betroffenenbereich Gartenstadt Süd ein und verursacht schon aus sich heraus Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte.

Maximalschutz (Variante 5)

Die Höhen der Lärmschutzwand (LSW) 6 ist durch den (...) beschränkt. Die An- und Abflughöhen der Luftverkehre gestatten in diesem Bereich nur eine maximale Höhe von 11 m NN. Das beschränkt die Höhe der LSW 6 auf knapp 5 m über den äußeren Fahrbahnrand des Ausfädelungstreifens an der Anschlussstelle (...).

Im Bereich der (...) sind die Höhen der Lärmschutzwände LSW 1-3 aus bautechnischen Gründen (Stichwort Windlasten und Statik) auf 6 m Höhe über dem äußeren Fahrbahnrand beschränkt.

Damit führt der Maximalschutz zu dem in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Höhenabschnitten.

Tabelle 6: Lärmschutzwände Variante 5

Lärmschutzwand (LSW)					
Nummer (Lage zur BAB 281)	Typ	Absorptionsverlust	Höhe ü. äußerer Fahrbahnkante	Länge*	Kilometrierung
LSW 1 (linksseitig)	transparent	1 dB	6 m	(Nord +3m) 176 m	(Baubeginn Nord Bau-km 2+918.055) 2+921 - 3+088
LSW 2 (linksseitig)				229 m	3+088 - 3+322
LSW 3 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB	6 m	260 m	3+322 - 3+580
LSW 4 (linksseitig)			3 m	401 m	3+580 - 3+990
LSW 5 (linksseitig)				143 m	3+990 - 4+135
LSW 6 (linksseitig)			5 m	483 m	4+135 - 4+620
LSW 7 (rechtsseitig)				(Süd +8m) 173 m	(Baubeginn Süd Bau-km 2+913.060) 2+921 - 3+095
LSW 8 (rechtsseitig)			6 m	221 m	3+095 - 3+322
LSW 9 (rechtsseitig)				181 m	3+322 - 3+500

*Anmerkung: Die angegebene Länge der Wand ist nicht exakt auf die aufgeführte Kilometrierung übertragbar. Die Wandlänge bestimmt sich aus der Lage im Straßenquerschnitt.

Mit dem Maximalschutz verbleiben 106 betroffene Wohneinheiten mit Lärmbelastungen von der A 281 mit bis zu +3 dB(A) über dem Immissionsgrenzwert von 49 dB(A) in der Nacht (siehe Tabelle 11). Alle betroffenen Wohneinheiten liegen in der (...). Sämtliche Büros, der ganze Ortsteil (...) sowie auch die beiden Mischgebiete gegenüber (...) und bei der Tankstelle sind durch den Maximalschutz geschützt. Die Effektivität beträgt 97,4 %. Die Effizienz 1,25 (siehe Tabelle 13).

Gegenüber dem Vollschutz ist der Maximalschutz in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit vorzuziehen.

3 m Lärmschutz, südlich transparent (Variante 3)

Diese Variante entspricht im Wesentlichen dem früheren Planfeststellungsbeschluss⁷. Im Unterschied zu dem Planfeststellungsbeschluss beinhaltet die aktuelle Verkehrsprognose eine neue Tag-Nacht-Verteilung der Verkehrsmengen, die im Nachtzeitraum zu einem wesentlich geringeren Emissionspegel von aktuell 65,5 dB(A) nachts führt, während in der alten Planfeststellung noch nach einem vereinfachten Verfahren ein Emissionspegel von 67,6 dB(A) nachts vorhergesagt wurde (am Tage ist der Emissionspegel aktuell um 0,7 dB(A) höher). Insoweit sind die Lärmschutzanlagen, die sich hier als Vorzugsvariante herauskristallisieren, nicht mit dem früher planfestgestellten Lärmschutz vergleichbar.

Der Lärmschutz aus der früheren Planfeststellung hat im Wesentlichen die Gestalt gemäß folgender Tabelle.

⁷ A 281 2/2, Planfeststellungsbeschluss vom 07. April 2009

Tabelle 7: Lärmschutzwände Variante 3

Lärmschutzwand (LSW)					
Nummer (Lage zur BAB 281)	Typ	Absorptionsverlust	Höhe ü. äußerer Fahrbahnkante	Länge*	Kilometrierung
LSW 1 (linksseitig)	transparent	1 dB	3 m	(Nord +3m)	(Baubeginn Nord Bau-km 2+918.055)
				176	2+921 - 3+088
LSW 2 (linksseitig)		229		3+088 - 3+322	
LSW 3 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB		260	3+322 - 3+580
LSW 4 (linksseitig)				401	3+580 - 3+990
LSW 5 (linksseitig)				143	3+990 - 4+135
LSW 6 (linksseitig)				483	4+135 - 4+620
LSW 7 (rechtsseitig)	transparent	1 dB		(Süd +8m)	(Baubeginn Süd Bau-km 2+913.060)
				173	2+921 - 3+095
LSW 8 (rechtsseitig)				221	3+095 - 3+322
LSW 9 (rechtsseitig)	hochabsorbierend	8 dB		181	3+322- 3+500

*Anmerkung: Die angegebene Länge der Wand ist nicht exakt auf die aufgeführte Kilometrierung übertragbar. Die Wandlänge bestimmt sich aus der Lage im Straßenquerschnitt.

404 Wohneinheiten bleiben betroffen. Darunter Wohneinheiten in (...) den beiden Mischgebieten sowie auch Bürobauten in Gewerbegebieten.

Die Effektivität beträgt 81,8 %. Die Effizienz hat einen Wert von 1,55 (siehe Tabelle 13). Gegenüber der Maximalschutzvariante fällt die Effektivität deutlich ab, während die Effizienz leicht steigt.

Diese Variante kann vielleicht noch verbessert werden. Eine Idee ist, die Wand südlich an der A (...) hochabsorbierend anstatt transparent auszuführen, um das Wohngebiet (...) und das Mischgebiet gegenüber (...) besser zu schützen.

3 m Lärmschutz, südlich hochabsorbierend (Variante 2)

Gegenüber Variante 3 gibt es nur die Änderung, die südlichen Wände hochabsorbierend auszukleiden.

Tabelle 8: Lärmschutzwände Variante 2

Lärmschutzwand (LSW)					
Nummer (Lage zur BAB 281)	Typ	Absorptions- verlust	Höhe ü. äußerer Fahrbahnkante	Länge*	Kilometrierung
LSW 1 (linksseitig)	transparent	1 dB	3 m	(Nord +3m)	(Baubeginn Nord Bau-km 2+918.055)
				176	2+921 - 3+088
LSW 2 (linksseitig)	229 m	3+088 - 3+322			
LSW 3 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB		260 m	3+322 - 3+580
LSW 4 (linksseitig)				401 m	3+580 - 3+990
LSW 5 (linksseitig)				143 m	3+990 - 4+135
LSW 6 (linksseitig)				483 m	4+135 - 4+620
LSW 7 (rechtsseitig)				(Süd +8m)	(Baubeginn Süd Bau-km 2+913.060)
				173	2+921 - 3+095
LSW 8 (rechtsseitig)			221 m	3+095 - 3+322	
LSW 9 (rechtsseitig)		181 m	3+322- 3+500		

*Anmerkung: Die angegebene Länge der Wand ist nicht exakt auf die aufgeführte Kilometrierung übertragbar. Die Wandlänge bestimmt sich aus der Lage im Straßenquerschnitt.

Die Effizienz steigt auf 84,7 % und die Effektivität auf 1,9 (siehe Tabelle 13). Die Variante 2 ist bezüglich Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit besser als die Variante 3.

Allerdings verbleiben auch weiterhin Lärmbelastungen über den Grenzwerten in (...) den beiden Mischgebieten sowie auch Bürobauten in Gewerbegebieten.

ZWOPA und 3 m Lärmschutz, südlich hochabsorbierend (Variante 6)

Zur obigen Variante 2 wird noch die Lärmschutzmaßnahme zweischaliger offenerporiger Asphalt (ZWOPA) auf der A (...) verknüpft, um die Belastungen gegenüber Variante 2 zu reduzieren. Da mit der Maßnahme ZWOPA überall (nur nicht an den Rändern zum Zubringer und zum Bauabschnitt 2/1) der Lärm um 3 dB(A) vermindert werden kann, und Tabelle , Seite 22 in Variante 2 zeigt, dass die meisten Überschreitungen an den Wohneinheiten unter 3 dB(A) betragen, verspricht diese Maßnahme Erfolg.

Die Effizienz erhöht sich auf 97,6 %, die Effektivität fällt auf 0,81 ab (siehe Tabelle 13).

Die Effektivität fällt auf einen zu geringen Wert ab. Insoweit wird die Variante 2 konventionell über eine Ausdifferenzierung der Lärmschutzwandhöhen verbessert, in der Intention, ähnliche Effektivitäten wie die Variante 6 und Effizienzen wie die Variante 2 zu erhalten.

Optimiert 1 (Variante 7)

In dieser Variante wird gegenüber der Variante 5 (Maximalschutz) die LSW 1 von 6 m auf 3 m herabgesetzt, um die Effizienz zu steigern und in der Erwartung, dass der Lärm aus dem anschließenden Abschnitt 2/1 dominiert.

Ebenfalls fällt die LSW 4 heraus, um zu überprüfen, ob diese überhaupt gegenüber dem Wohngebiet (...) und dem Mischgebiet an der Tankstelle wirksam und wirtschaftlich ist.

Die LSW 7-9, südlicher der A (...) zum Schutz der Bürobauten in den Gewerbegebieten werden ebenfalls in den Höhen reduziert.

Tabelle 9: Lärmschutzwände Variante 7

Lärmschutzwand (LSW)					
Nummer (Lage zur BAB 281)	Typ	Absorptionsverlust	Höhe ü. äußerer Fahrbahnkante	Länge*	Kilometrierung
LSW 1 (linksseitig)	transparent	1 dB	3 m	(Nord +3m) 176 m	(Baubeginn Nord Bau-km 2+918.055) 2+921 - 3+088
LSW 2 (linksseitig)			6 m	229 m	3+088 - 3+322
LSW 3 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB		260 m	3+322 - 3+580
LSW 4 (linksseitig)	entfällt				3+580 - 3+990
LSW 5 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB	3 m	143 m	3+990 - 4+135
LSW 6 (linksseitig)			5 m	483 m	4+135 - 4+620
LSW 7 (rechtsseitig)			3 m	(Süd +8m) 173 m	(Baubeginn Süd Bau-km 2+913.060) 2+921 - 3+095
LSW 8 (rechtsseitig)			5 m	221 m	3+095 - 3+322
LSW 9 (rechtsseitig)				181 m	3+322- 3+500

*Anmerkung: Die angegebene Länge der Wand ist nicht exakt auf die aufgeführte Kilometrierung übertragbar. Die Wandlänge bestimmt sich aus der Lage im Straßenquerschnitt.

Die Effektivität beträgt 95,3 %, die Effizienz 1,58 (siehe Tabelle 13). Die Variante 7 ist hochwirksam. Allein die Wirtschaftlichkeit fällt gegenüber der Variante 2 (3 m, südl. hochabsorbierend) ab, ist jedoch höher als die Variante 5 (Maximalschutz).

Mit der Variante 7 bleiben die Bürobauten in Gewerbegebieten, das Wohngebiet (...) und die Mischgebiete vor Lärm über den Grenzwerten geschützt. Allein die (...) ist noch mit 168 Wohneinheiten betroffen.

Optimiert 2 (Variante 8)

Für eine Steigerung der Effizienz bei etwa gleicher Effektivität gegenüber Variante 7 erscheint noch möglich, wenn auf den Vollschutz des Mischgebietes gegenüber (...) verzichtet wird.

Tabelle 10: Lärmschutzwände Variante 8

Lärmschutzwand (LSW)					
Nummer (Lage zur BAB 281)	Typ	Absorptionsverlust	Höhe ü. äußerer Fahrbahnkante	Länge*	Kilometrierung
LSW 1 (linksseitig)	transparent	1 dB	3 m	(Nord +3m) 176 m	(Baubeginn Nord Bau-km 2+918.055) 2+921 - 3+088
LSW 2 (linksseitig)				229 m	3+088 - 3+322
LSW 3 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB		260 m	3+322 - 3+580
LSW 4 (linksseitig)	entfällt				3+580 - 3+990
LSW 5 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB	3 m	143 m	3+990 - 4+135
LSW 6 (linksseitig)			5 m	483 m	4+135 - 4+620
LSW 7 (rechtsseitig)			3 m	(Süd +8m) 173 m	(Baubeginn Süd Bau-km 2+913.060) 2+921 - 3+095
LSW 8 (rechtsseitig)			5 m	221 m	3+095 - 3+322
LSW 9 (rechtsseitig)				181 m	3+322- 3+500
*Anmerkung: Die angegebene Länge der Wand ist nicht exakt auf die aufgeführte Kilometrierung übertragbar. Die Wandlänge bestimmt sich aus der Lage im Straßenquerschnitt.					

Die Effektivität beträgt 93,6 %, die Effizienz 1,96 (siehe Tabelle 13). Die Variante 8 ist sehr wirksam und äußerst wirtschaftlich.

Mit dieser Variante 8 ist das Wohngebiet (...) vor Lärm aus der A (...) vollständig geschützt. Auch an den Bürobauten in den Gewerbegebieten sind die Immissionsgrenzwerte eingehalten. Das Mischgebiet gegenüber von (...) ist mit 11 Wohneinheiten bis zu einer Überschreitung von +4 dB(A) über dem Grenzwert von 54 dB(A) in der Nacht lärmbelastet. In der (...) zeigen 189 Wohneinheiten Überschreitungen von bis zu +3 dB(A) über dem Immissionsgrenzwert von 49 dB(A) nachts.

7. Auswertung der Lärmschutzvarianten

Die nachfolgende Tabelle enthält die Auswertung der einzelnen Lärmschutzvarianten in Bezug auf die verbleibenden betroffenen Wohneinheiten (WE).

Tabelle 11: Lärmschutzvarianten und verbleibende betroffene Wohneinheiten

		Sum Wohneinheiten (WE) me												
Überschreitung		[dB(A)]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
V1: ohne Lärmschutz	Gewerbe	$L_T > 69$	124	9	13	14	62	25	1	0				
	Mischgebiet	$L_N > 54$	47	6	4	7	7	6	4	3	2	3	4	0
	Schulen	$L_T > 57$	3	3										
	Wohngebiet	$L_N > 49$	864	287	287	206	63	19	2					
	Altenheim	$L_N > 47$	25	25										
	Kleingärten	$L_T > 64$												
	Summe		1.064	331	304	227	132	50	6	4	2	3	4	0
V2: 3m LS, südlich hochabsorbierend	Gewerbe	$L_T > 69$	27	8	20									
	Mischgebiet	$L_N > 54$	13	5	2	4		2						
	Schulen	$L_T > 57$												
	Wohngebiet	$L_N > 49$	316	222	86	6	2							
	Altenheim	$L_N > 47$												
	Kleingärten	$L_T > 64$												
	Summe		357	235	108	10	2	2						
V3: 3m LS, südlich transparent	Gewerbe	$L_T > 69$	27	8	20									
	Mischgebiet	$L_N > 54$	16	4	4	1	4	2	0					
	Schulen	$L_T > 57$												
	Wohngebiet	$L_N > 49$	360	222	111	25	2							
	Altenheim	$L_N > 47$												
	Kleingärten	$L_T > 64$												
	Summe		404	234	135	27	6	2	0					
V4: Vollschutz, Einhausung	Gewerbe	$L_T > 69$												
	Mischgebiet	$L_N > 54$												
	Schulen	$L_T > 57$												
	Wohngebiet	$L_N > 49$	8	8										
	Altenheim	$L_N > 47$												
	Kleingärten	$L_T > 64$												
	Summe		8	8										
V5: Maximalschutz	Gewerbe	$L_T > 69$												
	Mischgebiet	$L_N > 54$												
	Schulen	$L_T > 57$												
	Wohngebiet	$L_N > 49$	106	100	4	2								
	Altenheim	$L_N > 47$												
	Kleingärten	$L_T > 64$												
	Summe		106	100	4	2								
V6: Off	Gewerbe	$L_T > 69$												
	Mischgebiet	$L_N > 54$	2		2									

	Schulen	$L_T > 57$					
	Wohngebiet	$L_N > 49$	95	90	5	1	
	Altenheim	$L_N > 47$					
	Kleingärten	$L_T > 64$					
	Summe		97	90	7	1	
V7: Optimiert 1	Gewerbe	$L_T > 69$					
	Mischgebiet	$L_N > 54$					
	Schulen	$L_T > 57$					
	Wohngebiet	$L_N > 49$	168	134	32	2	
	Altenheim	$L_N > 47$					
	Kleingärten	$L_T > 64$					
	Summe		168	134	32	2	
V8: Optimiert 2	Gewerbe	$L_T > 69$					
	Mischgebiet	$L_N > 54$	11	3	2	4	2
	Schulen	$L_T > 57$					
	Wohngebiet	$L_N > 49$	189	140	47	2	
	Altenheim	$L_N > 47$					
	Kleingärten	$L_T > 64$					
	Summe		199	143	48	6	2

Die folgende Tabelle zeigt die Auswertung der einzelnen Lärmschutzvarianten in Bezug auf die verbleibenden Lästigkeitsmaße (LKM).

Tabelle 125: Lärmschutzvarianten und verbleibende Lästigkeitsmaße

			Summe	Lästigkeitsmaß (LKM)										
Überschreitung			[dB(A)]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V1: ohne Lärmschutz	Gewerbe	L _T > 69	4.355	79	227	389	2.380	1.220	37	23				
	Mischgebiet	L _N > 54	880	18	25	68	93	103	82	85	77	125	183	22
	Schulen	L _T > 57	12	12										
	Wohngebiet	L _N > 49	4.175	615	1.276	1.423	601	237	24					
	Altenheim	L _N > 47	47	47										
	Kleingärten	L _T > 64												
	Summe		9.469	771	1.528	1.879	3.074	1.559	143	107	77	125	183	22
V2: 3m LS, südlich hochabsorbierend	Gewerbe	L _T > 69	415	68	347									
	Mischgebiet	L _N > 54	109	15	12	41		41						
	Schulen	L _T > 57												
	Wohngebiet	L _N > 49	920	475	384	39	23							
	Altenheim	L _N > 47												
	Kleingärten	L _T > 64												
	Summe		1.443	558	743	80	23	41						
V3: 3m LS, südlich	Gewerbe	L _T > 69	415	68	347									
	Mischgebiet	L _N > 54	146	14	26	14	50	33	10					
	Schulen	L _T > 57												
	Wohngebiet	L _N > 49	1.163	475	492	174	23							
	Altenheim	L _N > 47												

	Kleingärten	$L_T > 64$							
	Summe		1.724	556	865	187	73	33	10
V4: Vollschutz, Einhausung	Gewerbe	$L_T > 69$							
	Mischgebiet	$L_N > 54$							
	Schulen	$L_T > 57$							
	Wohngebiet	$L_N > 49$	17		17				
	Altenheim	$L_N > 47$							
	Kleingärten	$L_T > 64$							
	Summe		17		17				
V5: Maximalschutz	Gewerbe	$L_T > 69$							
	Mischgebiet	$L_N > 54$							
	Schulen	$L_T > 57$							
	Wohngebiet	$L_N > 49$	244		215	18		11	
	Altenheim	$L_N > 47$							
	Kleingärten	$L_T > 64$							
	Summe		244		215	18		11	
V6: Offenporiger Asphalt	Gewerbe	$L_T > 69$							
	Mischgebiet	$L_N > 54$	15			15			
	Schulen	$L_T > 57$							
	Wohngebiet	$L_N > 49$	216		192	20		4	
	Altenheim	$L_N > 47$							
	Kleingärten	$L_T > 64$							
	Summe		230		192	35		4	
V7: Optimiert 1	Gewerbe	$L_T > 69$							
	Mischgebiet	$L_N > 54$							
	Schulen	$L_T > 57$							
	Wohngebiet	$L_N > 49$	443		288	142		14	
	Altenheim	$L_N > 47$							
	Kleingärten	$L_T > 64$							
	Summe		443		288	142		14	
V8: Optimiert 2	Gewerbe	$L_T > 69$							
	Mischgebiet	$L_N > 54$	88		9	12		36	31
	Schulen	$L_T > 57$							
	Wohngebiet	$L_N > 49$	521		300	207		15	
	Altenheim	$L_N > 47$							
	Kleingärten	$L_T > 64$							
	Summe		609		309	218		51	31

Die Tabelle zeigt für jede Variante die (kapitalisierten) Kosten, die Effektivität und Effizienz.

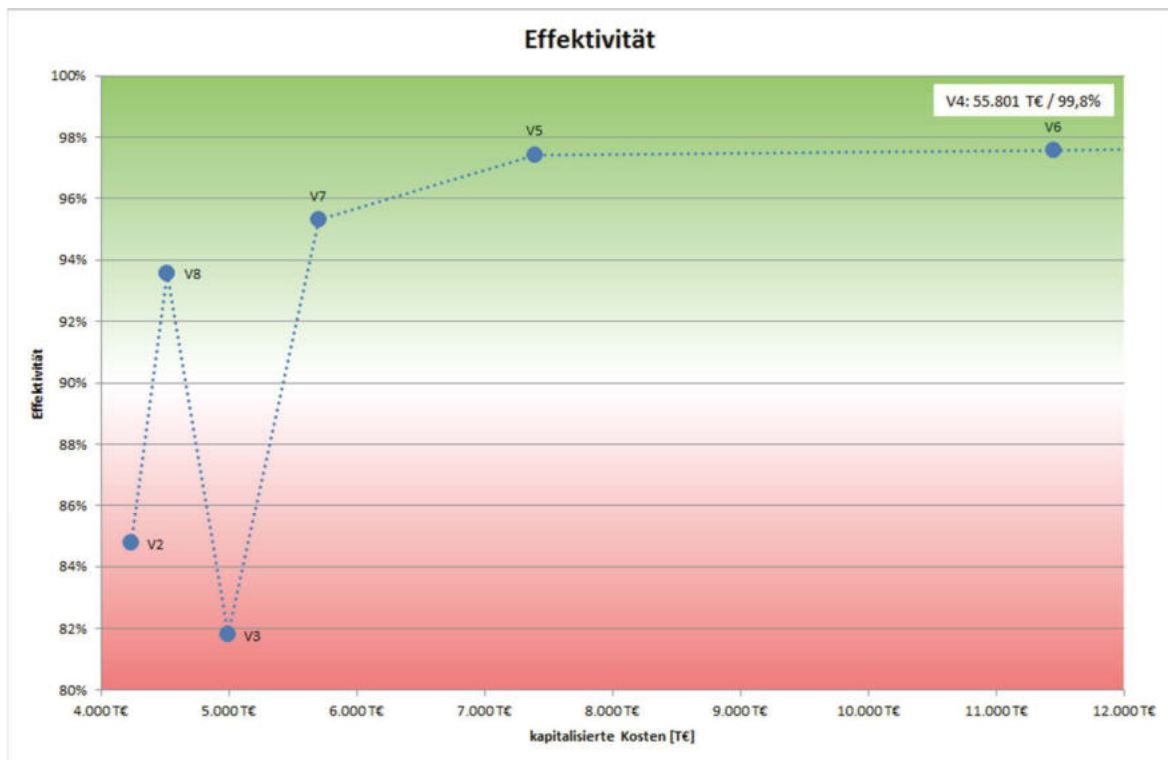
Tabelle 13: Auswertung Effizienz und Effektivität

		Kosten	verbleibendes Lästigkeitsmaß (LKM)	Effektivität	Effizienz
V1	ohne Lärmschutz	-	9.469	0,0 %	-

V2	Lärmschutzwände 3m, südl. hochabsorbierend	4.233 T€	1.443	84,7 %	1,90
V3	Lärmschutzwände 3m, südl. transparent	4.990 T€	1.724	81,8 %	1,55
V4	Vollschutz, Einhausung	55.801 T€	17	99,8 %	0,17
V5	Maximalschutz	7.392 T€	244	97,4 %	1,25
V6	offenporiger Asphalt	11.450 T€	230	97,6 %	0,81
V7	Optimiert 1	5.707 T€	443	95,3 %	1,58
V8	Optimiert 2	4.521 T€	609	93,6 %	1,96

(Weil es sich bei der Ermittlung der Anzahl betroffener Wohneinheiten und Lästigkeitsmaßen um eine statistische Auswertung handelt, können in den obigen Tabellen Rundungsungenauigkeiten von +/- 1-2 Einheiten auftreten.)

Zur besseren Einsicht, welche der Varianten die Vorzugsvariante bildet, werden nachfolgend Grafiken wiedergegeben, die die obige Tabelle grafisch auftragen.



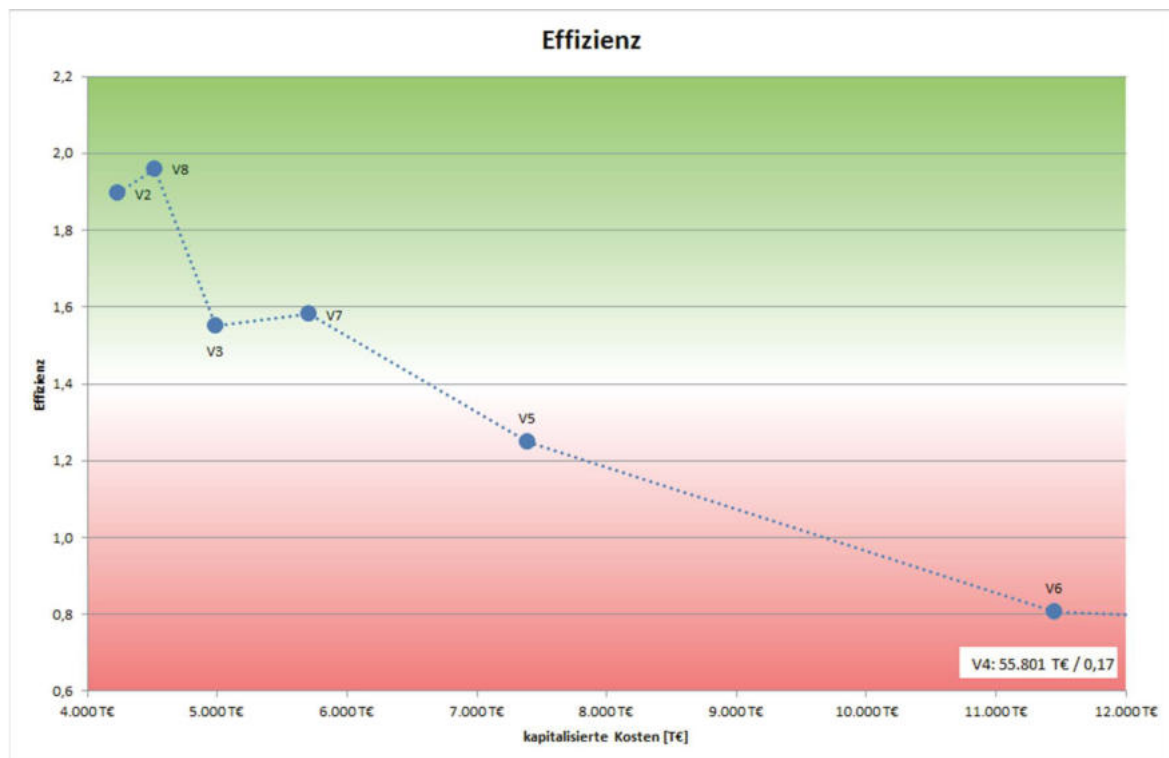


Abbildung 2: Grafiken Effektivität (Kosten) und Effizienz (Kosten)

Die Varianten 2 (Lärmschutzwände 3 m, hochabsorbierend) und 3 (Lärmschutzwände 3 m, südlich reflektierend) sind weder effektiv (lärmetechnisch wirksam), noch effizient (wirtschaftlich). Im Gegensatz dazu sind die Varianten 8, 7, 5 und 6 sowie 4 deutlich effizienter. Die Varianten 4 (Vollschutz), 6 (offenporiger Asphalt) und 5 (Maximalschutz) haben in etwa die gleiche Wirksamkeit, jedoch sind die Varianten 4 und 6 deutlich teurer als die Variante 5.

Aus diesen Betrachtungen heraus bleiben die Varianten 7 (Optimiert 1), 8 (Optimiert 2) und 5 (Maximalschutz) als Alternativen im Lärmschutz für die weitere Analyse übrig.

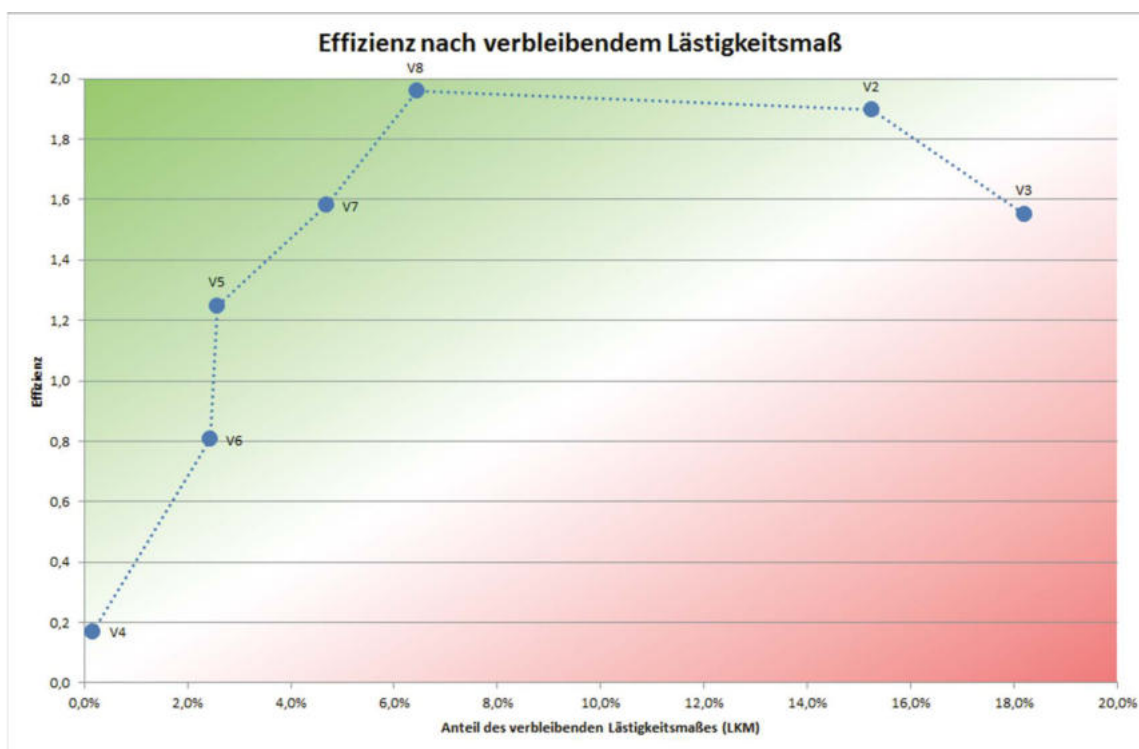
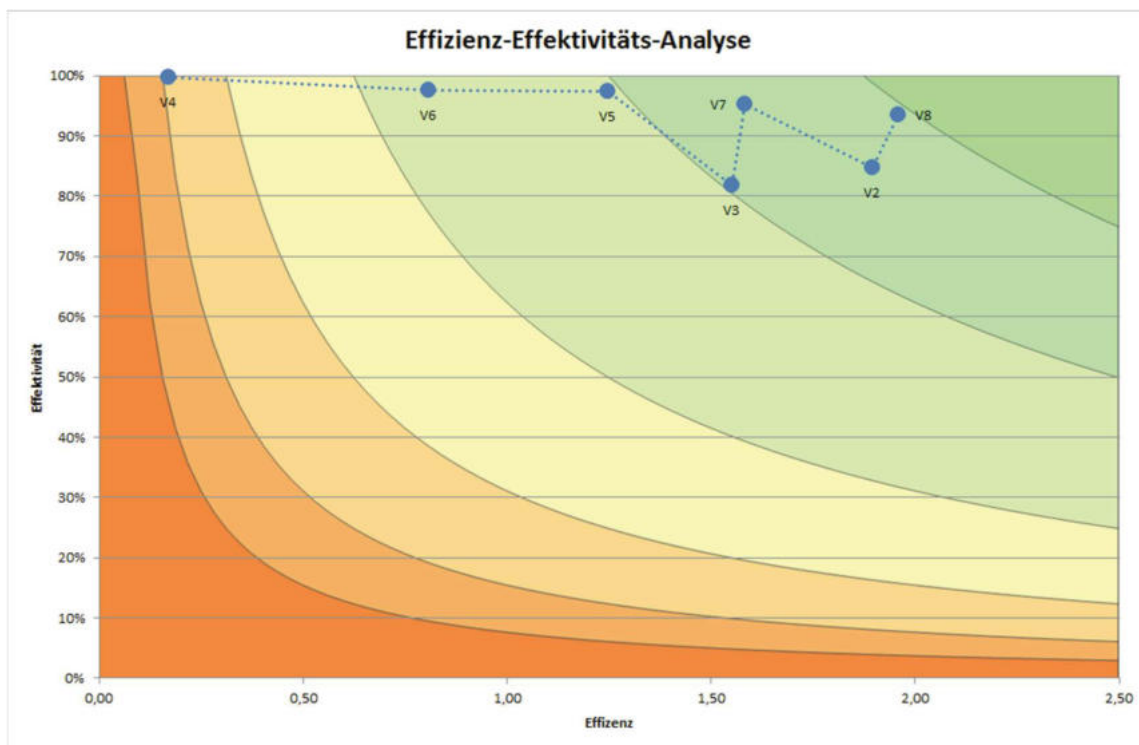


Abbildung 3: Grafiken Effizienz-Effektivität und Effizienz (verbleibendes Lästigkeitsmaß)

Die beiden obigen Grafiken zeigen deutlich, dass die Variante 8 (Optimiert 2) gegenüber den beiden weiteren noch verbliebenen Varianten 7 (Optimiert 1) und 5 (Maximalschutz) das Optimum bildet.

Mit der Variante 8 können etwa 93,6 % aller Wohneinheiten vor dem Lärm der A (...) geschützt werden. Die Variante 8 ist gegenüber den Varianten 5 und 7 um etwa einen halben Effizienz-Punkt deutlich wirtschaftlicher, während die geschützten Lästigkeitsmaße nur von maximal 97,4 % in der Variante 5 auf 93,6 % in der Variante 8 abfallen.

8. Fazit

Nach der Auswertung der Lärmschutzvarianten wird im Feststellungsentwurf empfohlen, den Lärmschutz der Vorzugsvariante (Variante 8) gemäß folgender Tabelle festzustellen.

Tabelle 14: Vorzugsvariante Lärmschutzmaßnahmen

Lärmschutzwand (LSW)						
Nummer (Lage zur BAB 281)	Typ	Absorptionsverlust	Höhe ü. äußerer Fahrbahnkante	Länge*	Kilometrierung	
LSW 1 (linksseitig)	transparent	1 dB	3 m	(Nord +3m)	(Baubeginn Nord Bau-km 2+918.055)	
				176 m	2+921 - 3+088	
LSW 2 (linksseitig)				229 m	3+088 - 3+322	
LSW 3 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB			260 m	3+322 - 3+580
LSW 4 (linksseitig)	entfällt				3+580 - 3+990	
LSW 5 (linksseitig)	hochabsorbierend	8 dB	3 m	143 m	3+990 - 4+135	
LSW 6 (linksseitig)			5 m	483 m	4+135 - 4+620	
LSW 7 (rechtsseitig)			3 m	(Süd +8m)	(Baubeginn Süd Bau-km 2+913.060)	
				173 m	2+921 - 3+095	
LSW 8 (rechtsseitig)			5 m			
				221 m	3+095 - 3+322	
LSW 9 (rechtsseitig)			181 m	3+322 - 3+500		
*Anmerkung: Die angegebene Länge der Wand ist nicht exakt auf die aufgeführte Kilometrierung übertragbar. Die Wandlänge bestimmt sich aus der Lage im Straßenquerschnitt.						

Bemerkung:

Aufgrund der Vielzahl von Lärmquellen, zu denen neben der A (...) auch die übrigen Straßen sowie der Flughafen gehören, sind die Lärmschutzwände, soweit sie hochabsorbierend ausgestaltet werden sollen, beidseitig hochabsorbierend auszuführen.

Die LSW 8 und 9 auf der Südseite (rechtsseitig) der A 281 dienen dem Schutz der Bürobauten auf dem (...). Aus städtebaulichen Gründen könnte entgegengehalten werden, dass eine Lärmschutzwandhöhe von 5 m über eine Länge von 402 m die Sichtverbindungen von Nord nach Süd unterbricht. Dem ist entgegenzuhalten, dass die Großbauten von (...) die Sichtverbindung allein unterbrechen, so dass kein neuer städtebaulicher Mangel durch die Lärmschutzwände erzeugt wird. Die Belichtung der (...) wird durch die Lärmschutzwände beschränkt. Eine Verschattung ist zeitweilig vorhanden, weil die Lärmschutzwände 8 und 9 im Nordosten der Bürobauten angeordnet sind, parallel dem Bürokomplex. Einer transparenten Ausführung der Wände hat jedoch den Nachteil, im Wohngebiet (...) zu Erhöhungen der Lärmbelastung durch Reflexion zu führen. Das zeigt der Unterschied von Variante 2 (Lärmschutzwände 3 m, südl. hochabsorbierend) zu Variante 3 (Lärmschutzwände 3 m, südl. transparent). Variante 3 ist nicht nur teurer, sondern führt auch gegenüber Variante 2 zu 50 zusätzlich lärmbelasteten Wohneinheiten (siehe Tabelle 11). In Abwägung der eingeschränkten Belichtung der (...) gegen eine Verlärmung im Wohngebiet (...) wird der Lärmschutz höher gewichtet.

Die Lärmsituation aus dem Betrieb der A (...) mit dem Lärmschutz der Vorzugsvariante zeigt der Schallimmissionsplan Unterlage 17.1.3.2 für den Tag in 2 m Höhe über Gelände und Unterlage 17.1.3.3 für die Nacht in 6,30 m Höhe über Gelände an.

Die Differenz-Schallimmissionspläne der Unterlage 17.1.3.4 für den Tag und Unterlage 17.1.3.5 für die Nacht zeigen die Wirkung der Vorzugsvariante im Lärmschutz an.

9. Fundstellen

- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 15.03.1974 (BGBl. I S. 721, 1193) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002, zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 27.06.2012 (BGBl. I S. 1421)
- Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12.06.1990 "Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist"
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90), bekannt gegeben vom BMV mit Allgemeinem Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 8/1990 vom 10.04.1990 (veröffentlicht: Verkehrsblatt 1990, Heft 7, S. 258 ff) unter Berücksichtigung der Berichtigung Februar 1992, bekanntgegeben vom BMV mit ARS 17/1992 vom 18.03.1992 (veröffentlicht: Verkehrsblatt 1992, Heft 7, S. 208) Die RLS-90 sind zu beziehen bei der Geschäftsstelle der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Konrad-Adenauer-Straße 13, 50996 Köln
- Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege – Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04.02.1997 (veröffentlicht: BGBl 1997, Nr. 8, Seite 172 f)
- Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97) bekannt gegeben vom BMV mit ARS Nr. 26/1997 vom 02.06.1997 (veröffentlicht: Verkehrsblatt 1997, Heft 12, S. 434 ff)
- Baunutzungsverordnung (BauNVO) Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990, zuletzt geändert durch Art. 3 Investitionserleichterungs- und WohnbaulandG vom 22.04.1993 (BGBl. I S. 466)

Anlage 3

Beispielbericht Lärmsanierung

an einer Bundesstraße

(Ortsdurchfahrt)

aus 2022

(...) Straße / Abschnittsnummer / Station: (...) / (...) / von (...) bis (...)
Lärmsanierungsmaßnahmen an der (...) Ortsdurchfahrt (...)

Schalltechnische Untersuchung

- Erläuterungsbericht -

Aufgestellt: (...) im Auftrage:	Geprüft und Genehmigt: (...) im Auftrage:

Erläuterungsbericht

zur schalltechnischen Untersuchung

Gliederung	Seite
1 Allgemeines	2
2 Grundlagen	3
2.1 Allgemeines	3
2.2 Rechtliche Beurteilung	3
3 Technische Grundlagen	5
3.1 Berechnungsverfahren.....	5
3.2 Bemessungsverfahren	7
4 Schalltechnische Berechnungen	8
4.1 Straßenmerkmale, Topografie	8
4.2 Verkehrsverhältnisse, Geschwindigkeiten.....	8
4.3 Bebauung, Nutzungsarten	8
5 Berechnung der Beurteilungspegel.....	10
5.1 Ermittlung der betroffenen Gebäudefassaden hinsichtlich der Lärmsanierung (Analyse)	10
5.2 Schallschutz im Rahmen der Lärmsanierung	11
6 Zusammenfassung.....	14
7 Fundstellen	15

1. Allgemeines

Im Rahmen der Lärmsanierungsmaßnahmen an der (...) in der Ortsdurchfahrt (...) im Abschnitt (...), Station (...) bis (...) soll eine schalltechnische Untersuchung durchgeführt werden, in der zu prüfen ist, in welchem Umfang die Auslösewerte der Lärmsanierung an Bundesfernstraßen an den Gebäuden entlang der (...) überschritten sind.

Folgende Unterlagen standen für die Anfertigung der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung zur Verfügung:

Tabelle 1: Bereitgestellte Unterlagen

Art der Unterlagen	Datei-format	Bereitgestellt		
		per	von	am
Gebäudedaten LOD2	GML	E-Mail	(...)	02.08.2022
Geländemodell dgm1	XYZ	E-Mail		02.08.2022
Digitale Orthofotos (DOP40)	TIF	E-Mail		02.08.2022
Oberfläche und Geschwindigkeiten der (...)	XLSV	E-Mail		02.08.2022
ALKIS	DWG	E-Mail		02.08.2022
Bebauungspläne und Flächennutzungsplan	PDF	Download	(...)	09.08.2022
Ortsbesichtigung mit Fotodokumentation der Gebäude entlang der (...)	-	-	(...)	16.09.2022
Verkehrsmengen Analyse	XLSX	E-Mail	(...)	17.10.2022
Verkehrsmengen Prognose	MSG	E-Mail	(...)	27.10.2022

2. Grundlagen

2.1 Allgemeines

Die Grundlagen für die Ermittlung zur Inanspruchnahme der freiwilligen Lärmsanierung des Bundes stellen die „Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes“ (VLärmSchR 97) in Verbindung mit den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 2019 (RLS-19) dar.

In der Verkehrslärmschutzrichtlinie sind lärmschutzauslösende Kriterien festgelegt, wie die zu beachtenden Auslösewerte für eine Lärmsanierung und die Einstufung betroffener Bebauung in eine Gebietskategorie. Dabei ist zu beachten, dass Lärmschutz an bestehenden Straßen (Lärmsanierung) als freiwillige Leistung auf der Grundlage haushaltsrechtlicher Regelungen gewährt wird. Der Lärmschutz kann dabei im Rahmen der vorhandenen Mittel durchgeführt werden.

Der Umfang der notwendigen Aufwendungen wird in einer Vereinbarung zwischen dem Straßenbaulastträger und dem Eigentümer der betroffenen baulichen Anlage festgelegt.

Die Wahl der Lärmschutzmaßnahmen wird von der planenden Behörde unter Beachtung bautechnischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte in Abwägung mit sonstigen Belangen getroffen.

2.2 Rechtliche Beurteilung

Rechtsgrundlage zur Beurteilung von Lärmschutzmaßnahmen bei der Lärmsanierung sind die VLärmSchR 97. Im Abschnitt D „Lärmsanierung“, Kapitel XIV „Lärmschutz durch bauliche Maßnahmen“, wird aufgeführt, dass die Durchführung von Lärmschutzmaßnahmen voraussetzt, dass der Beurteilungspegel durch den Straßenverkehr an der Wohnbebauung einen festgelegten Auslösewert übersteigt. Diese in den VLärmSchR 97 genannten Auslösewerte wurden mit dem Schreiben des damaligen Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) vom 25.06.2010 um 3 dB abgesenkt und zum 01.08.2020 durch das BMVI für Wohn- und Mischbauflächen erneut um weitere 3 dB abgesenkt.

Tabelle 2: Beurteilungsgrundlage Lärmsanierung (Stand August 2020)

	Nutzung	Auslösewerte	
		Tag	Nacht
1	An Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen, Altenheimen, in Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	64 dB(A)	54 dB(A)
2	in Kern-, Dorf- und Mischgebieten	66 dB(A)	56 dB(A)
3	in Gewerbegebieten	72 dB(A)	62 dB(A)

Anspruchsberechtigt auf Lärmschutz sind diejenigen Gebiete gemäß VLärmSchR 97, bei denen die Auslösewerte überschritten werden und gleichzeitig die betroffenen Gebäude vor dem 01.04.1974 (neue Bundesländer 03.10.1990)

errichtet wurden oder eine Baugenehmigung erhalten haben. Nicht anspruchsberechtigt sind dagegen Gebiete, die der Erholung dienen, z. B. Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Dauer- und Reisecampingplatzgebiete sowie Kleingartengebiete im Sinne des Bundeskleingartengesetzes.

3. Technische Grundlagen

3.1 Berechnungsverfahren

Die Verkehrslärmemissionen und die Verkehrslärmimmissionen sind gemäß der VLärmSchR 97 grundsätzlich zu berechnen. Die Methoden für die Berechnung des Straßenlärms ergeben sich aus den „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS-19).

Erläuterung:

Beurteilungspegel für Verkehrsgeräusche werden grundsätzlich in A-bewerteten Schalldruckpegeln angegeben (Einheit Dezibel (A) bzw. dB(A)), die das menschliche Hörempfinden am besten nachbilden. Zur Beschreibung zeitlich schwankender Schallereignisse wie z. B. der Straßenverkehrsgeräusche dient der A-bewertete Mittelungspegel.

Die Schallemission (d. h. die Abstrahlung von Schall aus einer Schallquelle) des Verkehrs auf einer Straße oder einem Fahrstreifen wird durch den längenbezogenen Schallleistungspegel L_w gekennzeichnet. Die Stärke der Schallemission wird aus der Verkehrsstärke, den Anteilen an Fahrzeugen der Fahrzeuggruppen Lkw1 und Lkw2, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, dem Typ der Straßendeckschicht, der Längsneigung, einem Zuschlag für Mehrfachreflexionen und einem Zuschlag für lichtsignalgesteuerte Knotenpunkte oder Kreisverkehrsplätze berechnet. Der Berechnung werden aus der Verkehrsmengenanalyse bzw. -prognose Kfz und Lkw im Tag- und Nachtzeitraum zugrunde gelegt.

Die Schallimmission (d. h. das Einwirken von Schall auf einen Punkt (also auf den Immissionsort)) wird durch den Beurteilungspegel L_r gekennzeichnet, welcher zum Vergleich mit den Auslösewerten für eine Lärmsanierung (gemäß VLärmSchR 97) dient. Dieser errechnet sich als energetische Summe über die Schalleinträge aller Fahrstreifenteilstücke unter zusätzlicher Berücksichtigung des Abstandes zwischen Immissions- und Emissionsort, der mittleren Höhe des Schallstrahls über dem Boden, von Reflexionen und Abschirmungen. Der Einfluss von Straßennässe wird nicht berücksichtigt.

Die Beurteilungspegel von Verkehrsgeräuschen werden getrennt für die Zeiträume „Tag“ ($L_{r,T}$) und „Nacht“ ($L_{r,N}$) berechnet:

$L_{r,T}$ für die Zeit von 06:00 bis 22:00 Uhr und

$L_{r,N}$ für die Zeit von 22:00 bis 06:00 Uhr.

Die berechneten Beurteilungspegel gelten für leichten Wind (etwa 3 m/s) von der Straße zum Immissionsort und/oder für Temperaturinversion, die beide die Schallausbreitung fördern. Bei anderen Witterungsverhältnissen können deutlich

niedrigere Schallpegel auftreten. Daher ist ein Vergleich von Messwerten mit berechneten Pegelwerten nicht ohne weiteres möglich.

In die Berechnungen der Beurteilungspegel gehen ein:

- die maßgebende stündliche Verkehrsstärke (M) für den Tag- und Nachtzeitraum, ermittelt aus der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV),
- die Lkw-Anteile Lkw1 (p1) (Lkw ohne Anhänger > 3,5 t und Busse) und Lkw2 (p2) (Lkw mit Anhänger bzw. Sattelkraftfahrzeuge > 3,5 t und Motorräder) für Tag und Nacht,
- die zulässigen Geschwindigkeiten (v) für Pkw und Lkw,
- ein Korrekturwert für Steigung und Gefälle der Straße ($D_{LN,FzG}$),
- ein Korrekturwert ($D_{SD,SDT,FzG(v)}$) für die Art der Straßenoberfläche getrennt nach Pkw und Lkw und Geschwindigkeit,
- die Anteile aus der Einfachreflexion der Schallquelle an Stützmauern, Hausfassaden oder anderen Flächen (Spiegelschallquellen),
- ein Korrekturwert (K_{KT}) für lichtzeichengeregelte Kreuzungen oder Einmündungen und Kreisverkehre.

Weiterhin werden Pegeländerungen...

...zur Berücksichtigung des Abstandes und der Luftabsorption,

- ...zur Berücksichtigung der Boden- und Meteorologiedämpfung,
- ...durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen (Mehrfachreflexionen, z. B. zwischen beidseitigen reflektierenden Lärmschutzwänden oder anderen Reflexionselementen)

in Ansatz gebracht.

Die für diese Untersuchung verwendeten maßgebenden Verkehrsstärken, d. h. die Kfz/h im Tag- (06:00-22:00 Uhr) und im Nachtzeitraum (22:00-06:00 Uhr) sowie die maßgebenden Lkw-Anteile p1 und p2 für die genannten Zeiträume entstammen einer Verkehrszählung der Zählstelle (...) und wurden von der (...) zur Verfügung gestellt.

Die Berechnungen wurden unter Verwendung des Rechenprogramms SoundPLAN, Version 8.2, der SoundPLAN GmbH durchgeführt. Das Plangebiet und seine für die schalltechnischen Berechnungen maßgebliche Nachbarschaft werden in einem 3-dimensionalen Geländemodell digital erfasst. In diesem Modell sind die vorhandenen und geplanten Gebäude sowie sonstige für Abschirmung und Reflexion relevante Elemente sowie die jeweiligen Schallquellen in ihrer Lage und Höhe aufgenommen. Es wurde die schutzbedürftige Nutzung entlang der (...) in der Ortslage (...) untersucht.

Alle untersuchten Gebäude wurden gemäß dem Flächennutzungsplan (...) Ortslage (...) in Wohnbauflächen, gemischte Bauflächen und Schulnutzung eingestuft.

Gemäß VLärmSchR 97 ist bei der Ermittlung der Voraussetzungen für eine Lärmsanierung die vorhandene Verkehrsmenge (Analyse) und bei der

anschließenden Bemessung des Umfangs der Lärmschutzmaßnahmen die künftige Verkehrsmenge (Prognose) zu Grunde zu legen.

3.2 Bemessungsverfahren

Die Bemessung der passiven Lärmschutzmaßnahmen sowie zur Durchführung der ggf. zu leistenden Entschädigungen für die Aufwendungen erfolgen entsprechend den Vorgaben der 24. BImSchV sowie den VLärmSchR 97 und sind nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

4. Schalltechnische Berechnungen

4.1 Straßenmerkmale, Topografie

Der hier behandelte Abschnitt der (...) in der Ortsdurchfahrt (...) liegt im Abschnitt (...), Station (...) bis (...)

Die Trasse der (...) ist der Unterlage 03 zu entnehmen.

4.2 Verkehrsverhältnisse, Geschwindigkeiten

Die Berechnung der Emissionspegel für die zu untersuchenden Verkehrswege erfolgt auf der Grundlage der RLS-19 unter Beachtung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, der Fahrbahnoberfläche und den Verkehrsmengen der Pkw und Lkw.

Die Verkehrsbelastungen der Analyse wurden von der (...) zur Verfügung gestellt und entstammen der Verkehrszählung aus dem Jahr 2022 der Zählstelle (...).

Die Prognose 2030 wurde ebenfalls von der (...) zur Verfügung gestellt.

Die übermittelten Verkehrsmengen für die Analyse und Prognose sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 3: Verkehrsmengen Analyse und Prognose der Zählstelle (...)

	DTV in Kfz/24h	M _T in Kfz/h	M _N in Kfz/h	Lkw-Anteil in %			
				p1 _T	p2 _T	p1 _N	p2 _N
Analyse 2022	11.760	687	96	2,2	1,0	2,6	1,6
Prognose 2030	11.744	686	96	2,8	1,3	3,7	1,7

Für die (...) wurde eine Fahrbahnoberfläche aus Asphaltbeton $\leq$ AC 11 angesetzt. Gemäß den RLS-19 wurde für Geschwindigkeiten $\leq$ 60 km/h für Pkw ein Korrekturwert für die Fahrbahnoberfläche von -2,7 dB und für Lkw von -1,9 dB berücksichtigt. Auf dem untersuchten Abschnitt der (...) beträgt die zulässige Höchstgeschwindigkeit 50 km/h.

Bei der Berechnung wurden die vorhandenen Lichtsignalanlagen sowie Steigungen und Gefälle gemäß RLS-19 berücksichtigt. Unter den genannten Voraussetzungen ergeben sich die in den Tabellen der Unterlage 17.1.2.1 zusammengestellten Emissionspegel der Straße im Untersuchungsgebiet.

4.3 Bebauung, Nutzungsarten

Die Einstufung der Gebietsnutzungen erfolgte anhand des folgenden Flächennutzungsplanes, da für die untersuchten Bereiche keine rechtswirksamen Bebauungspläne vorliegen.

- Flächennutzungsplan (...) „Ortslage (...)“

Eine Übersicht über die Nutzung kann der Unterlage 05 (Übersichtslageplan) entnommen werden.

5. Berechnung der Beurteilungspegel

Die Ermittlung der Anspruchssituation wurde gemäß RLS-19 nach den Vorgaben der VLärmSchR 97 durchgeführt. Dazu wurde in einem ersten Schritt die Nullprognose (Analyse 2022) berechnet, um festzustellen, ob die Auslösewerte für eine Lärmsanierung überschritten sind.

5.1 Ermittlung der betroffenen Gebäudefassaden hinsichtlich der Lärmsanierung (Analyse (Verkehrsmengen im Bestand))

Die Berechnungsergebnisse sind in Unterlage 17.1.2.2 zusammengefasst. Die Spalten 8 und 9 enthalten die Beurteilungspegel, welche mit der vorhandenen Verkehrsmenge errechnet wurden. Diese werden zur Ermittlung der Voraussetzung einer Lärmsanierung herangezogen.

Lärmsanierung (Lärmschutz an bestehenden Straßen) wird als freiwillige Leistung auf Grundlage haushaltsrechtlicher Regelungen gewährt. Sie kann im Rahmen der vorhandenen Mittel durchgeführt werden. Gemäß VLärmSchR 97 werden Räume geschützt, die ganz oder überwiegend zum Wohnen, Unterrichten oder zur Kranken- und Altenpflege bestimmt sind. Dagegen zählen gewerblich genutzte Räume (Büro- und Praxisräume, Läden usw.) sowie Aufenthalts- oder Schlafräume in Übernachtungs- und Beherbergungsbetrieben nicht zu den schutzbedürftigen Räumen.

Lärmschutzmaßnahmen im Rahmen einer Lärmsanierung setzen voraus, dass der in der in Unterlage 17.1.2.2 angegebene Auslösewert (Spalte 6 und 7) tags und/oder nachts überschritten wird. In Spalte 12 sind die Überschreitungen wie folgt gekennzeichnet:

- T/N: Überschreitungen der Auslösewerte Tag- und Nachtzeitraum,
- T: Überschreitungen der Auslösewerte nur Tagzeitraum,
- N: Überschreitungen der Auslösewerte nur Nachtzeitraum,
- nein: keine Überschreitungen der Auslösewerte.

Die Lage der untersuchten Gebäude zeigen die Lagepläne in der Unterlage 05. Immissionsorte mit Überschreitungen der Auslösewerte sind dabei rot und Immissionsorte ohne Überschreitungen grün dargestellt.

Durch die untersuchte Ausgangsvariante Analyse 2022 werden Beurteilungspegel im Untersuchungsbereich entlang der (...) von bis zu 70 dB(A) tags und 61 dB(A) nachts berechnet. Die Auslösewerte werden somit teilweise sowohl während des Tag- als auch während des Nachtzeitraums überschritten. Die Überschreitungen liegen aufgerundet bei bis zu 4 dB im Tagzeitraum und 5 dB im Nachtzeitraum.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass an folgenden 6 Gebäuden Überschreitungen der Auslösewerte sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum vorliegen:

(...)

5.2 Schallschutz im Rahmen der Lärmsanierung

Die Wahl aktiver Lärmschutzmaßnahmen wird von der planenden Behörde unter Beachtung bautechnischer, wirtschaftlicher und ggf. ortsbildgestalterischer Gesichtspunkte in Abwägung mit sonstigen Belangen getroffen.

Eine Ortsbegehung zur Erkundung möglicher Aufstellorte für aktiven Lärmschutz hat ergeben, dass eine Umsetzung von aktiven Schallschutzmaßnahmen nicht möglich ist. Zum einen stehen die betroffenen Gebäude teilweise so nahe an der Straße, dass für die Aufstellung aktiver Schallschutzanlagen kein Raum innerhalb der Straßenfläche besteht. Zum anderen hat jedes betroffene Gebäude Zugänge und Zufahrten mit erforderlichen Sichtflächen zur Straße (...) hin, so dass ein lückenloser Vollschutz nicht ermöglicht werden kann.

Grundsätzlich können die Schallschutzansprüche aber auch durch passiven Lärmschutz gelöst werden.

Zur Bemessung von passiven Lärmschutzmaßnahmen wurden die Beurteilungspegel unter Berücksichtigung der Prognose 2030 für die Gebäude, an denen eine Überschreitung der Auslösewerte vorliegt (Betroffene), berechnet. Die Berechnungsergebnisse für die Immissionsorte sind in der Unterlage 1a tabellarisch dargestellt.

Bemessung passiver Schallschutzmaßnahmen

Für verbleibende Betroffenheiten wird im Rahmen der freiwilligen Lärmsanierung der Schutz durch notwendige Lärmschutzmaßnahmen an baulichen Anlagen sichergestellt. Lärmschutzmaßnahmen an baulichen Anlagen nach § 2 der 24. BImSchV sind bauliche Verbesserungen an Umfassungsbauteilen schutzbedürftiger Räume, die die Einwirkungen durch Verkehrslärm mindern.

Kostenschätzung passiver Schallschutzmaßnahmen

Die Zusammenstellung der Kosten befindet sich in Unterlage 13. Hierbei handelt es sich ausschließlich um abgeschätzte Kosten für passive Lärmschutzmaßnahmen.

Grundlage für die Berechnung dieser Kosten ist die Abschätzung der Anzahl der Fenster. Mit Hilfe einer Fotodokumentation wurden pro Geschossseite, für die die Voraussetzungen einer Lärmsanierung dem Grunde nach erfüllt sind, die Anzahl der Fenster gezählt (oder geschätzt, falls im Foto nicht eindeutig erkennbar). Je Fenster wird von einer Fläche von etwa 2 m² ausgegangen. Zusätzlich wird bei Überschreitungen der maßgebenden Immissionsgrenzwerte für den Nachtzeitraum

der Einbau von schallgedämmten Lüftungseinrichtungen erforderlich. Es wurde angenommen, dass dies für ein Fenster je Geschossseite erforderlich wird.

Für das Erfordernis von Schallschutzfenstern wurde wie folgt vorgegangen:

- Nachtnutzungen: Schallschutzklasse 2 ab 54 dB(A), Schallschutzklasse 3 ab 61 dB(A),
- Tagnutzungen: Schallschutzklasse 2 ab 64 dB(A), Schallschutzklasse 3 ab 71 dB(A).

Bei Erfordernis von Schallschutzfenstern sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum wird davon ausgegangen, dass etwa 50 % der Fenster ausgetauscht werden müssen und bei Erfordernis lediglich im Nachtzeitraum ein Fenster je Geschossseite.

Eine Dachsanierung wird nur als Kostenfaktor angesetzt, wenn die Pegel über 61 dB(A) nachts liegen, da für ein konventionelles Dach bei typischer Bauweise von einem Schalldämm-Maß von ca. 30 bis 35 dB ausgegangen werden kann. Hierbei wurde von ca. 15 m² pro Dachschräge und Raum ausgegangen.

Die Kosten für den erforderlichen passiven Schallschutz wurden anhand der Verrechnungssätze laut Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2019 abgeschätzt. Hierbei wurden folgende Annahmen zu mittleren Kosten für passiven Schallschutz inklusive Einbau getroffen:

- Lüftungseinrichtungen: 557 €/Stück
- Schallschutzfenster: 697 €/m²
- Dachsanierung: 400 €/m² (Erfahrungswerte)

Bei einer Anzahl von 25 auszutauschenden Fenstern und 13 erforderlichen Lüftern ergeben sich damit für den passiven Lärmschutz Kosten von ca. 42.091 €.

Abwicklung passiver Lärmschutzmaßnahmen

Die Eigentümer werden von der Landesstraßenbauverwaltung schriftlich über Ihre Betroffenheit informiert. Danach besteht für die Anlieger die Möglichkeit, eine schalltechnische Begutachtung der jeweils schutzwürdigen Wohnräume in Anspruch zu nehmen. Als Ergebnis der Begutachtung werden den Eigentümern die bezuschussungsfähigen Schallschutzmaßnahmen mitgeteilt. Soweit sie die zu 75 % erstattungsfähigen Schallschutzmaßnahmen in Anspruch nehmen wollen, müssen sie dafür Angebote einholen und dem Straßenbaulastträger für den Abschluss einer Vereinbarung vorlegen. Nach Abschluss einer Vereinbarung können die Schallschutzmaßnahmen in Auftrag gegeben werden. Nach Einreichung der Rechnungen und entsprechender Schallschutznachweise werden die Maßnahmen überprüft und die Erstattung von 75 % der Kosten an die Eigentümer ausgezahlt.

Entscheidend für die tatsächlichen Kosten ist, welche Räume tatsächlich aufgrund ihrer Nutzung geschützt werden müssen und wie der Zustand der vorhandenen Fenster ist, insbesondere welcher Schutzklasse diese genügen. Die wirkliche Höhe der Kosten ist erst absehbar, wenn mit den betroffenen Eigentümern Erstattungsverträge abgeschlossen worden sind.

6. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung war zu prüfen, ob die Auslösewerte der Lärmsanierung an Bundesfernstraßen an den Gebäuden entlang der (...) überschritten sind.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Auslösewerte sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum überschritten werden. Die Beurteilungspegel liegen bei bis zu 70 dB(A) tags und 61 dB(A) nachts.

Anspruch auf Lärmsanierung aufgrund von Überschreitungen der Auslösewerte haben demnach die Eigentümer von 6 Gebäuden.

Da sich die betroffenen Gebäude in unmittelbarer Nähe der Straße befinden und außerdem die Grundstückszufahrten nicht verbaut werden dürfen, sind aktive Lärmschutzmaßnahmen in Form von Lärmschutzwällen oder –wänden aus räumlichen und städtebaulichen Gründen nicht möglich. Die Gebäude sind passiv zu schützen.

Der Anspruch und Umfang des passiven Schallschutzes ist nach der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV zu ermitteln. Passive Schallschutzmaßnahmen sind am Gebäude selbst z. B. durch den Einbau von Schallschutzfenstern umzusetzen.

7. Fundstellen

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Oktober (BGBl. 2022, Teil I Nr. 38) geändert worden ist
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 2019 – RLS-19, Ausgabe 09.2019, Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministers für Verkehr FGSV 052, (VkBl. 2019, Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698), korrigiert Februar 2020
- Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 04.02.1997 (BGBl. I, S. 1253), zuletzt geändert durch Artikel 3 V vom 23.09.1997 (BGBl. I, S. 2329)
- Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97) vom 27.05.1997, zuletzt geändert durch Schreiben des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr vom 01.08.2020

Anlage 4

Beispielbericht

Gesamtlärm im Nahbereich

Bau einer AS, Bau einer Gemeindestraße

(aus 2019)

Straßenbauverwaltung: Landkreis (...)
Straße: Neubau der Planstraße von Bau-km 10+037 bis Bau-km 13+378
Zukunftsprojekt (...) Neubau der Planstraßen zwischen (...)

Unterlage 17.1.2

Schalltechnische Untersuchung zum Gesamtlärm im Nahbereich

aufgestellt: Stadt (...) Bauen und Stadtentwicklung, Straßen- und Verkehrsmanagement (...), den	

Zukunftsprojekt (...): Neubau der Planstraßen
zwischen (...)

Schalltechnische Untersuchung Gesamtlärm im Nahbereich

Gliederung der Unterlage 17.1.2:

17.1.2	Schalltechnische Untersuchung zum Gesamtlärm im Nahbereich
17.1.2.1	Erläuterungsbericht: Schalltechnische Untersuchung zum Gesamtlärm im Nahbereich
17.1.2.2	Tabellen zum Erläuterungsbericht
17.1.2.2.1.1	Emissionspegel Straßenverkehr (Bezugsfall)
17.1.2.2.1.2	Emissionspegel Straßenverkehr (Planfall)
17.1.2.2.1.3	Emissionspegel Schienenverkehr (Prognose 2030)
17.1.2.2.2	Prüfung auf verbleibende Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“ (Immissionspunkte mit Adressen und Nummern)
17.1.2.3	Pläne zum Erläuterungsbericht
17.1.2.3.1.1	Lageplan (Bezugsfall)
17.1.2.3.1.2	Lageplan (Planfall)
17.1.2.3.2.1	Schallimmissionsplan (Bezugsfall, Tag)
17.1.2.3.2.2	Schallimmissionsplan (Bezugsfall, Nacht)
17.1.2.3.2.3	Schallimmissionsplan (Planfall, Tag)
17.1.2.3.2.4	Schallimmissionsplan (Planfall, Nacht)
17.1.2.3.3.1	Differenzpegelkarte (Plan- zu Bezugsfall, Tag)
17.1.2.3.3.2	Differenzpegelkarte (Plan- zu Bezugsfall, Nacht)
17.1.2.3.4.1	Lageplan zur Bildung der Untersuchungsgrenze (43 dB(A) nachts) und Blattschnitte
17.1.2.3.4.2	Überschreitungskarte mit relevanten Pegelerhöhungen, Blatt 1
17.1.2.3.4.3	Überschreitungskarte mit relevanten Pegelerhöhungen, Blatt 2
17.1.2.3.4.4	Überschreitungskarte mit relevanten Pegelerhöhungen, Blatt 3
17.1.2.3.5.1	Lageplan mit untersuchungsrelevanten Gebäuden im Untersuchungskorridor und Blattschnitte
17.1.2.3.5.2	Detailplan Pegelüberschreitung (Tag / Nacht), Blatt 1
17.1.2.3.5.3	Detailplan Pegelüberschreitung (Tag / Nacht), Blatt 2
17.1.2.3.5.4	Detailplan Pegelüberschreitung (Tag / Nacht), Blatt 3
17.1.2.3.5.5	Detailplan Pegelüberschreitung (Tag / Nacht), Blatt 4
17.1.2.3.5.6	Detailplan Pegelüberschreitung (Tag / Nacht), Blatt 5
17.1.2.3.5.7	Detailplan Pegelüberschreitung (Tag / Nacht), Blatt 6

Unterlage 17.1.2.1

Erläuterungsbericht

Schalltechnische Untersuchung zum Gesamtlärm im Nahbereich

Gliederung	Seite
1 Allgemeines	2
2 Grundlagen	4
1.1 Arbeitsunterlagen	4
1.2 Berechnung	4
1.3 Beurteilung	5
3 Methoden zur Auswertung des Gesamtlärms	7
3.1 Bildung des Untersuchungsraumes	7
3.2 Freiflächen	8
3.3 Lokalisierung Grenzwertüberschreitung (16. BImSchV) und Pegelerhöhung ($\geq 2,1$ dB) durch die Straßenbaumaßnahmen	8
3.4 Lokalisierung 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht – Überschreitung und Pegelerhöhung ($\geq 0,1$ dB) durch die Straßenbaumaßnahmen	10
4 Lärmempfindliche Nutzungen	13
5 Schallemissionen	14
5.1 Straßen	14
5.2 Schienenwege	14
5.3 Gewerbe	15
6 Auswertung Verkehrslärmänderungen durch die Inbetriebnahme der geplanten Straßenbaumaßnahmen	16
6.1 Freiflächen	16
6.2 Lokalisierung Grenzwertüberschreitung (16. BImSchV) und Pegelerhöhung ($\geq 2,1$ dB) durch die Straßenbaumaßnahmen	16
6.3 Lokalisierung 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht – Überschreitung und Pegelerhöhung ($\geq 0,1$ dB) durch die Straßenbaumaßnahmen	17
7 Ansprüche auf baulichen Schallschutz „dem Grunde nach“ aus Gesamtlärm	19
Fundstellen	20

1. Allgemeines

Im Rahmen des Zukunftsprojekts „(...)“ plant die Stadt (...) im Bereich des Ortsteils (...) die Verbindung der (...) mit der (...) und den Anschluss der verlängerten (...) über den Zubringer an die geplante Anschlussstelle (AS(...)). Konkret soll die aus der (...) kommende (...) in östliche Richtung verlängert und an die (...) im Bereich der Ortsteilgrenze (...) angeschlossen werden. Die Baustrecke der Planstraße beginnt bei Bau-km 10+037 westlich der (...) und endet bei Bau-km 13+378 mit dem Anschluss an die (...). Weiterhin ist es aufgrund der straßenverkehrlichen Neuordnung im Bereich des Gewerbegebiets westlich der (...) erforderlich, dass eine Umfahrungsstraße „(...)“ neu gebaut wird. Dieser Trassenverlauf ist das Ergebnis einer durchgeführten Variantenuntersuchung.

Diese geplanten Infrastrukturmaßnahmen bewirken eine Neuordnung des Straßenverkehrs im räumlichen Umfeld des Straßennebennetzes.

Im Zuge dieser verkehrlichen Neuordnung ergeben sich veränderte Verkehrsströme mit angepassten Mengen und Zusammensetzungen des Straßenverkehrs. Mit diesen neuen Straßenverkehrsmengen stellt sich eine veränderte Gesamtlärm-situation im Umfeld zu den genannten Straßenbaumaßnahmen ein.

Die Änderung der Verkehrslärmsituation (aus Straßenverkehr und Schienenverkehr) durch die Inbetriebnahme der Neubautrassen wird anhand von Schallimmissionsplänen und daraus abgeleiteten Differenzpegelplänen dargestellt.

Darüber hinaus wird besonders untersucht, an welchen Orten nach der Inbetriebnahme der geplanten Straßen, im Bereich um die neuen Bauabschnitte mit der Überlagerung von Straßen- und Schienenverkehrslärm relevante Pegelüberschreitungen und gleichzeitige Pegelerhöhung gegeben sind. Dabei werden folgende Kriterien herangezogen:

- Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV gemäß der Gebietskategorie der Baunutzungsverordnung (BauNVO) und gleichzeitige Pegelerhöhung um $\geq 2,1$ dB,
- Überschreitung der Schwelle der Gesundheitsgefährdung von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht in der Gesamtlärmbetrachtung und gleichzeitige Pegelerhöhung um $\geq 0,1$ dB.

Entsprechend basiert die Gesamtlärmuntersuchung mit der Auswertung der Verkehrslärmänderung im Kern auf den oben genannten Teilbereichen. Die Auswertung erfolgt demnach für die Freiflächen (► 6.1) und die schutzbedürftigen Gebäude oberhalb der Immissionsgrenzwerte bei gleichzeitiger Pegelerhöhung um $\geq 2,1$ dB (► 6.2) und die schutzbedürftigen Gebäude oberhalb der Gesundheitsschwellenwerte von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht bei gleichzeitiger Pegelerhöhung um $\geq 0,1$ dB (► 6.3).

Die genannten Auswertungen erfolgen innerhalb des relevanten Untersuchungsraums. Die räumliche Abgrenzung des Korridors für die

Gesamtlärmuntersuchung resultiert aus der akustischen Relevanz der geplanten Straßenabschnitte (verlängerte (...)) und (...)) (► 3.1).

2. Grundlagen

2.1 Arbeitsunterlagen

In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Planunterlagen und Daten dargestellt.

Tabelle 1: Bereitgestellte Unterlagen

Art der Unterlagen	Bereitstellung / Quelle	Datum der Bereitstellung
Straßenverkehrsbelastung des relevanten Netzes (Prognosenullfall 2030 und Prognoseplanfall 2030 Variante 1.2)	(...)	08.05.2018, 14.05.2018, 22.05.2018, und 20.02.2019
Schienenverkehrsbelastungsdaten für das Prognosejahr 2030 der Strecken (...) und (...)	(...)	29.01.2019
Planunterlagen zur Straßenplanung	(...)	26.10.2018, 07.01.2019 und 13.02.2019
Geodaten in (...) (u.a. Orthophotos, Flurstücksgrenzen, Geländemodell)	(...)	30.05.2018
Geodaten der (...) (u.a. Orthophotos, Flurstücksgrenzen, Geländemodell)	(...)	14.06.2018 und 21.06.2018
Bebauungspläne der räumlichen Umgebung zum Plangebiet	(...)	13.07.2018

2.2 Berechnung

Sämtliche Berechnungen wurden mit dem Programm SoundPLAN-Manager 8.0 (64 Bit-Version vom 09.11.2018) der Firma SoundPLAN GmbH durchgeführt.

Das Plangebiet und die für die schalltechnischen Berechnungen maßgebliche Nachbarschaft wurden in einem 3-dimensionalen Geländemodell digital erfasst. Der Untersuchungsbereich umfasst das Umfeld um die geplanten Straßen, in dem durch die vom Verkehr auftretenden Schallpegel bei einem Gesamtlärmpegel von 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) in der Nacht noch ein Anstieg um $\geq 0,1$ dB erfolgen könnte.

Im Lageplan der Unterlage 17.1.2.3.1.1 sind die bauliche Situation, die Gebietsnutzungen und die berücksichtigten Straßen mit den Nummern der Straßenabschnitte für den Bezugsfall, also der Prognosenullfall 2030, ohne die geplanten Straßen dargestellt. Der Lageplan der Unterlage 17.1.2.3.1.2 zeigt den Planfall, d. h. die Prognose 2030 mit den geplanten Straßen.

Die Methoden für die Berechnung des Straßenlärms ergeben sich aus den „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 2019 - RLS-19“¹⁶. Der Schienenverkehrslärm, entsprechend die Emissionen der Strecken (...) und (...), wurde nach den Vorgaben der „Schall 03 – Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege“ berechnet.

2.3 Beurteilung

Ab wann ist eine Straße laut? Das wird von jedem Anwohnenden unterschiedlich empfunden. Belastungen durch Lärm können sich im Wohnumfeld durch Störungen der Kommunikation, durch Störungen der Nachtruhe oder durch eine eingeschränkte Nutzbarkeit von Garten, Terrasse und Balkon ausdrücken. Die Lärmwirkungsforschung hat bis heute viele Untersuchungen¹⁷ dazu durchgeführt. Es wurden unterschiedliche Kriterien entwickelt, die versuchen die Lärmwirkung auf den durchschnittlichen erwachsenen Menschen objektiv zu bewerten. Dabei ist im Wesentlichen zu unterscheiden zwischen der Belästigung und der Gesundheitsgefährdung. Der Unterschied ist in der nachfolgenden Abbildung erklärt.

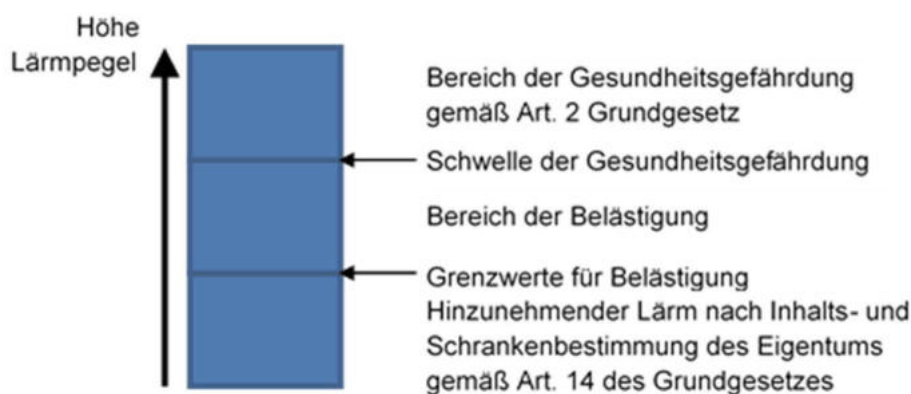


Abbildung 1: Stufen der Lärmbelastung

Der Gesetzgeber hat in der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) für den **Bau und die wesentliche Änderung von Verkehrswegen** Grenzwerte für nicht hinzunehmende Belästigungen verfasst.

Tabelle 2: Grenzwerte nach 16. BImSchV für den Neubau von Straßen

Nutzung	Grenzwerte 16. BImSchV	
	Tag	Nacht
Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime	57 dB(A)	47 dB(A)
Reine und allgemeine Wohngebiete	59 dB(A)	49 dB(A)

¹⁶ • Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 2019 – RLS-19, Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministers für Verkehr FGSV 052, (VkB. 2019, Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698), korrigiert Februar 2020

¹⁷ Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU); Umwelt und Gesundheit, Risiken richtig einschätzen; Deutscher Bundestag Drucksache 14/2300 (2008)

Nutzung	Grenzwerte 16. BImSchV	
	Tag	Nacht
Kern-, Dorf- und Mischgebiete	64 dB(A)	54 dB(A)
Gewerbegebiete	69 dB(A)	59 dB(A)

Die in Tabelle 2 genannten Grenzwerte gelten nur für den Neubau von Straßen, hingegen nicht für Wohnungen an bestehenden Straßen. Sie beziehen sich ausschließlich auf den durch die jeweilige neu gebaute Straße erzeugten Schallpegel, nicht jedoch auf die hier untersuchte Gesamtlärmbelastung aus weiteren Straßen und anderen Schallquellen (hier Schiene).

In der nachfolgenden Tabelle ist die in dieser Gesamtlärmuntersuchung angewandte Gebietsbeurteilung dargestellt. Die Bezeichnungen wurden analog zu der Gebietseinteilung gemäß den Plänen der Unterlage 17.1.2.3 ff (Anmerkungen: Hier sind verbindliche Gebiete und vorbereitende Bauflächen zusammengefasst) gewählt. Industriegebiete werden im Rahmen dieser Gesamtlärmuntersuchung im Nahbereich in der Schutzwürdigkeit wie Gewerbegebiete behandelt.

Tabelle 6: Zuordnung der Gebietsbeurteilungen

Nutzungskategorie gemäß 16. BImSchV	Nutzungsbezeichnungen in der Gesamtlärmuntersuchung
Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime	<i>Nicht im Untersuchungsraum vorhanden</i>
Reine und allgemeine Wohngebiete	W / WA – Allgemeines Wohngebiet WR – Reines Wohngebiet
Kern-, Dorf- und Mischgebiete	M / MI – Dorf- und Mischgebiet MK – Kerngebiet
Gewerbegebiete	G / GE – Gewerbegebiet GI – Industriegebiet

Die **Schwelle der Gesundheitsgefährdung**, ab der eine Gefährdung nicht auszuschließen ist, hat das Bundesverwaltungsgericht bei einem Dauerlärmpegel von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht verortet¹⁸. Sollte also durch die Inbetriebnahme der verlängerten A-Straße, in der Umgebung dieses Abschnitts, ein Beurteilungspegel von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht erreicht oder erhöht werden, so besteht ein erhöhtes Abwägungserfordernis.

¹⁸ vgl. z. B. BVerwG, Urteil vom 23.02.2005 – 4 A 5.04; BVerwG, Urteil vom 13.05.2009 – 9 A 72.079

3. Methoden zur Auswertung des Gesamtlärms

3.1 Bildung des Untersuchungsraumes

Die nachfolgenden Auswertungen des Gesamtlärms erfolgen innerhalb des relevanten Untersuchungsraums. Die räumliche Abgrenzung des Korridors für die Gesamtlärmuntersuchung resultiert aus der akustischen Relevanz der geplanten Straßenabschnitte (verlängerte (...) und (...)). Untersucht werden Gebäude, an denen ausschließlich durch die geplanten Straßenabschnitte ein Beitrag zur Pegelerhöhung um $\geq 0,1$ dB akustisch erreicht werden kann. Ausgehend vom Schwellenwert von 60 dB(A) im besonders schützenswerten Nachtzeitraum ist dies der Fall, wenn der nächtliche Pegel um 17 dB unterhalb des nächtlichen Schwellenwerts zur Gesundheitsgefährdung liegt¹⁹. Diese definierte Irrelevanzschwelle von 0,1 dB bedingt demnach, dass alle Gebäude in der Gesamtlärmuntersuchung zu betrachten sind, an denen der Pegelbeitrag durch die geplanten Straßen ≥ 43 dB(A) nachts erreicht wird. Die folgende Tabelle fasst das Vorgehen zusammen.

Tabelle 4: Untersuchungsdesign zur Bildung des Untersuchungsraumes

Schallquellen	Ziel	Ergebnis (Wo wird der Gesamtlärm ermittelt?)	Unterlage
Neubau verlängerte (...) Zubringer und (...) innerhalb Baugrenzen	Feststellen, wo die neuen oder geänderten Straßen noch Einfluss auf den Gesamtlärm haben.	Untersuchungsraum für die Gesamtlärmbetrachtung, gebildet aus dem Abstand um die Schallquellen, an dem der Beurteilungspegel mindestens 43 dB(A) nachts beträgt.	Siehe auch Lageplan der Unterlage 17.1.2.3.4.1

Die erforderlichen schalltechnischen Berechnungen zur Bestimmung des räumlichen Korridors in den bebauten Bereichen wurden anhand von geschossgenauen Fassadenpunktberechnungen und in den unbebauten Freiräumen anhand von Schallimmissionsberechnungen im Freifeld durchgeführt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des Lageplans zur gebäudespezifischen Bildung des Untersuchungsraums anhand des nächtlichen Mindestpegels von 43 dB(A) in der (...). An den Gebäuden mit einem roten Punkt vor der Fassade werden an einem Immissionsort die 43 dB(A) nachts erreicht, n denen mit einem schwarzen Punkt werden die 43 dB(A) nachts unterschritten.

¹⁹ Erläuterung: Es gilt energetisch addiert 60 dB(A) (Vorbelastung) + 43 dB(A) (Zusatzbelastung durch geplante Straßen) = 60,1 dB(A), während 60 dB(A) + 42 dB(A) = 60,0 dB(A) ist. Um also eine Erhöhung des Gesamtlärms durch die neugeplante(n) Straße(n) zu erreichen, muss die neugeplante Straße allein mindestens mit 43 dB(A) zum Gesamtlärm beitragen.

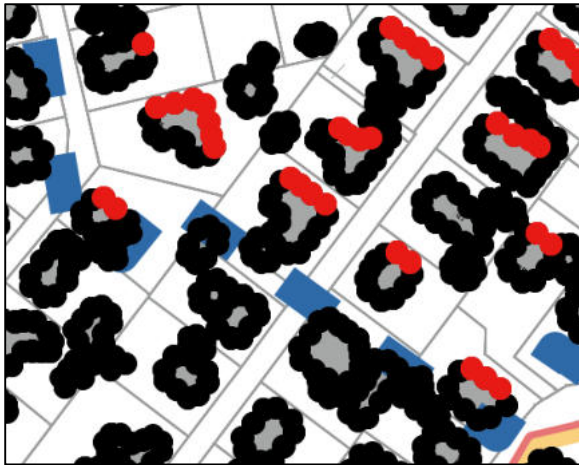


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Lageplan der Unterlage 17.1.2.3.4.1

Der relevante Untersuchungsraum für die Gesamtlärmauswertung ergibt sich demnach für die Orte, an denen ein Pegelbeitrag durch die geplanten Straßen ≥ 43 dB(A) nachts erreicht wird. Der Untersuchungsraum ist in der Unterlage 17.1.2.3.4.1 dargestellt. Die Untersuchungsgrenze (blau gestrichelt in Abbildung 2) ist dabei in den bebauten Bereichen gebäudegenau gezogen. Die grundsätzlich für die Gesamtlärmuntersuchung relevanten Gebäude weisen rot markierte fassadenbezogene Immissionsorte auf.

3.2 Freiflächen

Zur Darstellung der Verkehrslärmsituation (Straßen und Schienenwege) wird zum einen die Lärmsituation innerhalb des Untersuchungsgebietes, definiert anhand des nächtlichen Beurteilungspegels von 43 dB(A), in der heutigen baulichen Situation mit den Verkehrsmengen des Bezugsfalls (Prognosenullfall 2030) in 4 m Höhe über Gelände ermittelt. Anhand dieser Berechnung wird die Lärmbelastung (zukünftig, ohne die A-Straße in der Stadt) verortet und erkennbar. Zum anderen wird die Verkehrslärmsituation des Prognoseplanfalls, also mit den in Betrieb genommenen neu geplanten Straßen, errechnet. Aus der Differenz der beiden Lärmsituationen ist räumlich erkennbar, wo sich zwischen den Gebäuden, z. B. auf Terrassen und in Gärten, Pegeländerungen durch die Inbetriebnahme der (...) und der (...) ergeben.

3.3 Lokalisierung Grenzwertüberschreitung (16. BImSchV) und Pegelerhöhung ($\geq 2,1$ dB) durch die Straßenbaumaßnahmen

In dieser Auswertung erfolgt ein konkreter Bezug zum Gebäudeobjekt. Es wird eine räumliche Bestimmung der Gebäude vorgenommen, die im Gesamtlärm durch Pegel oberhalb der Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV, Tag / Nacht) je Gebietskategorie gemäß BauNVO belastet sind und einer gleichzeitigen Erhöhung von $\geq 2,1$ dB zwischen den Varianten mit und (...) und der (...) ausgesetzt sind.

Tabelle 5: Vorgehen Gesamtlärmbetroffenheit aus erheblicher Gesamtlärm-erhöhung

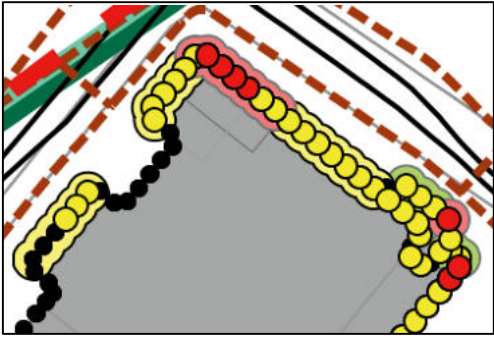
Untersuchungs- raum	Kriterium 1	Kriterium 2	Betroffenheit aus Gesamtlärm	Unterlage
Innerhalb des Untersuchungs- raums 43 dB(A) nachts (gebildet aus den Schall- quellen Neubau (...), Zubringer und (...) innerhalb Baugrenzen	Überschreitung der gebietsspezi- fischen Immis- sionsgrenzwerte nach der 16. BImSchV (siehe Tabelle 2)	Erhöhung des Gesamtlärms um 3 dB (aufgerundet $\geq 2,1$ dB)	Beide Kriterien treffen zu und das Gebäude liegt im Untersuchungs- raum	Siehe Farbgebung für die Beurtei- lungszeiträume in Unterlagen 17.1.2.3.4.2 ff  Tag und Nacht  Nacht  Tag

Zur Bestimmung, an welchen Gebäuden eine Betroffenheit ermittelt wird, wird ein zweistufiges Verfahren gewählt. In beiden Stufen werden die Emissionen des Straßen- und Schienenverkehrs berücksichtigt.

In der ersten Stufe werden ausnahmslos alle Gebäude innerhalb des Untersuchungsraums - unabhängig von der Nutzung - berücksichtigt. Die Berechnungen an den Gebäuden werden hierzu methodisch in Anlehnung an die Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB) ausgeführt. An jeder Fassade des Gebäudes wird über alle Stockwerke jeweils ein Berechnungspunkt 20 cm unterhalb der Geschossoberkante mit einer standardisierten Geschosshöhe von 2,8 m gesetzt. Ist eine Fassade breiter als 10 m, wird die Fassade in Teilfassaden ≤ 10 m unterteilt. Breite Fassaden haben also mehrere Berechnungspunkte in einem Geschoss. Es ist hierzu anzumerken, dass es sich um ein standardisiertes Verfahren ohne die Berücksichtigung von konkreten Fensterlagen handelt. Betrachtet werden allerdings nur die Fassadenpunkte, an denen mindestens die 43 dB(A) nachts erreicht werden.

Es werden die berechneten Immissionen an den Gebäuden im Untersuchungsraum kenntlich gemacht, an denen die Prüfkriterien zur Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) belastet sind und einer gleichzeitigen Erhöhung von $\geq 2,1$ dB zwischen den Varianten grundsätzlich im Tag- und / oder Nachtzeitraum festgestellt wurden (siehe eingefärbte Fassaden in den Unterlagen 17.1.2.3.4.2 / 17.1.2.3.4.3 / 17.1.2.3.4.4). Es handelt sich dabei um die Kennzeichnung der im Grundsatz untersuchungsrelevanten Gebäude innerhalb des Untersuchungsraums.

Tabelle 6: Zweistufiges Untersuchungsdesign

Stufe 1 – Standardisiertes Vorgehen gemäß BEB-Berechnungsmethode entlang der gesamten Fassade	Stufe 2 – Detailuntersuchung an der Fassade unter Berücksichtigung von Objektnutzungen und Fensterlagen
Ausschnitt aus Unterlage 17.1.2.3.4.2 ff (Objekt (...)) 	Ausschnitt aus Unterlage 17.1.2.3.5.2 ff (Objekt (...)) 

In der anschließenden zweiten Stufe folgt eine Detailuntersuchung an den identifizierten untersuchungsrelevanten Gebäuden, die die Lagen von Fenstern und Nutzungen berücksichtigt (siehe auch Tabelle 6). An den Gebäuden werden entsprechend Einzelpunkte berechnet. Die berechneten Punkte sind in den Detailblättern der Unterlage 17.1.2.3.5.1 ff dargestellt.

3.4 Lokalisierung 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht – Überschreitung und Pegelerhöhung ($\geq 0,1$ dB) durch die Straßenbaumaßnahmen

Auch in dieser Auswertung erfolgt ein konkreter Bezug zum Gebäudeobjekt. Es wird eine räumliche Bestimmung der Gebäude vorgenommen, die im Gesamtlärm durch Pegel oberhalb der Schwelle der Gesundheitsgefährdung (70 dB(A) am Tag / 60 dB(A) in der Nacht) belastet sind und einer gleichzeitigen Erhöhung von $\geq 0,1$ dB zwischen den Varianten mit und ohne (...) und der (...), ausgesetzt sind. Es wird ein zweistufiges Verfahren gewählt. In beiden Stufen werden die Emissionen des Straßen- und Schienenverkehrs berücksichtigt.

In der ersten Stufe werden ausnahmslos alle Gebäude innerhalb des Untersuchungsraums - unabhängig von der Nutzung - berücksichtigt. Die Berechnungen an den Gebäuden werden hierzu methodisch in Anlehnung an die BEB ausgeführt. An jeder Fassade des Gebäudes wird über alle Stockwerke jeweils ein Berechnungspunkt 20 cm unterhalb der Geschossoberkante mit einer standardisierten Geschosshöhe von 2,8 m gesetzt. Ist eine Fassade breiter als 10 m, wird die Fassade in Teilfassaden ≤ 10 m unterteilt. Breite Fassaden haben also mehrere Berechnungspunkte in einem Geschoss. Es ist hierzu anzumerken, dass es sich um ein standardisiertes Verfahren ohne die Berücksichtigung von konkreten Fensterlagen handelt. Betrachtet werden allerdings nur die Fassadenpunkte, an denen mindestens die 43 dB(A) nachts erreicht werden.

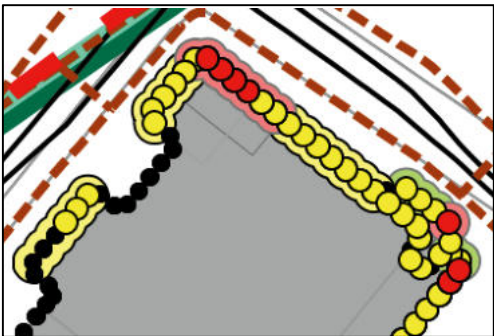
Es werden die berechneten Immissionen an den Gebäuden kenntlich gemacht, an denen die Prüfkriterien zur Überschreitung der Schwelle der Gesundheitsgefährdung (70 dB(A) am Tag / 60 dB(A) in der Nacht) erreicht sind und eine gleichzeitige Erhöhung von $\geq 0,1$ dB zwischen den Varianten grundsätzlich im Tag- und / oder Nachtzeitraum festgestellt wurde (siehe zu den Prüfkriterien auch folgende Tabelle).

Tabelle 7: Vorgehen Gesamtlärmbetroffenheit aus Gesamtlärmerhöhung oberhalb der Gesundheitsschwellenwerte

Untersuchungsraum	Kriterium 1	Kriterium 2	Betroffenheit aus Gesamtlärm	Unterlage
Innerhalb des Untersuchungsraums 43 dB(A) nachts (gebildet aus den Schallquellen Neubau (...), Zubringer und (...)) innerhalb Baugrenzen	Lärmpegel ≥ 70 dB(A) tags im Planfall	Erhöhung um mindestens 0,1 dB in der Differenz Planfall zu Bezugsfall tags	Beide Kriterien treffen zu und das Gebäude liegt im Untersuchungsraum	Siehe Farbgebung für die Beurteilungszeiträume in Unterlagen 17.1.2.3.4.2 ff
	Lärmpegel ≥ 60 dB(A) nachts im Planfall			

In den Unterlagen 17.1.2.3.4.2 / 17.1.2.3.4.3 / 17.1.2.3.4.4 sind die Immissionsorte eingefärbt, für die die Prüfkriterien im Grundsatz erfüllt sind. Damit handelt es sich um die Kennzeichnung der im Grundsatz untersuchungsrelevanten Gebäude innerhalb des Untersuchungsraums.

Tabelle 8: Zweistufiges Untersuchungsdesign

Stufe 1 – Standardisiertes Vorgehen gemäß BEB-Berechnungsmethode entlang der gesamten Fassade	Stufe 2 – Detailuntersuchung an der Fassade unter Berücksichtigung von Objektnutzungen und Fensterlagen
Ausschnitt aus Unterlage 17.1.2.3.4.2 ff (Objekt (...)) 	Ausschnitt aus Unterlage 17.1.2.3.5.2 ff (Objekt (...)) 

In der anschließenden Detailuntersuchung, als zweite Stufe (siehe auch Tabelle 8), werden an den identifizierten untersuchungsrelevanten Gebäuden die Lagen von

Fenstern und Nutzungen berücksichtigt. An den Gebäuden werden entsprechend Einzelpunkte berechnet. Die berechneten Punkte sind in den Detailblättern der Unterlage 17.1.2.3.5.1 ff dargestellt.

4. Lärmempfindliche Nutzungen

Die Baustrecke der Planstraße ((...)) beginnt westlich der (...) bei Bau-km 10+037 in einem Gewerbegebiet / Industriegebiet. Diese Gewerbeflächen erstrecken sich über Teile des Stadtgebiets von (...) und auch der (...). In östliche Richtung folgt in (...) auf Höhe des Bau-km 10+334 das Brückenbauwerk über die (...). Anschließend erfolgt der straßenseitige Übergang in das geplante Gewerbegebiet (...). Bei ca. Bau-km 10+700 liegt die Planstraße in einem Abstand von etwa 150 m zur Wohnsiedlung (...). Bei Bau-km 11+800 zweigt der Zubringer in Richtung Norden zur geplanten (...) an der (...) ab.

Im weiteren Verlauf der Planstraße unterquert diese in Troglage die Eisenbahnstrecke auf Höhe des Bau-km 13+096. Anschließend erfolgt der streckenseitige Anschluss an die (...). Dieser bildet damit das Ende der Baustrecke bei Bau-km 13+378. In diesem räumlichen Umfeld sind verschiedene schutzbedürftige Nutzungen (sowohl Wohn- als auch Gewerbenutzungen), vorhanden.

Die planungsrechtlichen Nutzungseinstufungen mit den untersuchten Gebäuden sind in der Unterlage 17.1.2.3.4.1 dargestellt.

Industriegebiete werden im Rahmen dieser Gesamtlärmuntersuchung im Nahbereich in der Schutzwürdigkeit wie Gewerbegebiete behandelt.

5. Schallemissionen

5.1 Straßen

Die Straßen des Bezugsfalls sind im Lageplan der Unterlage 17.1.2.3.1.1, ohne verlängerte (...) und der (...) . Im Lageplan der Unterlage 17.1.2.3.1.2 ist der Planfall, also mit verlängerter (...) und der (...) abgebildet. Es handelt sich jeweils um die Prognosewerte für das Jahr 2030.

In den Tabellen der Unterlagen 17.1.2.2.1.1 (Bezugsfall) und 17.1.2.2.1.2 (Planfall) sind die Verkehrslärmparameter gemäß RLS-19 aufgelistet.

Abschnittsgenau sind die stündlichen Verkehrsmengen (Tag / Nacht), die Lkw-Anteile 1 und 2 (Tag / Nacht), zulässige Höchstgeschwindigkeiten sowie die angesetzten Zuschläge (für Straßendeckschichttypen, und für fahrtrichtungsabhängigen Zuschlag auf Gradienten nach Fahrzeuggruppe) wiedergegeben. Darüber hinaus ist für jeden Abschnitt der längenbezogene Schalleistungspegel / Emissionspegel (Tag / Nacht) angegeben. Mit der Abschnittsnummer kann eine räumliche Identifizierung des Straßenabschnitts anhand der Nummer in den Lageplänen der Unterlagen 17.1.2.3.1.1 (Bezugsfall) und 17.1.2.3.1.2 (Planfall) erfolgen.

Die erforderlichen Zuschläge für die Standorte von Lichtsignalanlagen gemäß den RLS-19 wurden in den Berechnungen berücksichtigt. Weiterhin wurden, sofern erforderlich, Zuschläge für Mehrfachreflexionen (D_{refl}) vergeben.

5.2 Schienenwege

Die Verkehrsmengen der relevanten Schienenwege sind in der Unterlage 17.1.2.2.1.3 dargestellt. Die Emissionen ergeben sich gemäß der Schall 03.

Die Strecke-(...) verläuft nordwestlich zum Plangebiet in Richtung (...). Die Streckenbelastung weist ausschließlich Güterzüge auf. Südlich zum Plangebiet verläuft die Strecke in Richtung (...). Neben Güterverkehr wird diese Strecke auch vom Regional- und Fernverkehr befahren. Bei den genannten Verkehrszahlen handelt es sich um Prognosewerte für das Jahr 2030. Die Verkehrsmengen auf den Schienen sind im Bezug- und Planfall gleich.

Eine räumliche Verortung der Schienenwege ist unter anderem über den Bezeichnungsabgleich der jeweiligen Schienenstrecke in den Lageplänen der Unterlagen 17.1.2.3.1.1 und 17.1.2.3.1.2 mit den gleichen Bezeichnungen möglich.

Die Korrekturwerte für die Fahrbahnart, Brücken und die Kurvenradien gemäß der Schall03 wurden in den Berechnungen, sofern erforderlich, berücksichtigt. Ein Schienenbonus wurde nicht berücksichtigt.

5.3 Gewerbe

Gewerbe- und Industriebetriebe müssen im Regelfall in der Wohnnachbarschaft die Richtwerte der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm“ einhalten. Für allgemeine Wohngebiete mit 55 / 40 dB(A) Tag / Nacht sind diese Richtwerte sehr viel geringer als die Schwellenwerte der Gesundheitsgefährdung von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht. Daher ist zu erwarten, dass der Gewerbelärm keinen relevanten Pegelbeitrag zur Gesamtlärmsituation in Bereichen der Gesundheitsgefährdung liefert. Der Gewerbelärm wird aus diesem Grund nicht in diese Gesamtlärmuntersuchung eingestellt.

6. Auswertung Verkehrslärmänderungen durch die Inbetriebnahme der geplanten Straßenbaumaßnahmen

6.1 Freiflächen

Werden die Schallimmissionspläne für den Bezugsfall (Unterlage 17.1.2.3.2.1 Schallimmissionsplan Bezugsfall Tag und Unterlage 17.1.2.3.2.2 Schallimmissionsplan Bezugsfall Nacht) und für den Planfall (Unterlage 17.1.2.3.2.3 Schallimmissionsplan Planfall Tag und Unterlage 17.1.2.3.2.4 Schallimmissionsplan Planfall Nacht) nebeneinandergelegt, so ist deutlich zu erkennen, wo die Unterschiede in den Gesamtlärmsituationen liegen. Durch die Inbetriebnahme der (...) und der (...) werden im Bereich um diese Verkehrswege die Freiflächen durch die neugeplanten Straßenverkehrsflächen nur geringfügig unter 1 dB Pegelzunahme mit Lärm belastet. Die Gesamtlärmvorbelastung ist durch die bestehenden Straßenverkehrswege, die (...) und die (...), und der Schienenwege (Strecken (...) und (...)) geprägt.

Die Schalldifferenzpegelpläne Planfall – Bezugsfall (Unterlage 17.1.2.3.3.1 Differenzpegelplan Planfall zu Bezugsfall Tag [6-22 Uhr] und Unterlage 17.1.2.3.3.2 Differenzpegelplan Planfall zu Bezugsfall Nacht [22-6 Uhr]) bestätigen die Zunahme des Lärms entlang der neugeplanten Straßen.

Pegelminderungen von > 1 dB (d. h. Differenz von < -1 dB) sind im Untersuchungskorridor im Kern durch erforderliche Geländeverschiebungen festzustellen. Insbesondere im Bereich der Überführung der (...) über die (...) ergeben sich durch Aufschüttungen neue Abschirmkanten gegenüber dem Verkehrslärm der (...). Die Pegelminderungen direkt oberhalb der Fahrbahnoberfläche der (...) sind der schalltechnischen Modellierung geschuldet, da die Straßenemissionen gemäß RLS-19 werden. Durch die neuen Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen an der (...) ergeben sich die Pegelzunahmen im Schallimmissionsplan an den äußeren Fahrbahnrandern und innenliegend entsprechende Pegelabnahmen.

6.2 Lokalisierung Grenzwertüberschreitung (16. BImSchV) und Pegelerhöhung ($\geq 2,1$ dB) durch die Straßenbaumaßnahmen

Das durchgeführte Lärmscreening an ausnahmslos allen Gebäuden innerhalb des Untersuchungsraums zeigt einen - räumlich kleinen - Belastungsschwerpunkt an einigen Gebäuden im Gewerbegebiet / Industriegebiet westlich der (...) auf. In diesem Belastungsschwerpunkt sind im Planfall Gebäude mit Pegeln oberhalb der Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV, Tag / Nacht) bei einer gleichzeitigen Erhöhung von $\geq 2,1$ dB zwischen Bezugs- und Planfall belastet.

Die im ersten Prüfschritt ermittelten grundsätzlich relevanten Gebäudeseiten sind in der Unterlage 17.1.2.3.4.2 mit flächenhaften Punktdarstellungen in grün (am Tag relevant) / gelb (in der Nacht relevant) / rot (tags und nachts relevant) abgebildet.

Die im zweiten Prüfschritt erfolgte Detailuntersuchung für schutzbedürftige Gebäude (siehe hierzu auch Detailblätter der Unterlage 17.1.2.3.5.1 ff) ergab, dass eine Grenzwertüberschreitung und gleichzeitig eine Erhöhung von $\geq 2,1$ dB relevant nur an einem Objekt auftritt (siehe folgende Tabelle).

Die tabellarische Auswertung der Einzelpunktbetrachtung ist der Unterlage 17.1.2.2.2 zu entnehmen. Hierzu ist zu bemerken, dass für die Objekte im Gewerbegebiet keine nächtliche Anspruchssituation (Ausnahme: Wohnobjekt in der (...)) geprüft wird.

Tabelle 9: Anspruchssituation „dem Grunde nach“ der Gebäude mit Adresse

Adresse	bekannte Nutzung	Anspruch auf Schallschutz „dem Grunde nach“ aus Gesamtlärbetrachtung	
		Tag	Nacht
(...)	Gewerbe	Ja	-

6.3 Lokalisierung 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht – Überschreitung und Pegelerhöhung ($\geq 0,1$ dB) durch die Straßenbaumaßnahmen

Das durchgeführte Lärmscreening an ausnahmslos allen Gebäuden innerhalb des Untersuchungsraums zeigt zwei räumliche Belastungsschwerpunkte auf. Diese liegen im Gewerbegebiet westlich der (...) und im räumlichen Umfeld zum Anschlusspunkt an die (...). In diesen Belastungsschwerpunkten sind im Planfall Gebäude mit Pegeln oberhalb der Schwelle der Gesundheitsgefährdung (70 dB(A) am Tag / 60 dB(A) in der Nacht) bei einer gleichzeitigen Erhöhung von $\geq 0,1$ dB zwischen Bezugs- und Planfall belastet.

Die im ersten Prüfschritt ermittelten grundsätzlich relevanten Gebäudeseiten sind in den Unterlagen 17.1.2.3.4.2 und 17.1.2.3.4.3 mit eingefärbten Fassadenpunkten gekennzeichnet. Die Einfärbungen sind wie folgt gewählt: schwarz (keine Relevanz), grün (Relevanz am Tag), gelb (Relevanz in der Nacht) und rot (Relevanz am Tag und in der Nacht).

Die im zweiten Prüfschritt erfolgte Detailuntersuchung für schutzbedürftige Gebäude (siehe hierzu auch Detailblätter der Unterlage 17.1.2.3.5.1 ff) ergab, dass eine Überschreitung der Schwelle der Gesundheitsgefährdung (70 dB(A) am Tag / 60 dB(A) in der Nacht) bei einer gleichzeitigen Erhöhung von $\geq 0,1$ dB relevant an 16 Objekten auftritt (siehe folgende Tabelle).

Tabelle 10: Anspruchssituation „dem Grunde nach“ der Gebäude mit Adresse

Adresse	bekannte Nutzung	Anspruch auf Schallschutz „dem Grunde nach“ aus Gesamtlärbetrachtung	
		Tag	Nacht
(...)	Wohnen	-	Ja
(...)	Wohnen	-	Ja
(...)	Wohnen	-	Ja
(...)	Wohnen	-	Ja
(...)	Wohnen	-	Ja
(...)	Gewerbe	Ja	-
(...)	Gewerbe	Ja	-
(...)	Gewerbe	Ja	-
(...)	Gewerbe	Ja	-
(...)	Wohnen	-	Ja
(...)	Wohnen	-	Ja

7. Ansprüche auf baulichen Schallschutz „dem Grunde nach“ aus Gesamtlärm

An 17 Objekten (das Objekt (...) ist in beiden Fällen betroffen) wurden Ansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“ festgestellt. Diese betroffenen Gebäude liegen ausnahmslos räumlich direkt an den relevanten emittierenden Straßenachsen. Diese Straßenachsen sichern die Grundstückerschließungen. Die Planung von wirksamen aktiven Schallschutzmaßnahmen mit einer erforderlichen Mindestlänge für die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme (beispielsweise für eine Lärmschutzwand) stehen der notwendigen Erschließungsfunktion für die Grundstücke, auf denen die Objekte mit festgestellten Schutzfällen liegen, entgegen. Aus diesen Gründen kommen aktive Schallschutzmaßnahmen (Schallschutzwände) als planerische Erwägung zur Konfliktlösung nicht in Betracht.

Wie könnten nun die festgestellten Nachteile vermieden oder ausgeglichen werden? An vier Objekten ((...), (...)) besteht bereits ein Anspruch auf passiven Schallschutz „dem Grunde nach“ aus der schalltechnischen Untersuchung²⁰ zum Straßenneubau der (...). Am gewerblich genutzten Objekt (...) liegen die Beurteilungspegel des maßgeblichen Tagzeitraums nach der 16. BImSchV (ausschließlich Straßenverkehr) in der gleichen Größenordnung, wie der Beurteilungspegel aus der Gesamtlärmuntersuchung (Straßen- und Schienenverkehr). Damit ist bereits sichergestellt, dass in dem der Planfeststellungsverfahren nachgeordneten Verfahren gemäß der 24. BImSchV ein ausreichender passiver Schallschutz vorgesehen wird.

An den Wohnobjekten (...) liegen die maßgeblichen nächtlichen Beurteilungspegel nach der 16. BImSchV deutlich niedriger als der Beurteilungspegel aus der Gesamtlärmuntersuchung (Straßen- und Schienenverkehr). An diesen Objekten ist genau wie auch an den anderen verbleibenden 13 Objekten, an denen ein Anspruch auf Ausgleich durch passive Schallschutzmaßnahmen „dem Grunde nach“ verbleibt, eine Untersuchung erforderlich. In dieser Untersuchung ist zu klären, ob und inwieweit bauliche Schallschutzmaßnahmen am jeweiligen Gebäude notwendig werden. Dieser Prüfschritt bleibt dem nachgeordneten Verfahren vorbehalten.

²⁰ Unterlage 17.1.1.1 – Schalltechnische Untersuchung zum Neubau der Planstraßen (Zukunftsprojekt (...))

8. Fundstellen

- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 15.03.1974 (BGBl. I S. 721, 1193) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.05.2013, das zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771)
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 2019 – RLS-19, Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministers für Verkehr FGSV 052, (VkBl. 2019, Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698), korrigiert Februar 2020
- Anlage 2 der 16. BImSchV – „Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)“ in Fassung der Änderung durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269)
- Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12.06.1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB) vom 28. Dezember 2018, BAnz AT 28.12.2018 B7
- Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998, S. 503)), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege - Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04.02.1997 (BGBl. I S. 172, 1253), die durch Art. 3 der Verordnung vom 23. September 1997 (BGBl. I S. 2329) geändert worden ist
- Baunutzungsverordnung (BauNVO) Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)

Anlage 5

Beispielbericht Verkehrslärmänderungen im nachgeordneten Netz

Bau einer Gemeindestraße aus 2019

Straßenbauverwaltung: (...)
Straße: Neubau der Planstraße von Bau-km (...) bis Bau-km (...)
Zukunftsprojekt (...): Neubau der Planstraßen zwischen (...)

Unterlage 17.1.3.1

Erläuterungsbericht:

Schalltechnische Untersuchungen zum Nachgeordneten Netz

aufgestellt: (...) (...), den	

Zukunftsprojekt (...): Neubau der Planstraßen
zwischen (...)

Schalltechnische Untersuchungen

Gliederung der Unterlage 17.1.3:

- 17.1.3 Nachgeordnetes Netz zu den Planstraßen
- 17.1.3.1 Erläuterungsbericht: Schalltechnische Untersuchungen
 zum nachgeordneten Netz
- 17.1.3.2 Plandarstellung
- 17.1.3.2.1 Lageplan

Unterlage 17.1.3.1
Erläuterungsbericht
zur schalltechnischen Untersuchung

Gliederung	Seite
1. Allgemeines	2
2. Untersuchungsbereich des nachgeordneten Netzes	3
3. Grundlagen	5
3.1. Arbeitsunterlagen	5
3.2. Berechnung	5
3.3. Beurteilung	5
3.4. Lärmempfindliche Nutzungen	6
4. Auswertung der Verkehrslärmänderung im nachgeordneten Netz durch Inbetriebnahme der geplanten Straßen	8
5. Zusammenfassung der Ergebnisse	11
6. Fundstellen	13

1. Allgemeines

Im Rahmen des Zukunftsprojekts „(...)“ plant die (...) im Bereich des (...) die Verbindung der (...) mit der (...) und den Anschluss an die geplante Anschlussstelle (...) an der (...). Konkret soll die aus der (...) kommende (...) in östliche Richtung verlängert und an die (...) im Bereich der Ortsteilgrenze (...) angeschlossen werden. Die Baustrecke der Planstraße beginnt bei Bau-km (...) und endet bei Bau-(...) mit dem Anschluss an die (...). Weiterhin ist es aufgrund der straßenverkehrlichen Neuordnung im Bereich des Gewerbegebiets westlich der (...) erforderlich, dass eine Umfahrungsstraße „(...)“ neu gebaut wird. Dieser Trassenverlauf ist das Ergebnis einer durchgeführten Variantenuntersuchung (Trassenvariante 2–2–2 als Vorzugsvariante). Zeitgleich zu dieser Straßenbaumaßnahme plant die (...) den Neubau der Autobahnanschlussstelle (...).

Diese geplanten Infrastrukturmaßnahmen bewirken eine Neuordnung des Straßenverkehrs im räumlichen Umfeld des Straßennebennetzes.

Im Zuge dieser verkehrlichen Neuordnung ergeben sich veränderte Verkehrsströme mit angepassten Mengen und Zusammensetzungen des Straßenverkehrs. Die Inbetriebnahme der verlängerten (...) führt daher zu Änderungen der Verkehrslärmsituation im nachgeordneten Netz.

Soweit die zusätzlichen oder verlagerten Verkehre im nachgeordneten Netz in einem eindeutigen Zusammenhang mit der Inbetriebnahme der verlängerten (...) stehen, ist eine Erhöhung des Verkehrslärms ein Belang in der Abwägung.

Der eindeutige Zusammenhang ist insbesondere dann nicht mehr gegeben, wenn die Verkehre vermischt bzw. nicht mehr zuordenbar sind. Ist der Verkehr zuordenbar, besteht ein Abwägungserfordernis, wenn sich der Verkehrslärm in Wohngebieten erheblich erhöht und gesunde Wohnverhältnisse nicht mehr sichergestellt sind.

Bleiben in den benachbarten Wohngebieten gesunde Wohnverhältnisse gewahrt, so ergibt sich aus dem Abwägungsgebot kein Rechtsanspruch auf die Anordnung von Lärmschutzmaßnahmen. Gesunde Wohnverhältnisse sind dann gegeben, wenn die Immissionsgrenzwerte gemäß der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) von 64 / 54 dB(A) tags / nachts für ein Mischgebiet eingehalten werden.

Die Änderungen der Gesamtlärmsituation im Nahbereich der geplanten Straßenbaumaßnahme bleibt der Unterlage zum Gesamtlärm im Nahbereich vorbehalten (siehe Unterlage 17.1.2). Der Untersuchungsraum für das nachgeordnete Netz liegt außerhalb des Nahbereiches.

2. Untersuchungsbereich des nachgeordneten Netzes

In der nachstehenden Abbildung 1 ist der betrachtete Untersuchungsbereich des nachgeordneten Netzes und dem ungefähren Untersuchungsbereich Gesamtlärm im Nahbereich (Unterlage 17.1.2) wiedergegeben. Die genaue Grenze des Untersuchungsbereichs zum Gesamtlärm im Nahbereich ist zum derzeitigen Verfahrensstand noch offen, ist jedoch aus der durchgeführten Variantenuntersuchung in der räumlichen Ausdehnung ungefähr bekannt. Der Untersuchungskreis Gesamtlärm im Nahbereich bildet sich allein aus dem Straßenverkehrslärm der verlängerten (...) der nennenswert zum Gesamtlärm beitragen kann. Näheres ist der Unterlage 17.1.2 zu entnehmen.

Die Flächen außerhalb des Untersuchungskreises Gesamtlärm (nächtlicher 43 dB(A)-Korridor; siehe Lageplan in Unterlage 17.1.2) im Nahbereich gehören zum Untersuchungsbereich „Nachgeordnetes Netz“. Die in und aus dem Untersuchungsbereich führenden Straßen des nachgeordneten Netzes sind in Abbildung 1 benannt.

(...)

Abbildung 1: Untersuchungskorridor (eigene Darstellung); Erläuterung: in grün sind die Knotenpunkte mit einer nicht zuordenbaren Verkehrsveränderung durch die Inbetriebnahme der geplanten Straßen markiert (Darstellung Nahbereich in Unterlage 17.1.2)

Das den Straßenbaumaßnahmen nachgeordnete Netz gliedert sich mit relevanten Verkehrsmengen an drei verschiedenen Anschlusspunkten an die bestehenden Straßenverkehrswege. Westlich erfolgt der städtische Anschluss an die (...) in Richtung (...), südlich an die (...). Mit der (...) an der (...) erfolgt eine direkte Anbindung an das übergeordnete Straßennetz.

Der Anschluss der neugeplanten Umgehungsstraße „(...)“ an die bauliche Bestandssituation der Erschließungsstraße „(...)“ hat aufgrund der geringen Verkehrsmengen eine untergeordnete Bedeutung.

Die Verkehrszusammensetzung auf der (...) und (...) ändert sich, da die Verkehre aus dem Gewerbegebiet ((...)) kommend typischerweise einen höheren Lkw-Anteil aufweisen und dieser damit auch die Verkehre der Landesstraße ((...)) prägt. Die Landesstraße weist jedoch auch eine Verkehrsverbindungsfunktion auf. Sie stellt die Netzmasche zur Verknüpfung der (...) und dem Stadtkern (...) dar, so dass über die Landesstraße (...) nicht nur Erschließungsverkehre fahren. Trotzdem wird ein nicht unerheblicher Teil der Verkehre auf die neu geplanten gewerblichen Bauflächen zurückzuführen sein. Die neuen gewerblichen Fahrzeugflotten sind insbesondere anhand von zuordenbaren Firmenbezeichnungen von ansässigen Unternehmen an den Fahrzeugen selbst erkennbar. Insoweit sind die Verkehre auf der (...) den neu geplanten gewerblichen Bauflächen direkt zuordenbar.

An den in der Abbildung 1 **grün** dargestellten Knoten hingegen sind die Verkehre aus der verlängerten (...) in Verknüpfung mit der (...) mit den übrigen Verkehren vermischt. Auf der (...), der (...) und der (...) ist weder Ziel noch Quelle der Verkehre auf diesen Straßen erkennbar; entsprechend sind die Verkehre nicht den neu geplanten gewerblichen Bauflächen zuordenbar.

Der Anschluss der Straßenneuplanung der verlängerten (...) an die bestehende (...) ist direkt mit den größtenteils gewerblichen Verkehren des Gewerbegebietes vermischt. Die Verkehrsveränderungen betreffen dort lediglich Umorientierungen der Ziel- bzw. Quellverkehre innerhalb des Gewerbegebiets. Diese Verkehre sind daher mit den übrigen Verkehren des Gewerbegebiets stark vermischt und somit nicht der Inbetriebnahme der geplanten Straßen, verlängerte (...) und der (...) zuordenbar zurückzuführen. Spätestens am Knotenpunkt der (...) zur (...) sind die Verkehre vermischt und der Inbetriebnahme der Straßenneuplanungen nicht mehr zuordenbar.

Aus diesen Gründen werden die Verkehrslärmänderungen ausschließlich in (...) entlang der (...) und in (...) entlang der (...) zwischen Ausbauende der Plantrasse bis zum Knotenpunkt (...) betrachtet.

3. Grundlagen

3.1 Arbeitsunterlagen

In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Planunterlagen und Daten dargestellt.

Tabelle 1: Bereitgestellte Unterlagen

Art der Unterlagen	Datei-format	Übersendungsart	Bereitstellung / Quelle	Datum
Straßenverkehrsbelastung des relevanten Netzes (Prognosenullfall 2030 und Prognoseplanfall 2030 Variante 1.2)	PDF / XLSX	E-Mail	(...)	08.05.2018, 14.05.2018 und 22.05.2018
Planunterlagen zur Straßenplanung (Entwurf)	DWG / PDF	E-Mail	(...)	09.05.2018
Geodaten der (...) (u.a. Orthophotos, Flurstücksgrenzen, Geländemodell)	PDF	Daten-CD	(...)	30.05.2018
Geodaten der (...) (u.a. Orthophotos, Flurstücksgrenzen, Geländemodell)	PDF	Daten-CD	(...)	14.06.2018 und 21.06.2018
Bebauungspläne der räumlichen Umgebung zum Plangebiet	PDF	online	(...)	13.07.2018

3.2 Berechnung

Sämtliche Berechnungen wurden mit dem Programm SoundPLAN-Manager 8.0 (64 Bit-Version vom 09.11.2018) der Firma SoundPLAN GmbH durchgeführt.

Die jeweiligen Untersuchungsgebäude und die für die schalltechnischen Berechnungen maßgebliche Nachbarschaft wurden in einem 3-dimensionalen Geländemodell digital erfasst.

Die Methoden für die Berechnung des Straßenverkehrslärms ergeben sich aus den „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 1990 - RLS-90“.

3.3 Beurteilung

Die Schwelle, ab der eine Gefährdung nicht auszuschließen ist (Gesundheitsgefährdung), hat das Bundesverwaltungsgericht bei einem Dauerlärmpegel von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht für das Wohnen verortet²¹. Sollte also durch die Inbetriebnahme der verlängerten (...) und der (...) im nachgeordneten Netz ein

²¹ vgl. z. B. BVerwG, Urteil vom 23.02.2005 – 4 A 5.04; BVerwG, Urteil vom 13.05.2009 – 9 A 72.079

Beurteilungspegel von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht für das Wohnen erreicht oder erhöht werden, so besteht ein erhöhtes Abwägungserfordernis.

Für Büronutzungen im Gewerbe- oder Industriegebiet weicht die Schwelle der Gesundheitsgefährdung durch Geräusche nach oben ab, weil die gebietstypische Geräuschvorbelastung akzeptiert ist und die Nutzung als Büro ein geringeres Ruhebedürfnis erfordert. Als Maßstab für die Schwelle der Gesundheitsgefährdung im Gewerbe- und Industriegebiet werden die Lärmsanierungsgrenzwerte, die für die Sanierung von Straßen- und Schienenwegen herangezogen werden, verwendet. Im Gewerbegebiet beträgt der Lärmsanierungsgrenzwert für Büros 72 dB(A) am Tag. In Industriegebieten entfällt eine Lärmsanierung. Es ist grundsätzlich davon auszugehen, dass Industriegebiete gegenüber Gewerbegebieten einen verminderten Schutzanspruch im Hinblick auf Umweltfaktor Lärm aufweisen.

Ein schalltechnischer Belang in der Abwägung im nachgeordneten Netz ist auch, wenn bei einem Beurteilungspegel von 64 / 54 dB(A) Tag / Nacht an einem Wohngebäude nach der Inbetriebnahme der geplanten Straßenbaumaßnahme sich der Verkehrslärm erheblich erhöht²², d. h. um mehr als 2 dB steigt. Der Beurteilungspegel von 64 / 54 dB(A) Tag / Nacht entspricht den Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV für ein Mischgebiet, in dem nach der Baunutzungsverordnung (BauNVO) das Wohnen noch zulässig ist. Insoweit sind die Grenzwerte für Mischgebiete maßgeblich. Oberhalb dieser Immissionsgrenzwerte (Tag / Nacht) ist eine erhebliche Steigerung des Beurteilungspegels in die Abwägung einzustellen.

Die Regelung, wann der Fall eintritt, ist vergleichbar mit der Regelung für eine wesentliche Änderung gemäß der 16. BImSchV. Die Pegelrundungen folgen der Rundungsregelung der RLS-90.

3.4 Lärmempfindliche Nutzungen

Zur Feststellung der Verkehrslärmänderung entlang der Landesstraße (...) und der (...) in (...) sind Immissionsorte zu definieren, welche repräsentativ für Wohngebäude und ggf. Bürogebäude im nachgeordneten Netz sind. Dazu dienen folgende Kriterien:

- Wohn- oder ggf. Büronutzung
- Gebäude räumlich nah an der Straße (lautester relevanter Immissionsort am Gebäude)

In folgender Tabelle sind die Adressen der untersuchten Immissionsorte mit der jeweiligen planungsrechtlichen Nutzungseinstufung aufgeführt. Sofern ein verbindlicher Bauleitplan bestand, wurde die dort geführte Nutzungsausweisung übernommen. Ansonsten wurde die jeweilige Nutzungseinstufung mit den

²² vgl. BVerwG, Urteil vom 17.03.2005 - 4 A 18.04

zuständigen Fachdienststellen anhand der Ortsüblichkeit und Realnutzung abgestimmt.

Tabelle 2: Adressen der untersuchten Immissionsorte

Stadt: Adresse mit Hausnr.	Gebäudenu tzung	Nutzungsausweisun g gemäß BauNVO	Grundlage der Einstufung
(...)	Wohnen	Allgemeines Wohngebiet	Bebauungsplan 10 gemäß Bekanntmachung vom 06.07.1971
(...)	Wohnen	Wohngebiet	Facheinschätzung
(...)	Wohnen	Allgemeines Wohngebiet	Einbeziehungssatzung 6 gemäß Bekanntmachung vom 22.11.2005
(...)	Wohnen	Wohngebiet	Facheinschätzung
(...)	Wohnen	Wohngebiet	Facheinschätzung
(...)	Büro	Industriegebiet	Bebauungsplan 2340 gemäß Bekanntmachung vom 13.05.2009

Die Lage der Immissionsorte ist der Unterlage 17.1.3.2.1 zu entnehmen.

4. Auswertung der Verkehrslärmänderung im nachgeordneten Netz durch Inbetriebnahme der geplanten Straßen

Um zu prüfen, ob im nachgeordneten Straßenverkehrsnetz die beiden in Abschnitt 3.3 erläuterten Kriterien für eine wesentliche Verkehrslärmerhöhung erfüllt sind, ist an sechs Gebäuden die Verkehrslärmänderung berechnet worden. Dafür wurden repräsentative Immissionsorte ausgewählt, die aufgrund geringer Abstände zum jeweils untersuchten Straßenabschnitt die höchsten Schallpegel und damit auch die größten Schallpegeländerungen erwarten lassen.

Die folgende Tabelle zeigt die Berechnungsergebnisse.

Tabelle 3: Lauteste Immissionsorte an den Straßen im nachgeordneten Netz

Immissionsort			Beurteilungspegel Straßenverkehrslärm				Differenz* Planfall (P1.2) zu Bezugsfall (P0)	
Nr.	Adresse / Fassadeseite / Nutzung	Stockwerk	Bezugsfall (P0)		Planfall (P1.2)		Tag dB	Nacht dB
			L _{r,Tag} dB(A)	L _{r,Nacht} dB(A)	L _{r,Tag} dB(A)	L _{r,Nacht} dB(A)		
1	Nordosten (Wohnen)	Erdgeschoss	71,9	64,1	71,7	63,4	-0,2	-0,7
		1. Obergeschoss	71,1	63,4	70,9	62,6	-0,2	-0,8
2	Süden (Wohnen)	Erdgeschoss	67,3	58,6	67,7	59,3	+0,4	+0,7
		1. Obergeschoss	67,4	58,7	67,8	59,5	+0,4	+0,8
3	Norden (Wohnen)	Erdgeschoss	68,1	58,6	68,4	59,3	+0,3	+0,7
		1. Obergeschoss	68,1	58,7	68,4	59,3	+0,3	+0,6
4	Norden (Wohnen)	Erdgeschoss	67,2	58,0	65,4	56,5	-1,8	-1,5
		1. Obergeschoss	67,7	58,5	65,9	57,0	-1,8	-1,5
5	Nordosten (Wohnen)	Erdgeschoss	70,3	61,4	68,5	59,6	-1,8	-1,8
		1. Obergeschoss	70,2	61,4	68,4	59,6	-1,8	-1,8
6	Norden (Büro**)	Erdgeschoss	68,4	-	70,1	-	+1,7	-
		1. Obergeschoss	68,6	-	70,2	-	+1,6	-

Erläuterungen und Anmerkungen:L_{r,Tag} Beurteilungspegel für den Tag (6:00 - 22:00 Uhr)L_{r,Nacht} Beurteilungspegel für die Nacht (22:00 - 6:00 Uhr)

* Differenzen auf eine Stelle hinter dem Komma gerundet (gemäß RLS-90/RLS-19)

** Für die Büronutzung im Industriegebiet besteht kein Nachtsanspruch.

Nachgeordnetes Straßennetz in (...)

Die Tabelle 3 zeigt, dass im Planfall innerhalb des nachgeordneten Netzes in (...) keine Pegelüberschreitung der Gesundheitsschwellenwerte (70 / 60 dB(A) Tag / Nacht) an Wohngebäuden eintritt. Ebenfalls ist die Verkehrslärmerhöhung an keinem Ort im nachgeordneten Netz erheblich, d. h. die Schallpegel steigen nicht um mehr als 2 dB an.

Für die Nutzungen sind an der (...) von der geplanten Anbindung der verlängerten (...) in Richtung Osten bis zum (...) Pegelerhöhungen von weniger als 1 dB zu erwarten. Diese betreffen Gebäude, die nahe an der Straße stehen und Pegel oberhalb der Immissionsgrenzwerte für Mischgebiete (64 / 54 dB(A) Tag / Nacht) aufweisen, jedoch nicht oberhalb der Gesundheitsschwellenwerte liegen (70 / 60 dB(A) Tag / Nacht; siehe Immissionsorte Nr. 1 bis 3 gemäß Tabelle 3 und Abbildung 2).

Ausgehend vom Anbindungspunkt der verlängerten (...) sind für die Nutzungen an der Landesstraße L 158 grundsätzlich infolge der Straßenbaumaßnahme in westlicher Richtung im Ortsteil (...) abnehmende Verkehrslärmpegel aufgrund der

abnehmenden Verkehrszahlen zu erwarten (siehe hierzu Immissionsorte Nr. 4 und 5 gemäß Tabelle 3 und Abbildung 2). In östliche Richtung sind auf der (...) bis zum (...) zunehmende Verkehrszahlen prognostiziert.

Nachgeordnetes Straßennetz in der (...)

Weiterhin zeigt Tabelle 3, dass im Planfall innerhalb des nachgeordneten Netzes in der (...) keine Pegelüberschreitung der relevanten Gesundheitsschwelle (72 dB(A) am Tag) für Büronutzungen eintritt (siehe hierzu Immissionsort Nr. 6 gemäß Tabelle 3 und Abbildung 2).

Wohnnutzungen sind im Untersuchungsbereich entlang der (...) zwischen dem Nahbereich zum Ausbauabschnitt bis zum Knotenpunkt (...) nicht vorhanden.

Die Verkehrslärmerhöhung ist an keinem Ort im nachgeordneten Netz erheblich, d. h. die Schallpegel steigen nicht um mehr als 2 dB an.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die folgende Abbildung fasst die Ergebnisse grafisch zusammen.

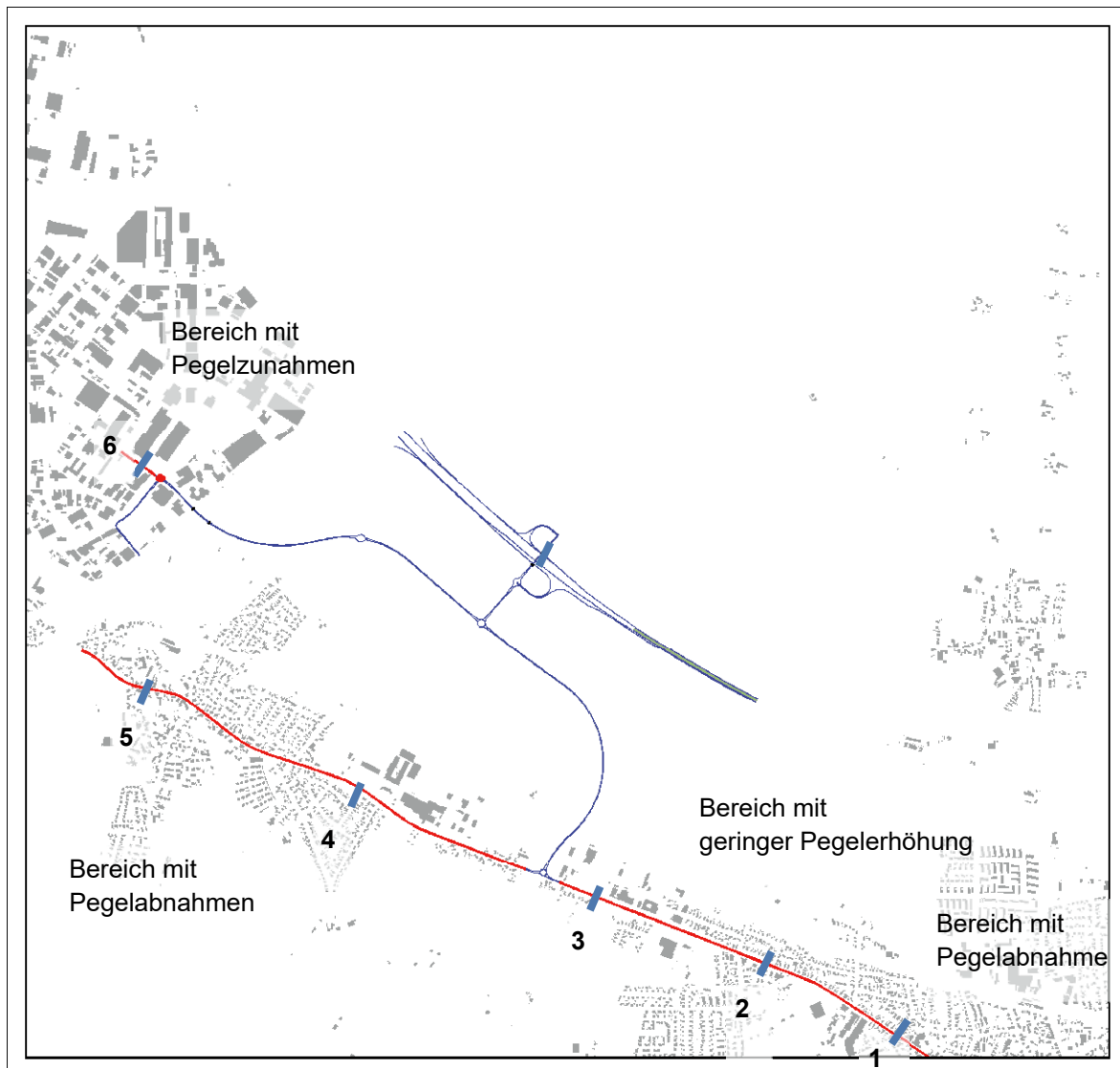


Abbildung 2: Lage Querschnitte der untersuchten Immissionsorte und Bereiche mit Erhöhung / Minderung des Verkehrslärms im nachgeordneten Netz

Es wurde gemäß dem sog. Frankenschnellweg-Urteil²² geprüft, ob im nachgeordneten Netz durch Verkehrsverlagerungen, die in einem eindeutigen Zusammenhang mit der verlängerten (...) und der geplanten (...) stehen, Pegelerhöhungen an der Wohnbebauung bzw. schützenswerten Büros entstehen,

die „mehr als unerheblich“ sind und dadurch gesunde Wohnverhältnisse nicht mehr gewährleistet werden können.

Mit der vorliegenden Untersuchung konnte gezeigt werden, dass erhebliche Pegelerhöhungen von größer 2 dB **nicht** auftreten.

In (...) werden in den Ortsteilen (...) und (...) an den Immissionsorten Nr. 2 bis 5 im Planfall die Gesundheitsschwellenwerte von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht unterschritten. Am Immissionsort Nr. 1 in Richtung (...) werden die Gesundheitsschwellenwerte von 70 / 60 dB(A) Tag / Nacht im Planfall weiterhin überschritten, allerdings gehen die Überschreitungen mit einer Pegelabnahme gegenüber dem Bezugsfall einher.

Infolge der Verkehrszunahme auf der (...) im Ortsteil (...) werden Pegelzunahmen von < 1 dB festgestellt (Immissionsorte Nr. 2 und 3). Dagegen sind im Ortsteil (...) aufgrund der Verkehrsabnahme auf der (...) Pegelreduzierungen von ca. 1 bis 2 dB festzustellen (Immissionsorte Nr. 4 und 5).

In der (...) konnte anhand eines repräsentativen Immissionsortes (Nr. 6, siehe Abbildung) entlang der (...) bis zum Knotenpunkt (...) aufgezeigt werden, dass im Planfall innerhalb des nachgeordneten Netzes keine Pegelüberschreitung der relevanten Gesundheitsschwelle (72 dB(A) am Tag) für Büronutzungen eintritt. Aus diesem Grund sind im genannten Streckenabschnitt **keine** erweiterten Lärmschutzmaßnahmen (z. B. passive Schutzmaßnahmen an Gebäuden) als Ausgleich umzusetzen.

Die untersuchten Straßenabschnitte belegen die Verkehrspegeländerung im nachgeordneten Straßennetz, deren Verkehrsbelastungen noch auf die Inbetriebnahme der geplanten Straßen, verlängerte (...) und der (...), zuordenbar zurückzuführen sind. Auf den räumlich nachgelagerten Straßen des Netzes zu den untersuchten Abschnitten liegt eine überwiegende Vermischung der Verkehre vor, die der Inbetriebnahme der untersuchten Straßenneuplanungen nicht mehr zuordenbar ist.

6. Fundstellen

- Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12.06.1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90), bekannt gegeben vom BMV mit Allgemeinem Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 8/1990 vom 10.04.1990 (veröffentlicht: Verkehrsblatt 1990, Heft 7, S. 258 ff) unter Berücksichtigung der Berichtigung Februar 1992, bekannt gegeben vom BMV mit ARS 17/1992 vom 18.03.1992 (veröffentlicht: Verkehrsblatt 1992, Heft 7, S. 208). Die RLS-90 sind zu beziehen bei der Geschäftsstelle der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Konrad-Adenauer-Straße 13, 50996 Köln
- Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97) vom 27. Mai 1997 mit der Ergänzung im Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 20/2006 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung – Verbesserung des Lärmschutzes an bestehenden Bundesfernstraßen im Rahmen der Lärmsanierung. VkB. Nr.16/2006. S. 665 - 04.08.2006 sowie der Ergänzung mit des BMVBS-Schreibens zur Absenkung der Auslösewerte der Lärmsanierung an Bundesfernstraßen vom 25.06.2010 (Az. StB 13/7144.2/01 / 1206434)
- Baunutzungsverordnung (BauNVO) Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)

Anlage 6

Beispielbericht

Baulärm

**Schalltechnische Untersuchung zum Baulärm im
Rahmen des Umbaus des Autobahndreieckes (...),**

Grobuntersuchung

aus 2022

Inhaltsübersicht

1	Aufgabenstellung	2
2	Vorbemerkung	3
3	Arbeitsunterlagen.....	4
4	Rechtsvorschriften und Beurteilungsgrundlagen.....	5
	4.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)	5
	4.2 AVV Baulärm/Geräuschemissionen	5
5	Schutzwürdige Nutzungen	8
6	Vorgehensweise	9
7	Berechnungsgrundlagen	10
8	Untersuchte Bautätigkeiten.....	11
	8.1 Szenario 1 - Bauphase 0	18
	8.2 Szenario 2 - Bauphase 1.1a	19
	8.3 Szenario 3 - Bauphase 1.1b und Bauphase 1.1c.....	20
	8.4 Szenario 4 - Bauphase 1.2	20
	8.5 Szenario 5 - Bauphase 2.1	20
	8.6 Szenario 6 - Bauphase 2.2	21
	8.7 Szenario 7 - Bauphase 3.1	21
	8.8 Szenario 8 - Bauphase 3.2	22
	8.9 Szenario 9 - Bauphase 3.3	22
9	Berechnungsergebnisse und Bewertung	24
10	Zusammenfassung und Fazit.....	32
11	Schallschutzempfehlungen.....	34
12	Anlagenverzeichnis.....	38
13	Quellenverzeichnis.....	39

1. Aufgabenstellung

Die (...) plant den Umbau des (...) als Ersatzneubau.

Das (...) stellt die Verbindung der Bundesautobahn (...) des Regional- und Fernverkehrs und der Stadtautobahn (...) dar und liegt im westlichen Stadtgebiet der (...).

Die geplante Baumaßnahme umfasst die Flächen des vorhandenen Autobahndreiecks einschließlich der Rastanlage mit Tankstelle, Raststätte und Motel AVUS. Im Norden erstreckt sich der Planungsraum auf der (...) bis zur Querung „(...) bis zur (...) und im Südwesten auf der (...) bis zur (...).

Die geplante Baumaßnahme beginnt auf der (...) bei Betr.-km 26,7040 (Bau-km 0+000) endet bei Betr. -km 27,641 (Bau-km 1+051,22) mit einer Länge von ca. 1.051 m.

Auf der (...), Richtungsfahrbahn (RF) (...) erstreckt sich der Bauabschnitt von Betr.-km 7,042 (Bau-km 0+000) bis Betr.-km 7,042 (Bau-km 0+879,32) mit einer Neubaulänge von ca. 879 m.

Der Bauabschnitt auf der (...), RF (...) dauert von Betr.-km 7,042 (Bau-km 0+000) bis Betr.-km 6,002 (Bau-km 0+970,352) an und umfasst eine Länge von ca. 970,35 m.

Im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Grobuntersuchung werden die Geräuschauswirkungen aus den Bautätigkeiten zur Errichtung des geplanten Ersatzneubaus auf die Umgebung ermittelt und auf Grundlage der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – AVV Baulärm“ ^{/1/} beurteilt.

Mögliche schalltechnische Konflikte werden identifiziert und bei Bedarf Maßnahmen zum Schutz vor zu hohem Lärmeintrag auf die Nachbarschaft aufgezeigt.

^{/1/} Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen, AVV-Baulärm vom 19. August 1970, Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. September 1970

2. Vorbemerkung

Die Durchführung von Baumaßnahmen unterliegt einer Vielzahl öffentlich-rechtlicher Vorschriften. Diese Vorschriften sollen die Durchführung von Baumaßnahmen für die Bauunternehmen, die Nachbarschaft und/oder die Allgemeinheit unterstützen, können aber zu erheblichen Einschränkungen in den Entscheidungen der am Bau Beteiligten führen.

Bezogen auf den Lärmschutz besteht die grundsätzliche Problematik, dass die Verwendung von Maschinen und Geräten, die dem Stand der Technik zur Immissionsbegrenzung entsprechen, als alleinige Maßnahme zum Schutz der Nachbarschaft vor Lärm in der Regel nicht ausreicht. Vielmehr sind in derartigen Fällen weitergehende lärmmindernde Maßnahmen erforderlich, wie z. B. eine Verringerung von Einsatzzeiten der Baugeräte, Nutzung lärmärmerer Bauprozesse oder andere Maßnahmen. Die Verwendung von Maschinen und Geräten, die dem Stand der Technik zur Immissionsbegrenzung entsprechen, sollte heute dem Regelfall entsprechen und Gegenstand der Ausschreibungsunterlagen sein.

3. Arbeitsunterlagen

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Unterlagen wurden für die Bearbeitung der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1: Bereitgestellte Unterlagen

Art der Unterlagen	Datei-format	Bereitgestellt		
		Per	von	am
Bebauungsplan und Flächennutzungsplan	PDF	Online-Ressource	(...)	11.01.22
Digitales Gelände-modell ATKIS Basis DGM	TXT	Online - Ressource	(...)	12.01.22
Bauphasenpläne		Download ((...))	(...)	06.12.21 07.01.22 23.02.22
Erläuterungsbericht				07.01.22
Übersichtslagepläne				06.12.22
Bauwerkspläne				25.01.22
DWG-Pläne und Ortho Fotos				17.01.22
SoundPlan Geofiles für bestehende und geplante Lärmschutzwände	GEO	E-Mail	(...)	09.02.22
Angaben zum Bau-betrieb und Ablauf der Baumaßnahme	-	Webex	(...)	25.01.22 15.02.22

4. Rechtsvorschriften und Beurteilungsgrundlagen

4.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)

Nach § 22 Abs. 1 in Verbindung mit § 3 Abs. 6 des BImSchG sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen* so zu errichten und zu betreiben, dass

- a) schädliche Umwelteinwirkungen** verhindert werden, die nach dem Stand der Technik*** vermeidbar sind und
- b) nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

4.2 AVV Baulärm/Geräuschemissionen

Zur Bewertung bzw. Beurteilung der durch den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen zu erwartenden Geräuschemissionen ist bis auf weiteres die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm / Teil: Geräuschemissionen nach § 66 Abs. 2 BImSchG /2/ als Verwaltungsvorschrift anzuwenden.

Nach dieser wird auch die Beurteilung der Berechnungsergebnisse des Baulärms auf die zu bewertenden Nutzungen (Wohnen, Gewerbe) erfolgen. Die Einstufung der zu bewertenden Gebäude hinsichtlich der Gebietskategorie, in der sich diese befinden (z. B. Allgemeines Wohn-, Dorf-/Mischgebiet), erfolgt nach den unter Kapitel 3.2 der AVV Baulärm /1/ genannten Grundsätzen. Dabei ist im ersten Schritt die im Bebauungsplan festgesetzte Nutzung zu bestimmen und, sollte diese mit der tatsächlichen Nutzung vor Ort übereinstimmen, anzuwenden. Weicht die tatsächliche bauliche Nutzung im Einwirkungsbereich der Baustelle erheblich von der im Bebauungsplan festgesetzten baulichen Nutzung ab, so ist von der tatsächlichen baulichen Nutzung gemäß Kapitel 3.2.2 der AVV Baulärm auszugehen. Ist ein Bebauungsplan für den zu beurteilenden Einwirkungsbereich nicht aufgestellt, so ist die tatsächliche bauliche Nutzung zu Grunde zu legen.

* **Anlagen** im Sinne des BImSchG sind unter anderem Grundstücke (ausgenommen öffentliche Verkehrswege), auf denen Arbeiten durchgeführt werden (z. B. Baustellen) sowie Maschinen, Geräte und sonstige ortsveränderliche Einrichtungen sowie bestimmte Fahrzeuge.

** **Schädliche Umwelteinwirkungen** im Sinne des BImSchG sind Immissionen, die nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.

*** **Stand der Technik** im Sinne des BImSchG ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg im Betrieb erprobt worden sind.

/2/ **Bundes-Immissionsschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge** In der Fassung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Gesetz vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1839) m.W.v. 30. Juli 2016

In Kapitel 3.1.1 Buchstabe a-f der AVV Baulärm/Geräuschemissionen sind für die verschiedenen städtebaulichen Nutzungen (gemäß Bebauungsplan oder tatsächlich eingeschätzter Nutzung) Immissionsrichtwerte festgelegt. Diese Immissionsrichtwerte sind keine Grenzwerte, die schematisch angewendet werden müssen.

Die Beurteilung von Schallimmissionen durch Baustellen erfolgt nach der AVV Baulärm /1/. Diese Vorschrift gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Sie enthält Bestimmungen über Richtwerte für die von Baumaschinen auf Baustellen hervorgerufenen Geräuschemissionen, das Messverfahren und über Maßnahmen, die von den zuständigen Behörden bei Überschreiten der Immissionsrichtwerte angeordnet werden sollen. Die AVV Baulärm gibt für die unterschiedlich genutzten Gebietsarten (vgl. Tabelle 2 Nr. (a) bis (f)) Immissionsrichtwerte an. In dieser Untersuchung sind die bewertungsrelevanten Gebietseinstufungen in der folgenden Tabelle **fett** hervorgehoben.

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm

Gebiet	Immissionsrichtwert	
	tags (7:00-20:00 Uhr) dB(A)	nachts (20:00-7:00 Uhr) dB(A)
(a) Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind	70	70
(b) Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	65	50
(c) Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	60	45
(d) Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	55	40
(e) Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	50	35
(f) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Überschreitet der von Baumaschinen ermittelte Beurteilungspegel den Immissionsrichtwert um mehr als 5 dB(A), sind nach Kapitel 4.1 der AVV Baulärm Maßnahmen zur Minderung der Geräusche von Seiten der zuständigen Behörden anzuordnen werden.

Es kommen insbesondere in Betracht:

- a) Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustellen
- b) Maßnahmen an den Baumaschinen
- c) Verwendung geräuscharmer Baumaschinen
- d) Anwendung geräuscharmer Bauverfahren
- e) Beschränkung der Betriebszeit geräuschintensiver Baumaschinen

Von Maßnahmen zur Lärminderung kann abgesehen werden, soweit durch den Betrieb von Baumaschinen infolge nicht nur gelegentlich einwirkender Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten, was in der vorliegenden Untersuchung nicht gegeben ist.

Zur Beurteilung der Schallimmissionen wurden Schallimmissionsraster für den Tag (7:00 – 20:00 Uhr) für das Umfeld ermittelt. Mit Hilfe dieses Rasters ist deutlich zu erkennen, wo sich die stark von Baulärm betroffenen Bereiche im Untersuchungsgebiet befinden. Die Berechnungshöhen variieren aufgrund der unterschiedlichen Geschosshöhen in den betrachteten Gebieten und sind Anlage 2 zu entnehmen.

5. Schutzwürdige Nutzungen

Für die Beurteilung der prognostizierten Baulärmimmissionen wurde die Nutzung der umliegenden Gebiete bzw. Gebäude geprüft. Die Einstufung der zu bewertenden Gebäude hinsichtlich der Gebietskategorie erfolgte, wie im Abschnitt 5.2 beschrieben, nach den Grundsätzen der AVV Baulärm. In einem ersten Schritt wurden hierbei die für die Bauleitplanung aktuell geltenden Pläne gesichtet (B-Pläne, Baustufenpläne, Durchführungspläne) und die dort festgesetzte Nutzung bestimmt. Die Nutzungseinstufung im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme ist gemäß den rechtskräftigen Bebauungsplänen sowie dem Flächennutzungsplan des (...) erfolgt:

Für die sich im Einwirkungsbereich der Baustelle befindlichen Bebauungen sind, wie in Anlage 1 dargestellt, die folgenden Nutzungseinstufungen angenommen:

- An der (...) befinden sich überwiegend allgemeine Wohngebiete und Gewerbegebiete sowie untergeordnet Misch-/Kern-/Dorfgebiete und Kleingartenanlagen.
- Im Bereich zwischen der (...) liegen eine Tank- und Rastanlage sowie Gleisanlagen und ein Güterbahnhof.
- Im Osten (...) und im Bereich des (...) befinden sich Kleingartenanlagen.

6. Vorgehensweise

Den rechnerischen Prognosen wurden jeweils konservative Annahmen zur Baustellensituation zu Grunde gelegt, die an den maßgeblichen Immissionsorten eher etwas lautere Beurteilungspegel gegenüber der späteren Realsituation erwarten lassen.

So werden beispielsweise in den jeweiligen Bauabschnitten die wesentlichen durch die Baumaßnahme bedingten Schallemissionen, also die lautesten Emissionen, berücksichtigt. Es können also bei dem realen Baustellenbetrieb andere Schallquellen (Baumaschinen, schallemissionsverursachende Arbeitsabläufe und geringere Betriebsdauern), als die bei den beiden untersuchten Beispielbaustellenszenarien berücksichtigten, auftreten. Diese in den Beispielbaustellen nicht berücksichtigten Baumaschinen oder Arbeitsabläufe verursachen jedoch zum Teil deutlich geringere Schallemissionen als die im Rahmen des Gutachtens herangezogenen maßgeblichen Emittenten und würden in ihrer Gesamtheit geringere Beurteilungspegel als die errechneten verursachen.

In Kapitel 8 sind die bei den Prognosen berücksichtigten, schallemissionsseitig wesentlichen Bautätigkeiten beschrieben. Die zur Berechnung berücksichtigten Schallemissionsansätze wurden der Emissionsdatenbank des AN, dem „Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von Lkw ^{/3/}, dem Final Study Report ODELIA – Outdoor Equipment Noise Limit Assessment ^{/4/} und dem Technischen Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen ^{/5/} entnommen. Auch von der Auftrag gebenden Stelle genannte Angaben von Baugeräteherstellern wurden herangezogen. Bei diesen ist zu beachten, dass einige Arbeitsabläufe durch mechanische Geräusche lauter sein können als die Baumaschine allein, die diese ausführt.

^{/3/} **Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von Lkw**, Landesumweltamt NRW, Essen 2000

^{/4/} **ODELIA - OutDoor Equipment Noise Limit Assesment, Final Study Report for European Comission Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurships and SMEs**. vom 19. Januar 2016

^{/5/} Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 2, Wiesbaden 2004

7. Berechnungsgrundlagen

Alle Berechnungen wurden mit dem Programm SoundPlan, Version 8.2 vom 22.11.2021 der Firma SoundPlan GmbH durchgeführt.

Das Untersuchungsgebiet und die für die schalltechnischen Berechnungen maßgebliche Nachbarschaft werden in einem computergestützten 3-dimensionalen Modell digital erfasst. In diesem Modell sind die vorhandenen und geplanten Gebäude sowie sonstige für Abschirmung und Reflexion relevante Elemente sowie die relevanten Schallquellen (Baustellen- und betriebliche Tätigkeiten) in ihrer Lage und Höhe aufgenommen und deren Schallausbreitung im Umfeld in relevanten Höhen berechnet.

Die Ausbreitungsberechnungen der durch die Baustellen bedingten Emissionen bzw. der gewerblichen Schallimmissionen werden auf Grundlage der AVV Baulärm /1/ bzw. der TA Lärm /6/ in Verbindung mit der DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“ /7/ durchgeführt.

^{/6/} Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)

^{/7/} DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“ Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999 zu beziehen über Beuth Verlag GmbH

8. Untersuchte Bautätigkeiten

Zur Berechnung der zu erwartenden Geräuscheinwirkungen durch die Bautätigkeiten im Plangebiet werden neun geräuschintensive Bauszenarien simuliert. Aufgrund der Gesamtgröße / räumlichen Ausdehnung der Baumaßnahme können an unterschiedlichen Abschnitten parallele (geräuschintensive) Arbeiten auftreten. Um aus der Vielzahl von Bauarbeiten schallschutzfachlich kritische Tätigkeiten aufzeigen zu können, sind anhand der Bauablaufpläne besonders lärmintensive lang andauernde sowie sich zeitlich überschneidende Bautätigkeiten in neun Szenarien zusammengefasst worden. Die betrachteten Szenarien sind auch danach ausgewählt wie nah diese zur schutzbedürftigen Bebauung sind (je näher, desto höher die Beurteilungspegel). Im Bereich des Plangebiets befinden sich besonders an der (...), im Bereich (...) und im Bereich (...) schutzbedürftige Wohnbebauungen.

Die geplanten Arbeitszeiten liegen für den Regelbetrieb zwischen 07:00 und 20:00 Uhr. In der vorliegenden Untersuchung werden folglich die neun Szenarien ausschließlich für den Tagzeitraum (07:00 – 20:00 Uhr, 13 Stunden) untersucht. Im Ausnahmefall können jedoch, sofern es besondere Umstände erfordern, Nachtarbeiten stattfinden.

Entsprechend den Vorgaben der AVV-Baulärm, Kapitel 6.7 ist für die Ermittlung des Beurteilungspegels unter Berücksichtigung der Betriebsdauer der Baumaschine eine Zeitkorrektur abzuziehen. Diese Korrektur beträgt für die Zeiträume 07:00 – 20:00 Uhr (13 Stunden) und 20:00 – 07:00 Uhr (11 Stunden) bei einem Maschineneinsatz nach AVV-Baulärm die in der folgenden Tabelle genannten Werte:

Tabelle 3: Zeitkorrektur nach AVV-Baulärm

Tag (7:00-20:00 Uhr)	Nacht (20:00-7:00 Uhr)	Zeitkorrektur
bis 2,5 h	bis 2 h	10 dB
2,5 bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5 dB
über 8 h	über 6 h	0 dB

In der vorliegenden Untersuchung wird vom statischen Vorgehen der Zeitkorrektur in den genannten drei Stufen (siehe Tabelle 3) abgewichen. Die Korrektur erfolgt dann exakt über die Einsatzzeiten ($t_{\text{Einwirkzeit}}$) im Verhältnis zur zeitlichen Dauer des jeweiligen Gesamtbeurteilungszeitraums ($t_{\text{Bezugszeit}}^8$) wie es in allen neueren (dem Stand der Technik entsprechenden) Beurteilungsvorschriften für Anlagen z. B. der

⁸ $t_{\text{Bezugszeit}} = 13$ Stunden im Tagzeitraum (07:00 – 20:00 Uhr) und 11 Stunden im Nachtzeitraum (20:00 Uhr – 07:00 Uhr)

TA Lärm /6/ vorkommt. Die folgende Formel berücksichtigt bei der Ermittlung der Pegelkorrektur darüber hinaus auch die Anzahl der eingesetzten Maschinen (n):

$$L_{W,r,pegelkorrigiert} = L_W + 10 * \log\left(\frac{t_{Einwirkzeit}}{t_{Bezugszeit}}\right) + 10 * \log(n)$$

Dementsprechend sind abweichend zum Vorgehen der AVV Baulärm /1/ auch andere Korrekturwerte möglich. Dieses Vorgehen mit entsprechenden Werten bildet das der AVV Baulärm hinterlegte Korrekturmodell annähernd, jedoch genauer, ab. Dieses Verfahren zur Pegelkorrektur wird in der vorliegenden Untersuchung verwendet und entspricht z. B. dem in der TA Lärm /6/ verwendeten Verfahren.

Grundsätzlich sind die gemachten Angaben der einzusetzenden Baumaschinen konservativ und „zur sicheren Seite“ gewählt, so dass an der nächstgelegenen Bebauung eher lautere Beurteilungspegel gegenüber dem späteren Realbetrieb zu erwarten sind. Diese Herangehensweise erfolgt im Sinne der Betroffenen zum Schutz vor hohen Lärmeinwirkungen durch den auftretenden Baulärm. Betrachtet wird jeweils ein exemplarischer Arbeitstag der jeweiligen Szenarien. Die Szenarien selbst erstrecken sich natürlich jedoch immer über mehrere Arbeitstage, ggf. Wochen.

Da sich die Bauverfahren der ausgewählten Bautätigkeiten in den berücksichtigten Szenarien wiederholen, sind im Folgenden die simulierten Bautätigkeiten vorab einmal kurz erläutert. Die Schallemissionsansätze insgesamt (verschiedene Bauverfahren in einem Szenario) für die ausgewählten Bauszenarien sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Zu berücksichtigen bei der geräuschintensiven Gesamteinwirkzeit der Baugeräte sind immer die Betriebsdauern abzüglich Pausen-, Richt-, Abstimmungs- oder Wartungszeiten.

Herstellung von Verkehrswegen, Straßen und (Behelfs-) Autobahnen

Für die Herstellung von (bauzeitlich befristeten) Verkehrswegen (Straßen und [Behelfs-] Autobahnen) wurden je ein Bagger mit Breitlöffelausrüstung, eine Tandemwalze und ein Asphaltfertiger im Schallausbreitungsmodell berücksichtigt. Für jedes Gerät wurde eine schallintensive Einwirkzeit von 6 Stunden angenommen.

Herstellung Behelfsbrücke/-bauwerk

Bei der Herstellung von Behelfsbrücken sowie Behelfsbauwerken wurde davon ausgegangen, dass diese als Stahlfertigteile mit einem Mobilkran eingehoben werden. Dementsprechend ist für die Herstellung der Behelfsbrücke und der Behelfsbauwerke ein Mobilkran inkl. Antrieb sowie ein Schaufelbagger mit je einer Einwirkzeit von 6 Stunden berücksichtigt worden.

Herstellung Behelfsstützwand

Die Herstellung der Behelfsstützwände erfolgt im Gegensatz zur Herstellung der Behelfsbrücken/ -bauwerke monolithisch. Dies bedeutet, dass die Behelfsstützwände vor Ort mit Beton hergestellt und verdichtet werden. Hierfür sind jeweils ein Schaufelbagger, ein Transportmischer, eine Betonpumpe sowie zehn Betonmischerfahrten im Schallausbreitungsmodell mit einer Einwirkzeit von je 6 Stunden berücksichtigt worden.

Herstellung Bauwerke

Die Herstellung der Bauwerke erfolgt mittels Ortbetonherstellung. Es sind jeweils ein Transportbetonmischer, eine Betonpumpe, ein Flaschenrüttler und zehn Betonmischerfahrten mit einer Einwirkzeit von je 6 Stunden im Schallausbreitungsmodell modelliert worden.

Herstellung Stützwand

Die Stützwände werden mittels Mobilkran und entsprechendem Bauaufsatz eingerüttelt. Das Einrütteln ist mit einer Einwirkzeit von insgesamt 3 Stunden berücksichtigt worden, während beim Mobilkran davon ausgegangen wird, dass dieser über einen Zeitraum von 8 Stunden geräuschintensiv in Betrieb ist.

Herstellung Lärmschutzwand

Für das Errichten der Lärmschutzwände wird je ein Bohrgerät, ein Schaufelbagger, ein Transportbetonmischer, eine Betonpumpe und ein Flaschenrüttler im Schallausbreitungsmodell angesetzt. Für das Bohrgerät wird eine Einwirkzeit von 4 Stunden berücksichtigt. Die weiteren Baugeräte sind mit einer Einwirkzeit von jeweils 6 Stunden in das Modell mit aufgenommen worden.

Herstellung unbefestigter Betriebsweg

Um unbefestigte Betriebswege zu errichten, werden je ein Schaufelbagger, ein Radlader und eine Planierraupe mit einer Einwirkzeit von je 6 Stunden modelliert.

Erdbauarbeiten

Für die Erdbauarbeiten sind ein Schaufelbagger und zwei Radlader mit einer jeweiligen Einwirkzeit von 6 Stunden im Schallausbreitungsmodell berücksichtigt worden.

Vortrieb Schutzrohr

Der Vortrieb von Schutzrohren erfolgt mittels eines hydraulischen Rohrvortriebs, der mit einer Einwirkzeit von 6 Stunden im Modell berücksichtigt wurde. Zusätzlich ist ein Schaufelbagger mit einer Einwirkzeit von ebenfalls 6 Stunden angesetzt worden.

Rückbau von Fahrbahnen (Straßen, [Behelfs-] Autobahnen, (...))

Die Fahrbahnen, welche (Behelfs-)Autobahnen und die Zufahrt der Parkplätze auf dem (...) umfassen, werden mittels Asphaltfräse aufgenommen. Die Asphaltfräse

ist mit einer Einwirkzeit von 6 Stunden im Schallausbreitungsmodell berücksichtigt worden. Das Verladen des Abbruchmaterials erfolgt mit einem Schaufelbagger, wobei im Schallausbreitungsmodell ca. zehn Verladevorgänge pro Tag mit einer Dauer von je 20 Minuten vorgesehen sind. Die dabei entstehenden Abwurfgeräusche des Schutts in die Mulde des Transport-Lkw wurden im Modell ebenfalls berücksichtigt. Dabei wurde im Mittel angenommen, dass der erste Abwurf in den leeren Lkw besonders laut ist.

Rückbau Parkplätze (Betonabbruch)

Die Parkplätze des (...) bestehen aus Beton. Für den Abbruch wird ein Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer) mit einer Einwirkzeit von 6 Stunden berücksichtigt. Das Verladen des Abbruchmaterials erfolgt mit einem Schaufelbagger, wobei im Schallausbreitungsmodell ca. zehn Verladevorgänge pro Tag mit einer Dauer von je 20 Minuten angerechnet sind. Die dabei entstehenden Abwurfgeräusche des Schutts in die Mulde des Transport-Lkw wurden im Modell ebenfalls berücksichtigt. Dabei wurde im Mittel angenommen, dass der erste Abwurf in den leeren Lkw besonders laut ist.

Rückbau Behelfsbrücke

Für den Rückbau der Behelfsbrücke werden die Stahlfertigteile mittels Mobilkran wieder ausgehoben. Für den Mobilkran ist eine Einwirkzeit von 8 Stunden berücksichtigt worden. Zusätzlich ist ein Radlader mit einer Einwirkzeit von 5 Stunden im Schallausbreitungsmodell angesetzt worden.

Abbruch / Rückbau Bauwerke (ABW) / Behelfsstützwand

Für Abbruch / Rückbau der Bauwerke und der Behelfsstützwände ist ein Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer) mit einer Einwirkzeit von 6 Stunden berücksichtigt. Das Verladen des Abbruchmaterials erfolgt mit einem Schaufelbagger, wobei im Schallausbreitungsmodell ca. zehn Verladevorgänge pro Tag mit einer Dauer von je 20 Minuten berücksichtigt worden sind. Die dabei entstehenden Abwurfgeräusche des Schutts in die Mulde des Transport-Lkw wurden im Modell ebenfalls berücksichtigt. Dabei wurde im Mittel angenommen, dass der erste Abwurf in die leere Lkw-Mulde besonders laut ist.

Zerkleinerung von Abbruchmaterial

Um das anfallende Abbruchmaterial zu zerkleinern, ist eine Brecheranlage im Schallausbreitungsmodell mit einer Einwirkzeit von 6 Stunden berücksichtigt worden.

In nachfolgender Tabelle sind die schallemissionsrelevanten Angaben der zuvor beschriebenen Bauszenarien detailliert aufgelistet. Diese sind entsprechend in die Schallausbreitungsberechnungsmodelle eingeflossen.

Tabelle 4: Emissionsdaten der betrachteten Bauszenarien im Rahmen des Baus am (...)

Quelle bzw. Tätigkeit	L _{WAeq} dB(A)	Ki	Einwirkzeit h	Anzahl	Pegelkorrektur dB(A)	L _{WAr} dB(A)
			Tag	Tag	Tag	Tag
<u>Herstellung von Verkehrswegen, Straßen und (Behelfs-) Autobahnen</u>						
Bagger m. Breitlöffelausrüstung	100,7	2,5	6,00	1	-3	100
Tandemwalze	104,5	1	6,00	1	-3	102
Asphaltfertiger	116,7	1,1	6,00	1	-3	114
energetische Pegeladdition						115
<u>Herstellung Behelfsbrücke/-bauwerk</u>						
Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	6,00	1	-3	104
Schaufelbagger	100,8	5	6,00	1	-3	102
energetische Pegeladdition						115
<u>Herstellung Behelfsstützwand (monolithisch)</u>						
Schaufelbagger	100,8	5	6,00	1	-3	102
Transportbetonmischer	111,1		6,00	1	-3	108
Betonpumpe	104,1		6,00	1	-3	101
Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	1	-3	106
Betonmischer Fahrt (dB(A)/m)	63		6,00	10	7	70
energetische Pegeladdition						111
<u>Herstellung Bauwerke</u>						
Transportbetonmischer	111,1		6,00	1	-3	108
Betonpumpe	104,1		6,00	1	-3	101
Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	1	-3	106
energetische Pegeladdition						110
<u>Herstellung Stützwand</u>						
Einrütteln Stützwand	114		3,00	1	-6	108
Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	8	1	-2	101
energetische Pegeladdition						110

Quelle bzw. Tätigkeit	L _{WAeq} dB(A)	Ki	Einwirkzeit h	Anzahl	Pegelkorrektur dB(A)	L _{WA,r} dB(A)
			Tag	Tag	Tag	Tag
Herstellung Lärmschutzwand						
Bohrgerät Baur BG 25H	113		6,00	1	-3	110
Schaufelbagger	100,8	5	6,00	1	-3	102
Transportbetonmischer	111,1		6,00	1	-3	108
Betonpumpe	104,1		6,00	1	-3	101
Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	1	-3	106
Betonmischer Fahrt (dB(A)/m)	63		6,00	10	7	70
energetische Pegeladdition						113
Herstellung unbefestigter Betriebsweg						
Schaufelbagger	100,8	5	6,00	1	-3	102
Radlader	107	5,7	6,00	1	-3	109
Planierraupen	110,8	1,8	6,00	1	-3	109
energetische Pegeladdition						110
Erdbauarbeiten						
Schaufelbagger	100,8	5	6,00	1	-3	102
Radlader	107	5,7	6,00	2	0	112
energetische Pegeladdition						113
Vortrieb Schutzrohr						
Hydraulikbagger (Bagger mit Tieföffelausrüstung)	100,8	6,4	6,00	1	-3	104
hydraulischer Rohrvortrieb (tubular steel piling)	96		6,00	1	-3	93
energetische Pegeladdition						103
Rückbau von Fahrbahnen (Straßen, (Behelfs-) Autobahnen)						
Asphaltfräse	113		6,00	1	-3	110
Schaufelbagger Lkw- Beladung	100,8	6,4	0,3333	10	-6	101
Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3	0,00139	10	-30	79
energetische Pegeladdition						110

Quelle bzw. Tätigkeit	L _{WAeq} dB(A)	Ki	Einwirkzeit h	Anzahl	Pegelkorrektur dB(A)	L _{WA,r} dB(A)
			Tag	Tag	Tag	Tag
<u>Rückbau Parkplätze (Betonabbruch)</u>						
Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer)	117,8	3,7	6,00	1	-3	118
Schaufelbagger Lkw- Beladung	100,8	6,4	0,3333	10	-6	101
Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3	0,3333	10	-6	103
energetische Pegeladdition						118
<u>Rückbau Behelfsbrücken</u>						
Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	8,00	1	-2	105
Radlader	107	5,7	5,00	1	-4	109
energetische Pegeladdition						110
<u>Abbruch / Rückbau Bauwerke (ABW)/ Behelfsstützwand</u>						
Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer)	117,8	3,7	6,00	1	-3	118
Schaufelbagger Lkw- Beladung	100,8	6,4	0,3333	10	-6	101
Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3	0,00139	10	-30	79
energetische Pegeladdition						118
<u>Baufeldberäumung</u>						
Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	6,00	1	-3	104
Radlader	107	5,7	6,00	1	-3	109
Schaufelbagger Lkw- Beladung	100,8	6,4	0,3333	10	-6	101
Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3	0,00139	10	-30	79
energetische Pegeladdition						111
<u>Zerkleinerung von Abbruchmaterial</u>						
Brecheranlage	120	5	6,00	1	-3	122

Erläuterungen:

L_{WAeq} berücksichtigter Schallleistungspegel

L_{WA,r} berücksichtigter Schallleistungspegel (unter Berücksichtigung der Anzahl der eingesetzten Maschine und Einwirkzeiten), mathematisch gerundet

Ki Impulshaltigkeitszuschlag

r zeitlich beurteilt

Um für die schutzbedürftige Bebauung an u. a. der (...) auch bei linienartigen Bautätigkeiten, wie z. B. der Herstellung von Lärmschutzwänden / Verkehrswegen und Fahrbahnabbrüchen am Tag Beurteilungspegel entlang der mehrtägig dauernden Baustellen abbilden zu können, sind diese Bautätigkeiten in Abhängigkeit des Abstands zur nächsten schutzbedürftigen Bebauung als längenbezogene Schallleistungspegel modelliert und berechnet worden. Hierbei wurde das ΔL mit Hilfe des Abstands r über folgende Formel berechnet und von

dem energetisch addierten Schalleistungspegel eines Bauszenarios „Streckenbaustelle“, unter Berücksichtigung der Anzahl der eingesetzten Maschinen und Einwirkzeiten, subtrahiert:

$$\Delta L = 10 * \log 2 * r$$

So wird entlang einer Linienbaustelle ein Beurteilungspegel als Berechnungsergebnis gezeigt, der sich vor jedem Haus zu dem Zeitpunkt einstellt, wenn die Baustelle sich auf Höhe dieses Gebäudes befindet. So kann in einem Plan die Situation für verschiedene Tage kumuliert dargestellt werden.

8.1 Szenario 1 - Bauphase 0

In Szenario 1 sind für die Bauphase 0 folgende Bautätigkeiten berücksichtigt worden:

Bautätigkeit 1:

- Herstellung Verkehrsweg 06
- Herstellung Behelfsbrücke 108
- Herstellung Behelfsstützwand 110 und 18 (monolithisch)
- Herstellung bauzeitliche Verbreiterung (...)

Bautätigkeit 2:

- Vortrieb Schutzrohr TWL (Durchörterung DN 800)
- Behelfsbauwerk 11
- Verkehrsweg 40

Bautätigkeit 3:

- Abbruch (...) (Asphalt- und Betonabbruch)
- Vortrieb Schutzrohr TWL (...)

Für die Zerkleinerung von Abbruchmaterial wurde beim (...) eine Brecheranlage angesetzt.

Die genauen Schallemissionsdaten für die gelisteten Bautätigkeiten können aus der Tabelle 4 sowie Anlage 4 entnommen werden.

Die Dauer der parallel laufenden und somit überlagernden Bautätigkeiten beträgt mindestens 3 Monate. Einzelne lärmintensive Bautätigkeiten, wie z. B. die Herstellung des Verkehrsweg 40 mit Herstellung Behelfsbrücke 11 (10 Monate) sowie der Teilabbruch des (...) (6 Monate) können länger andauern.

8.2 Szenario 2 - Bauphase 1.1a

Im Bereich der (...), (...) und der (...) können nachfolgende Bautätigkeiten auftreten:

Bautätigkeit 1:

- Herstellung Behelfsstützwand BST 09.1
- Herstellung Behelfsautobahn West 12-1-4.2
- Abbruch ABW 12 und BW 09402d (ABW 18)

Bautätigkeit 2:

- Herstellung Behelfsstützwand 101
- Teilabbruch ABW 02.1
- Herstellung Bauwerk 107 und 108
- Herstellung Stützwand 34.1 und 123.2
- Herstellung bauzeitlicher Verkehrsweg 18 und 19
- Herstellung Lärmschutzwand 112

Bautätigkeit 3:

- Verbreiterung (...) West

Im Bereich (...) finden über einen größeren Bereich eine Vielzahl an Bauarbeiten statt. Diese Vielzahl an Bautätigkeiten variiert von Tag zu Tag und hat auf die maßgeblichen Immissionsorte aufgrund des größeren Abstandes zu diesen eine untergeordnete Bedeutung. Dennoch sollte hier ein qualifizierter pauschaler Schallemissionsansatz berücksichtigt werden. Daher ist in diesem Bereich für die Vielzahl der Bautätigkeiten eine Gesamtflächenschallquelle mit einem energetisch addierten Schalleistungspegel L_{War} , unter Berücksichtigung einer gewissen Anzahl der Maschinen und Einwirkzeiten, angesetzt worden. Der Gesamtschalleistungspegel beträgt $L_{\text{War}} = 126 \text{ dB(A)}$. Die angenommenen Hauptlärmquellen in diesem Bereich sind u. a.:

Bautätigkeit 4:

- Erdbau einschließlich Abbrucharbeiten
- Abbruch Behelfsstützwand 116
- Abbruch ABW 06

Die Zerkleinerung von Abbruchmaterial findet am Standort des (...) mit Hilfe einer Brecheranlage statt. Die genauen Schallemissionsansätze für die einzelnen Bautätigkeiten können der Tabelle 4 und der Anlage 4 entnommen werden.

Die parallel laufenden und somit überlagernden Bautätigkeiten dauern mindestens 3 Monate an. Einzelne lärmintensive Bautätigkeiten, wie z. B. die Herstellung der Lärmschutzwand 112 (ca. 14 Monate), die Herstellung des Bauwerks 107

(24 Monate) oder die Herstellung der Behelfsstützwand 09.1 (8 Monate) können länger andauern.

8.3 Szenario 3 - Bauphase 1.1b und Bauphase 1.1c

Da der Fahrbahnabbruch der (...) stattfindet, wird dieser im dritten Szenario einzeln betrachtet. Für die Zerkleinerung von Abbruchmaterial steht die Brecheranlage am Standort (...). Die Schallemissionsansätze der Bautätigkeit kann der Tabelle 4 und der Anlage 4 entnommen werden.

Für die Bauphase 1.1b wird die Bestandslärmschutzwand an der (...) während des Fahrbahnabbruchs nicht berücksichtigt. In Bauphase 1.1c wird davon ausgegangen, dass die Bestandslärmschutzwand an der (...) während des Fahrbahnabbruchs erhalten bleibt.

Die Arbeiten des Fahrbahnabbruchs dauern ca. 4 Monate an.

8.4 Szenario 4 - Bauphase 1.2

In Szenario 4 treten im Bereich der (...) die lärmintensivsten, sich zeitlich überschneidenden Arbeiten statt:

Bautätigkeit:

- Rückbau (...) West 12-1-4.2
- Fahrbahnabbruch im Rahmen von Baufeldberäumung

Die Zerkleinerung des Abbruchmaterials findet am Standort des (...) mit Hilfe einer Brecheranlage statt.

Die genauen Schallemissionsansätze sind in Tabelle 4 und der Anlage 4 zu finden.

Die Dauer der parallel laufenden und überlagernden Bautätigkeiten beträgt ca. 1 Monat.

8.5 Szenario 5 - Bauphase 2.1

Die betrachteten Bautätigkeiten in Szenario 5 spielen sich im Bereich der (...), (...) sowie im Bereich (...) ab.

Bautätigkeit 1:

- Rückbau ABW 13

Bautätigkeit 2:

- Herstellung Stützwand 33
- Herstellung Lärmschutzwand 101

Bautätigkeit 3:

- Rückbau ABW 15/16, ABW 08.02, ABW 09

- Fahrbahn abbrechen im Rahmen der Baufeldfreimachung
- Erdbauarbeiten

Die Bautätigkeiten im Bereich (...) sind in einer Flächenschallquelle mit einem energetisch addierten Schallleistungspegel $L_{WA_r} = 124 \text{ dB(A)}$, unter Berücksichtigung der Anzahl der Maschinen und Einwirkzeiten, zusammengefasst.

Für die Zerkleinerung von Abbruchmaterial steht die Brecheranlage am Standort (...) zur Verfügung.

Für die Bauphase 2.1 sind zwei Varianten berücksichtigt worden. Die erste Variante geht davon aus, dass die Bestandslärmschutzwand an der (...) während der Herstellung der Lärmschutzwand bereits abgebrochen ist. In der zweiten Variante bleibt die Bestandslärmschutzwand bis zum vollständigen Errichten der geplanten Lärmschutzwand erhalten.

Die genauen Schallemissionsansätze für die einzelnen Bautätigkeiten können der Tabelle 4 und der Anlage 4 entnommen werden.

Die parallel laufenden und somit überlagernden Bautätigkeiten dauern ca. 3 Monate an. Einzelne lärmintensive Bautätigkeiten, wie z. B. die Herstellung der Lärmschutzwand 101 (ca. 17 Monate) können länger andauern.

8.6 Szenario 6 - Bauphase 2.2

In Szenario 6 sind im Bereich (...) folgende lärmintensive, sich zeitlich überschneidende Tätigkeiten berücksichtigt:

Bautätigkeit 1:

- Fahrbahnabbruch im Rahmen von Baufeldfreimachung
- Rückbau ABW 40
- Teilrückbau ABW 41.2
- Herstellung Teilabschnitt Stützwand 21

Die Zerkleinerung des Abbruchmaterials findet am Standort des (...) mit Hilfe einer Brecheranlage statt.

Die genauen Schallemissionsansätze sind in Tabelle 4 und der Anlage 4 zu finden.

Die Dauer der parallel laufenden und überlagernden Bautätigkeiten beträgt ca. 4 Monate. Einzelne lärmintensive Bautätigkeiten, wie z. B. der Abbruch des Abbruchbauwerks 40 (ca. 6 Monate) sowie die Herstellung eines Teilabschnitts der Stützwand 21 (ca. 18 Monate) können länger andauern.

8.7 Szenario 7 - Bauphase 3.1

In der übergeordneten Bauphase 3, siehe auch Kapitel 8.8 und 8.9, sind die meisten Arbeiten im Bereich der (...) abgeschlossen.

Für das Szenario 7 sind folgende Bautätigkeiten im Bereich der (...) berücksichtigt:

- Fahrbahnabbruch Behelfsautobahn Ost
- Rückbau Fangedamm 04/05, einschließlich Erdbau
- Rückbau Behelfsbrücke 01, 02
- Herstellung Lärmschutzwand 07.1
- Herstellung Betriebsweg 10 und 11
- Rückbau Behelfsstützwand 08

Für die Zerkleinerung von Abbruchmaterial steht beim (...) eine Brecheranlage zur Verfügung.

Die genauen Schallemissionsdaten für die gelisteten Bautätigkeiten können aus der Tabelle 4 sowie Anlage 4 entnommen werden.

Die parallel laufenden und überlagernden Bautätigkeiten dauern ca. 3 Monate an, wobei einzelne lärmintensive Bautätigkeiten, wie das Herstellen der Lärmschutzwand 07.1 (ca. 9 Monate) länger andauern können.

8.8 Szenario 8 - Bauphase 3.2

In Szenario 8 ist im Bereich (...) der Abbruch des Bauwerks 14 (ABW14) berücksichtigt worden. Die Zerkleinerung des Abbruchmaterials findet im Bereich (...) mittels einer Brecheranlage statt.

Die genauen Schallemissionsansätze sind in Tabelle 4 und der Anlage 4 zu finden.

Die Dauer der Bautätigkeiten beträgt ca. 3 Monate.

8.9 Szenario 9 - Bauphase 3.3

In Bauphase 3.3 finden größtenteils Rückbauten von u.a. Behelfsstützwänden, Behelfsbrücken, Baufeldberäumungen und Fräsarbeiten statt. Für das Szenario 9 sind im Bereich (...) die folgenden Bautätigkeiten als Flächenschallquelle mit einem energetisch addierten Schallleistungspegel $L_{WAr} = 122 \text{ dB(A)}$, unter Berücksichtigung der Anzahl der Maschinen und Einwirkzeiten, zusammengefasst.

Bautätigkeit 1:

- Rückbau Behelfsstützwand 11
- Rückbau Behelfsstützwand 13
- Rückbau Behelfsbrücke 07
- Fahrbahn fräsen
- Baufeldberäumung

Da die Brecheranlage an dem in den vorherigen Szenarien berücksichtigte Standort aufgrund u.a. Rückbauten im Bereich des (...) nicht möglich ist, ist die Brecheranlage etwas weiter südöstlich des (...) modelliert worden.

Die genauen Schallemissionsdaten für die gelisteten Bautätigkeiten können aus der Tabelle 4 sowie Anlage 4 entnommen werden.

Die parallel laufenden und überlagernden Bautätigkeiten dauern ca. 4 Monate an.

9. Berechnungsergebnisse und Bewertung

Die Ergebnisse des zu erwartenden Baulärms im Rahmen des Umbaus (...) sind in den Anlagen 3a – 3k in Form von Schallimmissionsrastern für den Tagzeitraum (07:00 – 20:00 Uhr, entspricht dem geplanten Regelarbeitszeitraum) dargestellt. Im Umfeld des Plangebiets unterscheidet sich die Geschosshöhe der Gebäude erheblich. Um diese in den Schallimmissionsrastern zu berücksichtigen, sind im Schallausbreitungsmodell mehrere Rechengebiete mit unterschiedlichen Höhen modelliert worden. In Anlage 2 sind für die umliegenden Bereiche die angesetzte Rasterhöhe für die verschiedenen Rechengebiete dargestellt. Zusätzlich sind im Nahfeld der Baumaßnahme Einzelpunktberechnungen erfolgt, welche in den Schallimmissionsplänen als Tabellenfähnchen dargestellt sind.

Szenario 1 – Bauphase 0

Durch die in Kapitel 8.1 berücksichtigten Bautätigkeiten können im Nahfeld der Baumaßnahme maximale Beurteilungspegel von teilweise über 70 dB(A) am (...) und an (...) auftreten. Am Verwaltungsgebäude kommt es zu Beurteilungspegeln von ca. 69 dB(A). Die Beurteilungspegel werden durch die Arbeiten an/in der Brecheranlage sowie den Betonabbruch der (...) dominiert.

Im Bereich der (...) (allgemeines Wohngebiet) wird der Immissionsrichtwert der AVV Baulärm lediglich in der ersten Häuserreihe leicht überschritten.

Südlich des (...) an der (...) (allgemeines Wohngebiet), an den etwas weiter nördlich gelegenen Gewerbegebieten an der Schienenstrecke sowie an den Mischgebieten im Bereich (...) werden die maßgeblichen Immissionsrichtwerte eingehalten.

Im Bereich der (...) (allgemeines Wohngebiet) kann es an den ersten Häuserfassaden zu Beurteilungspegeln von über 60 dB(A) kommen. Neben der Zerkleinerung von Abbruchmaterial in der Brecheranlage werden die Beurteilungspegel durch die Herstellung des Verkehrswegs 06 mittels Asphaltfertiger dominiert.

Die schutzbedürftige Wohnbebauung innerhalb des Auswirkungsbereiches des Bauvorhabens insgesamt kann den hohen Beurteilungspegeln durch die parallel laufenden und somit überlagernden Bautätigkeiten mindestens 3 Monate ausgesetzt sein. Einzelne lärmintensive Bautätigkeiten, wie z. B. die Herstellung des Verkehrsweg 40 mit Herstellung Behelfsbrücke 11 (10 Monate) sowie der Teilabbruch des AVUS Rastplatzes (6 Monate) können länger andauern.

Die Ergebnisse sind in Anlage 3a zu sehen.

Szenario 2 – Bauphase 1.1 a

In Szenario 2 können südlich des (...) maximale Beurteilungspegel von über 75 dB(A) im Bereich des Mischgebiets nahe des (...) auftreten. Am Immissionsort Nr.

4 kommt es zu Beurteilungspegeln von maximal 67 dB(A). Die Beurteilungspegel werden von der Herstellung der Verbreiterung der (...) West mittels Asphaltfertiger dominiert. Die Vielzahl der Arbeiten im Bereich des (...) sowie die Brecheranlage haben ebenfalls einen deutlichen Einfluss auf die hohen Beurteilungspegel.

Im allgemeinen Wohngebiet an der (...) kommt es in einem Abstand zum (...) von über 1 km noch zu Überschreitungen des Immissionsrichtwerts der AVV Baulärm. Dominierende Bautätigkeiten sind die Vielzahl an Arbeiten im Bereich (...), das Zerkleinern von Abbruchmaterial mittels Brecheranlage und die Herstellung der Verbreiterung der (...) West mittels Asphaltfertiger.

In den Gewerbegebieten südlich des (...) kommt es in dem nördlich gelegeneren Gebiet zu geringen Überschreitungen des Immissionsrichtwerts der AVV Baulärm.

Im Bereich der (...) (allgemeines Wohngebiet) können Überschreitungen des Immissionsrichtwertes der AVV Baulärm bis zu einem Abstand von über 1 km zum (...) auftreten. Es sind vereinzelt maximale Beurteilungspegel von über 65 dB(A) an den ersten Häuserfassaden zu erwarten. Die Beurteilungspegel sind besonders durch die Nähe der Arbeiten an der Wohnsiedlung (ABW 02.01, Herstellung Stützwand 34.1, Herstellung Lärmschutzwand LA 112) durch die Brecheranlage und die Vielzahl der Bautätigkeiten im Bereich des (...) geprägt.

Am (...) und dem (...) kommt es an der ersten Häuserreihe zu maximalen Beurteilungspegeln von über 75 dB(A). Am Verwaltungsgebäude der (...) treten Beurteilungspegel von bis zu 72 dB(A) auf. Maßgebend ist die Vielzahl der Bautätigkeiten am (...) und die Brecheranlage in Kombination der Nähe dieser Arbeiten zur (...) und dem (...).

Im Bereich der (...) sind besonders an der ersten Häuserreihe und vereinzelt bis zu einem Abstand von über 800 m zum Bereich (...) Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm mit Beurteilungspegeln von bis zu ca. 75 dB(A) prognostiziert. Dominierende Bautätigkeiten sind die Arbeiten am (...), die Brecheranlage, jedoch auch die näher gelegenen Arbeiten im Bereich der (...) (Herstellung Behelfsautobahn West, Herstellung Behelfsstützwand 09.1 und Abbruchbauwerk ABW 12) haben einen erheblichen Einfluss auf die Beurteilungspegel.

Es kann durch die parallellaufenden, sich überlagernden Bautätigkeiten mindestens 3 Monate zu hohen Beurteilungspegeln an der schutzbedürftigen Bebauung kommen. Einzelne lärmintensive Bautätigkeiten dauern jedoch länger an, wie z. B. die Herstellung der Lärmschutzwand 112 über ca. 14 Monate, die Herstellung des Bauwerks 107 über ca. 24 Monate oder die Herstellung der Behelfsstützwand 09.1 über ca. 8 Monate, welche bereichsweise weiterhin zu hohen Beurteilungspegeln führen können.

Anlage 3b zeigt die Ergebnisse für Bauphase 1.1a auf.

Szenario 3

Da aufgrund der Nähe zur (...) die Fahrbahnabbrüche der (...) besonders kritisch sein können, sind diese im vorliegenden Szenario einzeln betrachtet worden. Es wurde der Fahrbahnabbruch an der (...) ohne Bestandslärmschutzwand (Bauphase 1.1b) sowie mit Bestandslärmschutzwand an der (...) (Bauphase 1.1c) simuliert. Zum Zeitpunkt des Fahrbahnabbruchs an der (...) ist für Bauphase 1.1b und 1.1c davon ausgegangen worden, dass die geplante Lärmschutzwand 112 schon besteht. Die Ergebnisse sind nachfolgend kurz erläutert.

Bauphase 1.1b (ohne Bestandslärmschutzwand)

Im Bereich der (...) können durch den Fahrbahnabbruch an der ersten Häuserfassade Beurteilungspegel von teilweise über 70 dB(A) und somit eine Überschreitung der maßgeblichen Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm von bis zu 15 dB erfolgen, siehe Anlage 3c. Am gesetzten Immissionsort in (...) kommt es zu Beurteilungspegeln von bis zu 69 dB(A).

Durch die Nähe der Brecheranlage zur (...) können vereinzelt Beurteilungspegel von über 70 dB(A) auftreten. Am Verwaltungsgebäude kommt es zu Beurteilungspegeln von bis zu 67 dB(A).

In den anderen Gebieten sind die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm eingehalten.

Bauphase 1.1c (mit Bestandslärmschutzwand)

Wenn die Bestandslärmschutzwand an der (...) während des Fahrbahnabbruchs stehen bleibt, können vereinzelt Beurteilungspegel von über 65 dB(A) auftreten, siehe Anlage 3d. Am Immissionsort in der (...) kommt es zu einem maximalen Beurteilungspegel von 64 dB(A). Somit kann durch den Erhalt der Bestandslärmschutzwand während des Fahrbahnabbruchs ein ca. 5 dB geringerer Beurteilungspegel an der maßgeblich betroffenen Wohnbebauung erreicht werden.

Durch die Nähe der Brecheranlage zur (...) können vereinzelt Beurteilungspegel von über 70 dB(A) auftreten. Am Verwaltungsgebäude kommt es zu Beurteilungspegeln von bis zu 67 dB(A).

Die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm werden in den weiteren umliegenden Gebieten eingehalten.

Die schutzbedürftige Wohnbebauung an der (...) ist den hohen Beurteilungspegeln durch den Fahrbahnabbruch ca. 4 Monate ausgesetzt.

Szenario 4 – Bauphase 1.2

Im Bereich der (...) sowie am (...) können Beurteilungspegel von über 70 dB(A) in diesem Szenario auftreten, welches eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm von bis zu 5 dB bedeutet. Am Verwaltungsgebäude der (...)

kommt ein maximaler Beurteilungspegel von 67 dB(A) vor. Maßgeblich für die hohen Beurteilungspegel ist die Brecheranlage.

An der (...) können an der ersten Häuserreihe Beurteilungspegel von über 75 dB(A) auftreten. Die Beurteilungspegel nehmen zum Süden (...) hin ab. Die dominierenden Bautätigkeiten sind aufgrund der Nähe zur Wohnbebauung der Rückbau der Behelfsautobahn West und der Fahrbahnabbruch mittels Asphaltfräse. Im Süden der Wohnbebauung, an der (...), ist die Brecheranlage ebenfalls maßgeblich für den Beurteilungspegel.

Im Wohngebiet südöstlich des Bereichs (...) können Überschreitungen der Immissionsrichtwerte auftreten.

In den weiteren umliegenden Gebieten wird der Immissionsrichtwert eingehalten.

Es sind durch die parallel laufenden und überlagernden Bautätigkeiten hohe Beurteilungspegel über ca. 1 Monat an der schutzbedürftigen Bebauung zu erwarten.

Die Ergebnisse sind in Anlage 3e dargestellt.

Szenario 5 – Bauphase 2.1

Bei der Herstellung der Lärmschutzwand 101 im Bereich der (...) ist es möglich die Bestandslärmschutzwand bis zur Errichtung der neuen Lärmschutzwand beizubehalten. Es wurde einmal die Herstellung der Lärmschutzwand ohne Bestandslärmschutzwand, siehe Anlage 3f, und mit Bestandslärmschutzwand, siehe Anlage 3g, berechnet.

Bauphase 2.1 ohne Bestandslärmschutzwand

Es können maximale Beurteilungspegel von bis zu über 75 dB(A) an der (...) auftreten. Die dominierenden Bautätigkeiten sind die Herstellung der Lärmschutzwand 101 mittels Bohrgerät sowie das Einrütteln der Stützwand. Die Vielzahl der Bautätigkeiten im Bereich des (...) sowie die Brecheranlage haben jedoch auch einen erheblichen Anteil an den Beurteilungspegeln. Es kann somit bis zu einem Abstand von über 1 km zum (...) zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm kommen.

Im Bereich der (...) sowie am (...) kommen Beurteilungspegel in der ersten Häuserreihe von teilweise über 70 dB(A) vor. Am Verwaltungsgebäude der Messe Berlin kommt es zu maximalen Beurteilungspegeln von 68 dB(A). Maßgeblich für die hohen Beurteilungspegel an der (...) sind die Bautätigkeiten im Bereich (...) sowie die Brecheranlage. Im Bereich des (...) haben die Abbrucharbeiten (ABW 13) einen zusätzlichen Einfluss auf die hohen Beurteilungspegel.

An der (...) können maximale Beurteilungspegel an der ersten Häuserreihe von über 70 dB(A) auftreten. Die dominierenden Bautätigkeiten sind aufgrund der Nähe zur

Wohnsiedlung die Abbrucharbeiten (ABW 13). Die Bautätigkeiten am (...) sowie die Brecheranlage tragen jedoch auch zu den hohen Beurteilungspegeln bei.

Im allgemeinen Wohngebiet an der (...) kann es teilweise zu Überschreitungen des Immissionsrichtwerts der AVV Baulärm bis zu einem Abstand von über 1 km kommen. In den nördlich der (...) gelegenen Gewerbegebieten sind die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm eingehalten. Dies ist ebenfalls der Fall im Mischgebiet nahe des (...).

Im allgemeinen Wohngebiet an der (...) kommt es mit Beurteilungspegeln von ca. 60 dB(A) zu Überschreitungen der AVV Baulärm.

Bauphase 2.1 mit Bestandslärmschutzwand

Durch den Erhalt der Bestandslärmschutzwand während der Errichtung der Lärmschutzwand 101 an der (...) können im Vergleich zur Situation ohne Bestandslärmschutzwand Pegelminderungen von ca. 10 dB an der Wohnbebauung festgestellt werden. Es werden Beurteilungspegel von bis zu über 65 dB(A) an der ersten Häuserfront erreicht. Es können bis zu einem Abstand von über 1 km vereinzelt Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm auftreten. Die maßgebenden Bautätigkeiten sind die Herstellung der Lärmschutzwand mittels Bohrgerät sowie das Einrütteln der Stützwand. Die Vielzahl der Bautätigkeiten im Bereich des (...) sowie die Brecheranlage haben jedoch ebenfalls einen erheblichen Anteil an den Beurteilungspegeln.

Die Beurteilungspegel der weiteren Gebiete werden durch den Erhalt der Bestandslärmschutzwand bis zum Aufbau der neuen Lärmschutzwand nicht beeinflusst und entsprechen den Beschreibungen aus der Bauphase 2.1 ohne Bestandslärmschutzwand an der (...).

Die schutzbedürftige Bebauung kann durch die parallellaufenden, sich überlagernden Bautätigkeiten ca. 3 Monate hohen Beurteilungspegeln (ohne und mit Bestandslärmschutzwand an der Eichkampsiedlung) ausgesetzt sein. Einzelne lärmintensive Bautätigkeiten, wie z. B. das Herstellen der Lärmschutzwand 101 (ca. 17 Monate) dauern jedoch länger an, welche bereichsweise weiterhin zu hohen Beurteilungspegeln führen können.

Szenario 6 - Bauphase 2.2

Die höchsten Beurteilungspegel von teilweise über 80 dB(A) treten im nördlichen Bereich der (...) sowie am ICC auf. Die maßgebenden Bautätigkeiten sind hier aufgrund der Nähe zur Wohnsiedlung sowie zum (...) die Abbrucharbeiten der Bauwerke und der Fahrbahn (ABW 40, ABW 41.2 und Fahrbahnabbruch) mittels Hydraulikhammer und Asphaltfräse.

Im Bereich der (...) können Beurteilungspegel von teilweise über 70 dB(A) auftreten. Am Verwaltungsgebäude kommt es zu Beurteilungspegeln von maximal 67 dB(A). Dominierend ist die Zerkleinerung des Abbruchmaterials durch die Brecheranlage.

In den (...) gelegenen Gewerbegebieten, südwestlich gelegenen Mischgebieten sowie im Bereich der (...) kommt es zu nahezu keinen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm.

Im Bereich der (...) kommt es im Nahbereich der Brecheranlage zu Überschreitungen des Immissionsrichtwerts der AVV Baulärm. In dem allgemeinen Wohngebiet an der (...) wird der Immissionsrichtwert der AVV Baulärm mit Beurteilungspegeln von teilweise über 60 dB(A) überschritten. Maßgeblich für die Überschreitungen ist die Brecheranlage.

Es können durch die parallel laufenden und überlagernden Bautätigkeiten hohe Beurteilungspegel über ca. 4 Monate an der schutzbedürftigen Bebauung auftreten. Vereinzelt lärmintensive Arbeiten wie der Abbruch des Abbruchbauwerks 40 (ca. 6 Monate) sowie die Herstellung eines Teilabschnitts der Stützwand 21 (ca. 18 Monate) führen bereichsweise weiterhin zu hohen Beurteilungspegeln.

Die Ergebnisse sind in Anlage 3h dargestellt.

Szenario 7 – Bauphase 3.1

In der Bauphase 3.1 kommt es im nördlichen Bereich der (...) zu maximalen Beurteilungspegeln von über 80 dB(A). Weiter südlich können noch Beurteilungspegel von 75 dB(A) auftreten. Am (...) sind Beurteilungspegel von über 70 dB(A) prognostiziert. Die maßgebenden Bautätigkeiten an der (...) und dem (...) sind der Fahrbahnabbruch mittels Asphaltfräse, der Rückbau des (...) mit Hilfe eines Hydraulikhammers und die Herstellung der Lärmschutzwand 07.1 mittels Bohrgerät.

Im Bereich der (...) treten Beurteilungspegel von über 70 dB(A) auf, die durch die Zerkleinerung des Abbruchmaterials mit Hilfe der Brecheranlage dominiert werden.

In dem allgemeinen Wohngebiet an der (...) kommt es nur vereinzelt an der ersten Häuserreihe zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm.

Im Bereich der (...) und den nördlich gelegeneren Gewerbegebieten werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm eingehalten. Dies gilt ebenfalls für die Mischgebiete nahe des (...).

Im allgemeinen Wohngebiet an der (...) kommt es zu Überschreitungen des Immissionsrichtwerts, welche durch die Zerkleinerung des Abbruchmaterials mit der Brecheranlage dominiert werden.

Die schutzbedürftige Bebauung kann durch die parallellaufenden, sich überlagernden Bautätigkeiten ca. 3 Monate hohen Beurteilungspegeln ausgesetzt sein. Einzelne lärmintensive Bautätigkeiten, wie z. B. das Herstellen der

Lärmschutzwand 07.1 (ca. 9 Monate) dauern jedoch länger an, welche bereichsweise weiterhin zu hohen Beurteilungspegeln führen können.

Anlage 3i zeigt die Ergebnisse für die betrachteten Bautätigkeiten in Bauphase 3.1 auf.

Szenario 8 – Bauphase 3.2

Die maximalen Beurteilungspegel von über 70 dB(A) treten an der (...) auf. Im Verwaltungsgebäude (...) kommt es zu Beurteilungspegeln von maximal 67 dB(A). Am (...) können maximale Beurteilungspegel von über 65 dB(A) vorkommen. Die in der Bauphase 3.2 ausgewählten Tätigkeiten (Abbruch Bauwerk ABW 14 und Zerkleinerung in der Brecheranlage) tragen beide maßgeblich zu den Beurteilungspegeln bei.

In den Wohngebieten an der (...) treten vereinzelt Überschreitungen des Immissionsrichtwerts der AVV Baulärm bei Beurteilungspegeln knapp über 55 dB(A) auf.

In den Gewerbegebieten südlich des (...) und in den Mischgebieten nahe des (...) werden die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm eingehalten.

Es können durch die Abbrucharbeiten und den Betrieb der Brecheranlage hohe Beurteilungspegel über ca. 3 Monate an der schutzbedürftigen Bebauung auftreten.

In Anlage 3j sind die Ergebnisse für Bauphase 3.2 dargestellt.

Szenario 9 – Bauphase 3.3

Im Bereich der (...) treten die höchsten Beurteilungspegel von über 70 dB(A) auf. Am Verwaltungsgebäude der (...) kommt es zu einem maximalen Beurteilungspegel von 71 dB(A).

An der (...) werden an der ersten Häuserreihe geringe Überschreitungen des Immissionsrichtwertes der AVV Baulärm prognostiziert. Dies gilt ebenso für die einzelnen Häuserfassaden an der (...).

Die dominierenden Bautätigkeiten im Bereich der (...) sind die Arbeiten (u. a. Rückbauarbeiten, Fahrbahnabbrüche) im Bereich des (...).

Im allgemeinen Wohngebiet an der (...) kommt es bei Beurteilungspegeln von bis zu ca. 58 dB(A) zu leichten Überschreitungen (< 5 dB) des Immissionsrichtwerts der AVV Baulärm. Maßgeblich ist die Zerkleinerung des Abbruchmaterials durch die Brecheranlage.

In den Gewerbegebieten südlich des (...), im Bereich der (...) sowie die Mischgebiete nahe des (...) ist die Einhaltung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm prognostiziert.

Die schutzbedürftige Bebauung ist hohen Beurteilungspegeln, maßgebend durch die Rückbauarbeiten, über einen Zeitraum von ca. 4 Monaten ausgesetzt.

10. Zusammenfassung und Fazit

Bei einem Bauvorhaben in der hier untersuchten Art stellt der angewendete pauschale Berechnungsansatz unter Berücksichtigung der in Kapitel 8 aufgeführten Annahmen und Eingangsdaten einen sinnvollen Ansatz zur Erfassung lärmintensiver Baugeräte und Baumaschinen und zur Abschätzung ihrer schalltechnischen Auswirkungen dar.

Die (...) plant den Umbau des Autobahndreieckes (...) als Ersatzneubau.

Das (...) stellt die Verbindung der Bundesautobahn (...) des Regional- und Fernverkehrs und der Stadtautobahn dar und liegt im westlichen Stadtgebiet der (...).

Die geplante Baumaßnahme umfasst die Flächen des vorhandenen Autobahndreiecks einschließlich der Rastanlage mit Tankstelle, Raststätte und (...). Im Norden erstreckt sich der Planungsraum auf der (...) bis zur Querung (...), im Südosten auf der (...) bis zur (...) und im Südwesten auf der (...) bis zur (...).

Die geplante Baumaßnahme beginnt auf der (...) bei Betr.-km 26,7040 (Bau-km 0+000) endet bei Betr. -km 27,641 (Bau-km 1+051,22) mit einer Länge von ca. 1.051 m.

Auf der (...), Richtungsfahrbahn (...) erstreckt sich der Bauabschnitt von Betr.-km 7,042 (Bau-km 0+000) bis Betr.-km 7,042 (Bau-km 0+879,32) mit einer Neubaulänge von ca. 879 m.

Der Bauabschnitt auf der (...), RF (...) dauert von Betr.-km 7,042 (Bau-km 0+000) bis Betr.-km 6,002 (Bau-km 0+970,352) an und umfasst eine Länge von ca. 970,35 m.

Im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Grobuntersuchung werden die Geräuschauswirkungen aus den Bautätigkeiten zur Errichtung des geplanten Ersatzneubaus auf die Umgebung ermittelt und auf Grundlage der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – AVV Baulärm“ /1/ beurteilt.

Mögliche schalltechnische Konflikte wurden identifiziert. Hierzu wurden die Baustellenvorgänge für einen repräsentativen Tag schalltechnisch modelliert. Dieser Tag repräsentiert die Baustellenvorgänge, die über den geplanten Zeitraum der Gesamtdauer des Baustellenbetriebs auftreten werden. Die Modellierung der Baustellentätigkeit erfolgt für den Tag (07:00 – 20:00 Uhr) als Regelarbeitszeit.

Im Ergebnis der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung konnte festgestellt werden, dass in der schutzwürdigen Nachbarschaft die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm /1/ in den untersuchten Szenarien teilweise bis zu einem Umreis von ca. 1 km überschritten werden können.

In den betrachteten Szenarien werden zeitweise Beurteilungspegel von häufig knapp über 70 dB(A) bis hin zu über 80 dB(A) (Bauphase 2.2 und 3.1) am Tag an

schutzbedürftigen Gebäuden prognostiziert. In Bauphase 1.1 sowie Bauphase 2.1 kann durch den Erhalt der Bestandslärmschutzwand im Bereich der (...) während den kritischen Bautätigkeiten der Beurteilungspegel an der (...) auf ca. 65 dB(A) und somit unterhalb der Gesundheitsschwelle gesenkt werden.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die schutzbedürftige Nachbarschaft des Plangebiets bereits durch die Stadtautobahn und das Autobahndreieck (...) sowie der Nähe zu dem Schienenverkehr heute einer hohen Verkehrsgeräuschgrundbelastung ausgesetzt und somit eine hohe Vorbelastung vorhanden ist. Darauf wird bereits heute der bauliche Schallschutz der lärmsensiblen Gebäude weitestgehend angepasst sein.

Um die Verlässlichkeit der prognostizierten Beurteilungspegel einordnen zu können, ist anzumerken, dass den Berechnungen jeweils konservative Emissionsannahmen zur Baustellensituation und die in ihr enthaltenen einzelnen Bauabläufe / Baugeräte (Intensität und zeitliche Dauer) zu Grunde gelegt worden sind. Details zum konkreten Bauablauf, Maschineneinsatz, Verfahren etc. sind zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens noch nicht bekannt. Diese werden erst abschließend nach Vergabe der Leistung durch das ausführende Unternehmen in Zusammenarbeit mit dem Bauträger festgelegt. Somit können detailliertere Aussagen erst im Rahmen eines Gutachtens zur Ausführungsplanung erfolgen.

11. Schallschutzempfehlungen

Die Umbauarbeiten des Autobahndreieckes (...) erfordern umfangreiche lärmintensive Arbeiten in einzelnen Teilabschnitten, so dass für einzelne Arbeiten entsprechend hohe Immissionspegel an den schutzwürdigen Nutzungen prognostiziert werden.

Auf Grund der Überschreitung an den Fassaden in der umliegenden Nachbarschaft von teilweise mehr als 5 dB über den maßgeblichen Richtwerten der AVV Baulärm /1/ sowie das vereinzelt Erreichen und Überschreiten der rechtlich anerkannten Gesundheitsgefährdungsschwelle werden nachfolgend mögliche Maßnahmen zur Vermeidung von Schallimmissionskonflikten aufgeführt und etwas genauer betrachtet.

1. Aktive Schallschutzmaßnahmen

Beim Abbruch der Bauwerke und Behelfsstützwände sowie den Parkplatzflächen auf dem (...) -Rastplatz wird der Beurteilungspegel u. a. durch den hydraulischen Hammer bestimmt. Erfahrungsgemäß ist der Einsatz der hydraulischen Abbruch-Zange um ca. 10 dB leiser als der Einsatz des hydraulischen Hammers. **Dementsprechend ist die hydraulische Abbruch-Zange, wenn möglich dem hydraulischen Hammer vorzuziehen.**

Die Herstellung von Bohrlöchern im Rahmen der Errichtung der Lärmschutzwände erfolgt mit Hilfe eines Bohrgeräts. Die Erde, die sich nach jedem Bohrabschnitt in der Bohrschnecke befindet, **ist in der unmittelbaren Nähe zu Wohn- und Bürogebäuden nicht durch das ruckartige Drehen der Bohrschnecke, wodurch es zu einem Zusammenschlagen der Schnecke mit dem Führungsrohr kommt, aus der Bohrschnecke herauszuschlagen.** Die Erde kann geräuscharm aus der Bohrschnecke durch einen Abstreiffinger oder z. B. eine Radladergabel entfernt werden. Eine entsprechend geräuscharme Methode ist vorzusehen.

Die Herstellung der Behelfsstützwände in monolithischer Bauweise könnte ggf. durch Spundwände ersetzt werden, um so die lärmintensiven Abbrucharbeiten bei dem Rückbau der Behelfsstützwände zu minimieren.

Es sind grundsätzlich, wenn bautechnisch möglich, entsprechend geräuscharme Methoden lauterer Methoden vorzuziehen.

Im Bereich der (...) ist die Bestandslärmschutzwand während lärmintensiver Tätigkeiten wie der Fahrbahnabbruch der (...) und die Errichtung der Lärmschutzwand 101, sofern möglich, aufrechtzuerhalten.

Der Betrieb der Brecheranlage stellt eine erhebliche Schallquelle dar. Die Einsatzzeit einer solchen Anlage sollte auf ein Minimum begrenzt werden. Ggf. ist die Schallausbreitung der Brecheranlage durch den Aufbau von Containern in Richtung nächstgelegener und lärmsensibler Nutzungen zu vermindern.

2. Baustellendisziplin

Grundsätzlich ist auf der Baustelle eine Baustellendisziplin zu etablieren. Dabei sind ungenutzte Maschinen abzuschalten (z. B. Hydraulikaggregate, Mobilbagger, Lkw). Materialien sind nicht geräuschintensiv abzuladen, z. B. indem sie nicht aus großer Höhe abgeworfen werden. Das Schreien, Rufen und Hupen ist zu vermeiden. Es sind ausreichend Funksprechgeräte oder Ähnliches bei Bedarf vorzusehen.

Der Signalton von Baufahrzeugen beim Rückwärtsfahren ist, soweit sicherheitstechnisch möglich, abzustellen. Wie die Sicherheitsanforderungen dennoch eingehalten werden können, ist mit der Berufsgenossenschaft abzustimmen. Voraussichtlich ist beim Rückwärtsfahren eine zusätzliche Sicherungsperson notwendig, die Baustelle ist entsprechend auszuleuchten und auch die Nutzung von Rückwärtsfahrkameras ist möglich.

3. Einsatz von Baumaschinen, die dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen

Um die Lärmemissionen soweit wie möglich zu begrenzen, eignen sich Baumaschinen, welche die Geräte- und Maschinenlärmschutz-Verordnung - 32. BImSchV ^{/9/} erfüllen. Die Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung enthält in Verbindung mit der Richtlinie 2000/14/EG zulässige Schallleistungspegel von 57 Maschinen und Gerätearten. Sie begrenzt zum einen Geräuschemissionen von bestimmten Baumaschinen, die nach dem 03.01.2006 in Verkehr gebracht wurden, nennt Kennzeichnungspflichten weiterer Baumaschinen, die in ihren Geräuschemissionen nicht begrenzt sind und regelt Betriebszeiten dieser Maschinen, beispielsweise in Wohngebieten.

Insoweit kann als Auflage für ausführende Unternehmen festgesetzt werden, dass auf den Baustellen nur solche Baumaschinen verwendet werden dürfen, die, soweit in der Geräte- und Maschinenlärmschutz-Verordnung aufgelistet, nach dem 03.01.2006 in Verkehr gebracht wurden.

Zudem sind besonders vibrierende oder klappernde Bauteile an den Baumaschinen zu vermeiden. Die Schalldämpfung der Abgasanlagen der Fahrzeuge und Maschinen sind in einem guten technischen Zustand zu halten. Abgasauslässe und Motorengehäuse der Baumaschinen sind gegebenenfalls zu dämmen. Sofern möglich sind sie weg von der schutzwürdigen Nutzung im Umfeld zu orientieren. Hinweise zu Maßnahmen an Baumaschinen gibt die Anlage 5 der AVV Baulärm.

^{/9/} **Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV**

Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV) vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I S. 2178)

4. Soweit technisch möglich, sollte der Arbeitsablauf zeitlich so optimiert werden, dass die Einwirkzeiten des Baulärms auf die Nachbarschaft möglichst kurzgehalten werden

Eine zeitliche Optimierung und die damit einhergehende Verkürzung der Maschineneinsätze führt zu einer höheren Zeitkorrektur. Als unmittelbare Folge sinken auch die Beurteilungspegel an der untersuchten schutzwürdigen Nachbarschaft. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass auch unter Berücksichtigung kürzerer Einsatzzeiten hohe Schallimmissionen durch das Bauvorhaben auf die Umgebung zu erwarten sind (Allgemeine Information: die Halbierung der Einsatzzeit einer Maschine führt zu einer Abnahme des Beurteilungspegels um bis zu 3 dB), zudem würde sich die Gesamtarbeitszeit der Gesamtbaustelle dadurch verlängern. Jedoch kann es für eine bessere Verträglichkeit mit der Nachbarschaft sinnvoll sein, feste Ruhezeiten abzustimmen. Wir empfehlen, dies besonders für die lauten untersuchten Szenarien mit der Nachbarschaft abzustimmen, wenn zeitliche Spielräume vorhanden sind (z. B. feste Ruhephase zwischen 12:00 und 13:00 Uhr).

Weitere Maßnahmen können für eine höhere Akzeptanz gegenüber dem Bauvorhaben sorgen:

1. Information der Nachbarschaft über das Vorhaben (Tageszeiten, Arbeitsschritte, Dauer des Vorhabens, Verfahren) vor Vorhabenbeginn.
2. Aushänge für Ansprechpartner im Beschwerdefall
3. Regelmäßige Öffentlichkeitstermine als Angebot für einen Austausch (Fragen und Probleme)

Grundsätzlich sind die Lärmemissionen der gutachterlichen Betrachtung „zur sicheren Seite“ angenommen, so dass unter realen Bedingungen voraussichtlich geringere Immissionspegel als im Modell errechnet, auftreten können.

Es bleibt festzuhalten, dass auch unter Berücksichtigung der geplanten und empfohlenen Schallschutzmaßnahmen hohe Schallimmissionen durch das Bauvorhaben auf die Umgebung zu erwarten sind. Eine Baustelle stellt jedoch immer eine zeitlich begrenzte Anlage dar und wird nach aktuellem Kenntnisstand bei den Bewohnern der Nachbarschaft keine dauerhaften schädlichen Umweltauswirkungen durch Lärm verursachen.

Weiterhin ist nach AVV Baulärm, Teil 5.2.2 eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte möglich, wenn die Bauarbeiten

1. ... zur Verhütung oder Beseitigung eines Notstandes oder zur Abwehr sonstiger Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung oder ...
 2. ... im öffentlichen Interesse ...
- ... dringend erforderlich sind und die Bauarbeiten ohne die Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt werden können.

Die Umbauarbeiten des Autobahndreieckes (...) **dienen aufgrund ihrer infrastrukturellen Bedeutung im bestehenden nationalen Verkehrsnetz nach gutachterlicher Auffassung den beiden oben genannten Grundsätzen.**

Hamburg, 25.04.2022

i.V.

12. Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan
- Anlage 2: Höhenplan der berücksichtigten Rechengebiete
- Anlage 3a: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 0
- Anlage 3b: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 1.1a
- Anlage 3c: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 1.1b ohne LSW an Eichkampstr.
- Anlage 3d: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 1.1c mit LSW an Eichkampstr.
- Anlage 3e: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 1.2
- Anlage 3f: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 2.1 ohne LSW an Eichkampstr.
- Anlage 3g: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 2.1 mit LSW an Eichkampstr.
- Anlage 3h: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 2.2
- Anlage 3i: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 3.1
- Anlage 3j: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 3.2
- Anlage 3k: Schallimmissionsraster
Tag (07:00 - 20:00 Uhr) gemäß AVV Baulärm
Bauphase 3.3
- Anlage 4: Schallemissionsansätze für die berücksichtigten Bauphasen

13. Quellenverzeichnis

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschemissionen, AVV- Baulärm vom 19. August 1970, Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. September 1970

Bundes-Immissionsschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge in der Fassung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Gesetz vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1839) m.W.v. 30. Juli 2016

Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von Lkw, Landesumweltamt NRW, Essen 2000

ODELIA - OutDoor Equipment Noise Limit Assesment, Final Study Report for European Comission Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurships and SMEs. vom 19. Januar 2016

Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 2, Wiesbaden 2004

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)

DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“ Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999 zu beziehen über Beuth Verlag GmbH

Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV) vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I S. 2178)

Anlage 7

Beispieltabelle Verkehrslärm Emissionen

Emissionspegel nach RLS-19

Name / Abschnitt	Statio- nierung km	DTV Kfz/24h	Typ	Verkehrsmenge		Anteil		Geschwindigkeit		Straßen- oberfläche	Knoten- typ	Abstand m	Emissionspegel	
				M(T) Kfz/h	M(N) Kfz/h	Tag %	Nacht %	Tag km/h	Nacht km/h				Lw'(T) /dB(A)	Lw'(N) /dB(A)
Analyse 2020														
Kreisel	0+000	24674	Pkw Lkw1 Lkw2	1332,4 30,1 71,7	191,9 8,4 15,5	92,9 2,1 5	88,9 3,9 7,2	50 50 50	50 50 50	SMA 8	Kreislv.	0 - 31	85,4 - 85,9	77,7 - 78,3
	0+117	24674	Pkw Lkw1 Lkw2	1332,4 30,1 71,7	191,9 8,4 15,5	92,9 2,1 5	88,9 3,9 7,2	50 50 50	50 50 50	SMA 8		-	85,4	77,8
	0+000	11100	Pkw Lkw1 Lkw2	565,2 23,9 56,1	87,4 3,4 6,3	87,6 3,7 8,7	90 3,5 6,5	70 70 70	70 70 70	SMA 8		-	84,7 - 85,4	76,1 - 77,8
	1+791	11300	Pkw Lkw1 Lkw2	575,4 24,3 57,1	89 3,5 6,4	87,6 3,7 8,7	90 3,5 6,5	50 50 50	50 50 50	SMA 8		-	81,3	72,7
	1+921	11300	Pkw Lkw1 Lkw2	575,4 24,3 57,1	89 3,5 6,4	87,6 3,7 8,7	90 3,5 6,5	50 50 50	50 50 50	SMA 8	Lichtz.	20 - 120	81,4 - 84,0	72,8 - 75,4
	2+040	11650	Pkw Lkw1 Lkw2	593,2 25,1 58,9	91,7 3,6 6,6	87,6 3,7 8,7	90 3,5 6,5	50 50 50	50 50 50	SMA 8	Lichtz.	0 - 120	81,4 - 84,4	72,8 - 75,8
	2+161	11650	Pkw Lkw1 Lkw2	593,2 25,1 58,9	91,7 3,6 6,6	87,6 3,7 8,7	90 3,5 6,5	50 50 50	50 50 50	SMA 8		-	81,4	72,8
	2+305	11650	Pkw Lkw1 Lkw2	593,2 25,1 58,9	91,7 3,6 6,6	87,6 3,7 8,7	90 3,5 6,5	50 50 50	50 50 50	SMA 8	Lichtz.	0 - 120	81,5 - 84,4	72,8 - 75,8

Anmerkung: Die Abschnitte gleicher Emission sind im Lageplan wiederzugeben.

Legende: Bezeichnungen nach RLS-19

Anlage 8

Beispieltabelle Verkehrslärm

Beurteilungspegel

Lärmsanierung, Beurteilungspegel nach RLS-19

Unterlage 2.4.2

Schalltechnische Untersuchung zu Lärmsanierungsmaßnahmen



Berechnungsergebnisse Prognose 2040

Spalten- nummer	Spalte	Beschreibung
1	Lfd.	Laufende Punktnummer
2	HFront	Himmelsrichtung der Gebäudeseite
3	SW	Stockwerk
4	Nutz	Gebietsnutzung
5-6	Auslösewert	Auslösewert für eine Lärmsanierung tags/nachts
7-8	Prognose 2040	Beurteilungspegel Prognose tags/nachts
9-10	Überschreitung	Überschreitung der Auslösewerte für eine Lärmsanierung tags/nachts
11	Anspruch	Anspruch auf passiven Lärmschutz tags/nachts

Unterlage 2.4.2 Schalltechnische Untersuchung zu Lärmsanierungsmaßnahmen



Berechnungsergebnisse Prognose 2040

Lfd. Nr.	HFront	SW	Nutz	Auslösewert Tag Nacht in dB(A)		Prognose 2040 Tag Nacht in dB(A)		Überschreitung Tag Nacht in dB		Anspruch passiv
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Glojenbarg 20 San.- Anspr.: ja										
224	N	7.OG	WA	64	54	63	55	-	0,8	N
224	N	6.OG	WA	64	54	63	55	-	0,9	N
224	N	5.OG	WA	64	54	63	56	-	1,1	N
224	N	4.OG	WA	64	54	63	56	-	1,1	N
224	N	3.OG	WA	64	54	63	56	-	1,1	N
224	N	2.OG	WA	64	54	63	55	-	0,9	N
224	N	1.OG	WA	64	54	62	55	-	0,1	N
224	N	EG	WA	64	54	61	53	-	-	nein
225	W	7.OG	WA	64	54	63	56	-	1,3	N
225	W	6.OG	WA	64	54	64	56	-	1,5	N
225	W	5.OG	WA	64	54	64	56	-	1,5	N
225	W	4.OG	WA	64	54	64	56	-	1,4	N
225	W	3.OG	WA	64	54	63	56	-	1,4	N
225	W	2.OG	WA	64	54	63	56	-	1,1	N
225	W	1.OG	WA	64	54	62	55	-	0,1	N
225	W	EG	WA	64	54	61	53	-	-	nein
Hans-Salb-Straße 107 San.- Anspr.: ja										
1	NW	2.OG	MI	66	56	65	57	-	0,7	N
1	NW	1.OG	MI	66	56	65	57	-	0,6	N
1	NW	EG	MI	66	56	64	56	-	-	nein
228	NO	2.OG	MI	66	56	63	55	-	-	nein
228	NO	1.OG	MI	66	56	63	55	-	-	nein
228	NO	EG	MI	66	56	62	54	-	-	nein
230	SW	2.OG	MI	66	56	55	47	-	-	nein
230	SW	1.OG	MI	66	56	53	46	-	-	nein
230	SW	EG	MI	66	56	54	46	-	-	nein
Hans-Salb-Straße 107a San.- Anspr.: ja										
2	NW	2.OG	MI	66	56	65	58	-	1,1	N
2	NW	1.OG	MI	66	56	65	58	-	1,2	N
2	NW	EG	MI	66	56	65	57	-	1,0	N
231	NO	2.OG	MI	66	56	64	57	-	0,4	N
231	NO	1.OG	MI	66	56	65	57	-	0,4	N
231	NO	EG	MI	66	56	64	56	-	-	nein
234	SW	2.OG	MI	66	56	62	54	-	-	nein
234	SW	1.OG	MI	66	56	62	54	-	-	nein
234	SW	EG	MI	66	56	61	53	-	-	nein
Hirtenstieg 60 San.- Anspr.: ja										
3	NW	7.OG	MI	66	56	65	57	-	0,8	N
3	NW	6.OG	MI	66	56	65	58	-	1,1	N
3	NW	5.OG	MI	66	56	66	58	-	1,5	N
3	NW	4.OG	MI	66	56	66	58	-	1,7	N
3	NW	3.OG	MI	66	56	66	58	-	1,9	N
3	NW	2.OG	MI	66	56	66	58	-	1,9	N
3	NW	1.OG	MI	66	56	66	58	-	1,9	N
3	NW	EG	MI	66	56	65	58	-	1,1	N
236	NO	7.OG	MI	66	56	62	54	-	-	nein
236	NO	6.OG	MI	66	56	62	54	-	-	nein
236	NO	5.OG	MI	66	56	62	55	-	-	nein
236	NO	4.OG	MI	66	56	63	55	-	-	nein
236	NO	3.OG	MI	66	56	63	55	-	-	nein
236	NO	2.OG	MI	66	56	63	55	-	-	nein
236	NO	1.OG	MI	66	56	62	55	-	-	nein
236	NO	EG	MI	66	56	61	54	-	-	nein
237	SW	7.OG	MI	66	56	62	54	-	-	nein
237	SW	6.OG	MI	66	56	62	54	-	-	nein
237	SW	5.OG	MI	66	56	62	55	-	-	nein
237	SW	4.OG	MI	66	56	62	55	-	-	nein
237	SW	3.OG	MI	66	56	63	55	-	-	nein
237	SW	2.OG	MI	66	56	63	55	-	-	nein
237	SW	1.OG	MI	66	56	62	55	-	-	nein
237	SW	EG	MI	66	56	61	54	-	-	nein

Lärmvorsorge, Prüfung auf wesentliche Änderung, Beurteilungspegel nach RLS-19

Anlage 4.1		
Lärmtechnische Untersuchung zum Umbau des		
Berechnungsergebnisse, Verkehr gemäß RLS-19		
		
Spalten- nummer	Spalte	Beschreibung
1	Lfd.	Laufende Punktnummer
2	Fassade	Himmelsrichtung der Gebäudeseite
3	Stock-	Stockwerk
4	Nutz-	Gebietsnutzung
5-6	IGW	Immissionsgrenzwert tags/nachts
7-8	Bestand	Beurteilungspegel Prognose ohne Ausbau tags/nachts
9-10	Planfall	Beurteilungspegel Prognose nach Ausbau tags/nachts
11-12	Differenz	Differenz Prognose ohne/mit Ausbau tags/nachts
13	wes.	Wesentliche Änderung: ja/nein
14	Anspruch	Anspruch auf passiven Lärmschutz tags/nachts bzw. Entschädigung Außenwohnbereich

Anlage 4.1

Lärmtechnische Untersuchung zum Umbau des

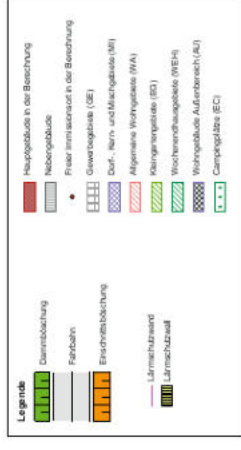


Berechnungsergebnisse, Verkehr gemäß RLS-19

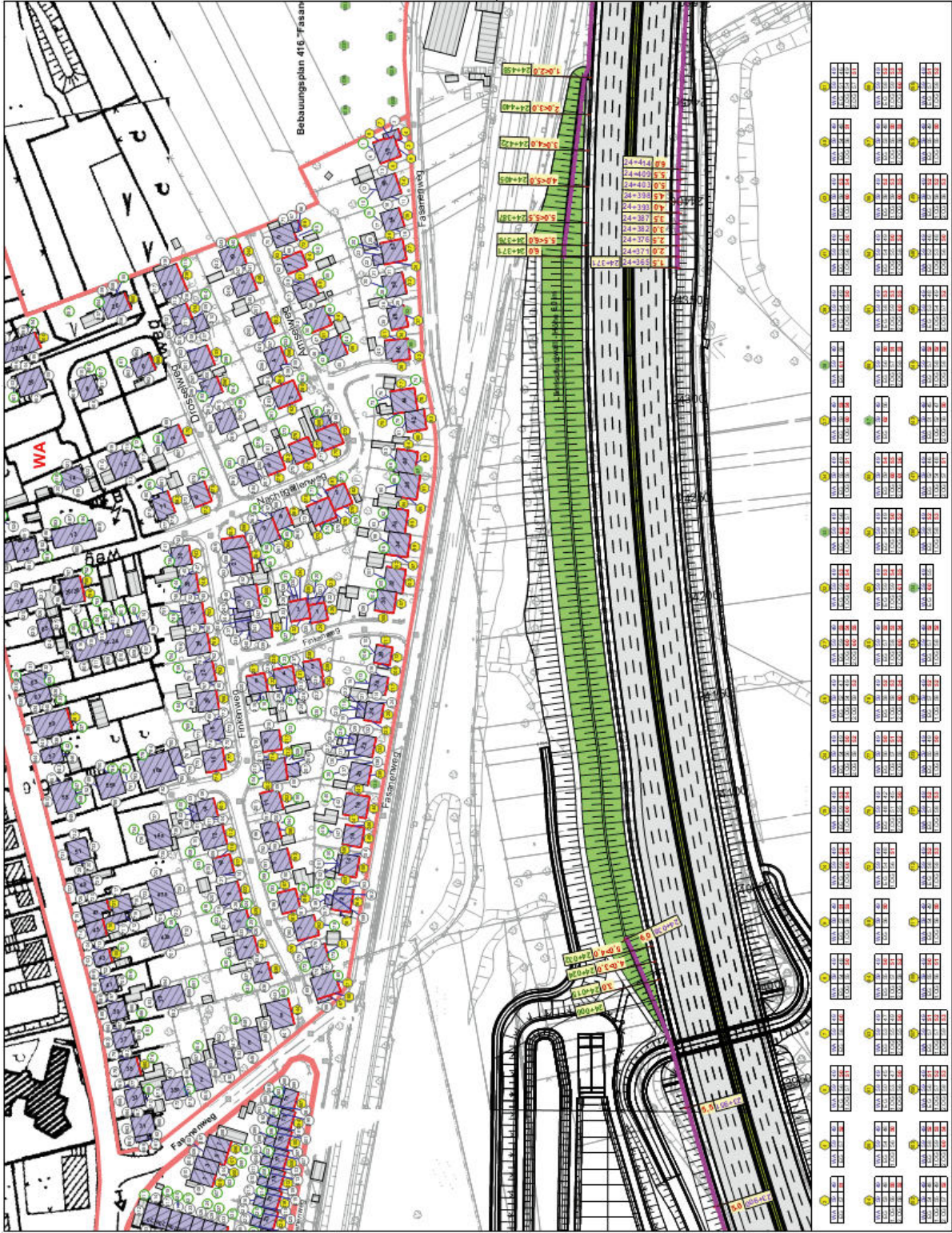
Lfd. Nr.	Fassade	Stockwerk	Nutzungsgebiet	IGW Tag Nacht /dB(A)		Bestand Tag Nacht /dB(A)		Planfall Tag Nacht /dB(A)		Differenz Tag Nacht /dB(A)		wes. Änd.	Anspruch
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Punktname: Eppendorfer Landstraße 91													
1	SO	EG	WA	59	49	67	58	67	58	0,0	0,0		nein
1	SO	1.OG	WA	59	49	67	58	67	58	0,0	0,0		nein
1	SO	2.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,1		nein
1	SO	3.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,0		nein
1	SO	4.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,0		nein
1	SO	5.OG	WA	59	49	65	57	65	58	0,0	0,1		nein
1	SO	6.OG	WA	59	49	65	57	65	57	0,0	0,0		nein
2	SO	EG	WA	59	49	67	58	67	58	0,0	0,0		nein
2	SO	1.OG	WA	59	49	67	58	67	58	0,0	0,1		nein
2	SO	2.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,1		nein
2	SO	3.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,0		nein
2	SO	4.OG	WA	59	49	65	57	65	57	0,0	0,0		nein
2	SO	5.OG	WA	59	49	65	57	65	57	0,0	0,1		nein
2	SO	6.OG	WA	59	49	65	57	65	57	0,0	0,0		nein
Punktname: Eppendorfer Landstraße 93													
3	SO	EG	WA	59	49	67	59	67	59	0,0	0,0		nein
3	SO	1.OG	WA	59	49	67	59	67	59	0,0	0,0		nein
3	SO	2.OG	WA	59	49	67	58	67	59	0,0	0,1		nein
3	SO	3.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,0		nein
3	SO	4.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,1		nein
3	SO	5.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,1		nein
4	SO	EG	WA	59	49	67	59	67	59	0,0	0,0		nein
4	SO	1.OG	WA	59	49	67	58	67	58	0,0	0,0		nein
4	SO	2.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,0		nein
4	SO	3.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,0		nein
4	SO	4.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,0		nein
4	SO	5.OG	WA	59	49	66	58	66	58	0,0	0,0		nein
Punktname: Eppendorfer Landstraße 95													
5	N	EG	WA	59	49	70	63	70	63	-0,2	-0,3		nein
5	N	1.OG	WA	59	49	70	63	70	63	-0,3	-0,3		nein
5	N	2.OG	WA	59	49	70	63	70	63	-0,2	-0,2		nein
5	N	3.OG	WA	59	49	70	63	70	63	-0,2	-0,2		nein
5	N	4.OG	WA	59	49	69	62	69	62	-0,1	-0,1		nein
5	N	5.OG	WA	59	49	69	62	69	62	-0,1	-0,1		nein
6	NO	EG	WA	59	49	69	62	69	62	0,2	0,2	X	T/N
6	NO	1.OG	WA	59	49	70	62	70	63	0,1	0,1	X	T/N
6	NO	2.OG	WA	59	49	69	62	70	63	0,1	0,2	X	T/N
6	NO	3.OG	WA	59	49	69	62	69	62	0,1	0,1	X	T/N
6	NO	4.OG	WA	59	49	69	62	69	62	0,1	0,1	X	T/N
6	NO	5.OG	WA	59	49	69	62	69	62	0,1	0,0		nein
7	SO	EG	WA	59	49	68	59	68	59	-0,1	0,0		nein
7	SO	1.OG	WA	59	49	67	59	67	59	-0,1	-0,1		nein
7	SO	2.OG	WA	59	49	67	59	67	59	-0,1	0,0		nein
7	SO	3.OG	WA	59	49	67	59	67	59	0,0	0,1		nein
7	SO	4.OG	WA	59	49	67	59	67	59	0,0	0,0		nein
7	SO	5.OG	WA	59	49	67	59	67	59	0,0	0,0		nein
8	SO	EG	WA	59	49	67	59	67	59	-0,3	-0,1		nein
8	SO	1.OG	WA	59	49	67	60	67	60	-0,1	0,0		nein
8	SO	2.OG	WA	59	49	68	60	67	60	-0,1	0,0		nein
8	SO	3.OG	WA	59	49	67	60	67	60	0,1	0,1	X	T/N

Anlage 9

Beispielpläne Verkehrslärm

[illegible]

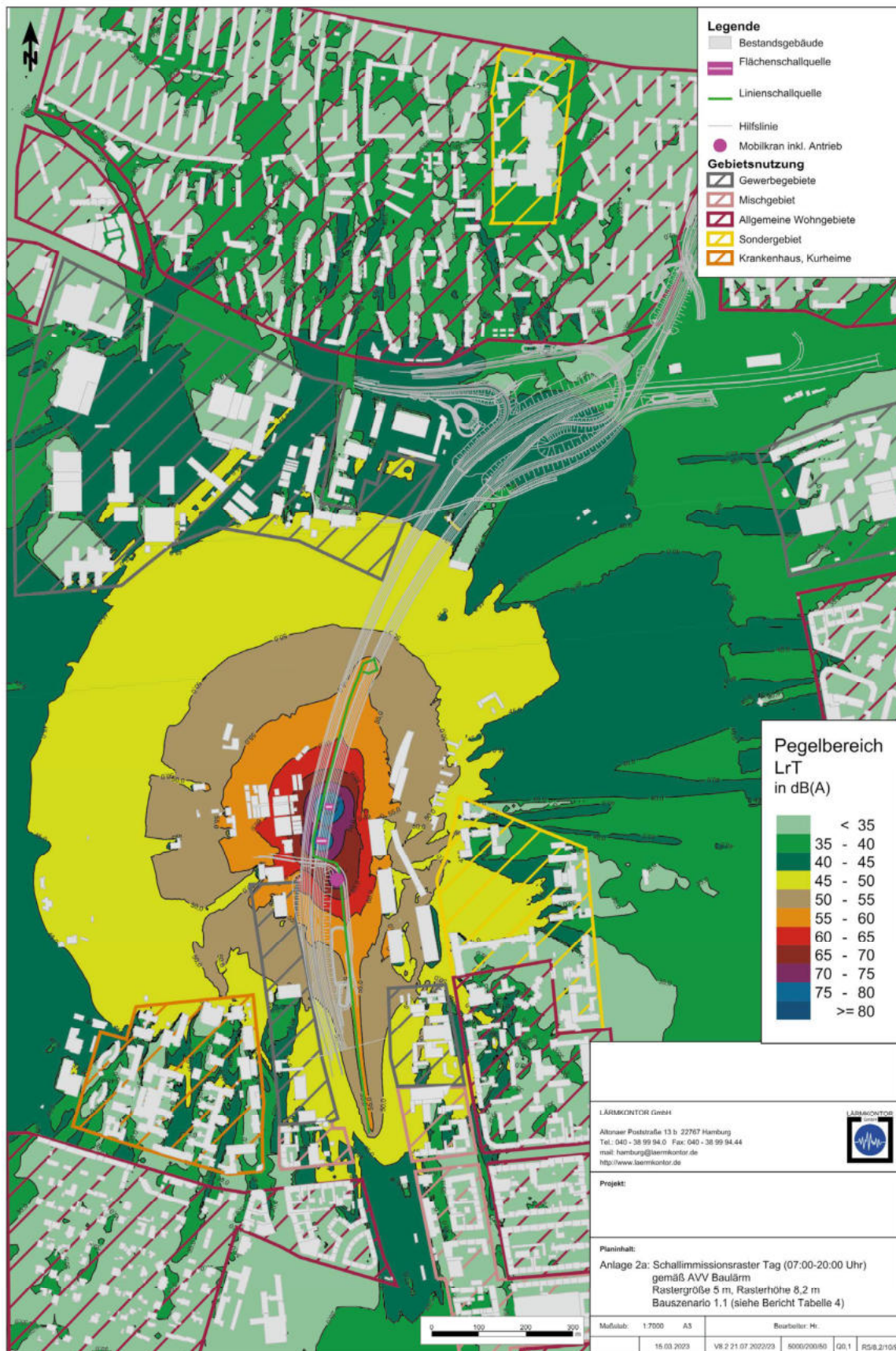
Musterplan 1 : 1.000



Anlage 9 – Beispielpäne Verkehrslärm

Anlage 10

Beispielplan Baulärm



Anlage 10 – Beispielplan Baulärm

Anlage 11

Beispieltabelle Baulärm Emissionen

Bauphase 0.0		Tätigkeit		Tag		LWAeq dB(A)		Kl	Einwirkzeit h	Bezug	Anzahl	LwA dB(A)	Pegelkorrektur dB(A)
straße	Herstellung bauzeitlicher Verkehrsweg 06 Teil 1 Vw 06		Bagger m, Breitöffelausrüstung Tandemwalze Asphaltfertiger	100,7 2,5 104,5 1 116,7 1,1	6,00 6,00 6	13 13 13	1 1 1	100 102 114	115			100 102 114	-3 -3 -3
	Herstellung bauzeitlicher Verkehrsweg 06 Teil 2		Bagger m, Breitöffelausrüstung Tandemwalze Asphaltfertiger	100,7 2,5 104,5 1 116,7 1,1	6,00 6,00 6	13 13 13	1 1 1	100 102 114	115			100 102 114	-3 -3 -3
	Herstellung bauzeitlicher Verkehrsweg 06 Teil 3		Bagger m, Breitöffelausrüstung Tandemwalze Asphaltfertiger	100,7 2,5 104,5 1 116,7 1,1	6,00 6,00 6	13 13 13	1 1 1	100 102 114	115			100 102 114	-3 -3 -3
Herstellung Behelfsbrücke 108 Hst BB 108		Mobilkran inkl. Antrieb Schaufelbagger	104,4 3,2 100,8 5	6,00 6,00	13 13	1 1	104 102	106			104 102	-3 -3	
Herstellung Behelfsstützwand 110, monolithisch Teil 1 Hst BST 110		Schaufelbagger Transportbetonmischer Betonpumpe Flaschenrüttler Betonmischer Fahrt energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 200 m, Delta L=26 dB	100,8 5 111,1 104,1 106,5 2,5 63	6,00 6,00 6,00 6,00 6,00	13 13 13 13 13	1 1 1 1 10	102 108 101 106 70	111			102 108 101 106 70	-3 -3 -3 -3 7	
Herstellung Behelfsstützwand 110, monolithisch Teil 2		Schaufelbagger Transportbetonmischer Flaschenrüttler Betonmischer Fahrt energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 270 m, Delta L=27 dB	100,8 5 111,1 104,1 106,5 2,5 63	6,00 6,00 6,00 6,00 6,00	13 13 13 13 13	1 1 1 1 10	102 108 101 106 70	111			102 108 101 106 70	-3 -3 -3 -3 7	
Herstellung bauzeitl Verbreiterung A100, RF HH 11 Hst Verbreiterung		Bagger m, Breitöffelausrüstung Tandemwalze Asphaltfertiger energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 390 m, Delta L=29 dB	100,7 2,5 104,5 1 116,7 1,1	6,00 6,00 6	13 13 13	1 1 1	100 102 114	115			100 102 114	-3 -3 -3	
Herstellung Behelfsstützwand 18, monolithisch Hst BST 18		Schaufelbagger Transportbetonmischer Betonpumpe Flaschenrüttler Betonmischer Fahrt energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 340 m, Delta L=28 dB	100,8 5 111,1 104,1 106,5 2,5 63	6,00 6,00 6,00 6,00 6,00	13 13 13 13 13	1 1 1 1 10	102 108 101 106 70	111			102 108 101 106 70	-3 -3 -3 -3 7	

Abbruch ABW12 Teil 1 ABW 12	Abwurfgeräusch Schutt Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer) energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 160 m, Delta L=25dB	LWAeq dB(A)		Ki	Einwirkzeit h	Bezug	Anzahl	LwAr dB(A)		Pegelkorrektur dB(A)
		103,5	5,3					13	10	
		117,8	3,7			6	13	1	118	-3
Abbruch ABW12 Teil 2	Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3		0,00139		13	10	79	-30
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 180 m, Delta L=26dB	117,8	3,7			6	13	1	118	-3
Abbruch ABW12 Teil 3	Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3		0,00139		13	10	79	-30
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 230 m, Delta L=27dB	117,8	3,7			6	13	1	118	-3
Abbruch - BW09402d (ABW 18) ABW 18	Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer)	117,8	3,7		6	13	1	118		-3
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 180 m, Delta L=29 dB	103,5	5,3		0,00139		13	10	79	-30
Herstellung BST 101 HrSt BST 101	Schaufelbagger	100,8	5		6,00	13	1	102		0
	Transportbetonmischer	111,1			6,00	13	1	108		-3
Herstellung Bauwerk 108 HrSt. BW 108	Betonpumpe	104,1			6,00	13	1	101		-3
	Flaschenrüttler	106,5	2,5		6,00	13	1	106		-3
Herstellung Bauwerk 107 HrSt. BW 107	Bohrgerät Baur BG 25H	113			6,00	13	1	110		-3
	Betonmischer Fahrt	63			6,00	13	10	70		7
Teilaabbruch ABW02.01 ABW 02.01	Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer)	117,8	3,7		6	13	1	118		-3
	energetisch addierte Flächenschallquelle	103,5	5,3		0,00139		13	10	79	-30
Herstellung Bauwerk 108 HrSt. BW 108	Transportbetonmischer	111,1			6,00	13	1	108		-3
	Betonpumpe	104,1			6,00	13	1	101		-3
Herstellung Bauwerk 107 HrSt. BW 107	Flaschenrüttler	106,5	2,5		6,00	13	1	106		-3
	energetisch addierte Flächenschallquelle								110	
Herstellung Bauwerk 107 HrSt. BW 107	Betonmischer Fahrt	63			6,00	13	10	70		7
	Transportbetonmischer	111,1			6,00	13	1	108		-3
Herstellung Stützwand 34.1, Bau km 0+080 bis Bau-km 0+150 Teil 1 STW 34.1	Betonpumpe	104,1			6,00	13	1	101		-3
	Flaschenrüttler	106,5	2,5		6,00	13	1	106		-3
Herstellung Stützwand 34.1, Bau km 0+080 bis Bau-km 0+150 Teil 2	energetisch addierte Flächenschallquelle								110	
	Betonmischer Fahrt	63			6,00	13	10	70		7
Herstellung Stützwand 34.1, Bau km 0+080 bis Bau-km 0+150 Teil 1 STW 34.1	Einrütteln Stützwand	114			3,00	13	1	108		-6
	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2		8	13	1	105		-2
Herstellung Stützwand 34.1, Bau km 0+080 bis Bau-km 0+150 Teil 2	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 70 m, Delta L=22 dB								110	
	Einrütteln Stützwand	114			3,00	13	1	108		-6
Herstellung Stützwand 34.1, Bau km 0+080 bis Bau-km 0+150 Teil 2	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2		8	13	1	105		-2
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 90 m, Delta L=23 dB								110	

		LWAeq dB(A)		K1	Einwirkzeit h	Bezug	Anzahl	LwAr dB(A)	Pegelkorrektur dB(A)	
Herstellung Stützwand 123.2	Einrdein Stützwand		114		3,00	13	1	108	-3	
	Mobile Kran inkl. Antrieb		104.4	3.2	8	13	1	105	-2	
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 150 m, Delta L=25 dB							110		
bauzeitl Verkehrsweg 18 Teil 1	Bagger m. Breißeisenausrüstung		100.7	2.5	6,00	13	1	100	-3	
	Tandemwalze		104.5	1	6,00	13	1	102	-3	
	Asphaltfertiger		116.7	1.1	6	13	1	114	-3	
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 168 m, Delta L=25 dB							115		
	Bagger m. Breißeisenausrüstung		100.7	2.5	6,00	13	1	100	-3	
	Tandemwalze		104.5	1	6,00	13	1	102	-3	
bauzeitl Verkehrsweg 18 Teil 2	Asphaltfertiger		116.7	1.1	6	13	1	114	-3	
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 190 m, Delta L=26 dB							115		
bauzeitl Verkehrsweg 19	Bagger m. Breißeisenausrüstung		100.7	2.5	6,00	13	1	100	-3	
	Tandemwalze		104.5	1	6,00	13	1	102	-3	
	Asphaltfertiger		116.7	1.1	6	13	1	114	-3	
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 150 m, Delta L=25 dB							115		
Herstellung LA 112 bis Bau-km 0+150	Bohrgerät Baur BG 25H		113		6,00	13	1	110	-3	
	Schäufelbagger		100.8	5	6,00	13	1	102	-3	
	Transportbetonmischer		111.1		6,00	13	1	108	-3	
	Betonpumpe		104.1		6,00	13	1	101	-3	
	Flaschenrüttler		106.5	2.5	6,00	13	1	106	-3	
	Betonmischer Fahrt		63		6,00	13	10	70	7	
	energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 60 m, Delta L=21 dB							113		
	Str	Verbreiterung Halenseestraße West Bau-km 0+000 bis Bau-km 0+171,22		100.7	2.5	6,00	13	1	100	-3
		HrSt. Verbreiterung		104.5	1	6,00	13	1	102	-3
Asphaltfertiger			116.7	1.1	6	13	1	114	-3	
energetisch addierte Linienschallquelle, Abstand 7 m, Delta L=12 dB								115		
Brecheranlage (Standort bei AVUS Motel)			120	5	6,00	13	1	122	-3	
Arbeiten im Bereich	Erdbau Bau-km 0+332 bis Bau-km 0+507,24 einschl Abbruch u. Triefbauleistungen LSA		117.8	3.7	6	13	1	118	-3	
	Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer)		100.8	6.4	0.3333333333	13	10	101	-6	
	Schäufelbagger Lkw-Beladung Kies		103.5	5.3	0.00139	13	10	79	-30	
	Abwurfgeräusch Schutt									
	Schäufelbagger		100.8	5	6,00	13	1	102	-3	
Flächenschallquelle								118		
bauzeitl Verkehrsweg 22.2, Bau-km 0+005 bis Bau-km 0+110, Fahrbahn brechen und schneiden	Asphalttrasse		113		6,00	13	1	110	-3	
	Schäufelbagger Lkw-Beladung Kies		100.8	6.4	0.3333333333	13	10	101	-6	
	Abwurfgeräusch Schutt		103.5	5.3	0.00139	13	10	79	-30	
	Flächenschallquelle							110		

	LWAeq dB(A)	Ki	Einwirkzeit h	Bezug	Anzahl	LwA _r dB(A)	Pegelkorrektur dB(A)
Herstellung Behelfsstützwand BST 11, monolithisch	Schaufelbagger	100,8	5	6,00	13	1	102
	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
	Flächenschallquelle						110
Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10		70
Herstellung Behelfsstützwand BST 13, monolithisch	Schaufelbagger	100,8	5	6,00	13	1	102
	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
	Flächenschallquelle						110
Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10		70
Abbruch BST 116	Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer)	117,8	3,7	6	13	1	118
	Schaufelbagger Lkw-Beladung Kies	100,8	6,4	0,3333333333	13	10	101
	Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3	0,00139	13	10	79
	Flächenschallquelle						118
	Lkw Zufahrt	63		1,00	13	5	59
Verkehrsweg 03 Fahrbahn abbrechen	Lkw Rangieren	66		1,00	13	5	62
	Lkw Abfahrt	63		1,00	13	5	59
	Asphaltfräse	113		6,00	13	1	110
	Schaufelbagger Lkw-Beladung Kies	100,8	6,4	0,3333333333	13	10	101
	Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3	0,00139	13	10	79
Herstellung bauzeitl Verkehrsweg 05-2.1 (HAL Ost-A115)	Flächenschallquelle						110
	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	3,00	13	1	101
	Bagger m. Breiðlöflausrüstung	100,7	2,5	6,00	13	1	100
	Tandemwalze	104,5	1	6,00	13	1	102
	Asphaltfertiger	116,7	1,1	3	13	1	111
Herstellung STW 114	Eintrütteln Stützwand	114		3,00	13	1	108
	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	8	13	1	105
Herstellung STW 115	Eintrütteln Stützwand	114		3,00	13	1	108
	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	8	13	1	105
Herstellung STW 116	Eintrütteln Stützwand	114		3,00	13	1	108
	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	8	13	1	105
Herstellung STW 117	Eintrütteln Stützwand	114		3,00	13	1	108
	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	8	13	1	105

	LWAeq dB(A)	Kl	Einwirkzeit h	Bezug	Anzahl	LwA _r dB(A)	Pegellkorrektur dB(A)
Baufeld beräumen, Rückbau vorh. Rampe MD/L-HH	Asphaltfräse	113	3,7	6,00	13	1	110
	Schaufelbagger Lkw-Beladung Kies	100,8	6,4	0,3333333333	13	10	101
	Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3	0,00139	13	10	79
	Flächenschallquelle						110
Abbruch ABW 06	Bagger mit Spitzmeißel (Hydraulikhammer)	117,8	3,7	6	13	1	118
	Schaufelbagger Lkw-Beladung Kies	100,8	6,4	0,3333333333	13	10	101
	Abwurfgeräusch Schutt	103,5	5,3	0,00139	13	10	79
	Flächenschallquelle						118
Herstellung BW 111	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
	Flächenschallquelle						110
Herstellung BW 114	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70
	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
Herstellung BW 124	Flächenschallquelle						110
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70
	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
Herstellung BW 120.1	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
	Flächenschallquelle						110
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70
	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
Herstellung BW 121.1	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
	Flächenschallquelle						110
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70
Herstellung BW 125.1	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
	Flächenschallquelle						110
Herstellung BW 125.1	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70
	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
Herstellung BW 125.1	Flächenschallquelle						110
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70
	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
Herstellung BW 125.1	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
	Flächenschallquelle						110
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70
	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108
Herstellung BW 125.1	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106
	Flächenschallquelle						110
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70

		LWAeq dB(A)	Ki	Einwirkzeit h	Bezug	Anzahl	LwAr dB(A)	Pegelkorrektur dB(A)
Herstellung BW 26.2	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108	-3
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101	-3
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106	-3
	Flächenschallquelle						110	
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70	7
Herstellung BW 17	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108	-3
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101	-3
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106	-3
	Flächenschallquelle						110	
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70	7
Herstellung BW 112	Transportbetonmischer	111,1		6,00	13	1	108	-3
	Betonpumpe	104,1		6,00	13	1	101	-3
	Flaschenrüttler	106,5	2,5	6,00	13	1	106	-3
	Flächenschallquelle						110	
	Betonmischer Fahrt	63		6,00	13	10	70	7
Herstellung STW 113	Einrütteln Stützwand	114		3,00	13	1	108	-6
	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	8	13	1	105	-2
	Flächenschallquelle						110	
Herstellung STW 110	Einrütteln Stützwand	114		3,00	13	1	108	-6
	Mobilkran inkl. Antrieb	104,4	3,2	8	13	1	105	-2
	Flächenschallquelle						110	
energetisch addierte Gesamtschallleistungsquelle								126

Anlage 12

Beispielbericht nach RLuS

Straßenbauverwaltung: Landkreis (...)
Straße: Neubau der Planstraße von Bau-km 10+037 bis Bau-km 13+378
Zukunftsprojekt (...) Neubau der Planstraßen zwischen (...)

Unterlage 17L

Lufttechnische Untersuchung

aufgestellt: (...), den	

Zukunftsprojekt (...): Neubau der Planstraßen
zwischen (...)

Erläuterungsbericht der Lufttechnischen Untersuchung

Gliederung der Unterlage 17L:

- | | |
|--------------|--|
| 17L.1 | Erläuterungsbericht: Schalltechnische
Untersuchung zum Gesamtlärm im Nahbereich |
| 17L.2 | Berechnungsergebnisse |
| 17L.3 | Lageplan |

Erläuterungsbericht

nach RLuS 2023

Gliederung	Seite
1 Allgemeines	2
2 Grundlagen	3
2.1 Arbeitsunterlagen.....	3
2.2 Betrachtete Schadstoffe.....	3
2.3 Rechtliche Grundlagen	4
2.4 Technische Grundlagen / Berechnungsverfahren RLuS	4
3 Eingangsdaten	6
3.1 Straßenmerkmale, Topographie.....	6
3.2 Lärmschutzbauwerke.....	6
3.3 Untersuchungspunkte	6
3.4 Verkehrsdaten.....	7
3.5 Meteorologische Gegebenheiten	7
3.6 Hintergrundbelastung der Luft	8
4 Emissionen	10
5 Ergebnisse und Zusammenfassung.....	11
6 Auswertung Verkehrslärmänderungen durch die Inbetriebnahme der geplanten Straßenbaumaßnahmen.....	12
7 Berechnungsergebnisse nach RLuS 2012.....	13

1. Allgemeines

Die (...) -Straße BAB/B/L (...) soll im Abschnitt (...) - (...) neu-/ausgebaut werden. Die Baumaßnahme wird in einem zweistreifigen Querschnitt (RQ ...) geplant. Im Rahmen dieses Bauvorhabens ist eine Luftschadstofftechnische Untersuchung (LTU) für den Straßenverkehr zu erstellen. Der zu untersuchende Abschnitt beginnt bei Bau-km (Betriebs-km) (...) und endet bei Bau-km (Betriebs-km) (...). Eine Begründung für die Baumaßnahme sowie die straßenbauliche Beschreibung ist in der Unterlage 1, Erläuterungsbericht zur technischen Planung, enthalten.

Für den genannten Abschnitt wurde eine Abschätzung der Kfz-bedingten Schadstoffbelastung für

- Stickstoffdioxid (NO₂) und
- Feinstäube (PM_{2,5}, PM₁₀)

durchgeführt. Die vom Kfz-Verkehr emittierten Schadstoffe Benzol (C₆H₆), Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO₂), Benzo(a)pyren (BaP) und Kohlendioxid (CO) haben aufgrund der derzeitigen Konzentration in der Luft nur eine untergeordnete Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid (NO) und Ruß gibt es keine Beurteilungswerte. Die Abschätzung erfolgte nach den Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2023) [1] in einem Bereich von bis zu 200 m vom Fahrbahnrand der geplanten Straße.

2. Grundlagen

2.1 Arbeitsunterlagen

In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Planunterlagen und Daten dargestellt.

Tabelle 1: Bereitgestellte Unterlagen

Art der Unterlagen	Bereitstellung / Quelle	Datum der Bereitstellung
Straßenverkehrsbelastung des relevanten Netzes (Prognosenullfall 2030 und Prognoseplanfall 2030 Variante 1.2)	(...)	08.05.2018, 14.05.2018, 22.05.2018, und 20.02.2019
Planunterlagen zur Straßenplanung	(...)	26.10.2018, 07.01.2019 und 13.02.2019
Geodaten in (...) (u.a. Orthophotos, Flurstücksgrenzen, Geländemodell)	(...)	30.05.2018
Geodaten der (...) (u.a. Orthophotos, Flurstücksgrenzen, Geländemodell)	(...)	14.06.2018 und 21.06.2018
Bebauungspläne der räumlichen Umgebung zum Plangebiet		13.07.2018

2.2 Betrachtete Schadstoffe

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen der vorliegenden luftschadstofftechnischen Untersuchung (LTU) ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 39. BImSchV.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM_{2,5} und PM₁₀). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

2.3 Rechtliche Grundlagen

Ziel des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [2] ist gemäß § 1 „... Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen ... zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen“.

Die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa [3] ist durch die 39. BImSchV [4] in deutsches Recht umgesetzt worden.

Mit dieser LTU wird der verkehrliche Anteil der B (...) OU (...) an der Luftverunreinigung unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung mit Hilfe des PC-Programms zu RLuS 2023 [5], ermittelt und mit den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV [4] verglichen. In Tabelle 2 sind die Immissionsgrenzwerte für die derzeitigen Luftschadstoffleitkomponenten zur Beurteilung der Gesamtbelastung aufgeführt. Ergibt die Berechnung eine Überschreitung dieser Immissionsgrenzwerte, dann sind detailliertere Untersuchungen notwendig.

Laut § 40, Abs. 2 BImSchG [2] sind Verkehrsbeschränkungen bzw. -verbote auf bestimmten Straßen oder in bestimmten Gebieten möglich, um schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen zu vermindern oder deren Entstehen zu vermeiden.

Tabelle 2: Verkehrsspezifische Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV zum Schutz des Menschen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM ₁₀	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM _{2,5}	Grenzwert seit 2015	25	kein Grenzwert

2.4 Technische Grundlagen / Berechnungsverfahren RLuS

Um die Kfz-bedingten Immissionen von Luftschadstoffen unter Berücksichtigung der Vorbelastung zu ermitteln, erfolgte im Rahmen dieser Untersuchung eine Abschätzung der Kfz-bedingten Luftschadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastungen) mittels einer prognostischen Berechnung. Messungen sind zeitlich und finanziell sehr aufwändig und scheiden für eine prognostische Einschätzung aus. Die Abschätzung erfolgte mit dem PC-Programm zu den RLuS 2023 [5].

Das in RLuS 2023 angegebene Ausbreitungsmodell ist für zwei- und mehrspurige Straßen ohne oder mit nur aufgelockerter Randbebauung entwickelt. Die Richtlinie ist unter folgenden Bedingungen anwendbar:

- Verkehrsstärken über 5 000 Kfz/24 h,
- Geschwindigkeiten über 50 km/h,
- Trogtiefen und Dammhöhen unter 15 m,
- Längsneigung bis 6 %,
- maximaler Abstand vom Fahrbahnrand 200 m,
- Lücken innerhalb der Randbebauung ≥ 50 %,
- Abstände zwischen den Gebäuden und dem Fahrbahnrand ≥ 2 Gebäudehöhen,
- Gebäudebreite ≤ 2 Gebäudehöhen.

Die Richtlinien erheben keinen Anspruch auf eine exakte Berechnung, sondern es ermöglicht die Abschätzung der Jahresmittelwerte und der für die Beurteilung erforderlichen statistischen Kennwerte. Außerdem lässt die RLuS 2012 eine Abschätzung über die Anzahl von Überschreitungen definierter Schadstoffkonzentrationen für NO₂ und PM₁₀ zu.

Diese Bedingungen treffen alle auf die B (...) OU (...) zu. In die Berechnungen fließen alle in Kapitel 3 beschriebenen relevanten Parameter ein.

3. Eingangsdaten

3.1 Straßenmerkmale, Topographie

Die zu untersuchende Ortsumgehung (...) beginnt an der B (...), westlich (...). Nach ca. (...) m wird am Knotenpunkt 1 die geplante OU mit der L (...) verknüpft. Die Trasse verläuft nördlich des (...) -Kanals, dann quert sie diesen bei Bau-km (...) und führt weiter südlich entlang bis zum Ende der OU bei Bau-km (...). Eine neue Anschlussstelle zur Autobahn A (...) entsteht bei Bau-km (...) (Knotenpunkt (...)). Ein weiterer Knotenpunkt (...) zur Anbindung einer Gemeindestraße nach (...) ist bei Bau-km (...) vorgesehen. Die Ortsumgehung soll zweistreifig mit einem RQ (...) gebaut werden. Die Längsneigung beträgt im gesamten Abschnitt (...) %.

3.2 Lärmschutzbauwerke

Lärmschutzbauwerke sind entlang der Ortsumgehung auf der nördlichen Seite von km (...) bis km (...) und auf der südlichen Seite von km (...) bis km (...) geplant. Sie sollen als Lärmschutzwand bzw. -wall errichtet werden (vergleiche Schalltechnische Untersuchung, Unterlage 11). Im Bereich der Untersuchungspunkte P 1, P 2 und P 3 handelt es sich um eine bis zu (...) m hohe Lärmschutzwand und um einen (...) m hohen Lärmschutzwall im Bereich des Untersuchungspunkts P 7. Die Lärmschutzbauwerke werden gemäß RLuS 2023 bei der Berechnung nicht berücksichtigt, da eine Minderung verkehrsbedingter Luftschadstoffe erst ab einer Höhe von 4 m gegeben ist.

3.3 Untersuchungspunkte

Entlang der geplanten OU (...) wurden an acht Punkten Berechnungen durchgeführt (siehe Tabelle 3). Diese Punkte sind Gebäude, die sich am dichtesten zur geplanten Ortsumgehung befinden.

Tabelle 3: Lage und Bezeichnung der Untersuchungspunkte

Untersuchungspunkt	Bezeichnung	Bau-km	Abstand von der Ortsumgehung (Fahrbahnrand)	Abschnitt lt. Tabelle 3
P 1	Bahnhofstraße 2	0+869	32 m (nördlich)	1
P 2	Campingplatz	1+179	11,5 m (nördlich)	1
P 3	Wochenendhausgebiet „Natur“	1+570	55 m (nördlich)	1
P 4	Musterweg 1	1+868	122 m (südlich)	2
P 5	Hauptstraße 1	2+500	100 m (südlich)	3
P 6	Musterstadt Ausbau	3+050	175 m (nördlich)	3
P 7	Wochendhausgebiet „Erholung“	5+332	34 m (südlich)	4
P 8	Kleingartengebiet „Strohblume“	6+416	27,5 m (südlich)	4

3.4 Verkehrsdaten

Aufgrund der straßenbau- und verkehrstechnischen Gegebenheiten wurde die B (...) OU (...) in mehrere Streckenabschnitte unterteilt. Die prognostizierten Verkehrsdaten für das Jahr ... wurden den Abschnitten zugeordnet. In Tabelle 4 sind die Streckenabschnitte der Ortsumgehung mit DTV und Lkw-Anteil (> 3,5 t) aufgeführt. Die Angaben wurden der Verkehrstechnischen Untersuchung (...) entnommen und beziehen sich auf das Bezugsjahr 20xx.

Diese Verkehrsdaten aus dem Prognosejahr 20xx werden im Rahmen dieser Untersuchung für das Bezugsjahr 20xy angesetzt, dem frühesten Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Planungen. Dabei wird berücksichtigt, dass in den Jahren vor 20xx höhere spezifische Emissionsfaktoren vorliegen, da die jeweiligen Kfz-Flotten mehr Anteile an Fahrzeugen mit ungünstigeren Minderungskonzepten beinhalteten.

Des Weiteren ist im Streckenabschnitt 3 eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 70 km/h geplant. Da in RLuS 2023 nur Tempolimits von 60 km/h oder 80 km/h bei den Berechnungen berücksichtigt werden können, wurde bei den Berechnungen eine Regionalstraße mit einem Tempolimit 80 km/h, also konservativ eine höhere Geschwindigkeit, gewählt.

Nicht betrachtet werden gemäß RLuS 2023 [1] Straßenabschnitte mit einer Verkehrsbelastung unter 5.000 Kfz/24h (Bauanfang bis Bau-km (...)), da dort auch im straßennahen Bereich keine kritischen Kfz-bedingten Schadstoffbelastungen zu erwarten sind.

Tabelle 4: Verkehrsdaten der B ... OU im Bezugsjahr 20xx

Nr.	Streckenabschnitt	von Bau-km	bis Bau-km	DTV (Kfz/24h)	Lkw-Anteil (> 3,5 t)	Tempolimit km/h
1	Knotenpunkt 1 bis Knotenpunkt 2.1	1+500	3+800	9.408	13 %	100
2	Knotenpunkt 2.1 bis Knotenpunkt 2.2	3+800	5+150	11.508	13 %	100
3	Knotenpunkt 2.2 bis Knotenpunkt 3	5+150	8+900	13.608	11 %	70
4	Knotenpunkt 3 bis Bauende	8+900	9+999,99 9	11.928	10 %	100

3.5 Meteorologische Gegebenheiten

Für die Berechnung der Luftschadstoffimmissionen werden meteorologische Daten des jeweiligen Gebietes benötigt. In die Berechnung der Luftschadstoffausbreitung nach RLuS 2023 [1] geht der Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund ein.

Im Betrachtungsgebiet liegen keine Messdaten der Windverhältnisse vor. Die nächstgelegene Messstation ist die DWD-Station in (...).

Die vorliegende Untersuchung stützt sich dabei auf Messergebnisse dieser vom Deutschen Wetterdienst betriebenen Station (...) (Windmessstation), die für den Untersuchungsraum repräsentativ ist. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit liegt danach bei (...) m/s [6].

3.6 Hintergrundbelastung der Luft

Als Hintergrundbelastung wird die Immission je Schadstoff bezeichnet, die aus Quellen wie Industrie, Gewerbe und Hausbrand, nicht erfasstem Verkehr in weiterer Entfernung sowie aus überregionalem Ferntransport herrührt.

Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission je Schadstoff, die ausschließlich vom Verkehr auf den zu beurteilenden Straßen hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung.

Aktuelle Langzeitmessungen der Konzentration von Luftschadstoffen liegen für den Untersuchungsraum nicht vor. Die nächstgelegene TELUB-Station, die zum Netz der Dauermessstationen im Land Brandenburg gehört, befindet sich in ... (... Straße 2, urbaner Hintergrund). In der Station ... werden Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) sowie Feinstaub (PM₁₀) und Ozon (O₃) automatisch gemessen und wurden für den Untersuchungsraum als repräsentativ eingeschätzt. Die Messergebnisse sind dem Jahresbericht ... über die Luftqualität in Brandenburg [7] entnommen.

Für PM_{2,5} liegen keine Messergebnisse vor, sodass auf die Angaben des RLuS 2023 zurückgegriffen werden musste. Der Raum (...) wurde aufgrund der Messwerte der Station (...) in die typisierte Hintergrundbelastung „Kleinstadt, gering“ eingestuft. Es ergibt sich folgende Hintergrundbelastung:

Tabelle 5: Aktuelle Luftschadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

	Jahresmittelwert ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Feinstaub (PM10)	...
Feinstaub (PM2,5)	...
Stickstoffdioxid (NO_2)	...
Summe Stickoxide (NO_x)	...
Ozon (O_3)	...

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Das Absinken der Hintergrundbelastung kann im Einzelfall aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen vom Mittel abweichen.

Um die Veränderung der örtlichen Hintergrundbelastung bis zum Prognosejahr ... zu berücksichtigen, wurden die in den RLUS 2023 [1] genannten Reduktionsfaktoren für „Kleinstadt, gering“ berücksichtigt. Dieses Vorgehen wurde mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde abgestimmt. Es ergeben sich die in Tabelle 6 aufgeführten Werte.

Tabelle 6: Prognose der Luftschadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

Schadstoff	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Reduktionsfaktor [-]
	Bezugsjahr 20xz	Prognosejahr 20xy	20xz–20xy
Feinstaub (PM10)	...	...	...
Feinstaub (PM2,5)	...	...	...
Stickstoffdioxid (NO_2)	...	...	...
Summe Stickoxide (NO_x)	...	...	...
Ozon (O_3)	...	...	...

4. Emissionen

Die Emissionsberechnung erfolgte innerhalb des PC-Programms RLuS 2023 für das Bezugsjahr (...). Berechnungsgrundlage in RLuS ist das HBEFA 4.1. Die berechneten Emissionen sind in der Unterlage 17L.2 (Protokolle) aufgeführt.

5. Ergebnisse und Zusammenfassung

Mit der Berechnung zur Abschätzung der verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach RLuS lassen sich Angaben über die Zusatz- und Gesamtbelastung der Luftschadstoffe machen. Hinsichtlich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstäube (PM_{2,5}, PM₁₀) relevant.

Für die OU (...) wurden Berechnungen in den untersuchten Abschnitten für das Prognosejahr (...) erstellt. Die ermittelten Immissionen wurden mit den geltenden Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV verglichen.

Die berechnete Gesamtbelastung, bestehend aus Hintergrund- und Zusatzbelastung, ist in Tabelle 6 sowie in den Protokollen der Unterlage 17L.2 für acht verschiedene Untersuchungspunkte dokumentiert. Die Untersuchungspunkte (siehe Unterlage 7L) wurden an acht nahe zur Ortsumgehung gelegenen Gebäuden gesetzt. Die Gebäude befinden sich (...).

Die höchsten Zusatzbelastungen treten bei allen Schadstoffen im Nahbereich der untersuchten Straße bis (...) m auf. Im weiteren Abstand verringert sich die Zusatzbelastung aus der geplanten Ortsumgehung deutlich und in (...) m Entfernung beträgt sie bei allen Schadstoffen nur noch einen Bruchteil. Insgesamt zeigen die Berechnungsergebnisse, dass die Zusatzbelastungen durch den Verkehr auf der geplanten OU (...) nur einen geringen Anteil an den Gesamtbelastungen haben.

An allen untersuchten Punkten werden die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV deutlich unterschritten. Die Werte der Gesamtbelastung liegen auch an den Untersuchungspunkten in unmittelbarer Trassennähe (...) mindestens 35 % unter den Immissionsgrenzwerten. Auch die Anzahl der zulässigen Überschreitungen des 24h-Mittelwertes (PM₁₀) von 50 µg/m³ und des 1h-Mittelwert (NO₂) von 200 µg/m³ wird an den Untersuchungspunkten sicher eingehalten. Entsprechend ist es nicht notwendig, detailliertere Untersuchungen vorzunehmen.

Durch die geplante Ortsumgehung (...) verringert sich laut Verkehrsuntersuchung die Verkehrsbelastung auf der innerörtlichen B (...). Mit der Abnahme der Verkehrsbelastung ist eine Reduzierung der Luftschadstoffbelastung entlang der innerörtlichen B (...) verbunden. Da (...) zu den Städten zählt, bei denen für das Jahr (...) eine Überschreitung der 24-Stundengrenzwerte für PM₁₀ prognostiziert wurde, stellt die geplante Ortsumgehung somit eine Maßnahme zur Luftreinhaltung dar.

6. Quellenverzeichnis

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2023): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. Köln.
- [2] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 15.03.1974 in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11.08.2009 (BGBl. I S. 2723).
- [3] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.
- [4] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 02.08.2010 (BGBl. I S. 1065).
- [5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2023): PC-Berechnungsverfahren zur Abschätzung von verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach den Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung.
- [6] Deutscher Wetterdienst (...): Amtliche Auskunft zum mittleren Jahresmittel der Windgeschwindigkeit von ... (1999 - 2008). Potsdam.
- [7] Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (...): Luftqualität in Brandenburg - Jahresbericht Potsdam.
- [8] DWD (1999): Klimaatlas Bundesrepublik Deutschland, Teil 1 Lufttemperatur, Niederschlagshöhe, Sonnenscheindauer. ISBN 3-88148-355-1.
- [9] Mittlere Windgeschwindigkeit. Jahresmittel der Windgeschwindigkeit - 10 m über Grund - in Brandenburg und Berlin. Statistisches Windfeldmodell (SWM), Bezugszeitraum 1981 bis 2000. Herausgeber und Copyright: Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Offenbach. https://www.dwd.de/DE/leistungen/windkarten/deutschland_und_bundeslaender.html

7. Berechnungsergebnisse nach RLuS 2023

Die nachfolgend aufgeführten Berechnungsprotokolle aus RLuS 2023 zeigen die angesetzten Berechnungsgrundlagen, die ermittelten Emissionen sowie die prognostizierten Luftschadstoffimmissionen im Vergleich zu den Grenzwerten der 39. BImSchV auf.

PC-Berechnungsverfahren zur Abschätzung von verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach den Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2023) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Version 3.0.7 Emissionsberechnung auf Basis des HBEFA 4.1 mit durchschnittlicher Temperaturverteilung für Deutschland Protokoll erstellt am : 05.04.2024 14:31:59 Rechenlauf ID: 575cd8ca-6fcd-49e0-9aff-b66f25f61d95						
Vorgang	: B ... OU ...					
Aufpunkt	: P1, Bahnhofstraße 2 bei Bau-km 0+869					
Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung						
Eingabeparameter:						
Prognosejahr	: 2025					
Straßenkategorie	: Regionalstraße, Tempolimit 100					
Längsneigungsklasse	: 0 %					
Anzahl Fahrstreifen	: 2					
DTV	: 9408 Kfz/24h (Jahreswert)					
Schwerverkehr-Anteil	: 13,0 % (SV > 3.5 t)					
Mittl. PKW-Geschw.	: 79,3 km/h					
Windgeschwindigkeit	: 4,0 m/s					
Entfernung	: 32,0 m					
Vorbelastung aus RLuS Vorschlag übernommen für Gemeinde "Potsdam", AGS 12054000						
Ergebnisse Emissionen [g/(km*h)] (Berechnungsdatum: 05.04.2024 14:31:59):						
CO	: 155,390					
NOx	: 140,228					
NO2	: 39,933					
SO2	: 0,433					
Benzol	: 0,085					
PM10	: 18,387					
PM2.5	: 8,582					
BaP	: 0,00028					
Ergebnisse Immissionen [µg/m³]: (JM=Jahresmittelwert,						
Komponente	Vorbelastung	Zusatzbelastung				
	JM-V	JM-Z				
CO	300	2,5				
NO	0,9	1,15				
NO2	7,1	0,50				
NOx	8,5	2,27				
SO2	4,0	0,01				
Benzol	1,00	0,001				
PM10	14,38	0,297				
PM2.5	9,96	0,139				
BaP	0,00040	0,00000				
O3	49,2	-				
NO2: Der 1h-Mittelwert von 200 µg/m³ wird 1 mal überschritten. (Zulässig sind 18 Überschreitungen)						
PM10: Der 24h-Mittelwert von 50 µg/m³ wird 10 mal überschritten. (Zulässig sind 35 Überschreitungen)						
CO: Der gleitende 8h-CO-Mittelwert beträgt: 1567 µg/m³ (Bewertung: 16 % vom Beurteilungswert von 10000 µg/m³)						
Komponente	Gesamtbelastung	Beurteilungswerte	Bewertung			
	JM-G	JM-B	JM-G/ JM-B [%]			
CO	303	-	-			
NO	2,1	-	-			
NO2	7,6	40,0	19			
NOx	10,8	-	-			
SO2	4,0	20,0	20			
Benzol	1,00	5,00	20			
PM10	14,68	40,00	37			
PM2.5	10,10	25,00	40			
BaP	0,00040	0,00100	40			

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse. Die räumliche Lage der Untersuchungspunkte ist der Unterlage 7L Blatt 1 zu entnehmen.

**Tabelle 7: Berechnete NO₂- und Feinstaub-Immissionen
(Jahresmittelwerte) in µg/m³ (Gesamtbelastung) und Anzahl an
PM₁₀-Überschreitungstagen an der geplanten OU**

Unter- suchungs- punkt	Bezeichnung	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁₀ Ü-Tage
P 1	Bahnhofstraße 2	.....	.....	.....	.....
P 2	Campingplatz	.....	.....	.....	.....
P 3	Wochenendhausgebiet „Natur“	.....	.....	.....	.....
P 4	Musterweg 1	.....	.....	.....	.....
P 5	Hauptstraße 1	.....	.....	.....	.....
P 6	Musterstadt Ausbau	.....	.....	.....	.....
P 7	Wochenendhausgebiet „Erholung“	.....	.....	.....	.....
P 8	Kleingartengebiet „Strohblume“	.....	.....	.....	.....
Grenzwerte		40	40	25	35

Anlage 13

Beispielbericht Bauerschütterungen

Gutachten

Beispielbericht Gutachten Bauerschütterungen

Projekt	2023XYZ
Inhalt	Vorhaben Neubau Musterstraße Erschütterungstechnische Untersuchung - Beispielbericht HiU Gutachten
Dokument	2023-08-20-2023XYZ-N1-1-GA-BAUDYN Vorhaben Neubau Musterstraße: Erschütterungstechnische Untersuchung zur Einwirkung von Bauerschütterungen auf Menschen in Gebäuden, bauliche Anlagen und technische Anlagen unter Verwendung von messtechnisch mit künstlicher Anregung ermittelter Erschütterungsausbreitung im Boden und Erschütterungsübertragung auf bzw. innerhalb von repräsentativen Gebäuden
Auftraggeber	Vorhabenträger Musterstraße Musterort
Anmerkung	Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen. Das Gutachten umfasst 36 Seiten.
Datum	20.08.2023 baudyn GmbH Bearbeitung

Inhaltsverzeichnis

1	Vorhaben und Fragestellung	2
2	Vorgehensweise der erschütterungstechnischen Untersuchung	3
3	Anforderungen zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen	4
3.1	Einwirkungen auf Menschen	4
3.1.1	Erschütterungen	6
3.1.2	Sekundäreffekte und sekundärer Luftschall	10
3.2	Einwirkung auf bauliche Anlagen	11
3.2.1	Kurzzeitige Erschütterungseinwirkungen	13
3.2.2	Einwirkung von Dauererschütterungen	14
3.2.3	Einwirkung auf den Boden im Einflussbereich von Gründungen	15
3.3	Einwirkung auf technische Anlagen	16
4	Baukonstruktionen, Baugrund und Bauverfahren	17
4.1	Angaben aus dem geotechnischen Bericht	17
4.1.1	Baugrube Brückenwiderlager	17
4.1.2	Böschungswände Nord	17
4.1.3	Böschungswände Süd	18
4.1.4	Messtechnische geotechnische Begleitung	18
4.2	Bauphasen mit erschütterungsintensivem Baubetrieb	18
5	Prognostische Abschätzung der Erschütterungen	20
5.1	Schwingungsmessungen mit künstlicher Anregung	20
5.2	Prognose	22
6	Betroffenheiten und Bewertung: Bebauung Ort A	24
6.1	Bauphase 1.5 Verdichten	24
6.2	Bauphase 1.6 Rückbau	26
6.3	Bauphase 5.3 Rammung	27
7	Betroffenheiten und Bewertung: Betrieb A	29
7.1	Bauphase 1.5 Verdichten	29
7.2	Bauphase 1.6 Rückbau	30
7.3	Bauphase 5.3 Rammung	31
8	Zusammenfassende Beurteilung	33
8.1	Einwirkung auf Menschen in Gebäuden	34
8.1.1	Bebauung im Ort A	34
8.1.2	Betrieb A: Gebäude D	35
8.1.3	Betrieb A: Gebäude E und F	35
8.2	Einwirkung auf bauliche Anlagen	36
8.3	Technische Anlagen	37
8.4	Monitoring Erschütterungen	38

1. Vorhaben und Fragestellung

Das Vorhaben Musterstraße verbindet den Ort A mit dem Ort B. Im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes befindet sich der Betrieb A im Ort A nördlich von Ort B. Die Entwicklung des Verkehrs zwischen Ort A und Ort B erfordert eine größere Kapazität. Daher soll der Neubau der Musterstraße erfolgen.

In Abbildung 4 ist ein Lageplan mit den Orten A und B, dem Betrieb X sowie der geplanten Musterstraße dargestellt.

Abbildung 4: Lageplan Darstellung

Das Untersuchungsgebiet gliedert sich in die Flächen zum Neubau der Musterstraße, des Betriebs X mit Werkstätten und Betriebsgebäuden sowie die Wohngebäude in der Ortschaft A.

Zum Neubau der Musterstraße sind umfangreiche Baumaßnahmen durchzuführen, bei denen Erschütterungen hervorgerufen werden, die sich über den Boden ausbreiten und auf die Nachbarschaft einwirken.

In der Erschütterungstechnischen Untersuchung (ETU) werden die beim Neubau der Musterstraße auftretenden Erschütterungseinwirkungen auf benachbarte bauliche und technische Anlagen sowie Gebäude und sich dort aufhaltende Menschen betrachtet.

Diese erschütterungstechnische Untersuchung erfolgt im Rahmen der Planungen zur Beantragung der Planfeststellung durch den Vorhabenträger zur Ermittlung und Bewertung der Betroffenheit. Vorhabenträger ist X in Y.

2. Vorgehensweise der erschütterungstechnischen Untersuchung

Diese erschütterungstechnische Untersuchung erfolgte im Zuge der Planungen für die Beantragung der Planfeststellung. In dieser Projektphase stehen die Ziele und die Abwägung des Vorhabens im Vordergrund. Hierzu sind vor allem die technische Realisierbarkeit und Betroffenheiten zu untersuchen. Vor diesem Hintergrund waren im vorliegenden Fall die bei den geplanten Baumaßnahmen zu erwartenden Erschütterungen und deren Einwirkung in der Nachbarschaft zu betrachten.

Ausgehend von den nachfolgend genannten Planungsunterlagen

- Lagepläne Bauphasenplan, Ingenieurgemeinschaft X, Stand Y,
- Bauablaufplan, Ingenieurgemeinschaft X, Stand Y,
- Gerätelisten Betonmaschinen, Erdbaugeräte, Schlitzwandgeräte, Straßenbau, Wasserfahrzeuge, Ingenieurgemeinschaft X, Stand Y,
- Übersichtstabelle der parallel arbeitenden Baufahrzeuge, Ingenieurgemeinschaft X, Stand Y,
- Plan Gebietsnutzung, X, Y,
- Geotechnischer Bericht, Vorhabenträger, Stand Y,

mit den Berichten, Plänen sowie insbesondere den Angaben zum Baubetrieb wurde eine Begehung und eine Konfliktdanalyse vorgenommen, um mögliche Betroffenheiten zu ermitteln. In der ersten ETU wurde für die Betroffenheiten eine erste Bewertung auf der Grundlage von Prognosen mit theoretischen Annahmen vorgenommen.

Die Prognosen mit theoretischen Annahmen weisen eine besonders große Streubreite auf. Zur Verminderung der Streubreite und Verbesserung der Zuverlässigkeit der Prognose wurden Schwingungsmessungen mit künstlicher Anregung zur Ermittlung der Erschütterungsausbreitung im Boden und der Erschütterungsübertragung auf bzw. innerhalb von repräsentativen Gebäuden vorgenommen und für ergänzende prognostische Abschätzung verwendet.

3. Anforderungen zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen

Die Schwingungen breiten sich über den Boden einschließlich Porenwasser und Grundwasser aus und werden in den Einflussbereich der Nachbarschaft übertragen. In der Nachbarschaft wirken die Erschütterungen

- auf Menschen in Gebäuden,
- auf die baulichen Anlagen,
- auf den Boden im Bereich der Gründung von baulichen Anlagen,
- auf technische Anlagen

ein. Diese Einwirkungen sind in Bezug auf ihre möglichen Folgen zu bewerten.

3.1 Einwirkungen auf Menschen

In dem Untersuchungsgebiet liegen Festsetzungen von Dorfgebieten, Mischgebieten und allgemeinen Wohngebieten vor. Für einzelne bebaute Flächen liegen keine Festsetzungen vor.

Für die Gebäude in der Straße X wird im Hinblick auf eine Beurteilung gemäß DIN 4150-2, *Erschütterungen im Bauwesen* – Teil 2: *Einwirkung auf Menschen in Gebäuden* eine Einstufung mit den Anhaltswerten gemäß Zeile 3 der Tabelle 1 vorgenommen, die für Kern-, Misch- und Dorfgebiet gelten. Für den Betrieb X wird eine Einstufung gemäß Zeile 1 der Tabelle 1 vorgenommen, die für Industriegebiete gelten.

Gemäß DIN 4150-2, *Erschütterungen im Bauwesen* – Teil 2: *Einwirkung auf Menschen in Gebäuden* werden Anhaltswerte angegeben, bei deren Einhaltung davon auszugehen ist, dass erhebliche Belästigungen nicht auftreten. Die Anhaltswerte gelten für schutzbedürftige Räume und werden für tags und nachts angegeben. Für Wohnen oder eine vergleichbare Nutzung, wie z. B. Hotels, gelten die in tags und nachts unterschiedenen Anhaltswerte, während für eine gewerbliche Nutzung, wie z. B. in Büros, die für tags angegebenen Anhaltswerte anzusetzen sind. Für Baumaßnahmen mit maßgeblichen Erschütterungsimmersionen, die bis zu 78 Werktagen andauern, gelten tags gesonderte Anhaltswerte und eine besondere Vorgehensweise, während für länger andauernde erschütterungsintensive Baumaßnahmen die regulären Anhaltswerte tags gelten.

Zusätzlich zur Bebauung im Ort A sind im Betrieb X Erschütterungseinwirkungen auf Arbeitsplätze in Werkstätten und Büros zu berücksichtigen.

Die Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV) dienen in erster Linie zur Bewertung der Vibrationsexpositionen¹ im Sinne einer Gesundheitsgefährdung, die infolge des Betriebes von Maschinen und Geräten am Arbeitsplatz verursacht werden. In „Gebäuden treten keine Gebäudevibrationen auf, deren Ausmaß allein eine Gesundheitsgefährdung bewirken würde“. „Dennoch können Gebäudeschwingungen im Einzelfall die Wahrnehmung und gegebenenfalls die

¹ In den unterschiedlichen Normen und Richtlinien werden die Begriffe Erschütterungen, Vibrationen und Schwingungen verwendet. Es handelt sich dabei immer um mechanische Schwingungen fester Körper, die sich im Hinblick auf die spezifische Bewertung in Abhängigkeit insbesondere von der Frequenz und Dauer, aber auch der zu Grunde liegenden physikalischen Größe Schwinggeschwindigkeit (DIN 4150) oder Schwingbeschleunigung (TRLV) unterscheiden.

Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Damit kann auch eine erhöhte Unfallgefahr verbunden sein, etwa bei Überwachungsaufgaben.“

Es handelt sich dabei um die sogenannte mittelbare Gefährdung. Hierfür lassen sich keine allgemeingültigen Grenzwerte oder Auslösewerte angeben, so dass jeder Einzelfall gesondert zu betrachten ist. Jedoch lassen sich Anforderungen angeben, die möglichst unterschritten werden sollen. Die Anforderungen sind in den Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV), Teil 1 Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen Abschnitt 6.6 Beurteilung der mittelbaren Gefährdung angegeben. Die dort genannten Anhaltswerte der frequenzbewerteten Schwingbeschleunigung sollten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einwirkungsorten bzw. Arbeitsbereichen möglichst unterschritten werden; siehe Tabelle 7.

Tabelle 7: Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung Abschnitt 6.6 Beurteilung mittelbarer Gefährdungen, Anhaltswerte der frequenzbewerteten Schwingbeschleunigung in Abhängigkeit von unterschiedlichen Anforderungsarten, die möglichst unterschritten werden sollen

Einwirkungsort	in x-, y-, z-Richtung jeweils		
	a_{we} in m/s^2	$A(8)$ in m/s^2	$\max\{a_{wF}(t)\}$ in m/s^2
Erholungsräume, Ruheräume, Sanitärräume (evtl. auch Aufenthaltsräume)	0,01		0,03
Arbeitsplätze mit hohen Anforderungen an die Feinmotorik (z. B. Forschungslabor)	0,015		0,015
Arbeitsplätze mit überwiegend geistiger Tätigkeit (z. B. Schaltwarten, Büroräume)		0,015	0,045
Arbeitsbereiche mit erhöhter Aufmerksamkeit (z. B. Werkstätten)		0,04	0,12
Arbeitsbereiche mit einfachen oder überwiegend mechanischen Tätigkeiten		0,08	
Sonstige Arbeitsbereiche		0,15	

Bei der Betrachtung der TRLV handelt sich dabei um die in dem bzw. durch die Anlagen des betreffenden Betriebs hervorgerufenen Vibrationen.

An Arbeitsplätzen hingegen, bei den Vibrationen aus dem eigenen Betrieb nicht maßgeblich sind, ist der Baubetrieb als Einwirkung von außen gemäß DIN 4150 Teil 2 zu beurteilen. Im vorliegenden Fall erfolgt daher eine Beurteilung der zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen bei Baubetrieb auch an Arbeitsplätzen entsprechend den Anforderungen gemäß DIN 4150 Teil 2.

Die Anforderungen aus der DIN 4150 Teil 2 werden nachfolgend angegeben. Darüber hinaus werden Angaben zum sekundären Luftschall gemacht.

3.1.1 Erschütterungen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden erfolgt gemäß der „Erschütterungs-Leitlinie“ bzw. der im Wesentlichen übereinstimmenden DIN 4150-2 *Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“*.

In der DIN 4150 Teil 2 wird als Beurteilungsgröße in eine maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} als Maximalwertkriterium und eine Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTi} als Mittelwertkriterium unterschieden.

Zur Beurteilung, ob die bei Baubetrieb auftretenden Gebäudeerschütterungen für die sich in benachbarten Gebäuden aufhaltenden Menschen eine Belästigung darstellen, sind entsprechend DIN 4150 Teil 2 die prognostizierte maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} heranzuziehen, welche während des Baubetriebs als Taktmaximalwert KB_{FTi} auf den Gebäudedecken auftreten können.

Tabelle 8: DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

DIN 4150-2, <i>Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkung auf Menschen in Gebäuden</i> Tabelle 1 (Ausgabe Juni 1999)							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9)	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8)	0.3	6	0.15	0.2	0.4	0.1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5)	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2)	0.15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
5	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
In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.							

Infolge der Erschütterungseinwirkungen sind Belästigungen nur auszuschließen, wenn diese nicht wahrnehmbar sind. Bei Einhaltung der Anhaltswerte der Norm liegen erhebliche Belästigungen im Allgemeinen nicht vor.

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten, wenn die gemessenen maximalen KB_{Fmax}-Werte kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u der Norm sind. Die Anforderungen der Norm sind nicht eingehalten, sofern der obere Anhaltswert A_o überschritten wird.

Liegen die gemessenen KB_{Fmax}-Werte zwischen den Anhaltswerten A_u und A_o, so ist zusätzlich eine speziell gemittelte Beurteilungsgröße, die sogenannte

Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTF} zu ermitteln und mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen.

Die vorstehend genannten Anhaltswerte sind von der Nutzungsart der Gebäude in der örtlichen Umgebung des zu beurteilenden Bauwerks abhängig. Dabei hängt die Einordnung des Bauwerkes also nicht nur von der gegebenen oder geplanten Nutzung des Gebäudes selbst ab. Die Einordnung von Gebäuden wird gemäß der geltenden DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 vorgenommen.

Die Anforderungen der Norm gelten für Wohnungen und vergleichbar genutzte Räume tags (6-22 Uhr) und nachts (22-6 Uhr). Für eine Büronutzung werden die Anforderungen tags (6-22 Uhr) als gültige Anhaltswerte angesetzt.

Gemäß DIN 4150 Teil 2 ist bei Einhaltung der Anhaltswerte davon auszugehen, dass erhebliche Belästigungen vermieden werden.

Zur Beurteilung von Erschütterungen aus Baubetrieb gelten für tagsüber durch Baumaßnahmen verursachte Erschütterungen von höchstens 78 (Werk-)Tagen Dauer gemäß DIN 4150 Teil 2 Abschnitt 6.5.4 gesonderte Anhaltswerte, die hier in Tabelle 9 angegeben werden. Die Anhaltswerte sind abhängig von der Dauer des erschütterungsintensiven Baubetriebs.

Für die Nachtzeit gelten die Anforderungen der o. g. Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 2.

Tabelle 9: DIN 4150 Teil 2 Tabelle 2 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen außer Sprengungen

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 2 (Ausgabe Juni 1999)									
Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tage < D < 26 Tage²			26 Tage < D ≤ 78 Tage¹		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beurteilungsgrößen	A_u	$A_o^{*)}$	A_r	A_u	$A_o^{*)}$	A_r	A_u	$A_o^{*)}$	A_r
Stufe I	0.8	5	0.4	0.4	5	0.3	0.3	5	0.2
Stufe II	1.2	5	0.8	0.8	5	0.6	0.6	5	0.4
Stufe III	1.6	5	1.2	1.2	5	1.0	0.8	5	0.6
*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_o = 6$									

In Abhängigkeit von der Höhe der Erschütterungseinwirkung sind drei Stufen – eine untere Stufe I, eine mittlere Stufe II und eine obere Stufe II – festgelegt, nach denen der Baubetrieb sich zu richten hat:

² Die Werte werden durch lineare Interpolation bestimmt und sind in der Norm in einem Diagramm angegeben.

Stufe I

Untere Stufe, bei deren Unterschreitung auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist.

Stufe II

Mittlere Stufe, bei deren Unterschreitung ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist, falls die folgenden Maßnahmen gemäß DIN 4150 Teil 2 a) bis e) und erforderlichenfalls f) getroffen werden:

- „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 Belästigung (z. B. Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle, usw.);
- d) Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben;
- e) Information der Betroffenen über die Erschütterungseinwirkung auf das Gebäude;
- f) Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkung auf Menschen und Gebäude.“

Bei zunehmender Überschreitung dieser Stufe werden mit wachsender Wahrscheinlichkeit erhebliche Belästigungen auftreten. Ist zu erwarten, dass die Anhaltswerte der Stufe II überschritten werden, so sind weniger erschütterungsintensive Verfahren zu prüfen.

Stufe III

Obere Stufe, bei deren Überschreitung die Einwirkungen unzumutbar sind. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

Gemäß DIN 4150 Teil 2 können mit den o. g. Maßnahmen a) bis f) die „psychischen Auswirkungen der Erschütterungseinwirkungen vermindert werden“. Die Vorsorge der Information der Betroffenen erhöht die Akzeptanz der Erschütterungseinwirkungen und wird grundsätzlich im Rahmen der allgemeinen Information gegenüber den Anliegern empfohlen, auch um im Bedarfsfall von den Betroffenen z. B. auf den Betrieb besonders erschütterungsempfindlicher Anlagen hingewiesen zu werden.

3.1.2 Sekundäreffekte und sekundärer Luftschall

Die Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude bei den Baumaßnahmen können für die Wahrnehmung des Menschen zusätzlich Sekundäreffekte wie das Klirren von Gläsern oder sekundären Luftschall hervorrufen.

Sekundärer Luftschall kann durch die Abstrahlung infolge von Erschütterungsübertragung durch schwingende, raumbegrenzende Flächen verursacht werden. Der sekundäre Luftschall ist im Allgemeinen tieffrequent und kann störend wahrnehmbar sein, wenn der primäre Luftschall des Emittenten gering ist.

In der „Erschütterungs-Leitlinie“ wird zur Beurteilung von sekundärem Luftschall verwiesen auf:

- TA-Lärm Abschnitt 6.2: Immissionsrichtwerte für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden bei Körperschallübertragung,
- DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft.

In der TA-Lärm werden ein auf die Beurteilungszeit bezogener Immissionsrichtwert (Beurteilungspegel) und ein einzuhaltender maximaler Luftschallpegel (Maximalpegel) angegeben. Es handelt sich um TA-Lärm Abschnitt 6.2: Immissionsrichtwerte für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden bei Körperschallübertragung $L_r = 35 \text{ dB(A)}$ tags und $L_r = 25 \text{ dB(A)}$ nachts; unter Berücksichtigung von Geräuschspitzen von maximal zusätzlich 10 dB sind Maximalpegel von $L_{Fmax} = 45 \text{ dB(A)}$ tags und $L_{Fmax} = 35 \text{ dB(A)}$ nachts einzuhalten.

Als Anforderungen für eine Wohnnutzung oder vergleichbare Nutzung kommen die tags und nachts gültigen Immissionsrichtwerte in Betracht. Für eine Büronutzung können die gleichen Anforderungen mit den tags gültigen Immissionsrichtwerten angesetzt werden. Bei Einhaltung der Immissionsrichtwerte ist davon auszugehen, dass erhebliche Belästigungen vermieden werden.

Zur Beurteilung von tieffrequentem Luftschall wird in der TA-Lärm zusätzlich auf die DIN 45680 verwiesen. In der DIN 45680, *Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft* wird eine differenziertere Betrachtung

als in der TA-Lärm vorgenommen, um die besonderen Eigenschaften des tieffrequenten Luftschalls, etwa die Hörsamkeit und Störwirkung bei tiefen Frequenzen sowie das mögliche Auftreten einer Pegelüberhöhung durch Raummoden, zu berücksichtigen.

Im vorliegenden Fall ist davon auszugehen, dass der primäre Luftschall dominiert und der sekundäre Luftschall nicht maßgeblich ist.

3.2 Einwirkung auf bauliche Anlagen

Die Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen sind im Hinblick auf die Vermeidung von Schäden zu betrachten. Als Richtlinien sind die „Erschütterungs-Leitlinie“ bzw. DIN 4150-3 *Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkung auf bauliche Anlagen* maßgebend.

Darüber hinaus wird ergänzend auf die Schweizer Norm VSS 40 312, „*Erschütterungen, Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke*“ zurückgegriffen, welche insbesondere in Hinblick auf die Einwirkungsdauer eine differenzierte Vorgehensweise ermöglicht. Die Schweizer Norm VSS 40 312 ist in Deutschland fachlich akzeptiert. In der VDI 2038 (s.o.) wird auf die VSS 40 312 verwiesen und die Richtwerte der VSS 40 312 liegen in der Größenordnung der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3³.

Im Weiteren wird die Vorgehensweise gemäß der DIN 4150 beschrieben.

Zur Vermeidung von Schäden werden Anforderungen in der DIN 4150-3, *Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkung auf bauliche Anlagen* mit Anhaltswerten der Schwinggeschwindigkeit für direkte Erschütterungseinwirkungen sowie Hinweise zu Erschütterungseinwirkungen auf Böden angegeben.

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen ist die DIN 4150-3, *Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkung auf bauliche Anlagen* (aktuelle Ausgabe Dezember 2016) heranzuziehen. Die Anhaltswerte im Erschütterungs-Leitfaden „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“, von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) stimmen mit denen der DIN 4150 Teil 3 grundsätzlich über ein.

In Hinblick auf die Einwirkungsdauer wird in der Norm zwischen kurzzeitigen Erschütterungseinwirkungen und Dauererschütterungen unterschieden. Erstere werden so definiert, dass diese keine Häufigkeit aufweisen, welche Materialermüdung hervorruft oder Bauteile in Resonanz angeregt werden könnten. Als Dauererschütterungen werden alle Erschütterungseinwirkungen definiert, die nicht kurzzeitigen Erschütterungseinwirkungen entsprechen.

Bei Einhaltung der Anhaltswerte der Norm ist infolge der gemessenen Erschütterungen eine Verminderung des Gebrauchswertes nicht zu erwarten. Eine Verminderung des Gebrauchswertes ist nach Abschnitt 4.5 der DIN 4150 Teil 3 für Gebäudearten Tabelle 1, Tabelle 4 und Tabelle B 1 Zeile 2 und 3 auch dann gegeben, „wenn z. B. Risse im Putz von

³ Prof. Wolfgang Haupt, 2008, Einwirkung von Erschütterungen auf Bauwerke, 8. Symposium Bauwerksdynamik und Erschütterungsmessungen, EMPA 2008

Wänden auftreten; vorhandene Risse vergrößert werden; Trenn- und Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen.“

Gleichwohl können bei Erschütterungseinwirkungen unterhalb der Anhaltswerte dort Risse entstehen, wo ein im Vergleich zu den aufnehmbaren Spannungen erhöhter statischer Spannungszustand vorliegt und geringe dynamische Zusatzspannungen zur Auslösung oder zur Vergrößerung von Rissen ausreichen. Diese Auslösung oder Vergrößerung von Rissen besteht demnach in einer zeitlichen Vorverschiebung ohnehin entstehender Risse.

Infolge von Erschütterungseinwirkungen kann es auch bei Einhaltung der Anhaltswerte der Norm, insbesondere bei spröden Materialien oder zwischen tragenden und nicht tragenden leichten Bauteilen zu Haarrissen oder dem Wiederaufreißen von vorhandenen Rissen kommen. In diesen Fällen liegt in dem betreffenden Bereich ein erhöhter statischer Spannungszustand vor, bei dem die Überlagerung mit i. d. R. geringen zusätzlichen dynamischen Spannungen, die vom Material aufnehmbaren Spannungen überschreitet. Die Erschütterungseinwirkungen sind hier, in Abgrenzung zur Ursache von Rissen bei deutlicher Überschreitung der Anhaltswerte der Norm, auslösender Anlass für Risse.

In diesem Zusammenhang wird zur Erläuterung aus der VDI 2038 Blatt 2 Abschnitt 4.1 Bauwerke 4.1.1 Grundlagen und Vorgehensweise zitiert:

„Erschütterungen, die geeignet wären, strukturelle Schäden hervorzurufen, sind nicht planmäßig Gegenstand einer Richtlinie zur Gebrauchstauglichkeit. Die Begrenzung oder Vermeidung leichter Gebäudeschäden, sogenannter Schönheitschäden, gehört jedoch zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit.

Dabei tritt häufig die – für juristische Auseinandersetzungen wichtige – Frage der Ursächlichkeit auf. Werden die Anhaltswerte der einschlägigen Normen und Richtlinien (z. B. DIN 4150-3) unterschritten, so ist nach bisheriger Erfahrung davon auszugehen, dass solche Erschütterungen nicht schadensursächlich sein können. Selbst wenn die Anhaltswerte überschritten werden, muss keine Schadensursächlichkeit vorliegen; es bedarf hierzu jedoch genauerer Untersuchungen. Vielfach werden aber Schäden beklagt, obwohl die einschlägigen Anhaltswerte bei weitem nicht erreicht wurden. Sieht man einmal davon ab, dass es sich dabei auch um Schäden handeln kann, die bereits vorhanden, aber bisher der Aufmerksamkeit entgangen waren, könnten hier die Erschütterungen den Schaden (den Riss) ausgelöst, aber nicht verursacht haben. Ein versteckter Mangel im Bauwerk – z. B. in Form von Zwängungsspannungen, die bereits die Zugfestigkeit des Materials erreicht haben – kann durch den marginalen Beanspruchungszuwachs aus Erschütterungen sichtbar gemacht werden: Der Riss, der später ohnehin aufgetreten wäre, entsteht durch die Erschütterungseinwirkung jetzt früher. Seine Form ist in der Regel nicht typisch für Erschütterungen, sondern zeigt die eigentliche Ursache. Auch jedes andere Zusatz-Ereignis hätte den Schaden auslösen können.

Natürlich können bei vorhandenen Schäden zusätzliche Erschütterungen auch unterhalb der Anhaltswerte zum Schadensfortschritt beitragen. Aber auch hier liegt die Ursache im Mangel des Bauwerks.“

In der Schweizer Norm VSS 40 312, *Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke*, mit Anhaltswerten in zur DIN 4150 in der Größenordnung vergleichbaren Anhaltswerten, wird hierzu ausgeführt:

„... Die Spannungsbeanspruchung durch Erschütterungen mit Geschwindigkeitswerten, die dem Objekt angepassten Richtwert nicht wesentlich überschreiten ist gering. Risse können dort entstehen, wo bereits Zugspannungen (inkl. Schwind- und Zwängungsspannungen usw.) so groß sind, dass die schwache dynamische Zusatzspannung zur Auslösung oder Vergrößerung von Rissen ausreicht. Risse, die als Folge geringer Erschütterungseinwirkungen entstanden sind, wären mit großer Wahrscheinlichkeit später (Monate, Jahre) ebenso aufgetreten. Die durch Erschütterungen ausgelöste Rissbildung besteht demnach teilweise in einer zeitlichen Vorverschiebung ohnehin entstehender Risse. ...“

Es ist grundsätzlich vorgesehen, vor Beginn des Baubetriebs eine umfassende Beweissicherung des Zustands der zum Baubetrieb benachbarten baulichen Anlagen durchzuführen, um spätere Auseinandersetzungen mit dem Eigentümer der baulichen Anlagen zu objektivieren.

Im Fall von Abweichungen von der beschriebenen Vorgehensweise der geplanten Baumaßnahmen bzw. der Verursachung von maßgeblichen Erschütterungen sind nach dem Stand der Technik gemäß der u. g. Richtlinien Schwingungsmessungen oder eine automatische Schwingungsüberwachung vorzunehmen, um durch eine Alarmierung erhöhte Schwingungseinwirkungen und eine Schadensverursachung zu vermeiden.

3.2.1 Kurzzeitige Erschütterungseinwirkungen

In der DIN 4150 Teil 3 Tabelle 1 werden Anhaltswerte zur Beurteilung kurzzeitiger Erschütterungseinwirkungen in Abhängigkeit von der Gebäudeart und der Frequenz für Fundamentmesspunkte in drei Raumrichtungen, Messpunkte in der obersten Deckenebene für die Horizontalschwingungen des Gebäudes (siehe Tabelle 10), für Deckenschwingungen, massive Bauteile und unterirdische Bauwerke sowie erdverlegte Rohrleitungen angegeben.

Tabelle 10: DIN 4150 Teil 3 Tabelle 1 Anforderungen für kurzzeitige Einwirkungen auf das Gesamtgebäude

	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i, \max}$ in mm/s				
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$ Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken, vertikal, $i = z$
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz ^a	alle Frequenzen	alle Frequenzen
Spalte Zeile	1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40	20

2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20 ^b
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 bis 5 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.						
^a Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.						
^b Unterabschnitt 5.1.2 Absatz 2 ist zu beachten.						

In Abschnitt 5.2 der DIN 4150 Teil 3 wird für Ingenieurbauwerke in massiver Bauweise, wie z. B. Stahlbetonbauteile für Widerlager und Blockfundamente, ein Anhaltswert von 80 mm/s angegeben sowie für die Auskleidung unterirdischer Hohlräume für Stahl- und Spritzbeton, Tübbinge 80 mm/s, Beton und Naturstein 60 mm/s und Mauerwerk 40 mm/s. Dieser hohe Anhaltswert gilt unter der Voraussetzung, dass keine Gefahren aus Einwirkungen auf den Boden im Gründungsbereich entstehen können.

In Abschnitt 5.3 der DIN 4150 Teil 3 werden für erdverlegte Rohrleitungen Anhaltswerte angegeben und zwar für Stahl, geschweißt 100 mm/s, Steinzeug, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Metall mit oder ohne Flansche 80 mm/s und für Mauerwerk und Kunststoff 50 mm/s.

3.2.2 Einwirkung von Dauererschütterungen

In der DIN 4150 Teil 3 Tabelle 4 werden Anhaltswerte für Dauererschütterungen für Messpunkte in der obersten Deckenebene für die Horizontalschwingungen, Deckenschwingungen (siehe Tabelle 11) sowie ein Abminderungsfaktor von 50 % für erdverlegte Rohrleitungen genannt.

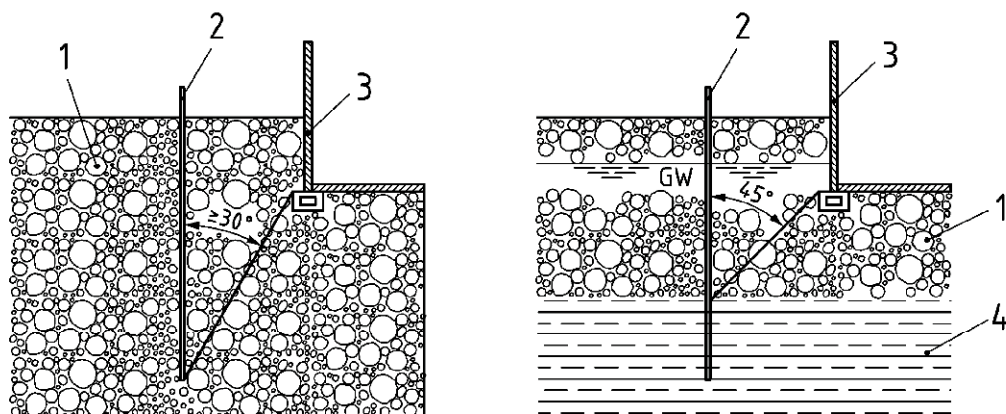
Tabelle 11: DIN 4150 Teil 3 Tabelle 4 Anforderungen für Dauererschütterungen des Gesamtgebäudes

	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i, \max}$ in mm/s	
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen	Decken, vertikal, alle Frequenzen
Spalte Zeile	1	2	3
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10

2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
2	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10 ^a
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 und 3 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.			
^a Unterabschnitt 6.1.2 ist zu beachten			

3.2.3 Einwirkung auf den Boden im Einflussbereich von Gründungen

Der Einfluss der Einwirkung von Erschütterungen beim Einbringen von Gründungselementen auf den Boden ist in der DIN 4150 Teil 3 maßgeblich von Haupt et al. aus der Erfahrung in der Praxis sowie in Forschungsuntersuchungen von Grabe et al. zusätzlich aus Dynamik-Berechnungen beschrieben.



Legende

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

GW – Grundwasserspiegel

Abbildung 5: Bild C.1 aus der DIN 4150 Teil 3 Anhang C Zur Wirkung von Erschütterungen auf Böden

Demnach ist von der Basis der verdichtungsfähigen Schicht ein Einflussbereich einzuhalten, der sich durch einen nach oben offenen Winkel von 35° bzw. bei wassergesättigtem Boden von 45° ergibt (Winkelkriterium). Die Untersuchungen von Grabe et al. ergaben für den Betrieb von Rüttlern mit geringeren Betriebsfrequenzen als 30 Hz bei wassergesättigtem Boden einen Winkel von 55 °.

Darüber hinaus ist im Nahfeld um das Einbringgut in einem Umfeld von 2 D bis 7 D (D: Durchmesser des Pfahls) von Setzungen auszugehen (Durchmesserkriterium). Dieses

Kriterium steht in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit dem 3D-Kriterium, dass bei dem Tragsicherheitsnachweis von Pfählen den Abstand der gegenseitigen Beeinflussung in Durchmessern D zwischen den Pfählen betrifft.

3.3 Einwirkung auf technische Anlagen

Darüber hinaus sind grundsätzlich Einwirkungen auf technische Anlagen zu berücksichtigen. Jedoch liegen dazu ~~Zur Berücksichtigung von Erschütterungseinwirkungen auf technische Anlagen~~ keine allgemein gültigen Richtlinien vor.

In dem aktuellen Entwurf für die VDI-Richtlinie 2038, *Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen, Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik* wird umfassend auf die grundsätzliche Fragestellung der Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen eingegangen und auf die unterschiedlichen, auch internationalen Richtlinien verwiesen. Es werden u. a. grundsätzliche Hinweise zur Einwirkung von Erschütterungen auf technische Anlagen gegeben.

Die Bandbreite der Erschütterungsempfindlichkeit technischer Anlagen ist sehr groß und reicht von äußerst empfindlichen Forschungs- und Halbleiterproduktionsgeräten über medizinische Analyse- und Labortechnik zu robusten technischen Anlagen in Industriebetrieben. Aus diesem Grund sind technische Anlagen mit erhöhter Erschütterungsempfindlichkeit individuell zu betrachten.

4. Baukonstruktionen, Baugrund und Bauverfahren

Im Rahmen der Planungen zur Beantragung der Planfeststellung sind die zur Realisierung des Vorhabens erforderlichen Baumaßnahmen zu betrachten. Eine Festlegung auf bestimmte Bauverfahren erfolgt frühestens in der Ausführungsplanung und gegebenenfalls endgültig erst durch das ausführende Bauunternehmen. Sofern bestimmte Bauverfahren im Konflikt mit Betroffenheiten stehen, können Einschränkungen erforderlich und entsprechende Nebenbestimmungen durch die Planfeststellungsbehörde festgelegt werden.

4.1 Angaben aus dem geotechnischen Bericht

Die Planung und die Herstellung sind unter Berücksichtigung des Baugrunds im geotechnischen Bericht beschrieben und hier im Hinblick auf die für die erschütterungstechnische Untersuchung maßgeblichen Inhalte wiedergegeben.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im X. Südlich der geplanten Musterstraße befindet sich X und nördlich Y.

Unterhalb von lokal anstehendem Mutter- und Oberboden stehen Fein- bis Mittelsande überwiegend mitteldichter bis dichter Lagerung bzw. dichter bis sehr dichter Lagerung an. Lokal sind Geschiebemergel, -lehm und Schluff eingelagert. Es folgen Schmelzwassersande und -kiese mit dichter bis sehr dichter Lagerung, vereinzelt Braunkohlelagen. Darunter stehen nacheinander Beckenschluff, Beckensand sehr dichter Lagerung sowie lokal feinsandiger Ton an.

4.1.1 Baugrube Brückenwiderlager

Die Baugrube des Brückenwiderlagers wird als Schlitzwand ausgeführt und mit Schlitzwandbaggern sowie einer Aussteifung mit Kopfbalken und Stahlbetonsteifen einschließlich Vertikalunterstützung durch Bohrpfähle ohne auf Erschütterungen basierende Bauverfahren ausgeführt; siehe Abbildung 6. Die Auftriebssicherheit soll mittels Mikropfählen erfolgen.

Abbildung 6: Querschnitt Baugrube Brückenwiderlager

4.1.2 Böschungswände Nord

Im Norden sind die Böschungswände als rückverankerte Spundwand herzustellen. Aufgrund der Lagerungsdichte und lokal anzutreffenden hohen Festigkeiten mit Kieseinschlüssen und Steinen sind steife Spundwandprofile erforderlich. Mit An die Bauausführung werden hohe Anforderungen gestellt. Ohne der Einsatz von Einbringhilfen ist eine Schlagrammung mit schwerer Rammtechnik einzusetzen.

Der Boden wird als mittelschwer bis schwer rammbar, lokal zum Teil als nicht rammbar bewertet.

Als Einbringhilfe wird die Durchführung von den Einbringarbeiten unmittelbar vorlaufenden Lockerungsbohrungen empfohlen. In die aufgelockerte Spundwandtrasse kann das Einbringen der Spundbohlen sowohl schlagend als auch vibrierend erfolgen. Nachteilige Erschütterungseinwirkungen auf den bestehenden Betrieb A werden nicht erwartet. Über

den letzten Meter sind die Spundbohlen in den gewachsenen Boden zu rammen. Sollte dies aufgrund von Hindernissen nicht möglich sein, sind die Spundbohlen abzubrennen und es ist ein gesonderter statischer Nachweis erforderlich.

Die Rückverankerung der Spundwand soll mit Ankerplatten bzw. -wänden erfolgen.

4.1.3 Böschungswände Süd

Im Süden sind die Böschungswände als rückverankerte Spundwände herzustellen. Die Spundwände binden in die oberen Schmelzwasserlagerungen ein. Bereichsweise ist ein Antreffen von Geschiebemergel und -lehm mit Schlufflinsen nicht auszuschließen.

Die Rammarbeiten in den nichtbindigen Boden werden als mittelschwer bis schwer bzw. sehr schwer und in den bindigen Boden als mittelschwer bis schwer und zum Teil nicht rammpar eingeschätzt. Daher sind steife Spundwandprofile und eine Schlagrammung mit schwerer Rammtechnik einzusetzen und hohe Anforderungen an die Bauausführung gestellt. Die Rüttelbarkeit wird größtenteils als sehr schwierig bis nicht geeignet bewertet.

Als Einbringhilfe wird die Durchführung von den Einbringarbeiten unmittelbar vorlaufenden Lockerungsbohrungen empfohlen. In die aufgelockerte Spundwandtrasse kann das Einbringen der Spundbohlen sowohl schlagend als auch vibrierend erfolgen. Die Spundbohlen sind den letzten Meter in den gewachsenen Böden schlagend zu rammen. Sollte dies aufgrund von Hindernissen nicht möglich sein, ist die Spundbohle abzubrennen und ein gesonderter statischer Nachweis erforderlich.

Die Rückverankerung der Spundwand soll mit Ankerplatten bzw. -wänden erfolgen und kann im Bereich nichtbindiger Böden alternativ mit Verpressankern durchgeführt werden.

4.1.4 Messtechnische geotechnische Begleitung

Das vorgeschlagene geotechnische Messprogramm umfasst die Erfassung der Verformung der Baugrube.

In der messtechnischen Begleitung sind keine Schwingungs- bzw. Erschütterungsmessungen angegeben. In dieser erschütterungstechnischen Untersuchung wird auf ein Monitoring der Erschütterungen in Abschnitt 8.4 hingewiesen.

4.2 Bauphasen mit erschütterungsintensivem Baubetrieb

Als Emissionen durch den Baubetrieb wurden im vorliegenden Fall Erschütterungsquellen aus der Literatur mit einem Abgleich zu der Erfahrung mit Schwingungsmessungen bei Baubetrieb verwendet. Es handelt sich um die folgenden für die Erschütterungsimmissionen relevanten Bauphasen mit dem betreffenden erschütterungsintensiven Baubetrieb, der für die prognostische Abschätzung für ermittelten Betroffenheiten herangezogen wurde:

- Bauphase 1.5 Verdichten
 - Walzenzug: Masse $G = 17,95 \text{ t}$, Betriebsfrequenz $f = 36 \text{ Hz}$
 - Bodenverdichter: Masse $G = 36,4 \text{ t}$, Betriebsfrequenz $f = 30 \text{ Hz}$
 - Einwirkungszeit tags 6-22 Uhr: 12 Stunden
 - Einwirkungszeit nachts 22-6 Uhr: 0 Stunden
- Bauphase 1.6 Rückbau

- Stemm-Meißel (mittel): Schlagenergie $E = 8,9 \text{ kN}$, Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$
- Stemm-Meißel (schwer): Schlagenergie $E = 17,8 \text{ kN}$, Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$
- Einwirkungszeit tags 6-22 Uhr: 12 Stunden
- Einwirkungszeit nachts 22-6 Uhr: 0 Stunden
- Bauphase 5.3 Rammung
 - Schlagramme (mittel): Schlagenergie $E = 72 \text{ kN}$, Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$
 - Schlagramme (Schwer): Schlagenergie $E = 150 \text{ kN}$, Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$
 - Vibrationsrüttler (mittel): Schlagenergie $E = 14,6 \text{ kN}$, Frequenz $f = 40 \text{ Hz}$
 - Vibrationsrüttler (schwer): Schlagenergie $E = 20,5 \text{ kN}$, Frequenz $f = 40 \text{ Hz}$
 - Einwirkungszeit tags 6-22 Uhr: 6 Stunden
 - Einwirkungszeit nachts 22-6 Uhr: 0 Stunden

5. Prognostische Abschätzung der Erschütterungen

5.1 Schwingungsmessungen mit künstlicher Anregung

Aufgrund der Baugrundverhältnisse sind für die Herstellung der Böschungswände erschütterungsintensive Einbringarbeiten mit Schlagrammen und Rüttelvibratoren vorzunehmen. Für die Verdichtungsarbeiten sind große Flächen mit einer ausreichenden Lagerungsdichte zu verdichten, so dass hier erschütterungsintensive Rüttelwalzen eingesetzt werden müssen. Wegen der Größe des Vorhabens und der Dauer des Baus ist eine ggf. erforderliche Begrenzung des täglichen zeitlichen Einsatzes der erschütterungsintensiven Arbeiten zu vermeiden.

Es wurde daher vorgeschlagen, ein Probebaubetrieb mit den betreffenden Bauverfahren Rüttelwalze, Schlagramme und Rüttelvibrator bzw. einer künstlichen Anregung mit ausreichend hoher Kraftereinleitung auch bei niedrigen Frequenzen mit Schwingungsmessungen im Gelände in der Nähe der Emissionen sowie an den Immissionsorten in Gebäuden auf dem Fundament, auf den Stockwerksdecken und im Gelände neben den Gebäuden durchzuführen. Mit den Ergebnissen dieser messtechnischen Untersuchungen lassen sich die Prognosen in der Aussagekraft verbessern und erforderlichenfalls zielgerichtete Maßnahmen vorsehen.

Für einen Probebaubetrieb mit den unterschiedlichen erschütterungsintensiven Bauverfahren wären die dazu erforderlichen Randbedingungen einzurichten: der An-/Abtransport, das Umsetzen im Untersuchungsgebiet sowie der Betrieb wären sehr aufwendig. Es kam daher eine künstliche Anregung mit dem sogenannten VibroTruck der Baudynamik Heiland & Mistler GmbH zum Einsatz; siehe Abbildung 7.

Abbildung 7: VibroTruck

Es handelt sich um ein geländegängiges Fahrzeug mit einem Hydraulikantrieb, über den ein kraftgesteuerter Erschütterungsgenerator mit bis zu 70 kN dynamischer Anregungskraft über einem Stempel (siehe Abbildung 8) und einer Reaktionsmasse von 1000 kg auf den Boden eingebracht werden kann. Mit der hohen Erregerkraft können vor allem Ausbreitungsmessungen bis in große Abstände durchgeführt werden. Im vorliegenden Fall wurden je Anregungsort dreimal eine dynamische Kraftanregung mit einem Gleitsinus von 60 Sekunden Dauer zwischen 2 Hz bis 150 Hz vorgenommen.

Auf der Westseite des Untersuchungsgebietes wurden fünf Emissionspunkte im Hinblick auf den geplanten Baubetrieb mit erschütterungsintensiven Verfahren zur Ermittlung der Erschütterungsausbreitung im Boden verwendet. Zur Ermittlung der Erschütterungsübertragung in die und innerhalb der drei repräsentativen Wohngebäude wurden auf der Ostseite des Untersuchungsgebietes drei weitere Emissionspunkte eingesetzt.

Abbildung 8: VibroTruck, mittiger Stempel zur Einleitung dynamischer Kraft auf den Boden

Bei den drei repräsentativen Wohngebäuden handelt es sich um die zum Baubetrieb nächstgelegenen Wohngebäude:

- Messobjekt 1 – Immissionsort 3: Gebäude A Straße A Hausnummer X mit Kellergeschoss und ausgebautem Dachgeschoss,
- Messobjekt 2 – Immissionsort 6: Gebäude B Straße B Hausnummer Y ohne Kellergeschoss und mit ausgebautem Dachgeschoss,
- Messobjekt 3 – Immissionsort 7: Gebäude C Straße C Hausnummer Z mit Kellergeschoss und ausgebautem Dachgeschoss.

In Gebäuden des Betriebes wurden folgende Messpunkte (MP) eingerichtet:

- Immissionsort 15: Gebäude D mit MP X,
- Immissionsort 13: Werkstatt E mit MP Y,
- Immissionsort 12: Gebäude F mit MP Z.

Darüber hinaus wurden Messpunkte im Gelände, in der Regel auf Erdspießen, in der Nähe der Emissionspunkte sowie auf dem Übertragungsweg zu und unmittelbar bei den Messobjekten eingerichtet.

Der VibroTruck kann relativ schnell zwischen den Emissionspunkten versetzt werden, so dass an dem Messtag insgesamt acht Emissionspunkte verwendet wurden.

Die Emissionspunkte, Messobjekte und -punkte sind in Abbildung 9 dargestellt.

Abbildung 9: Emissionspunkte mit künstlicher Anregung und Messpunkte

Die Intensität der dynamischen Anregung durch den VibroTruck hatte sich in den Schwingungsmessungen als ausreichend erwiesen, um noch in sehr großer Entfernung bereits im Zeitbereich auf dem Monitor der Messgeräte sichtbare Schwingungssignale zu verursachen.

In den beiden folgenden Abbildungen werden die Deckenschwingungen im Messobjekt MO 1 bei einer Anregung durch den VibroTruck auf dem Emissionspunkt EP-2 dargestellt. Auf dem Messpunkt MPX ist die Resonanzanregung und die Eigenfrequenz bei X Hz zu erkennen und mit einer maximalen Schwinggeschwindigkeit von Y mm/s festzustellen, dass es sich um für den Menschen gerade spürbare Erschütterungen handelt; siehe Abbildung 10.

Abbildung 10: Messobjekt 1 Messpunkt X Anregung EP-2 Schwinggeschwindigkeit und Spektrum

Auf Messpunkt MPY im Erdgeschoss ergibt sich eine Deckeneigenfrequenz von X Hz und für den Menschen nicht spürbare Erschütterungen mit einer maximalen Schwinggeschwindigkeit von Y mm/s, siehe Abbildung 11.

Abbildung 11: Messobjekt 1 Messpunkt MPY Anregung EP-2 Schwinggeschwindigkeit und Spektrum

5.2 Prognose

Die Anforderungen an die Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden und auf bauliche Anlagen sind in Abschnitt 3.1 und 3.2 angegeben. Für die Erschütterungseinwirkung auf technische Anlagen wird die grundsätzliche Vorgehensweise in Abschnitt 3.3 beschrieben.

In dieser ist der Ausgangspunkt die Bewertung von am Einwirkungsort gemessenen Schwingungen. Bei dem Einwirkungsort handelt es sich um den Fußboden der Stockwerkdecke, dem maßgeblichen Gebäudemesspunkt oder die Aufstellebene von Geräten.

Im vorliegenden Fall sind die zu erwartenden Erschütterungen prognostisch abzuschätzen. Hierzu gibt es keine umfassenden Vorgaben zur Vorgehensweise. In der DIN 4150-1, *Erschütterungen in Bauwesen – Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen* und der VDI 2038, *Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen* werden insbesondere Hinweise für die einzelnen Elemente der Vorermittlung, also der Erschütterungsquelle, der Ausbreitung im Boden und der Übertragung in das Gebäude und im Gebäude gegeben.

Die prognostische Abschätzung der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen erfolgte unter Berücksichtigung der o.g. Richtlinien auf Grundlage von Veröffentlichungen und Fachbeiträgen. Es handelt sich dabei um „Bauwerksererschütterungen durch Tiefbauarbeiten“, Achmus, 2005; „Prognose und Bewertung von Bauwerksererschütterungen infolge Tiefbauarbeiten“, Achmus, Bautechnik 92 (2015); Arbeitskreises 1.4 Baugrunddynamik der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; „HEW-Kraftwerk Moorburg, Auswirkungen der Sprengungen auf die umliegenden baulichen Anlagen“, Holtzendorff, 2005, Forum Geotechnik der Technischen Universität Hamburg.

In diesen Arbeiten werden in Abhängigkeit der Erschütterungs-Emissionen durch den Betrieb von Baugeräten Erschütterungs-Immissionen prognostiziert. Die Übertragung der Erschütterungen im Boden, in die Messobjekte und auf die Stockwerksdecken wurde mit den aus den Schwingungsmessungen ermittelten frequenzabhängigen Übertragungsfaktoren angesetzt. Die Übertragungsfaktoren wurden für die Betriebsfrequenz bzw. Frequenz der Immissionen des betreffenden Bauverfahrens ermittelt.

Die Lage der Erschütterungs-Emissionen aus dem Baubetrieb ergibt sich mit der Angabe von Bauflächen in den Bauphasenplänen.

Die Immissionsorte wurden für die vorhandene Bebauung im Ort A mit den Messobjekten in Form der repräsentativen Wohngebäude wie folgt festgelegt:

- Immissionsort I3 – Messobjekt MO 1: Gebäude A Straße A Hausnummer X, einzelnes Wohngebäude, keine Gebietsausweisung, Einstufung DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 3 tags und nachts,
- Immissionsort I6 – Messobjekt MO 2: Gebäude B Straße B Hausnummer Y, Wohngebäude in einem allgemeinen Wohngebiet, Einstufung DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 4 tags und nachts,
- Immissionsort I7 – Messobjekt MO 3: Gebäude C Straße C Hausnummer Z, Wohngebäude, keine Gebietsausweisung, Einstufung DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 3 tags und nachts.

Darüber hinaus wurden in dem Betrieb A einschließlich der Werkstätten und Betriebsgebäude, für den keine Gebietsausweisung vorliegt und daher eine Einstufung nach DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 2 tags erfolgt, folgende Immissionsorte festgelegt:

- Immissionsort I12 – Gebäude D,
- Immissionsort I13 – Gebäude E,
- Immissionsort I15 – Gebäude F.

Für die Prognose wurde jeweils der geringste Abstand zwischen den Emissions- und den Immissionsorten verwendet.

Die Erschütterungs-Immissionen werden für das Fundament und Stockwerksdecken mit der Schwingungsamplitude $v_{\max}$ in mm/s angegeben, wobei hier der ungünstige Wert mit einer 2,25 % Überschreitungs-Wahrscheinlichkeit angegeben wird.

Für die Stockwerksdecken wird darüber hinaus die maximale bewertete Schwingstärke $KB_{F\max}$ sowie in Abhängigkeit der Einsatzdauer die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} für tags 6-22 Uhr und nachts 22 bis 6 Uhr angegeben. Die Maximalwertgrößen $v_{\max}$ und $KB_{F\max}$ werden mit einem wahrscheinlichen Wert und einer 50 % Überschreitungswahrscheinlichkeit sowie einem ungünstigen Wert mit einer 2,25 % Überschreitungs-Wahrscheinlichkeit angegeben. Die Mittelwertgröße KB_{FTr} wird aus den wahrscheinlichen Werten mit einer 50 % Überschreitungs-Wahrscheinlichkeit ermittelt.

Bei einer Resonanzanregung, also der Übereinstimmung der Anregungsfrequenz mit der Bauteileigenfrequenz, hier die Eigenfrequenz von Stockwerksdecken, ergeben sich höhere Schwingungsamplituden.

Für den Immissionsort I3 Gebäude A ergibt sich für die Bauverfahren zum Einrütteln von Spundbohlen mittels Vibratoren und dem Verdichten von Boden mit Rüttelwalzen eine Überschreitung der Anforderungen gemäß DIN 4150 Teil 2 für die Einwirkung auf Menschen in Gebäuden. Diese Überschreitung ist auf die Resonanzanregung der Stockwerksdecken durch den betreffenden Baubetrieb zurückzuführen.

Als eine Maßnahme zum Erschütterungsschutz und der Verringerung der Einwirkungen wurde für den Baubetrieb eine Verschiebung der Betriebsfrequenz von 40 Hz auf 30 Hz für die Vibrationsrüttler und von 36 Hz auf 30 Hz für die Rüttelwalzen untersucht und als

- Immissionsort I3.1 Gebäude A,
einzelnes Wohngebäude, keine Gebietsausweisung
Einstufung DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 3 tags und nachts
Maßnahme zum Erschütterungsschutz: Verschiebung der Betriebsfrequenz von
40 Hz auf 30 Hz für die Vibrationsrüttler und von 36 Hz auf 30 Hz für die
Rüttelwalzen

dokumentiert.

Die prognostische Abschätzung wird für ermittelte Betroffenenheiten in den Messobjekten vorgenommen und zur Bewertung im Abschnitt 6 herangezogen.

6. Betroffenheiten und Bewertung: Bebauung Ort A

Die Bewertung der prognostischen Abschätzung wird nacheinander für die in Abschnitt 4 angegebenen Bauphasen mit erschütterungsintensivem Baubetrieb für die Bebauung in dem Ort A vorgenommen.

In den Ergebnistabellen sind Überschreitungen der Anhaltswerte durch Fettdruck markiert.

In den Bauphasen mit erschütterungsintensivem Baubetrieb erfolgen die betreffenden Bauverfahren während der Tageszeit zwischen 6 und 22 Uhr.

Für die Nachtzeit zwischen 22 und 6 Uhr sind die Werte der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} in den Ergebnistabellen null.

Es wurde dennoch ein Vergleich der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} mit dem oberen Anhaltswert nachts vorgenommen, um darzustellen, dass der obere Anhaltswert A_o nachts im Vergleich zu tags sehr gering ist und bei den konfliktträchtigen Bauverfahren bis in mittlere Abstände der Bebauung im Ort A zu Überschreitungen führen kann und, da es sich um ein Maximalwertkriterium handelt, unabhängig von der Betriebsdauer ist.

6.1 Bauphase 1.5 Verdichten

In Abbildung 12 ist der erschütterungsintensive Baubetrieb der Bauphase 1.5 Verdichten dargestellt.

Abbildung 12: Lageplan Bauphase 1.5 Verdichten und 1.6 Rückbau Flächen der Baufelder mit erschütterungsintensivem Baubetrieb als Emissionsorte und Immissionsorte

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen sind in der Tabelle 12 angegeben.

Für den Immissionsort I3 Gebäude A ergibt sich für die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} eine geringe Überschreitung des Anhaltswertes A_r tags.

Der erschütterungsintensive Baubetrieb ist nachts von 22-6 Uhr nicht vorgesehen, daher sind die betreffenden Werte der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} nachts null. Unabhängig von der Dauer eines erschütterungsintensiven Baubetriebs nachts würde sich für den Immissionsort I3 Messobjekt MO 1 Gebäude A eine Überschreitung des oberen Anhaltswertes A_o nachts ergeben.

Die Prognose für das Messobjekt MO 1 Gebäude A mit Maßnahmen zum Erschütterungsschutz mit einem alternativen Baubetrieb, und zwar mit einer Verschiebung der Betriebsfrequenz von 36 Hz auf 30 Hz für die Rüttelwalzen, wird als Immissionsort I3.1 angegeben. Durch die Verschiebung der Anregungsfrequenz kann eine Resonanzanregung der Stockwerksdecken vermieden und eine

Verminderung der Erschütterungseinwirkungen auf das Niveau der anderen Messobjekte sowie eine Einhaltung der Anhaltswerte erreicht werden.

**Tabelle 12: Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen,
Baubetrieb Bauphase 1.5 Verdichten**

Immissionsort		Emis- sio- nen	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gem. DIN 4150 T2 Tab. 1								
				maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}				Beurteilungs- Schwingstärke KB_{FT}			
			DIN 4150 T2	An- halts- -wert	Pro- gno- se	An- halts- -wert	Pro- gno- se	An- halts- -wert	Pro- g- nose	An- halts- -wert	Pro- g- nose
IP	Ort	Absta- nd	Zeile	A_o tags	KB_F max tags	A_o nachts	KB_{Fm} ax nachts	A_r tags	KB_{FT} r tags	A_r nachts	KB_{FT} r nachts
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
I3	MO 1 Gebäude A	X	3	5	0,44	0,3	0,44	0,10	0,11	0,07	0
I3.1	MO 1 Gebäude A	X	3	5	0,18	0,3	0,18	0,10	0,04	0,07	0
I6	MO 2 Gebäude B	Y	4	3	0,16	0,2	0,16	0,07	0,04	0,05	0
I7	MO 3 Gebäude C	Z	3	5	0,11	0,3	0,11	0,10	0,03	0,07	0

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen sind in der Tabelle 13 angegeben. Es ergibt sich für sämtliche Immissionsorte eine deutliche Einhaltung der Anhaltswerte für die hier angesetzte Einstufung der Gebäude gemäß DIN 4150 Teil 3 Zeile 2 für Wohngebäude und darüber hinaus gemäß Zeile 3 für besonderes erschütterungsempfindliche Gebäude.

**Tabelle 13: Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen,
Baubetrieb Bauphase 1.5 Verdichten**

Immissionsort		Emissionen	Einwirkung auf bauliche Anlagen gem. DIN 4150 T3	
			Anhaltswert Zeile 2	
			5 mm/s	10 bzw. 20 mm/s
			Prognose	
IP	Ort	Abstand	v_{max} Fundament	v_{max} Decke
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	<i>mm/s</i>	<i>mm/s</i>
I3	MO 1 Gebäude A	X	0,16	0,70
I3.1	MO 1 Gebäude A	X	0,08	0,29
I6	MO 2 Gebäude B	Y	0,14	0,26

I7	MO 3 Gebäude C	Z	0,03	0,18
----	----------------	---	------	------

6.2 Bauphase 1.6 Rückbau

In Abbildung 12 ist der erschütterungsintensive Baubetrieb der Bauphase 1.6 Rückbau dargestellt.

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen sind in der Tabelle 14 angegeben.

Es ergibt sich für sämtliche Immissionsorte eine Einhaltung der Anhaltswerte.

Tabelle 14: Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen, Baubetrieb Bauphase 1.6 Rückbau

Immissionsort		Emis-sionen	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gem. DIN 4150 T2 Tab. 1								
				maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}				Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT}			
			DIN 4150 T2	An-halts-wert	Pro-gno-se	An-halts-wert	Pro-gno-se	An-halts-wert	Pro-gno-se	An-halts-wert	Pro-gno-se
IP	Ort	Absta-nd	Zeile	A_o tags	KB_{Fm} ax tags	A_o nachts	KB_{Fm} ax nachts	A_r tags	KB_{FT} r tags	A_r nachts	KB_{FT} r nachts
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I3	MO 1 Gebäude A	X	3	5	0,17	0,3	0,17	0,10	0,07	0,07	0,00
I3.1	MO 1 Gebäude A	X	3	5	0,17	0,3	0,17	0,10	0,07	0,07	0,00
I6	MO 2 Gebäude B	Y	4	3	0,06	0,2	0,06	0,07	0,02	0,05	0,00
I7	MO 3 Gebäude C	Z	3	5	0,02	0,3	0,02	0,10	0,01	0,07	0,00

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen sind in der Tabelle 15 angegeben. Es ergibt sich für sämtliche Immissionsorte eine deutliche Einhaltung der Anhaltswerte für die hier angesetzte Einstufung der Gebäude gemäß DIN 4150 Teil 3 Zeile 2 für Wohngebäude und darüber hinaus gemäß Zeile 3 für besonderes erschütterungsempfindliche Gebäude.

Tabelle 15: Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen, Baubetrieb Bauphase 1.6 Rückbau

Immissionsort		Emissionen	Einwirkung auf bauliche Anlagen gem. DIN 4150 T3	
			Anhaltswert Zeile 2	
			5 mm/s	10 bzw. 20 mm/s
			Prognose	
IP	Ort	Abstand	v_{max} Fundament	v_{max} Decke
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	<i>mm/s</i>	<i>mm/s</i>
I3	MO 1 Gebäude A	X	0,14	0,47
I3.1	MO 1 Gebäude A	X	0,14	0,47
I6	MO 2 Gebäude B	Y	0,10	0,15
I7	MO 3 Gebäude C	Z	0,06	0,04

6.3 Bauphase 5.3 Rammung

In Abbildung 13 ist der erschütterungsintensive Baubetrieb der Bauphase 5.3 Rammung dargestellt.

Abbildung 13: Lageplan Bauphase 5.3 Rammung Flächen der Baufelder mit erschütterungsintensivem Baubetrieb als Emissionsorte und Immissionsorte

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen sind in der Tabelle 16 angegeben.

Für den Immissionsort I3 Messobjekt MO 1 Gebäude A ergibt sich für die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} eine deutliche Überschreitung des Anhaltswertes A_r tags.

Der erschütterungsintensive Baubetrieb ist nachts 22-6 Uhr nicht vorgesehen, daher sind die betreffenden Werte der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} nachts null. Unabhängig von der Dauer eines erschütterungsintensiven Baubetriebs nachts würde sich für den Immissionsort Messobjekt MO 1 Gebäude A eine Überschreitung des oberen Anhaltswertes A_o nachts ergeben.

Die Prognose für das Messobjekt MO 1 Gebäude A mit Maßnahmen zum Erschütterungsschutz mit einem alternativen Baubetrieb, und zwar mit einer Verschiebung der Betriebsfrequenz von 40 Hz auf 30 Hz für die Vibrations-Rüttler, werden als Immissionsort I3.1 angegeben. Durch die Verschiebung der Anregungsfrequenz kann eine Resonanzanregung der Stockwerksdecken vermieden und eine Verminderung der Erschütterungseinwirkungen auf das Niveau der anderen Messobjekte sowie eine Einhaltung der Anhaltswerte erreicht werden.

Tabelle 16: Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen, Baubetrieb Bauphase 5.3 Rammung

Immissionsort		Emis-sionen	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gem. DIN 4150 T2 Tab. 1								
				maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}				Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT}			
				DIN 4150 T2	An-halts-wert	Pro-gno-se	An-halts-wert	Pro-gno-se	An-halts-wert	Pro-gno-se	An-halts-wert
IP	Ort	Ab-stand	Zeile	A_o tags	KB_{Fm} ax tags	A_o nachts	KB_{Fm} ax nachts	A_r tags	KB_{FT} r tags	A_r nachts	KB_{FT} r nachts
	Einheit	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I3	MO 1 Gebäude A	X	3	5	0,91	0,3	0,91	0,10	0,24	0,07	0,00
I3.1	MO 1 Gebäude A	X	3	5	0,26	0,3	0,26	0,10	0,07	0,07	0,00
I6	MO 2 Gebäude B	Y	4	3	0,16	0,2	0,16	0,07	0,06	0,05	0,00
I7	MO 3 Gebäude C	Z	3	5	0,08	0,3	0,08	0,10	0,02	0,07	0,00

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen sind in der Tabelle 17 angegeben. Es ergibt sich für sämtliche Immissionsorte eine deutliche Einhaltung der Anhaltswerte für die hier angesetzte Einstufung der Gebäude gemäß DIN 4150 Teil 3 Zeile 2 für Wohngebäude und darüber hinaus gemäß Zeile 3 für besonderes erschütterungsempfindliche Gebäude.

Tabelle 17: Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen, Baubetrieb Bauphase 5.3 Rammung

Immissionsort		Emissionen	Einwirkung auf bauliche Anlagen gem. DIN 4150 T3	
			Anhaltswert Zeile 2	
			5 mm/s	10 bzw. 20 mm/s
			Prognose	
IP	Ort	Abstand	v_{max} Fundament	v_{max} Decke
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	<i>mm/s</i>	<i>mm/s</i>
I3	MO 1 Gebäude A	X	0,12	1,45
I3.1	MO 1 Gebäude A	X	0,12	0,42
I6	MO 2 Gebäude B	Y	0,15	0,43
I7	MO 3 Gebäude C	Z	0,03	0,13

7. Betroffenheiten und Bewertung: Betrieb A

Die Bewertung der prognostischen Abschätzung wird nacheinander für die in Abschnitt 4 angegebenen Bauphasen mit erschütterungsintensivem Baubetrieb für den Betrieb A einschließlich der Werkstätten und Betriebsgebäude vorgenommen.

In den Ergebnistabellen sind Überschreitungen der Anhaltswerte durch Fettdruck markiert.

Aufgrund der gewerblichen Nutzung erfolgt die Bewertung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden ausschließlich der gemäß DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 tags geltenden Anhaltswerte. Für die Bebauung auf dem Gelände des Betriebs A liegt keine Gebietsausweisung vor. Zur Bewertung wird eine Einstufung gemäß Tabelle 1 Zeile 2 für Gewerbegebiete vorgenommen.

Die Einwirkung auf bauliche Anlagen wird für sämtliche Bauwerke auf dem Gelände des Betriebs A gemäß DIN 4150 3 Tabelle 1 Zeile 1 „gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten“ vorgenommen.

7.1 Bauphase 1.5 Verdichten

In Abbildung 14 ist der erschütterungsintensive Baubetrieb der Bauphase 1.5 Verdichten dargestellt.

Abbildung 14: Lageplan Schiffshebewerk Bauphase 1.5 Verdichten und 1.6 Rückbau Flächen der Baufelder mit erschütterungsintensivem Baubetrieb als Emissionsorte und Immissionsorte

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen sind in der Tabelle 18 angegeben. Für den Immissionsort I12 Gebäude D ergibt sich für die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} eine deutliche Überschreitung des Anhaltswertes A_r tags, während sich für die anderen Immissionsorte I13 und I15 Gebäude E und Gebäude F eine Einhaltung ergibt.

Tabelle 18: Prognose Schiffshebewerk Erschütterungseinwirkungen auf Menschen, Baubetrieb Bauphase 1.5 Verdichten

Immissionsort		Emis-sionen	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gem. DIN 4150 T2 Tab. 1				
				maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}	Beurteilungs- Schwingstärke KB_{FTr}		
			DIN 4150 T2	An- halts- wert	Pro- gnose	An- halts- wert	Pro- gnose
IP	Ort	Abstand	Zeile	A_o tags	KB_{Fmax} tags	A_r tags	KB_{FTr} tags
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
I12	Gebäude D	X	2	6	0,98	0,15	0,24
I13	Gebäude E	Y	2	6	0,40	0,15	0,10
I15	Gebäude F	Z	2	6	0,13	0,15	0,03

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen sind in der Tabelle 19 angegeben. Es ergibt sich für sämtliche Immissionsorte eine deutliche Einhaltung der Anhaltswerte für die hier angesetzte Einstufung der Gebäude gemäß DIN 4150 Teil 3 Zeile 1 für Gewerbe- und Industriebauten.

Tabelle 19: Prognose Schiffshebewerk Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen, Baubetrieb Bauphase 1.5 Verdichten

Immissionsort		Emissionen	Einwirkung auf bauliche Anlagen gem. DIN 4150 T3	
			Anhaltswert Zeile 1	
			20 mm/s	10 bzw. 20 mm/s
			Prognose	
IP	Ort	Abstand	v _{max} Fundament	v _{max} Decke
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	<i>mm/s</i>	<i>mm/s</i>
I12	Gebäude D	X	0,76	1,56
I13	Gebäude E	Y	0,25	0,64
I15	Gebäude F	Z	0,14	0,21

7.2 Bauphase 1.6 Rückbau

In Abbildung 14 ist der erschütterungsintensive Baubetrieb der Bauphase 1.6 Rückbau dargestellt. Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen sind in der Tabelle 20 angegeben. Für den Immissionsort I12 Gebäude D ergibt sich für die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} eine sehr deutliche Überschreitung des Anhaltswertes A_r tags, während sich für die anderen Immissionsorte I13 und I15 Gebäude E und Gebäude F eine Einhaltung ergibt.

Tabelle 20: Prognose Schiffshebewerk Erschütterungseinwirkungen auf Menschen, Baubetrieb Bauphase 1.6 Rückbau

Immissionsort		Emissionen	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gem. DIN 4150 T2 Tab. 1				
				maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}	Beurteilungs- Schwingstärke KB_{FTr}		
			DIN 4150 T2	An- halts- wert	Prog- nose	An- halts- wert	Prog- nose
IP	Ort	Abstand	Zeile	A_o tags	KB_{Fmax} tags	A_r tags	KB_{FTr} tags
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	1	1	1	1	1
I12	Gebäude D	X	2	6	0,99	0,15	0,39
I13	Gebäude E	Y	2	6	0,30	0,15	0,12
I15	Gebäude F	Z	2	6	0,30	0,15	0,12

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen sind in der Tabelle 21 angegeben. Es ergibt sich für sämtliche Immissionsorte eine deutliche Einhaltung der Anhaltswerte für die hier angesetzte Einstufung der Gebäude gemäß DIN 4150 Teil 3 Zeile 1 für Gewerbe- und Industriebauten.

Tabelle 21: Prognose Schiffshebewerk Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen, Baubetrieb Bauphase 1.6 Rückbau

Immissionsort		Emissionen	Einwirkung auf bauliche Anlagen gem. DIN 4150 T3	
			Anhaltswert Zeile 1	
			20 mm/s	20 mm/s
			Prognose	
IP	Ort	Abstand	$v_{\max}$ Fundament	$v_{\max}$ Decke
	Einheit	m	mm/s	mm/s
I12	Gebäude D	X	0,69	2,69
I13	Gebäude E	Y	0,33	0,82
I15	Gebäude F	Z	0,10	0,81

7.3 Bauphase 5.3 Rammung

In Abbildung 15 ist der erschütterungsintensive Baubetrieb der Bauphase 5.3 Rammung dargestellt.

Abbildung 15: Lageplan Schiffshebewerk Bauphase 5.3 Rammung Flächen der Baufelder mit erschütterungsintensivem Baubetrieb als Emissionsorte und Immissionsorte

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf Menschen sind in der Tabelle 22 angegeben. Für den Immissionsort I12 Gebäude D ergibt sich für die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} eine deutliche Überschreitung des Anhaltswertes A_r tags, während sich für die anderen Immissionsorte I13 und I15 Gebäude D und Gebäude E eine Einhaltung ergibt.

Tabelle 22: Prognose Schiffshebewerk Erschütterungseinwirkungen auf Menschen, Baubetrieb Bauphase 5.3 Rammung

Immissionsort		Emissionen	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gem. DIN 4150 T2 Tab. 1				
				maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}	Beurteilungs- Schwingstärke KB_{FTr}		
			DIN 4150 T2	An- halts- wert	Prog- nose	An- halts- wert	Prog- nose
IP	Ort	Abstand	Zeile	A_o tags	KB_{Fmax} tags	A_r tags	KB_{FTr} tags
	Einheit	m	1	1	1	1	1
I12	Gebäude D	X	2	6	0,57	0,15	0,23
I13	Gebäude E	Y	2	6	0,42	0,15	0,11
I15	Gebäude F	Z	2	6	0,24	0,15	0,10

Die Ergebnisse der Prognose Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen sind in der Tabelle 23 angegeben. Es ergibt sich für sämtliche Immissionsorte eine

deutliche Einhaltung der Anhaltswerte für die hier angesetzte Einstufung der Gebäude gemäß DIN 4150 Teil 3 Zeile 1 für Gewerbe- und Industriebauten.

Tabelle 23: Prognose Schiffshebewerk Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen, Baubetrieb Bauphase 5.3 Rammung

Immissionsort		Emissionen	Einwirkung auf bauliche Anlagen gem. DIN 4150 T3	
			Anhaltswert Zeile 1	
			20 mm/s	20 mm/s
			Prognose	
IP	Ort	Abstand	v _{max} Fundament	v _{max} Decke
	<i>Einheit</i>	<i>m</i>	<i>mm/s</i>	<i>mm/s</i>
I12	Gebäude D	X	0,56	1,55
I13	Gebäude E	Y	0,27	0,67
I15	Gebäude F	Z	0,10	0,66

8. Zusammenfassende Beurteilung

Zur Realisierung des Vorhabens Neubau Musterstraße sind zur Herstellung der Brückenwiderlager und Böschungswände aufgrund der Baugrundverhältnisse erschütterungsintensive Einbringarbeiten mit Schlagrammen und Rüttelvibratoren vorzunehmen, wobei bereits Maßnahmen mit dem Vorbohren bzw. Lockerungsbohrungen in der Spundwandtrasse vorgesehen sind. Für die Verdichtungsarbeiten sind große Flächen mit einer ausreichenden Lagerungsdichte zu verdichten, so dass hier erschütterungsintensive Rüttelwalzen eingesetzt werden müssen. Wegen der Größe des Vorhabens und der Dauer des Baus ist eine ggf. erforderliche Begrenzung des täglichen zeitlichen Einsatzes der erschütterungsintensiven Arbeiten zu vermeiden.

Für die Bauphasen mit erschütterungsintensivem Baubetrieb wurden prognostische Abschätzungen der Erschütterungseinwirkungen vorgenommen.

Zur Verminderung der Streubreite und der Verbesserung der Zuverlässigkeit der Prognose wurden Schwingungsmessungen bei künstlicher Anregung zur Ermittlung der Erschütterungsausbreitung im Boden und der Erschütterungsübertragung auf bzw. innerhalb von repräsentativen Gebäuden vorgenommen und für eine ergänzende prognostische Abschätzung verwendet.

Die Schwingungsmessungen bei künstlicher Anregung haben eine ausgeprägtere Verminderung der Erschütterungsausbreitung im Boden sowie eine größere Verstärkung bei der Übertragung der Erschütterungen vom Fundament auf die Stockwerksdecken ergeben als die Angaben in der Literatur.

Für den Immissionspunkt I3 Messobjekt MO1 Gebäude A ergeben sich weiterhin Überschreitungen der Anhaltswerte. Als Maßnahme zum Erschütterungsschutz wurde für dieses Wohngebäude eine Verminderung der Betriebsfrequenz der Vibrationsrüttler und der Rüttelwalzen untersucht und mit dieser Maßnahme eine Einhaltung der Anhaltswerte festgestellt.

Bei der breitbandigen Anregung mit Schlagrammen können am Immissionsort niedrige Anregungsfrequenzen und eine Resonanzanregung von Decken mit niedrigen Eigenfrequenzen, wie diese im Gebäude des Betriebs A angetroffen wurde, mit einer Überschreitung der Anhaltswerte nicht ausgeschlossen werden.

Im baubegleitenden Monitoring der Erschütterungsimmissionen können Konfliktfälle ermittelt, erforderlichenfalls Maßnahmen zum Erschütterungsschutz ergriffen, der Baubetrieb in den Betriebsdrehzahlen und ggf. in der räumlich-zeitlichen Anordnung angepasst werden. Weiter sollten die in der für Erschütterungen bei Baumaßnahmen gemäß DIN 4150 Teil 2 Abschnitt 6.5.4 angegebenen Maßnahmen zum Erschütterungsschutz mit der umfassenden Information und Aufklärung der Betroffenen, baubetriebliche Maßnahmen, Benennung einer Ansprechstelle, Messung und Beurteilung der tatsächlich auftretenden Erschütterungseinwirkung berücksichtigt werden.

8.1 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden

Eine Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen erfolgt gemäß DIN 4150-2 *Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkung auf Menschen in Gebäuden*.

Im vorliegenden Fall werden einerseits die Bebauung im Ort A mit Dorf- und Mischgebieten (DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 3) und allgemeinen Wohngebieten (DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 4) sowie andererseits des Betriebs A einschließlich Werkstätten (DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 4 Gewerbegebiet) unterschieden.

Die Beurteilungszeit ist tags 6-22 Uhr und nachts 22-6 Uhr. Die erschütterungsintensiven Bautätigkeiten wurden ausschließlich tags zwischen 6-22 Uhr mit Verdichten und Rückbau mit einer Einwirkungsdauer von 12 Stunden sowie Rammen mit 6 Stunden angesetzt. Aufgrund der hohen Anforderungen nachts, ist unabhängig von der Einwirkungsdauer bei einigen Immissionsorten mit Wohngebäuden bereits eine Überschreitung des betreffenden oberen Anhaltswertes nachts zu erwarten.

Für die Beurteilungszeit tags 6-22 Uhr ist der obere Anhaltswert A_o für die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} sehr hoch, so dass die über die Einwirkungszeit ermittelte Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} maßgeblich und der Anhaltswert A_r einzuhalten ist.

Infolge der Erschütterungseinwirkungen sind Belästigungen nur auszuschließen, wenn diese nicht wahrnehmbar sind. Bei Einhaltung der Anhaltswerte der Norm liegen erhebliche Belästigungen im Allgemeinen nicht vor.

8.1.1 Bebauung im Ort A

Die Untersuchungen mit Schwingungsmessungen bei künstlicher Anregung haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Prognoseergebnisse für die Erschütterungseinwirkungen auf die Menschen in den Wohngebäuden im Ort A.

Für die Ausbreitung der Erschütterungen im Boden ergeben sich deutlich größere Abnahmen der Erschütterungsamplitude mit dem Ausbreitungsabstand als in der Theorie und somit insgesamt geringere Erschütterungsimmisionen.

Für die Übertragung der Erschütterungen vom Boden bzw. Fundament auf Stockwerksdecken ergeben sich größere Verstärkungen in der Deckeneigenfrequenz als in den ersten Untersuchungen zunächst angenommen. Die Prognosen ergeben bei Übereinstimmung der Anregungsfrequenz mit der Deckeneigenfrequenz, also einer Resonanzanregung, weiterhin Überschreitungen der Anhaltswerte.

Im Messobjekt 01 Gebäude A – Immissionsort I3 wurden bei der künstlichen Anregung in der Nähe des Gebäudes am Emissionsort EP-5 maßgebliche Deckeneigenfrequenzen zwischen 16 Hz und 40 Hz mit Resonanzüberhöhungen mit Faktoren zwischen 11 und 18 ermittelt. In den Prognosen für dieses Messobjekt ergeben sich Überschreitungen der Anhaltswerte bei dem Einsatz von Vibrationsrüttlern zum Einbringen von Spundbohlen und Rüttelwalzen zum Verdichten von Boden für folgende Bauphasen:

- Bauphase 1.5 Verdichten,
- Bauphase 5.3 Rammung.

Als mögliche Maßnahme zum Erschütterungsschutz wurden die Prognosen für Messobjekt 01 Gebäude A mit der Kennzeichnung Immissionsort I3.1 mit einer Verminderung der Anregungsfrequenz der Vibrationsrüttler von 40 Hz auf 30 Hz und der Rüttelwalzen von 36 Hz auf 30 Hz durchgeführt. Unter diesen Randbedingungen kann eine Resonanzanregung der Stockwerksdecken vermieden, die Erschütterungseinwirkungen können vermindert werden und es ergibt sich eine Einhaltung der Anhaltswerte.

Die weiteren Wohngebäude in der Straße A befinden sich deutlich weiter östlich als das Gebäude A und damit in einem größeren Ausbreitungsabstand von dem geplanten Baubetrieb, so dass dort grundsätzlich geringere Immissionen zu erwarten sind.

In den anderen Messobjekten wiesen die Stockwerksdecken in den Prognosen für den angesetzten Baubetrieb keine ungünstigen Resonanzanregungen und eine Einhaltung der Anhaltswerte auf.

Bei den Wohngebäuden in der Straße B handelt es sich in der Regel um moderne Wohngebäude wie bei dem Messobjekt MO 2 – I6 Gebäude B. In den Nachbargebäuden von Gebäude B können dennoch ungünstigere baulastdynamische Randbedingungen vorliegen. Dabei kann es sich um ähnliche Randbedingungen wie im Messobjekt 01 – I3 Gebäude A oder Holzbalkendecken im Dachgeschoss mit niedrigen Deckenfrequenzen und größeren Resonanzüberhöhungen handeln. Niedrigere Deckeneigenfrequenzen mit großer Resonanzüberhöhung sind bei den untersuchten Wohngebäuden nicht festgestellt worden, so dass am Immissionsort tieffrequente Anregungen, etwa aus dem Betrieb von Schlagrammen, nicht in den Prognosen vorkommen, aber nicht ausgeschlossen werden können.

Die Wohngebäude in der Straße C weisen alle die gleiche Bauweise wie das Messobjekt MO 3 – I7 Immissionsort Gebäude C auf, so dass hier die Wahrscheinlichkeit einer im tatsächlichen Baubetrieb auftretenden ungünstigen Resonanzanregung gering ist.

8.1.2 Betrieb A: Gebäude D

Für den Betrieb A im Bereich des Gebäudes D wird eine Bewertung vorgenommen, die sich auf die Einhaltung des Anhaltswertes $A_{r, tags}$ durch die Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{FTr, tags}$ bezieht.

In den Prognosen für den Immissionsort I12 Gebäude D ergeben sich Überschreitungen der Anhaltswerte für folgende Bauphasen:

- Bauphase 1.5 Verdichten,
- Bauphase 5.3 Rammung.

Es handelt sich bei den Immissionsorten in dem Gebäude D um eine Nutzung mit technischen Anlagen. Angabegemäß befinden sich dort keine ständigen Arbeitsplätze, sondern lediglich zeitlich begrenzte Arbeitseinsätze im Rahmen der Wartung der technischen Anlagen. Aus diesem Grund ergibt sich hier keine Betroffenheit.

8.1.3 Betrieb A: Gebäude E und F

Für die Immissionsorte I13 Gebäude E und I15 Gebäude F ergibt sich eine Einhaltung der Anhaltswerte.

Bei den Schwingungsmessungen mit künstlicher Anregung auf dem Emissionspunkt EP-5 in der Nähe des Gebäudes mit I15 Gebäude F ergaben sich für Messpunkt MP5 1. OG Stockwerksdecke eine Eigenfrequenz von 8 Hz und eine Resonanzüberhöhung von 17.

In den Prognosen traten unter Verwendung dieser Eigenschaften keine Überschreitungen auf. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass diese dynamisch ungünstigen Deckeneigenschaften während eines bestimmten erschütterungsintensiven Baubetriebs mit tieffrequenten Erschütterungen am Immissionsort zu erhöhten Immissionen führen können.

8.2 Einwirkung auf bauliche Anlagen

Die prognostische Abschätzung der Erschütterungseinwirkungen hat für die Bebauung im Ort A maximale Schwingungsamplituden am Fundament von 0,3 mm/s und auf den Stockwerksdecken von 1,5 mm/s ergeben. In dem Betrieb A einschließlich der Werkstatt und den Büros betragen die prognostizierten maximalen Schwingungsamplituden am Fundament von 0,8 mm/s und auf den Stockwerksdecken von 2,7 mm/s.

Diese Schwingungsamplituden liegen unterhalb der Anhaltswerte der DIN 4150-3, *Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3 Einwirkung auf bauliche Anlagen* gemäß Zeile 2 Wohngebäude für die Bebauung im Ort A und Zeile 1 Gewerbegebäude für den Betrieb A einschließlich der Werkstatt und den Büros.

Erschütterungseinwirkungen oberhalb der alltäglich auftretenden Schwingungsamplituden können Schäden auslösen bzw. das Zutagetreten von Schadensbildern wie Risse veranlassen, auch wenn die Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3 eingehalten werden. Diese Schäden sind auf andere Ursachen als Erschütterungen zurückzuführen. Es wird empfohlen, für die erste Gebäudereihe im Bereich der Bebauung I3 Gebäude A, I6 Gebäude B und I7 Gebäude C eine Beweissicherung des Zustands vorzunehmen.

Im Betrieb A Gebäude D, E und F wird ebenfalls eine grundsätzliche Beweissicherung des Zustands gemäß den Bedürfnissen des Vorhabenträgers empfohlen.

Erschütterungsbedingte Sackungen und maßgebliche Erschütterungseinwirkungen auf den Boden im Einflussbereich der Gründung von Gebäuden sind nicht zu erwarten. Die Gebäude des Schiffshebewerks und insbesondere im Ort A befinden sich diesbezüglich in einem ausreichenden großen Abstand zu den erschütterungsintensiven Bautätigkeiten. Es wird empfohlen, die endgültige Planung auf diese Einwirkung zu überprüfen, da diese Einwirkung eine wesentliche Schadensursache bei erschütterungsintensiven Bautätigkeiten darstellen.

Das Einbringen von Spundbohlen (Gründungselemente) erfolgt mittels Schlagramme und ggf. Vibrationsrüttler. Ohne größere Einbringwiderstände ist zu erwarten, dass eine ausreichend hohe Einbringgeschwindigkeit vorliegt und die Rüttelenergie lokal um das einzubringende Gründungselement dem Einbringen dient. Ist das Korngerüst im Boden infolge sehr hoher Lagerungsdichte oder eines zu bindigen Bodens nicht ausreichend zum Einbringen des Gründungselements auflösbar, breitet sich ein zunehmender Anteil der Schwingungsenergie im Boden aus und führt zu höheren Schwingungsamplituden im Umfeld des Einbringortes, ggf. verbunden mit einem Absinken der Rüttelfrequenz. Eine ausreichende Einbringgeschwindigkeit ist daher sicherzustellen. Hierzu wird empfohlen,

gemäß EAU 2020⁴ eine Einbringgeschwindigkeit von 1 m/min einzuhalten, um die Wahrscheinlichkeit einer erfahrungsgemäß schädigenden Einwirkung auf benachbarte Bebauung zu vermindern. Die Einbringgeschwindigkeit ist zu überwachen und durch die Aufzeichnung im Rüttler sowie im Rammtagebuch bzw. Rammprotokoll nachzuweisen.

Bei dem Einvibrieren werden durch den Rüttler am Kopf des Gründungselements Schwingungen verursacht, die im Boden lokal um das Gründungselement das Korngerüst des Bodens auflösen und mittels der Gewichtskraft des Rüttlers und des Gründungselements zum Einbringen in den Boden führen. Es ist daher der Einsatz eines bzgl. des Gründungselements ausreichend schweren Rüttlers zu empfehlen.

Grundsätzlich ist ein Rüttler mit einer regelbaren Unwucht und einem unwuchtarmen An-/Abfahren des Vibrators zu empfehlen, um niedrige Rüttelfrequenzen zu vermeiden. Somit wird die Gefahr von Nachverdichtung bzw. erschütterungsbedingten Sackungen verringert und um eine Anregung von Resonanzen an Immissionsorten vermieden. Darüber hinaus ist eine variable und möglichst hohe Betriebsfrequenz der Vibratoren zu empfehlen, um die Verdichtung des Bodens im Abstand zum Einbringort zu begrenzen und oberhalb von Resonanzfrequenzen an Immissionsorten zu halten. In Abhängigkeit der zum Einbringen des Gründungselements erforderlichen Leistung sollte die variable Betriebsfrequenz des Rüttlers maximal zwischen 35 und 40 Hz betragen.

Es ist keine Messung von Erschütterungen zur Überwachung von Anhaltswerten zur Vermeidung von Setzungen oder erschütterungsbedingten Sackungen möglich. Es ist daher eine messtechnische Beobachtung der Setzungen als Folge durch geodätisches Monitoring vorzunehmen, wobei diese zeitlich verzögert eintreten kann. Weiterhin ist beim Einrütteln der Gründungselemente die Einhaltung der Einbringgeschwindigkeit wie oben beschrieben zu überwachen und zu dokumentieren.

8.3 Technische Anlagen

Die prognostische Abschätzung der Erschütterungseinwirkungen hat für die Bebauung im Ort A maximale Schwingungsamplituden am Fundament von 0,3 mm/s und auf den Stockwerksdecken von 1,5 mm/s ergeben. In dem Betrieb A einschließlich der Werkstatt und den Büros betragen die prognostizierten maximalen Schwingungsamplituden am Fundament von 0,8 mm/s und auf den Stockwerksdecken von 2,7 mm/s.

Im vorliegenden Fall befindet sich die Bebauung des Ortes A in einem deutlichen Abstand von mehr als X zu dem maßgeblichen Baubetrieb mit erschütterungsintensiven Bauverfahren. Aufgrund des deutlichen Ausbreitungsabstands sind mit den prognostizierten Schwingungsamplituden keine maßgeblichen Erschütterungseinwirkungen auf reguläre technische Anlagen in Haushalten, Gewerbe und Industrie zu erwarten.

Bei den technischen Anlagen im Betrieb A handelt es sich vornehmlich um Verkehrs-, Förder- und Antriebstechnik einschließlich deren Steuerung, Industriesteuerungen, Netzwerkkommunikation, Kameras, Pumpen, unterbrechungsfreie Stromversorgungen, Messgeräte, z. B. zur Erfassung von Abständen sowie Computer einschließlich Festplatten. Die technischen Anlagen sind in geschlossenen Gebäuden auf offenen Bauwerken wie Stahlkonstruktionen aufgestellt. Die Erschütterungsempfindlichkeit der technischen Anlagen ist als gering zu bewerten, weil der typische Betrieb der Umgebungsbedingungen

⁴ Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen EAU 2020

denen eines industriellen Umfelds entspricht und in dem, anders als in Wohn- und Bürogebäuden, Schwingungen typischerweise auftreten und nicht wesensfremd sind.

Gleichwohl können im Fall von sehr geringen Abständen oder z. B. für den Fall einer Resonanzanregung einer baulichen Anlage, auf welcher die technische Anlage montiert ist, hohe Schwingungsamplituden nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Betriebseinschränkungen oder Schäden ist die Durchführung einer automatischen Erschütterungsüberwachung üblich. Im Fall erhöhter Schwingungsamplituden erfolgt eine Alarmierung der Betriebs- und Bauverantwortlichen, damit diese den Baubetrieb mit verminderten Erschütterungsemissionen fortführen. Diese Vorgehensweise wird üblicherweise z. B. bei Baumaßnahmen in der Nachbarschaft von Rechenzentren vorgenommen und insbesondere für technische Anlagen mit erhöhter Erschütterungsempfindlichkeit und in Störfallbetrieben empfohlen.

Sofern konkrete Anforderungen vorliegen, kann ein Vergleich mit den zu erwartenden Schwingungsamplituden vorgenommen werden. Sofern Erfahrung über Einschränkungen des Betriebes infolge von Erschütterungen vorliegen, kann eine genauere Betrachtung erfolgen.

8.4 Monitoring Erschütterungen

Vor dem Hintergrund der insbesondere zum Einbringen der Spundbohlen aufgrund des Baugrunds erforderlichen, erschütterungsintensiven Rammarbeiten wird dringend empfohlen, ein Monitoring der tatsächlich auftretenden Erschütterungseinwirkungen an repräsentativen Immissionsorten vorzunehmen.

Im Rahmen des Monitorings sind die Anforderungen zur Vermeidung erheblicher Belästigungen von Menschen in Gebäuden gemäß DIN 4150 Teil 2 und zur Vermeidung von Schäden an Gebäuden gemäß DIN 4150 Teil 3 einzuhalten. Zur Einhaltung der Anforderungen können Maßnahmen zum Erschütterungsschutz zur Verringerung der Immissionen erforderlich werden.

Als Maßnahme zum Erschütterungsschutz kommt beim Einsatz von Vibrationsrüttlern und Rüttelwalzen eine Anpassung der Betriebsfrequenzen zur Vermeidung der Resonanzanregung von Stockwerksdecken in Betracht. In den Prognosen hat sich für I3 – Messobjekt MO 1 Gebäude A mit der Verminderung der Anregungsfrequenz der Vibrationsrüttler von 40 Hz auf 30 Hz bzw. der Rüttelwalzen von 36 Hz auf 30 Hz eine Einhaltung der Anforderungen ergeben.

Eine weitere Maßnahme zum Erschütterungsschutz ist die gezielte räumlich-zeitliche Anordnung der erschütterungsintensiven Bauarbeiten in größere Abstände von betroffenen Immissionsorten, so dass die Immissionen lokal über den Tag zur Einhaltung der Anforderungen begrenzt werden.

Die Maßnahmen zum Erschütterungsschutz sind erforderlichenfalls in Abhängigkeit der beim Monitoring tatsächlich auftretenden Erschütterungsimmissionen im Konfliktfall zu ergreifen und der Baubetrieb in den Betriebsdrehzahlen und ggf. in der räumlich-zeitlichen Anordnung anzupassen.

Es wird empfohlen, die in der für Erschütterungen bei Baumaßnahmen gemäß DIN 4150 Teil 2 Abschnitt 6.5.4 angegebenen Maßnahmen zum Erschütterungsschutz mit der umfassenden Information und Aufklärung der Betroffenen, baubetriebliche Maßnahmen,

Benennung einer Ansprechstelle, Messung und Beurteilung der tatsächlich auftretenden Erschütterungseinwirkung vorzusehen.

Das Monitoring sollte an folgenden repräsentativen Immissionsorten erfolgen:

- Betrieb A, bauliche Anlage, nächstgelegene Punkte zum erschütterungsintensiven Baubetrieb, z. B. X, Y und Z,
- Betrieb A, technische Anlagen nach Erfordernis am Aufstellort z. B. auf Stockwerksdecken in dem Gebäude D,
- Betrieb A Gebäude F, Einwirkung auf Menschen auf Stockwerksdecken in einem Büro und/oder an einem weniger gestörten Ersatzmesspunkt (Wand, Fundament), z. B. X,
- Bebauung im Ort A: repräsentative Wohngebäude, Einwirkung auf Menschen auf Stockwerksdecken und/oder an einem weniger gestörten Ersatzmesspunkt (Wand, Fundament), wobei Gebäude der ersten Gebäudereihe im Bereich der Bebauung I3 – Messobjekt MO 1 Gebäude A, I6 – Messobjekt MO 2 Gebäude B, I7 – Messobjekt MO 3 Gebäude C in Frage kommen.

Aus den Schwingungsmessungen bei künstlicher Anregung in geringem Abstand von den Messobjekten wurden die frequenzabhängigen Übertragungsfunktionen vom Fundament auf die Stockwerksdecken ermittelt und sind somit bekannt. Der Betrieb des Monitorings kann auf ungestörten Ersatzmesspunkten auf dem jeweiligen Fundament bzw. an der aufgehenden Wand erfolgen und mit Hilfe der Übertragungsfunktionen die auf den Ersatzmesspunkten gemessenen Schwingungen auf die Stockwerksdecken umgerechnet werden.

Das Monitoring von Erschütterungen bietet den Vorteil, die momentane Einwirkung zu erfassen, während Setzungs- und Verformungsmessungen die Folgen der Erschütterungseinwirkungen ggf. erst später erfassen. Auf der anderen Seite kann mit dem Monitoring der Erschütterungseinwirkungen an baulichen Anlagen keine Aussage über die möglichen Erschütterungseinwirkungen auf den Boden im Gründungsbereich benachbarter baulicher Anlagen abgeleitet werden. Vorliegende Veröffentlichungen⁵ weisen auf die Möglichkeit hin, entsprechende Schwingungsmessungen im Boden vorzunehmen. Es handelt sich bei den vorgeschlagenen Werten allerdings um konservative Angaben und die erforderliche Lage des Messpunktes wird sehr von dem lokal anstehenden Boden und dem betreffenden Bauwerk und dessen Gründung abhängen. Aus diesen Gründen liegen für diese Fragestellung des Monitorings bisher keine allgemeingültigen Empfehlungen vor.

⁵ Erschütterungen und Setzungen bei Rammarbeiten, Dr.-Ing. Uwe Zerrenthin, Bundesanstalt für Wasserbau, BAWMitteilungen Nr. 95 2012

Anlage 14

Beispielbericht Bauerschütterungen

Prognose

Beispielbericht Bauerschütterungen Prognose

Projekt	2023XYZ
Inhalt	Vorhaben Neubau Musterstraße Erschütterungstechnische Untersuchung - Beispielbericht HiU Prognose
Dokument	2023-08-20-2023XYZ-N1-1-PE-BAUDYN Vorhaben Neubau Musterstraße: Erschütterungstechnische Untersuchung zur Einwirkung von Bauerschütterungen auf Menschen in Gebäuden, bauliche Anlagen und technische Anlagen unter Verwendung von messtechnisch mit künstlicher Anregung ermittelter Erschütterungsausbreitung im Boden und Erschütterungsübertragung auf bzw. innerhalb von repräsentativen Gebäuden
Auftraggeber	Vorhabenträger Musterstraße Musterort
Anmerkung	Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen.
Seitenanzahl	13
Datum	20.08.2023 baudyn GmbH Bearbeitung

Inhaltsverzeichnis

1	Prognose Eingangsdaten	2
1.1	Gerätedaten Rammen	2
1.1.1	Rammeinheit (Mittel)	2
1.1.2	Rammeinheit (Schwer)	3
1.2	Gerätedaten Verdichten	4
1.2.1	Walzenzug	4
1.2.2	Bodenverdichter	5
1.3	Gerätedaten Rückbau	6
1.4	Einwirkungszeit	6
1.5	Lagepläne Immissionsorte und Baubetrieb	6
1.5.1	Bauphase 1	6
1.5.2	Bauphase 2	6
1.5.3	Bauphase 5	6
1.6	Immissionsorte und Entfernungen zum Baubetrieb	6
1.6.1	Bauphasen 1-2	6
1.6.2	Bauphasen 5-7	6
2	Prognose Ergebnistabellen	7
2.1	Immissionsort I3: Gebäude A	7
2.2	Immissionsort I3.1 (Alternative Lösung: Rammarbeit bei 31.5 HZ): Gebäude A	7
2.3	Immissionsort I6: Gebäude B	7
2.4	Immissionsort I7: Gebäude C	7
2.5	Immissionsort I12: Gebäude D	7
2.6	Immissionsort I13: Gebäude E	8
2.7	Immissionsort I15: Gebäude F	8
3	Zusammenfassung der Prognoseergebnisse	9
3.1	Einwirkung auf bauliche Anlagen gemessen nach DIN 4150 T3	9
3.1.1	Bauphase 1.5 Verdichten	9
3.1.2	Bauphase 1.6 Rückbau	9
3.1.3	Bauphase 5.3 Rammung	9
3.2	Einwirkung auf Menschen in Gebäuden gemessen nach DIN 4150 T2	10
3.2.1	Bauphase 1.5 Verdichten	10
3.2.2	Bauphase 1.6 Rückbau	10
3.2.3	Bauphase 5.3 Rammung	10
4	Anforderungen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“	11
4.1	Teil 2 „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“	11
4.1.1	Tabelle 1: Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden	11
4.1.2	Tabelle 2 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen außer Sprengungen	12
4.2	Teil 3 „Einwirkung auf bauliche Anlagen“	13
4.2.1	Tabelle 1: kurzzeitige Einwirkungen auf das Gesamtgebäude	13
4.2.2	Tabelle 4: Dauererschütterungen des Gesamtgebäudes	14

1. Prognose Eingangsdaten

1.1 Gerätedaten Rammen

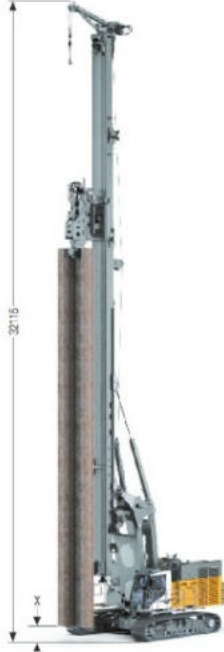
1.1.1 Rammeinheit (Mittel)

Rammeinheit 16 m						
Beschreibung nach BGL						
Geräteart			Kennzeichnung			
Kombiniertes Ramm- und Bohrgerät			J.0.00		J.0.00.0016	
Beschreibung			Traggerät in Sonderbauart mit drehbarem mast oder vergleichbar, Mäkler selbst aufrichtend, nach hinten ablegbar, für Transport teilbar, unter Flur absenkbar, zum Teil teleskopierbar, hydraulische Neigungsverstellung, mit leichter Drehbohrausrüstung einsetzbar			
Ohne Verschleißteile			Ramm- bzw. Vibrationsbär, Bohrausrüstung, Hilfswinde			
Kenngröße(n)			Beseilung, Gleitleisten, Hydraulikschläuche, Seilrollen			
			Max. Rammgutlänge (m)			
Max. Rammgutlänge		Motorleistung	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatliche Reparaturkosten	Monatliche Abschreibung-/Verzinsungskst.
m		kW	kg	€	€	€
16		560	50.000	1.024.000,00	26.600,00	24.600,00
Leistungsdaten						
Beispielgeräte gemäß BGL Kenngrößen gewählt						
		1				
Hersteller		Liebherr				
Kennzeichnung		LRB16				
max. Rammgutlänge [m]		15,2				
Motorleistung [kW]		390				
max. Drehmoment [kNm]		120				
max Vorschubkraft [kN]		200				
						

- Schlagramme (mittel): Schlagenergie E = 72 kN, Frequenz f = 10 Hz

- Vibrationsrüttler (mittel): Schlagenergie E = 14,6 kN, Frequenz f = 40 Hz

1.1.2 Rammeinheit (Schwer)

Rammeinheit 31 m					
Beschreibung nach BGL					
Geräteart		Kennzeichnung			
Kombiniertes Ramm- und Bohrgerät		J.0.00		J.0.00.0031	
Beschreibung		Traggerät in Sonderbauart mit drehbarem mast oder vergleichbar, Mätkler selbst aufrichtend, nach hinten ablegbar, für Transport teilbar, unter Flur absenkbar, zum Teil teleskopierbar, hydraulische Neigungsverstellung, mit leichter			
Ohne		Ramm- bzw. Vibrationsbär, Bohrausrüstung, Hilfswinde			
Verschleißteile		Beseilung, Gleitleisten, Hydraulikschläuche, Seilrollen			
Kenngröße(n)		Max. Rammgutlänge (m)			
Max. Rammgutlänge	Motorleistung	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatliche Reparaturkosten	Monatliche Abschreibung-/Verzinsungskst.
m	kW	kg	€	€	€
31	750	90.000	1.940.000,00	50.500,00	46.550,00
Leistungsdaten					
Beispielgeräte gemäß BGL Kenngrößen gewählt					
	1				
Hersteller	Liebherr				
Kennzeichnung	LRB 355.1				
max. Rammgutlänge [m]	26,5				
Motorleistung [kW]	750				
max. Drehmoment [kNm]	450				
max Vorschubkraft [kN]	400				
					

- Schlagramme (Schwer): Schlagenergie $E = 150 \text{ kN}$, Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$

- Vibrationsrüttler (schwer): Schlagenergie $E = 20,5 \text{ kN}$, Frequenz $f = 40 \text{ Hz}$

1.2 Gerätedaten Verdichten

1.2.1 Walzenzug

Walzenzug 25 t					
Beschreibung nach BGL					
Geräteart		Kennzeichnung			
Vibrationsglattwalze, Walzenzug		D.8.31		D.8.31.2500	
Beschreibung		Grundgerät mit Dieselmotor, abschaltbare Vibrationseinrichtung, Amplitude, Frequenz verstellbar, zweite Achse mit luftgefüllten Reifen (teilweise mit Wasser gefüllt), mit Zugaggregat luftbereift, Zweiachsenantrieb, Lenkung hydraulisch, Arbeitsbeleuchtung, Berieselungsanlage für zwei Medien, Fahrerkabine ROPS			
Kenngröße(n)		Max. Betriebsgewicht (kg)			
Max. Betriebsgewicht	Motorleistung	Walzendurchmesser	Mittlerer Neuwert	Monatliche Reparaturkosten	Monatliche Abschreibung-/Verzinsungskst.
kg	kW	mm	€	€	€
25.000	132	2.130	118.500,00	3.080,00	4.930,00
Leistungsdaten					
Beispielgeräte gemäß BGL Kenngrößen gewählt					
	1	2			
Hersteller	BOMAG	Ammann			
Kennzeichnung	BW 226 PDH-5	ARS 220 TIER 4F			
Max. Betriebsgewicht [kg]	27.500	26.000			
Motorleistung [kW]	150	160			
Walzendurchmesser [mm]	2.130	2.130			
					

- Walzenzug: Masse $G = 17,95 \text{ t}$, Betriebsfrequenz $f = 36 \text{ Hz}$

1.2.2 Bodenverdichter

Erdverdichter						
Beschreibung nach BGL						
Geräteart			Kennzeichnung			
nicht vorhanden						
Beschreibung						
Kenngröße(n)		Max. Betriebsgewicht (kg)				
Max. Betriebsgewicht	Motorleistung	Walzendurchmesser	Mittlerer Neuwert	Monatliche Reparaturkosten	Monatliche Abschreibung-/Verzinsungskst.	
kg	kW	mm	€	€	€	
Leistungsdaten						
Beispielgeräte gemäß BGL Kenngrößen gewählt						
	1	2				
Hersteller	BOMAG					
Kennzeichnung	BC 772 EB-4					
Max. Betriebsgewicht [kg]	36.400					
Motorleistung [kW]	340					
Walzendurchmesser [mm]	1.660					
						

- Bodenverdichter: Masse $G = 36,4 \text{ t}$, Betriebsfrequenz $f = 30 \text{ Hz}$

1.3 Gerätedaten Rückbau

- Stemm-Meißel (mittel): Schlagenergie $E = 8,9 \text{ kN}$, Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$
- Stemm-Meißel (schwer): Schlagenergie $E = 17,8 \text{ kN}$, Frequenz $f = 10 \text{ Hz}$.

1.4 Einwirkungszeit

Erschütterungen: Einwirkungs- und Beurteilungszeit		
	Beurteilungszeit	
	tags 6-22 Uhr	nachts 22-6 Uhr
	Einwirkungszeit	
Rammen	6 Stunden	0 Stunden
Verdichten	12 Stunden	0 Stunden
Rückbau	12 Stunden	0 Stunden

1.5 Lagepläne Immissionsorte und Baubetrieb

1.5.1 Bauphase 1

1.5.2 Bauphase 2

1.5.3 Bauphase 5

1.6 Immissionsorte und Entfernungen zum Baubetrieb

1.6.1 Bauphasen 1-2

1.6.2 Bauphasen 5-7

2. Prognose Ergebnistabellen

2.1 Immissionsort I3: Gebäude A

Tabellen Prognoseergebnisse für den betreffenden Immissionsort mit der Angabe folgender Beurteilungsgrößen

- gemäß DIN 4150 Teil 2 maximale bewertete Schwingstärke, Beurteilungs-Schwingstärke
- gemäß DIN 4150 Teil 3 maximale Schwinggeschwindigkeit und dominierende Frequenz

2.2 Immissionsort I3.1 (Alternative Lösung: Rammarbeit bei 31.5 HZ): Gebäude A

Tabellen Prognoseergebnisse für den betreffenden Immissionsort mit der Angabe folgender Beurteilungsgrößen

- gemäß DIN 4150 Teil 2 maximale bewertete Schwingstärke, Beurteilungs-Schwingstärke
- gemäß DIN 4150 Teil 3 maximale Schwinggeschwindigkeit und dominierende Frequenz

2.3 Immissionsort I6: Gebäude B

Tabellen Prognoseergebnisse für den betreffenden Immissionsort mit der Angabe folgender Beurteilungsgrößen

- gemäß DIN 4150 Teil 2 maximale bewertete Schwingstärke, Beurteilungs-Schwingstärke
- gemäß DIN 4150 Teil 3 maximale Schwinggeschwindigkeit und dominierende Frequenz

2.4 Immissionsort I7: Gebäude C

Tabellen Prognoseergebnisse für den betreffenden Immissionsort mit der Angabe folgender Beurteilungsgrößen

- gemäß DIN 4150 Teil 2 maximale bewertete Schwingstärke, Beurteilungs-Schwingstärke
- gemäß DIN 4150 Teil 3 maximale Schwinggeschwindigkeit und dominierende Frequenz

2.5 Immissionsort I12: Gebäude D

Tabellen Prognoseergebnisse für den betreffenden Immissionsort mit der Angabe folgender Beurteilungsgrößen

- gemäß DIN 4150 Teil 2 maximale bewertete Schwingstärke, Beurteilungs-Schwingstärke
- gemäß DIN 4150 Teil 3 maximale Schwinggeschwindigkeit und dominierende Frequenz

2.6 Immissionsort I13: Gebäude E

Tabellen Prognoseergebnisse für den betreffenden Immissionsort mit der Angabe folgender Beurteilungsgrößen

- gemäß DIN 4150 Teil 2 maximale bewertete Schwingstärke, Beurteilungs-Schwingstärke
- gemäß DIN 4150 Teil 3 maximale Schwinggeschwindigkeit und dominierende Frequenz

2.7 Immissionsort I15: Gebäude F

Tabellen Prognoseergebnisse für den betreffenden Immissionsort mit der Angabe folgender Beurteilungsgrößen

- gemäß DIN 4150 Teil 2 maximale bewertete Schwingstärke, Beurteilungs-Schwingstärke
- gemäß DIN 4150 Teil 3 maximale Schwinggeschwindigkeit und dominierende Frequenz

3. Zusammenfassung der Prognoseergebnisse

3.1 Einwirkung auf bauliche Anlagen gemessen nach DIN 4150 T3

3.1.1 Bauphase 1.5 Verdichten

Tabellen mit den Anforderungen und den Prognoseergebnissen maximale Schwinggeschwindigkeit am Fundament und auf Stockwerksdecken der untersuchten Immissionsorte für die betreffende Bauphase

3.1.2 Bauphase 1.6 Rückbau

Tabellen mit den Anforderungen und den Prognoseergebnissen maximale Schwinggeschwindigkeit am Fundament und auf Stockwerksdecken der untersuchten Immissionsorte für die betreffende Bauphase

3.1.3 Bauphase 5.3 Rammung

Tabellen mit den Anforderungen und den Prognoseergebnissen maximale Schwinggeschwindigkeit am Fundament und auf Stockwerksdecken der untersuchten Immissionsorte für die betreffende Bauphase

3.2 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden gemessen nach DIN 4150 T2

3.2.1 Bauphase 1.5 Verdichten

Tabellen mit den Anforderungen und den Prognoseergebnissen maximale bewertete Schwingstärke und Beurteilungs-Schwingstärke der untersuchten Immissionsorte für die betreffende Bauphase

3.2.2 Bauphase 1.6 Rückbau

Tabellen mit den Anforderungen und den Prognoseergebnissen maximale bewertete Schwingstärke und Beurteilungs-Schwingstärke der untersuchten Immissionsorte für die betreffende Bauphase

3.2.3 Bauphase 5.3 Rammung

Tabellen mit den Anforderungen und den Prognoseergebnissen maximale bewertete Schwingstärke und Beurteilungs-Schwingstärke der untersuchten Immissionsorte für die betreffende Bauphase

4. Anforderungen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“

4.1 Teil 2 „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“

4.1.1 Tabelle 1: Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 1 (Ausgabe Juni 1999)							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0.3	6	0.15	0.2	0.4	0.1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0.15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
5	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
In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.							

4.1.2 Tabelle 2 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen außer Sprengungen

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 2 (Ausgabe Juni 1999)									
Dauer	$D \leq 1$ Tag			6 Tage < D < 26 Tage ¹			26 Tage < D $\leq$ 78 Tage ¹		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beurteilungsgrößen	A_u	$A_o^{*)}$	A_r	A_u	$A_o^{*)}$	A_r	A_u	$A_o^{*)}$	A_r
Stufe I	0.8	5	0.4	0.4	5	0.3	0.3	5	0.2
Stufe II	1.2	5	0.8	0.8	5	0.6	0.6	5	0.4
Stufe III	1.6	5	1.2	1.2	5	1.0	0.8	5	0.6
^{*)} Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_o = 6$ ¹ Die Werte werden durch lineare Interpolation bestimmt und sind in der Norm in einem Diagramm angegeben.									

4.2 Teil 3 „Einwirkung auf bauliche Anlagen“

4.2.1 Tabelle 1: kurzzeitige Einwirkungen auf das Gesamtgebäude

	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i, \max}$ in mm/s				
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$ Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken, vertikal, $i = z$
		1 bis 10 Hz	10 bis 50 Hz	50 bis 100 Hz ^a	alle Frequenzen	alle Frequenzen
Spalte Zeile	1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen <u>und</u> besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20 ^b
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 bis 5 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.						
^a Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden. ^b Unterabschnitt 5.1.2 Absatz 2 ist zu beachten.						

4.2.2 Tabelle 4: Dauererschütterungen des Gesamtgebäudes

	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i, \max}$ in mm/s	
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen	Decken, vertikal, alle Frequenzen
Spalte Zeile	1	2	3
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
2	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen <u>und</u> besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10 ^a
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 bis 5 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.			
^a Unterabschnitt 6.1.2 ist zu beachten			

Landesbetrieb Straßenwesen
Brandenburg - LS
Lindenallee 51
15366 Hoppegarten