Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

Erneuerung EÜ Drimbornstraße in Aachen

– Baubedingte Immissionen –

Bericht Nr. 250-6379_02

im Auftrag der

DB Netz AG

Bamberg, im Mai 2023

MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

Erneuerung EÜ Drimbornstraße in Aachen

– Baubedingte Immissionen –

Bericht-Nr.:	250-6379_02
Dieser Bericht ersetzt den	Bericht Nr. 250-6379_01 vom 29.07.2022
Datum:	03.05.2023
Auftraggeber:	DB Netz AG Regionalbereich West
Auftragnehmer:	Möhler + Partner Ingenieure AG Mußstraße 18 96047 Bamberg T + 49 951 160 952 - 0 F + 49 951 160 952 - 99 www.mopa.de info@mopa.de
Bearbeiter:	M.Sc. Daniel Littwin Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Inga Hüsing

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung 7
2. Grundlagen 8
2.1 Schall 8
2.2 Erschütterung 12
3. Örtliche Gegebenheiten 16
4. Baubetriebsablauf 18
4.1 Baudurchführung 18
4.2 Bauzeiten 19
4.3 Maschineneinsatz 19
5. Schallschutz 20
5.1 Schallemissionen 20
5.2 Schallimmissionen 20
5.3 Vorbelastung 29
5.4 Prüfung von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms 30
5.5 Prüfung von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung 32
5.6 Bewertung der Schutzmaßnahmen 33
6. Erschütterungsschutz 36
6.1 Geologie 36
6.2 Untersuchungen 36
6.3 Bewertung 38
6.4 Schutzmaßnahmen 39
7. Zusammenfassung 40
8. Anlagen 43

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahme (Quelle: OpenRailwayMap, 2023) 16

Abbildung 2: Prognostizierte Anwesen in der Nachbarschaft mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte am **Tag** in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m) 25

Abbildung 3: Prognostizierte Anwesen in der Nachbarschaft mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte in der **Nacht** in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m) 28

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Zeitkorrekturen nach 6.7.1. AVV Baulärm 9

Tabelle 2: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2 13

Tabelle 3: Anhaltswerte A zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2, Tabelle 1 14

Tabelle 4: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen 15

Tabelle 5: Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft 21

Tabelle 6: Prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm bzw. der Zumutbarkeitsschwelle 22

Tabelle 7: Beurteilungspegel durch die Vorbelastung an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft in dB(A) 29

Tabelle 8: Prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen sowohl der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm als auch der Vorbelastung 30

Grundlagenverzeichnis:

[1] 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 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) geändert worden ist"

[2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm), vom 19. August 1970 (BAnz. Nr. 160)

[3] DIN ISO 9613-2, „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999

[4] IMMI 2020: EDV Programm zur Schallimmissionsprognose, Wölfel Engineering GmbH + Co. KG

[5] Urteil des BVerwG 7 A 11.11 vom 10. Juli 2012

[6] Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), die zuletzt durch Artikel 24 Absatz 3 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2154) geändert worden ist

[7] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Dezember 2022

[8] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999

[9] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016

[10] Digitale Planunterlagen und Angaben zum Bauablauf, DB Engineering & Consulting GmbH, Stand: April 2023

[11] Baugesetzbuch (BauGB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 6) geändert worden ist

[12] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die durch Artikel 3 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 6) geändert worden ist

[13] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2004

[14] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden 1998

[15] Maschineneigene Störschallpegel L_N [dB(A)] von Gleisbaumaschinen, DB Mobility Networks Logistics, Eisenbahnunfallkasse EUK, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Stand: November 2012

[16] Gerhard Müller, Michael Möser (Hrsg.): Taschenbuch der technischen Akustik, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Springer Verlag 2004

[17] Forum Schall, Emissionsdatenkatalog von Bau- und Arbeitsmaschinen, Umweltbundesamt Österreich, Januar 2022

[18] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen

[19] Richtlinie 2005/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2005 zur Änderung der Richtlinie 2000/14/EG über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen

[20] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV), vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 14 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist

[21] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013

[22] Baugrund- und Gründungsgutachten „Erneuerung EÜ Drimbornstraße in Aachen, Strecke 2600 Köln Hbf – Aachen Hbf, km 68,493“, IBES Baugrundinstitut GmbH, 15.01.2016

[23] Verkehrsdaten der Bahnstrecken 2600, 2560 und 2564 für den Ist-Zustand, DB Netz AG, übermittelt am 13.05.2020

[24] Flächennutzungsplan der Stadt Aachen, https://geoportal.aachen.de/extern/?rl=, abgerufen am 03.05.2023

[25] Rechtskräftige Bebauungspläne der Stadt Aachen, https://geoportal.aachen.de/extern/?rl=, abgerufen am 03.05.2023

1. Aufgabenstellung

Die DB Netz AG plant die Erneuerung der Eisenbahnüberführung (EÜ) Drimbornstraße bei ca. Bahn-km 68,493 der Strecke 2600 Köln – Aachen in Aachen.

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

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

Mit der Durchführung der schall- und erschütterungstechnischen Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG von der DB Netz AG mit dem Schreiben vom 05.04.2023 beauftragt.

2. Grundlagen

Baustellen gelten nach § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [1] als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Nach BImSchG wird vom Betreiber gefordert, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und dass unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Schädliche Umwelteinwirkungen sind nach § 3 Abs. 1 BImSchG Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, erhebliche Belästigungen herbeizuführen.

2.1 Schall

Für Art und Ausmaß des Baulärms ist gemäß § 66 BImSchG die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – (AVV Baulärm 1970) [2] maßgebend. Sie konkretisiert für Baumaschinengeräusche den unbestimmten Rechtsbegriff der schädlichen Umwelteinwirkungen aus § 3 Abs. 1 BImSchG nach Art und Ausmaß. Daneben ist die Dauer der lärmintensiven Bautätigkeiten ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Schädlichkeit der Umwelteinwirkung im Sinne des § 3 Abs. 1 BImSchG.

2.1.1 AVV Baulärm

Die AVV Baulärm gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden.

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

„...

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

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

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

Tabelle 1: Zeitkorrekturen nach 6.7.1. AVV Baulärm

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer		Zeitkorrektur [dB(A)]
Tagzeit: 7:00 bis 20:00 Uhr	Nachtzeit: 20:00 bis 7:00 Uhr	
bis 2,5 Stunden	bis 2 Stunden	10
über 2,5 Stunden bis 8 Stunden	über 2 Stunden bis 6 Stunden	5
über 8 Stunden	über 6 Stunden	0

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

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

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

Überschreitet der Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Geräusches den Immissionsrichtwert um mehr als 5 dB(A), sollen nach Nummer 4 der AVV Baulärm [2] Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden, wobei die Eingriffsschwelle in der Prognose nicht anzuwenden ist.

Nach Nr. 4.1. der AVV Baulärm [2] kommen als Maßnahmen zur Minderung des Baulärms insbesondere in Betracht:

a) Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle,

b) Maßnahmen an den Baumaschinen,

c) die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen,

d) die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren,

e) die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen.

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

Die für eine Prognose zu ermittelnden Wirkpegel (entsprechend Nr. 6.6. der AVV Baulärm [2]) werden durch Schallausbreitungsberechnung dargestellt. Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 [3] mit der Software IMMI [4].

2.1.2 Vorbelastung

Entsprechend Ziffer 4.1. der AVV Baulärm [2] kann von Maßnahmen gegen Baulärm abgesehen werden, soweit durch den Baubetrieb infolge nicht nur gelegentlich einwirkender Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten.

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

Besteht eine Vorbelastung aus anderen Lärmquellen, kann sich diese Zumutbarkeitsschwelle der Anwohner für Baulärm erhöhen. Diese Möglichkeit ist jedoch eine Kann-Regelung, deren Anwendung im Einzelfall entschieden werden muss. Zunächst müssen jedoch aus gutachterlicher Sicht die Möglichkeiten der Maßnahmen zur Minderung des Baulärms nach Abschnitt 4 der AVV Baulärm [2] geprüft und dargestellt werden.

Die Erhöhung der Zumutbarkeitsschwelle ist eine behördliche Entscheidung, die anhand der Umstände des Einzelfalls zu treffen ist. Die AVV Baulärm enthält hierzu kein eigenes Ermittlungsverfahren wie die Vorbelastung eingehen soll. Im Rahmen der aktuellen Rechtsprechung hat das Bundesverwaltungsgericht hierzu folgendes ausgeführt [5]:

„... Eine Abweichung von den Immissionsrichtwerten kann danach etwa dann in Betracht kommen, wenn im Einwirkungsbereich der Baustelle eine tatsächliche Lärmvorbelastung vorhanden ist, die über dem maßgeblichen Richtwert der AVV Baulärm liegt. Dabei ist der Begriff der Vorbelastung hier nicht einschränkend in dem Sinne zu verstehen, dass nur Vorbelastungen durch andere Baustellen erfasst werden... Maßgeblich ist vielmehr die Vorbelastung im natürlichen Wortsinn. „Nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG gehen nur von solchen baustellenbedingten Geräuschimmissionen aus, die dem Einwirkungsbereich mit Rücksicht auf dessen durch die Gebietsart und die konkreten tatsächlichen Verhältnisse bestimmte Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit nicht mehr zugemutet werden können. Für die Gebietsart ist dabei von der bebauungsrechtlich geprägten Situation der betroffenen Grundstücke (im Einwirkungsbereich) auszugehen, für die tatsächlichen Verhältnisse spielen insbesondere Geräuschvorbelastungen eine wesentliche Rolle...“

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

Dies ist bei Schienenverkehrsgeräuschen mit den längeren Zugpausen zwar nicht der Fall, in der Entscheidungsbegründung zu [5] können jedoch Baulärmimmissionen bis zu den vorhandenen Lärmvorbelastungen ohne „nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG [6] aufgrund der konkreten tatsächlichen Verhältnisse den Anwohnern noch zugemutet werden.

Begründet wird dies damit, dass erwartet werden kann, dass die Außenbauteile der jeweiligen Gebäude gegenüber der vorhandenen Verkehrslärmvorbelastung (im o. g. Urteil der Straßenverkehr) ohne eine Minderung der Gebrauchsfähigkeit der Wohnungen ausgelegt sind sowie diese Lärmimmissionen nur temporär über eine begrenzte Zeitdauer einwirken werden.

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

Eine Lärmvorbelastung ist im Bereich der Baumaßnahme neben den umliegenden Straßen durch den Verkehrslärm der Bahnlinien 2600 Köln – Aachen, 2560 Haaren (b Aachen) – Aachen-Rothe Erde und 2564 Aachen-Rothe Erde – Aachen [23] gegeben. Im Einflussbereich dieser Verkehrswege ergibt sich eine Geräuschvorbelastung durch Verkehrslärm von bis zu ca. 68/70 dB(A) Tag/Nacht.

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

Die Beurteilungspegelkarten für die Geräuschvorbelastung sind in der Anlage 3 dargestellt.

2.1.3 Grundrechtliche Zumutbarkeitsschwelle

Eine weitere, allgemein einzuhaltende Schwelle im Immissionsschutz sind Geräuscheinwirkungen oberhalb der verfassungsrechtlichen Zumutbarkeitsgrenze. Der Bereich der grundrechtlichen Zumutbarkeitsgrenze wird üblicherweise bei Außenlärmpegeln von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts angesetzt (vgl. exemplarisch BVerwG – 7 A 11.11 [5]). Diese Schwelle wird regelmäßig für die Beurteilung des Gesamtlärms bei Planfeststellungsverfahren für den dauerhaften Betrieb der fertiggestellten Anlage herangezogen. Für temporäre Baulärmeinwirkungen gibt es hierzu keine spezifischen Regelungen. Dennoch kann die Zumutbarkeitsschwelle zugunsten der schutzwürdigen Nachbarschaft als Orientierungshilfe für temporäre baubedingte Immissionen zugrunde gelegt werden.

2.2 Erschütterung

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

2.2.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2 [8]. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen selten auftretenden kurzzeitigen bzw. häufigen Einwirkungen. Entsprechend Punkt 6.5.1 der DIN 4150-2 sind bis zu drei Ereignisse je Tag als selten einzustufen. Aufgrund der Erregerquellen beim Baubetrieb ist im vorliegenden Fall grundsätzlich von häufigen Einwirkungen auszugehen.

Die Beurteilung erfolgt dabei anhand folgender zwei Beurteilungsgrößen:

- maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}

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

- Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr}

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

Die Beurteilung nach DIN 4150-2 erfolgt für häufige Einwirkungen nach folgender Vorgehensweise:

- Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u, dann sind die Anforderungen der Norm eingehalten.

- Ist der KB_{Fmax} größer als der (obere) Anhaltswert A_o, dann sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.

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

Das beschriebene Verfahren ist dabei grundsätzlich bei allen Arten von Erschütterungseinwirkungen anzuwenden, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Anhaltswerte nicht schematisch anzuwenden sind und eine Beurteilung im Einzelfall zu erfolgen hat. Dabei ist im Einzelfall zu prüfen, ob die entsprechenden Werte aufgrund von Art, Ausmaß und Dauer der Erschütterungseinwirkungen geeignet sind, deren Erheblichkeit und Zumutbarkeit sachgerecht zu beurteilen.

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch baubedingte Erschütterungen wird in Kapitel 6.5.4 der DIN 4150-2 [8] beschrieben.

Bei der Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen sind tags (6:00 bis 22:00 Uhr) die durch den Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungen nach den folgend dargestellten Anhaltswerten aus der DIN 4150-2 [8] gebietsunabhängig zu bewerten.

Tabelle 2: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2

Dauer	**D ≤ 1 Tage**			**6 Tage < D ≤ 26 Tage**			**26 Tage < D < 78 Tage**		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A_u	A_o*)	A_r	A_u	A_o*)	A_r	A_u	A_o*)	A_r
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6

*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_o = 6$

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

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

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

Baubedingte Erschütterungen nachts (22:00 bis 6:00 Uhr) bzw. Erschütterungseinwirkungen mit einer Dauer von über 78 Tagen werden in Abhängigkeit von der jeweiligen Schutzbedürftigkeit des Einwirkungsortes anhand der Anhaltswerte beurteilt, die nachfolgend dargestellt sind:

Tabelle 3: Anhaltswerte A zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2, Tabelle 1

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A_u	A_r	A_o	A_u	A_r	A_o
1	Industriegebiete	0,4	0,2	6	0,3	0,15	0,6
2	Gewerbegebiete	0,3	0,15	6	0,2	0,1	0,4
3	Misch-, Dorf- bzw. Kerngebiete	0,2	0,10	5	0,15	0,07	0,3
4	Allgemeine bzw. reine Wohngebiete	0,15	0,07	3	0,1	0,05	0,2
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. Krankenhäuser	0,1	0,05	3	0,1	0,05	0,15

2.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150, Teil 3 [9]. Dabei nennt die Norm Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes zu erwarten sind.

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

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

Bei Wohngebäuden nach den Tabellen 1, 4 oder B1, jeweils Zeilen 2 und 3, der DIN 4150, Teil 3 [9] ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.

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

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

Beurteilungsverfahren

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

Werden beispielsweise Rammträger eingerüttelt, Pfahlwände gebohrt, Flächen verdichtet etc., ist vom Belastungsfall durch Dauererschütterungen auszugehen. Bei der Beurteilung nach der DIN 4150-3 [9] werden folglich die messtechnisch erfassten maximalen Schwinggeschwindigkeiten v_{max} mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

Anhaltswerte zur Beurteilung

Einwirkungen auf bauliche Anlagen werden mittels der unbewerteten Schwinggeschwindigkeit v_i bewertet. In Abhängigkeit von der Gebäudeart erfolgt die Beurteilung nach unterschiedlich hohen Anhaltswerten. Die Zuordnung der Gebäude erfolgt grundsätzlich durch Inaugenscheinnahme. Die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150-3 [9] für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen werden in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen

		Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i, max}$ in mm/s	
	Gebäudeart	oberste Gebäudedecke, horizontal	vertikale Deckenschwingungen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10*

*Unterabschnitt 6.1.2 der DIN 4150-3 ist zu beachten

3. Örtliche Gegebenheiten

Die geplante Baumaßnahme an der EÜ Drimbornstraße befindet sich bei ca. Bahn-km 68,493 der Bahnstrecke 2600 Köln – Aachen (siehe nachfolgende Abbildung 1) in der Stadt Aachen.

Im Bereich der Eisenbahnüberführung verlaufen zudem die Bahnstrecken 2560 Haaren (b Aachen) – Aachen-Rothe Erde und 2564 Aachen-Rothe Erde – Aachen.

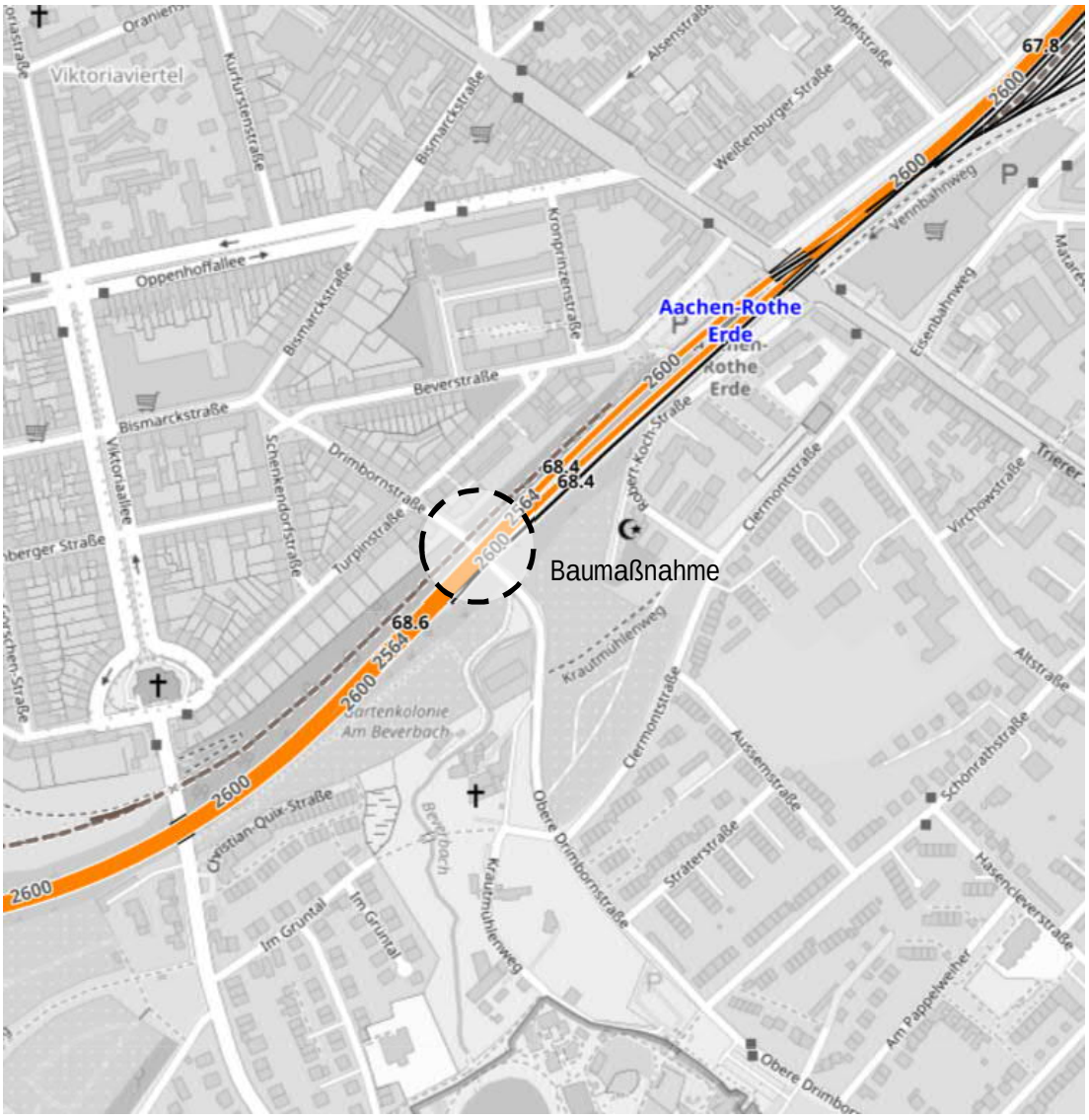


Abbildung 1: Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahme (Quelle: OpenRailwayMap, 2023)

Gemäß Kapitel 3.2.1. bis 3.2.3. der AVV Baulärm [2] sind für die Anwendung der Immissionsrichtwerte die Festsetzungen in den Bebauungsplänen maßgeblich. In Gebieten, in denen keine Festsetzungen in Bebauungsplänen bestehen, „ist die tatsächliche bauliche Nutzung zugrunde zu legen".

Bestehende Festsetzungen wurden aus vorhandenen rechtskräftigen Bebauungsplänen [25] übernommen. In Bereichen ohne entsprechende Festsetzungen wurde die Schutzbedürftigkeit der betroffenen Gebiete anhand der tatsächlichen Nutzung eingestuft. Die Einstufung wurde zudem mit den Ausweisungen des Flächennutzungsplans [24] abgeglichen.

Demzufolge sind im Umfeld der Baumaßnahme an der EÜ Drimbornstraße folgende schutzbedürftige Nutzungen vorhanden:

- Nördlich der Baumaßnahme befinden sich im unmittelbaren Umfeld Gebiete, die aufgrund der tatsächlichen Nutzung als Mischgebiete (MI) einzustufen sind. Die Beurteilung erfolgt nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm.
- In nördlicher Richtung folgen in einer Entfernung von ca. 150 m planungsrechtlich gesicherte allgemeine Wohngebiete (WA), besondere Wohngebiete (WB), Mischgebiete (MI) sowie Kerngebiete (MK), die nach Nr. 3.1.1. c) bzw. d) der AVV Baulärm beurteilt werden.
- Südlich der Baumaßnahme befinden sich planungsrechtlich gesicherte Mischgebiete (MI) sowie Anwesen im Außenbereich nach § 35 BauGB [11], die ebenfalls nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm beurteilt werden.
- Im Anschluss folgen südöstlich planungsrechtlich gesicherte Mischgebiete (MI) und allgemeine Wohngebiete (WA) sowie Gebiete, die aufgrund der tatsächlichen Nutzung als allgemeine Wohngebiete (WA) bzw. Mischgebiete (MI) einzustufen sind. In einer Entfernung von ca. 300 m befindet sich zudem ein Seniorenheim. Die Beurteilung für diese Gebiete erfolgt nach Nr. 3.1.1. c), d) bzw. f) der AVV Baulärm.
- Südwestlich liegen in einer Entfernung von ca. 200 m weitere planungsrechtlich gesicherte allgemeine Wohngebiete (WA) sowie Gebiete, die aufgrund der tatsächlichen Nutzung als allgemeine Wohngebiete (WA) einzustufen sind und nach Nr. 3.1.1 d) der AVV Baulärm beurteilt werden.

4. Baubetriebsablauf

4.1 Baudurchführung

Die regulär geplante Baudurchführung stellt sich gemäß den vom Auftraggeber übermittelten Rahmenbedingungen [10] wie folgt dar:

Bauphase 0: Durchpressung/Leitungsverlegung (Dauer ca. 6 Monate)

- Herstellung Start- und Zielbaugruben
- Durchpressen
- Herstellen der Muffengruben
- Umverlegung Kabel/Leitungen im Böschungs- und Straßenbereich

Bauphase 1+2: Vorarbeiten/Verbauarbeiten (Dauer ca. 8-12 Wochen)

- Herstellen Arbeitsebene
- Umlegung MW-Kanal
- Teilabbruch Bach
- Herstellung Verbau (Bach)

Bauphase 3: Erneuerung/Umverlegung Bach (Dauer ca. 8-12 Wochen)

- Herstellung Vollrahmen
- Umleitung
- Kürzen der Bohrpfahlwände
- Abbruch/Verfüllung Bach

Bauphase 4+5: Tiefgründung EÜ (Dauer ca. 12-16 Wochen)

- Einbringen der Bohrpflähle
- Herstellung Bodenplatte + Innenschale + Portale + Randkappen

Bauphase 6: Stützwände (Dauer ca. 12 Wochen)

- Einbringen der Bohrpflähle
- Herstellung Pfahlkopfplatte
- Herstellung Wand + Anker
- Herstellung Hinterfüllung + Verdichtung

Bauphase 7: Restarbeiten (Dauer ca. 4 Wochen)

- Wiederherstellung der Straße

4.2 Bauzeiten

Die Bauzeit der Maßnahme beträgt voraussichtlich ca. 20 Monate. Die Arbeiten finden vorwiegend im Zeitraum Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) statt.

Während den Arbeiten zur Durchpressung in Bauphase 0 werden auch Tätigkeiten im Zeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) erforderlich.

4.3 Maschineneinsatz

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

- LKW
- Bagger
- Bagger mit Meißel
- Bagger mit Greifer
- Radlader
- Presslufthammer
- Bohrgerät, Ankerbohrgerät
- Trennschleifer
- Betonfahrzeuge/Betonpumpe/Flaschenrüttler
- Plattenrüttler
- Kreissäge
- Kettensäge
- Mobilkran
- Walze
- Hydraulikpresse/hydraulische Vortriebsmaschine
- Asphaltfertiger
- Asphaltfräse

5. Schallschutz

5.1 Schallemissionen

Ausgehend von den durchzuführenden Bautätigkeiten in den einzelnen Bauphasen (siehe Kapitel 4.1) wurden die Schallleistungspegel der gutachterlich abgeschätzten, voraussichtlich zum Einsatz kommenden Baumaschinen (bzw. Arbeitsvorgänge) als Schallleistungswirkpegel abgebildet. Die Prognose der Geräusche der üblichen Maschinen- und Arbeitsvorgänge erfolgte entsprechend der Literaturangaben ([13], [14], [15], [16], [17]). Dabei enthalten sind emissionsseitige Zuschläge für Impulse, ausgedrückt durch den Taktmaximalpegel (emissionsseitiger Wirkpegel). Die einzelnen Schallleistungswirkpegel innerhalb der relevanten o. g. Bautätigkeiten sind aus der Anlage 2 ersichtlich.

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

Da zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht genau abgesehen werden kann, welche Geräte, Bauabläufe oder Maschineneinsatzzeiten zur Anwendung kommen, wurden die wirkenden Schallleistungspegel energetisch zu einer Schallquellengruppe je Bauphase summiert und entsprechend ihrer Abstrahlungscharakteristik als Flächenquelle nach DIN ISO 9613-2 [3] modelliert.

Für die betroffene Nachbarschaft ergeben sich aus der jeweils vom Fortschritt der Baumaßnahme abhängigen Entfernung der Tätigkeiten unterschiedliche Geräuschimmissionen. Dies kann an den Immissionsorten im Nahbereich der Baustelle um ca. 5 dB(A) höhere oder niedrigere Beurteilungspegel ergeben. Die detaillierten Eingabedaten der angesetzten Schallquellen können den Anlagen 1 und 2 entnommen werden.

Kurzzeitige Geräuschspitzen treten bei den durchzuführenden Bautätigkeiten erfahrungsgemäß mit Schallleistungspegeln von bis zu L_{WAmax} = 117 dB(A) auf. Kurzzeitige Geräuschspitzen ragen um höchstens ca. 17 dB(A) aus dem angenommenen Mittelungspegel der Bautätigkeiten heraus. Da die kurzzeitigen Geräuschspitzen nicht mehr als 20 dB(A) über dem Mittelungspegel liegen, kann auf eine gesonderte Betrachtung gem. Nr. 3.1.3. der AVV Baulärm [2] verzichtet werden. Eine etwaige Überschreitung der Anforderungen wird bereits anhand der Mittelungspegel aufgezeigt.

5.2 Schallimmissionen

Nach AVV Baulärm [2] erfolgt die Beurteilung der von Baustellen ausgehenden Geräusche 0,5 m vor dem am stärksten betroffenen geöffneten Fenster von Gebäuden, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Die Schutzbedürftigkeit entspricht den Festsetzungen aus den Bebauungsplänen bzw. der tatsächlichen Nutzung (siehe Kapitel 3) und wurde den entsprechenden Kategorien der AVV Baulärm (Kapitel 2.1.1) zugeordnet.

Ausgehend von den angesetzten Schallquellen (siehe Anlage 2) wurden die Schallimmissionen mittels Einzelpunktberechnungen sowie flächenhaften Ausbreitungsberechnungen nach DIN ISO 9613-2 [3] unter Verwendung der Software IMMI [4] ermittelt.

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

Das Ergebnis der Ausbreitungsberechnung ist für alle Bauphasen mit einer Aufpunkthöhe von 6 m über Geländeoberkante (GOK) in der Anlage 3 dokumentiert.

Die dargestellten Beurteilungspegel stellen einen möglichst realistischen Baustellenbetrieb, d. h. unter Berücksichtigung einer angenommenen durchschnittlichen Auslastung der Baumaschinen innerhalb der Baumaßnahme dar. Zudem ist eine Mitwindsituation (C_{Met} = 0) nach DIN ISO 9613-2 [3] angesetzt. Sollte aufgrund von derzeit noch nicht bekannten oder nicht absehbaren Schwierigkeiten der Baufortschritt verlangsamt werden, kann eine entsprechend längere oder sogar höhere Belastung (verändertes Bauverfahren/veränderter Maschineneinsatz im Vergleich zu den Annahmen) auftreten.

In folgender Tabelle sind die Berechnungsergebnisse für die durchzuführenden Bautätigkeiten für den Beurteilungszeitraum Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) bei Annahme einer durchschnittlichen tageszeitlichen Bautätigkeit von über 8 Stunden bzw. für den Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) bei Annahme einer durchschnittlichen nächtlichen Bautätigkeit von über 6 Stunden für ausgewählte Immissionsorte zusammengefasst.

Die jeweilige Lage der Immissionsorte ist in der Anlage 3 dargestellt.

Tabelle 5: Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft

Bau-phase	Durchschnittliche Betriebsdauer tags > 8 h bzw. nachts > 6 h[dB(A)]			
	Drimbornstr. 18	**Aussemstr. 2**	**Bismarckstr. 150**	**Altstr. 16-32**
	IRW = 60/45 nach Nr. 3.1.1. c)	IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)	IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)	IRW = 45/35 nach Nr. 3.1.1. f)
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
0	**69/58**	52/27	52/27	45/30
1+2	**71**/–	54/–	54/–	**47**/–
3	**71**/–	54/–	54/–	**47**/–
4+5	**70**/–	53/–	53/–	**46**/–
6	**69**/–	52/–	52/–	45/–
7	**64**/–	43/–	46/–	36/–

Fett: Überschreitung der Immissionsrichtwerte, IRW = Immissionsrichtwerte

Die Berechnungsergebnisse für die Tagzeit zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle rechnerisch um bis zu ca. 11 dB(A) überschritten werden können. Dabei kommt es in allen Bauphasen zu Überschreitungen.

Die Berechnungsergebnisse für die Nachtzeit zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle in Bauphase 0 rechnerisch um bis zu ca. 13 dB(A) überschritten werden können. In den weiteren Bauphasen sind keine Nachtarbeiten vorgesehen.

In nachfolgender Tabelle ist in Abhängigkeit von der jeweiligen Bauphase und der Schutzbedürftigkeit der Nachbarschaft die Anzahl der Gebäude mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm prognostiziert. Zusätzlich ist informativ die Anzahl der Gebäude mit Beurteilungspegeln ab 70/60 dB(A) Tag/Nacht angegeben.

Tabelle 6: Prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm bzw. der Zumutbarkeitsschwelle

Bauphase	Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. f)	Gesamt	davon ≥ 70/60 dB(A)
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
0	< 5/ca. 5	–/–	–/–	< 5/ca. 5	–/–
1+2	< 5/–	–/–	1/–	ca. 5/–	1/–
3	< 5/–	–/–	1/–	ca. 5/–	1/–
4+5	< 5/–	–/–	1/–	ca. 5/–	1/–
6	< 5/–	–/–	–/–	< 5/–	–/–
7	1/–	–/–	–/–	1/–	–/–

Am Tag ist an ca. 5 Gebäuden im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme eine Überschreitung der Immissionswerte der AVV Baulärm nicht auszuschließen.

Die Überschreitungen werden sich jedoch nicht über die gesamte Dauer der Bauphasen erstrecken, sondern beschränken sich v. a. auf den Einsatz von lärmintensiven Baumaschinen (z. B. Bohr- und Abbrucharbeiten), die jeweils nur einen Bruchteil der Gesamtdauer der einzelnen Bauphasen in Anspruch nehmen.

Zudem kann während der nächtlichen Arbeiten an bis zu ca. 5 Gebäuden eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte gegeben sein. Die Dauer der nächtlichen Arbeiten beschränkt sich lediglich auf bis zu 4 Nächte.

Eine Überschreitung der Zumutbarkeitsschwelle ab 70/60 dB(A) Tag/Nacht wurde an einem Gebäude tags prognostiziert.

In der folgenden Abbildung sind für die ungünstigste Bauphase (tags: Bauphase 1+2, nachts: Bauphase 0) jeweils die Bereiche der von erheblichen Baulärmbelästigungen betroffenen Nachbarschaft dargestellt.

Die Gebäude, an denen während des Baubetriebs Überschreitungen des entsprechend der Gebietsnutzung maßgeblichen Immissionsrichtwertes zu erwarten sind, wurden farbig (orange) gekennzeichnet. Überschreitungen der Zumutbarkeitsschwelle ab 70/60 dB(A) Tag/Nacht wurden ebenfalls farbig (rot) gekennzeichnet.

Bauphase 1+2
Gebiete nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm


Gebiete nach Nr. 3.1.1. d) der AVV Baulärm



Gebiete nach Nr. 3.1.1. f) der AVV Baulärm

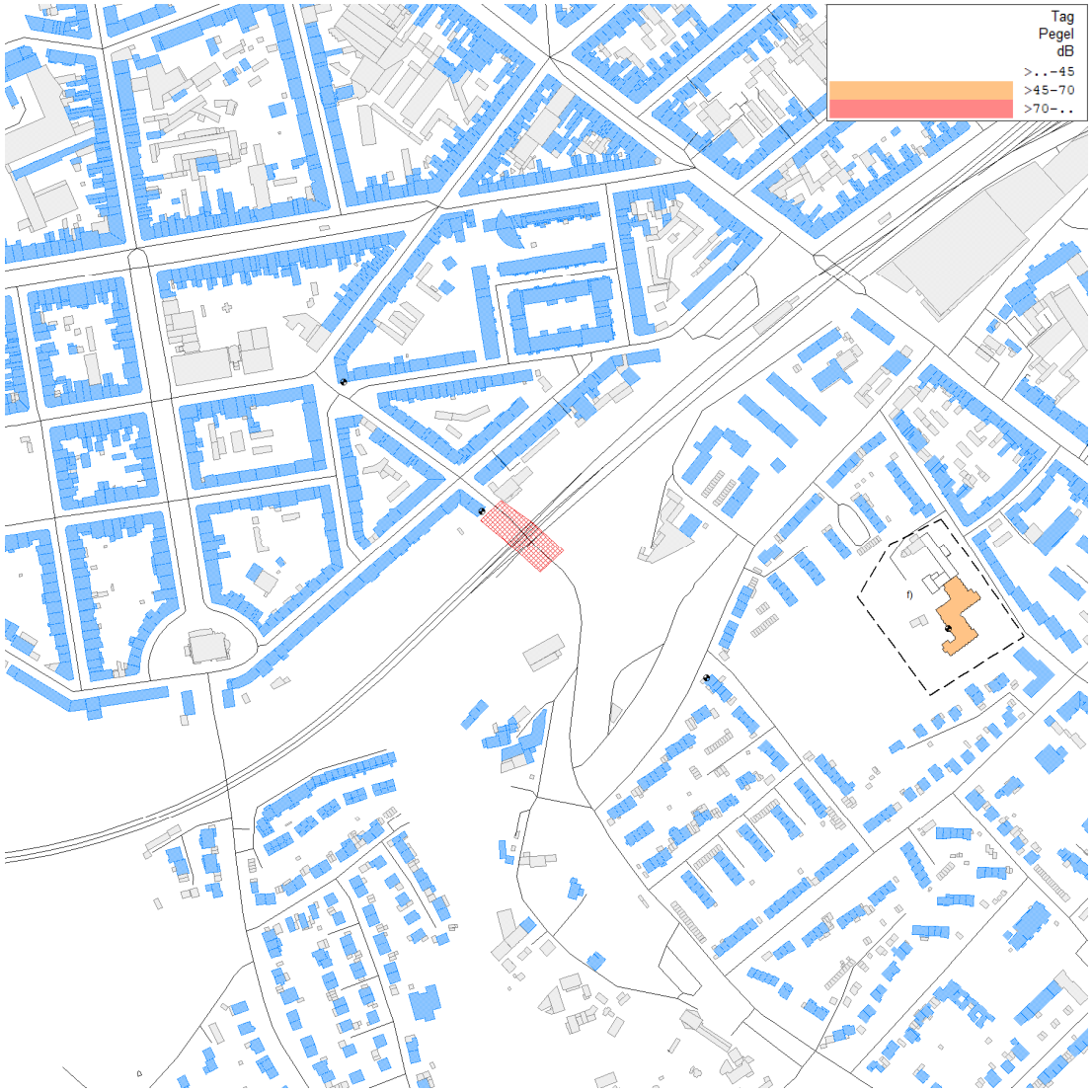
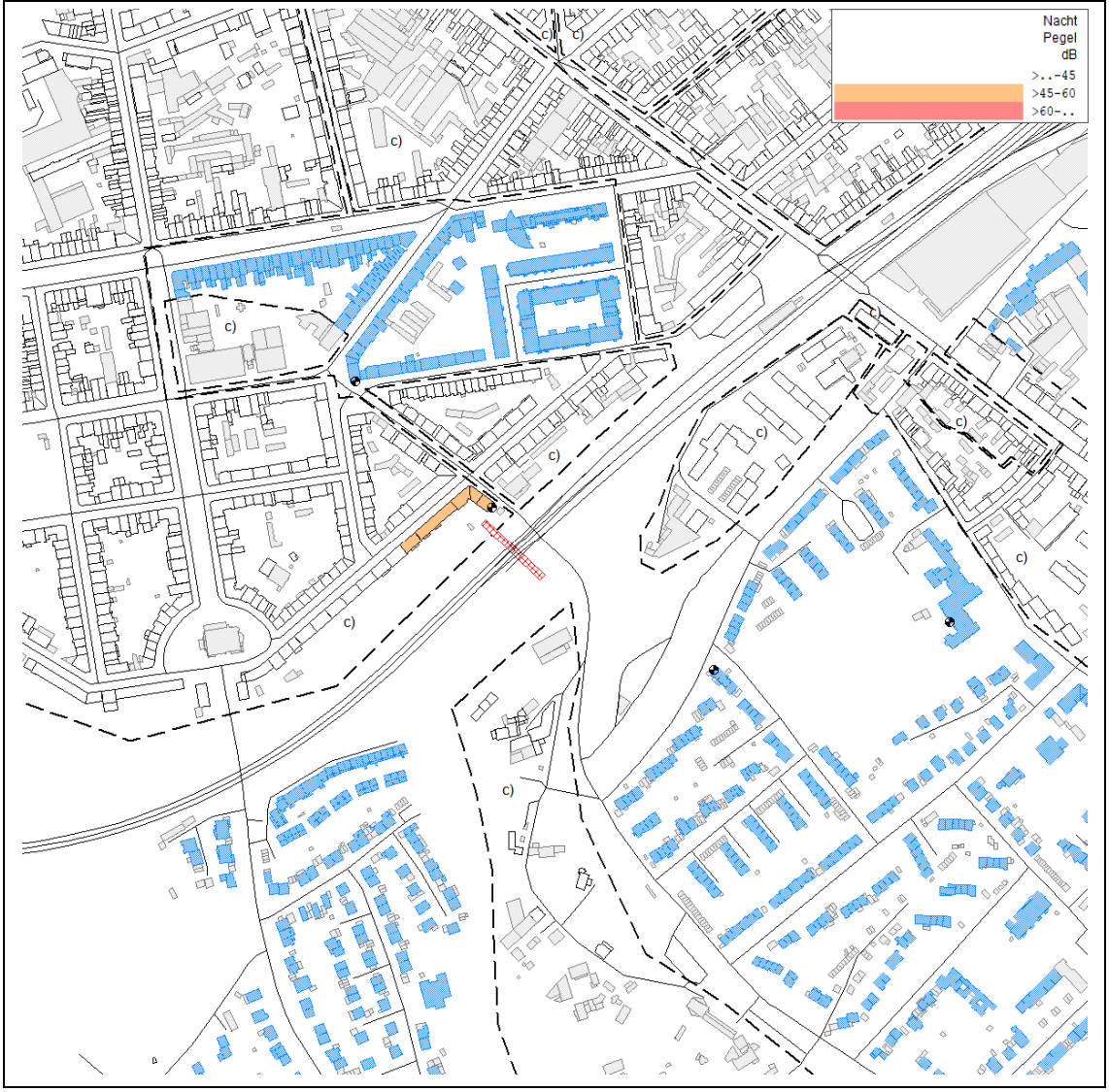
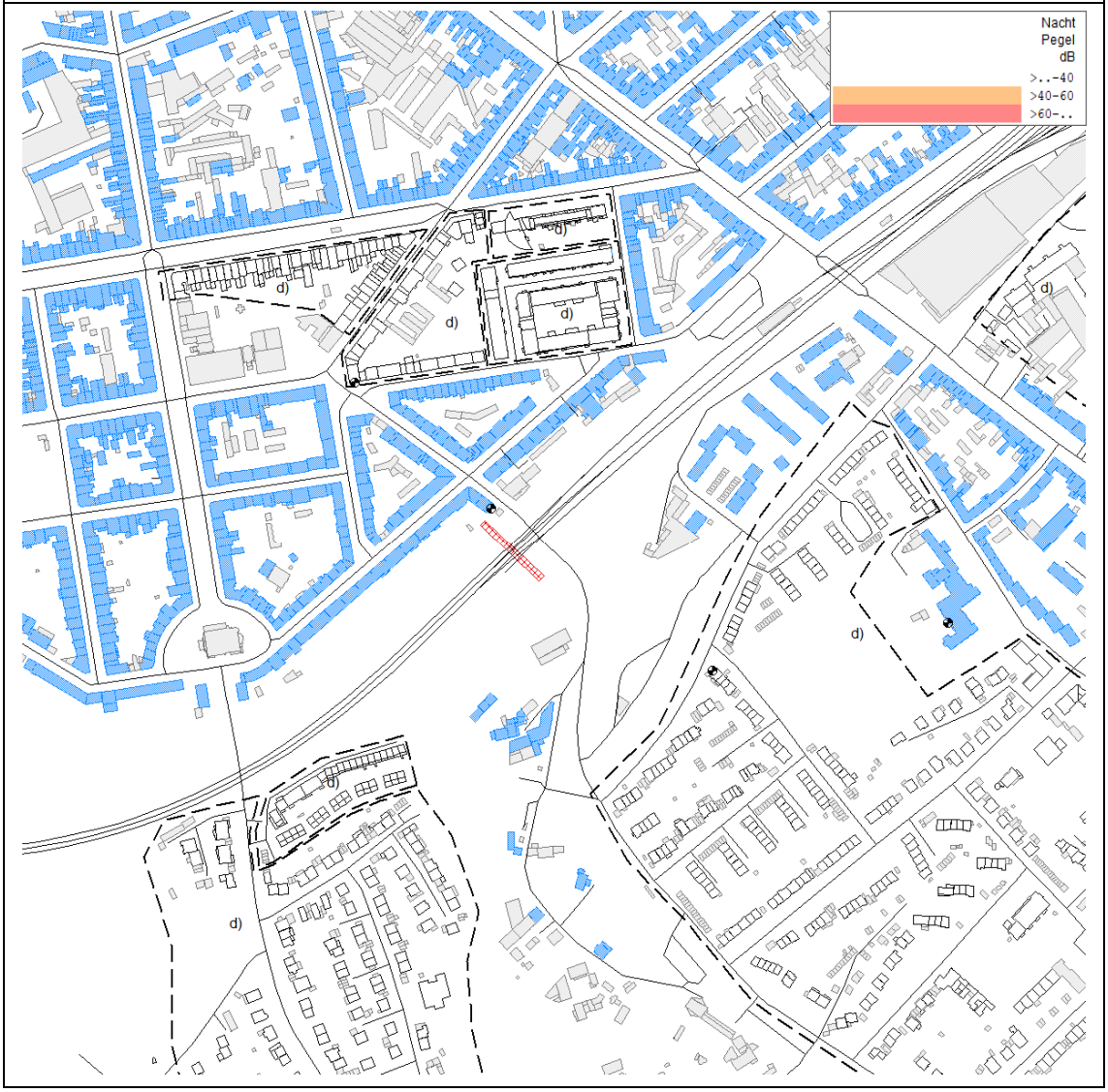


Abbildung 2: Prognostizierte Anwesen in der Nachbarschaft mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte am **Tag** in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m)

Bauphase 0
Gebiete nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm


Gebiete nach Nr. 3.1.1. d) der AVV Baulärm



Gebiete nach Nr. 3.1.1. f) der AVV Baulärm

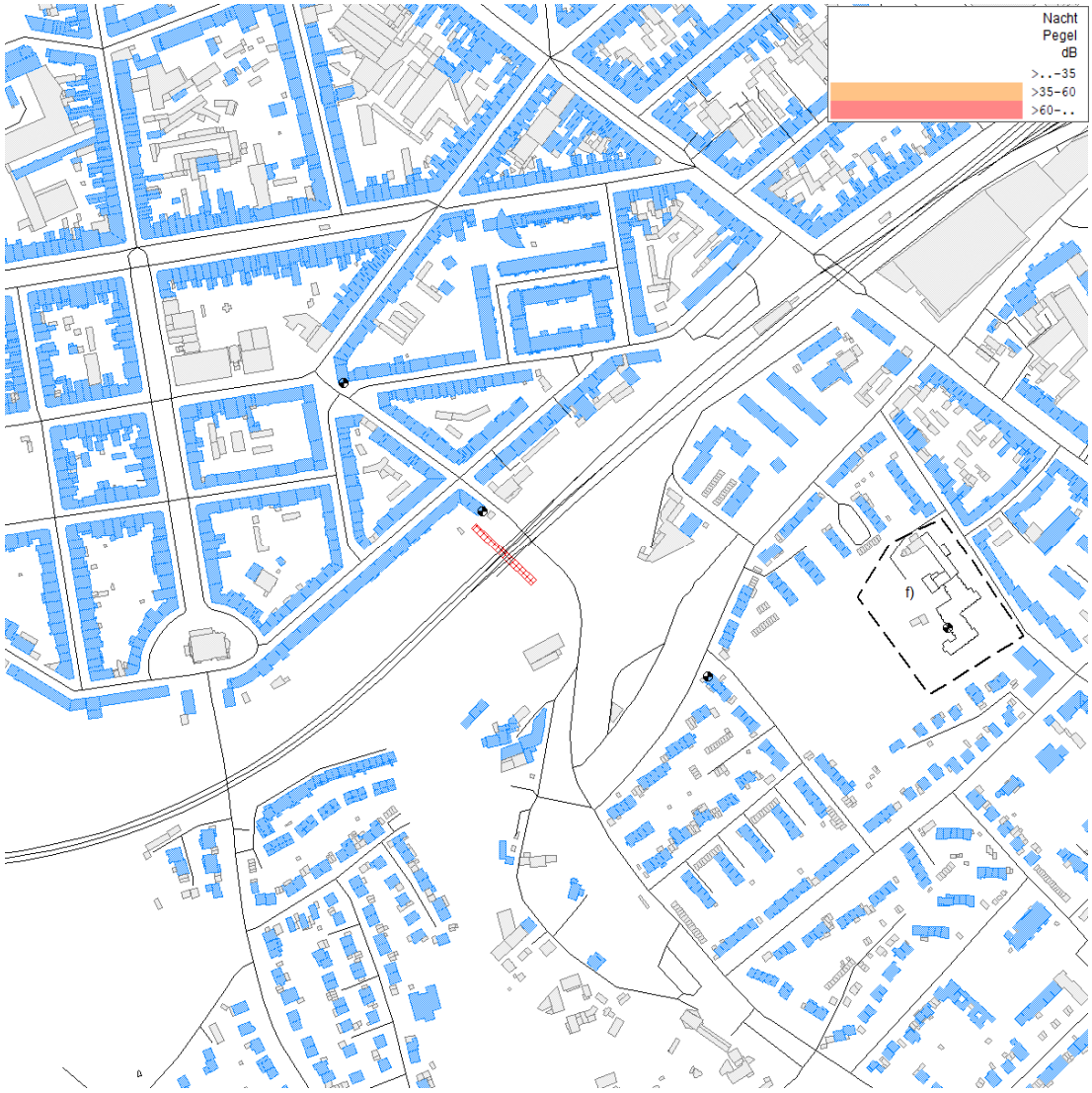


Abbildung 3: Prognostizierte Anwesen in der Nachbarschaft mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte in der **Nacht** in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m)

Die detaillierten Berechnungsergebnisse als Beurteilungspegelkarten lassen sich der Anlage 3 entnehmen.

5.3 Vorbelastung

Auf Basis aktueller Rechtsprechungen [5] können Baulärmimmissionen in Zusammenhang mit den Baumaßnahmen bis zu den vorhandenen Geräuschvorbelastungen ohne „nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG [6] aufgrund der konkreten tatsächlichen Verhältnisse den Anwohnern noch zugemutet werden. Diesbezüglich kann erwartet werden, dass die Außenbauteile der jeweiligen Gebäude gegenüber dieser Verkehrslärmbelastung ohne eine Minderung der Gebrauchsfähigkeit der Wohnungen ausgelegt sind, und dass diese Geräuschimmissionen nur temporär über eine begrenzte Zeitdauer einwirken werden.

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

Im vorliegenden Fall ist neben dem Straßenverkehr insbesondere durch den Schienenverkehr bereits eine vorhandene Lärmvorbelastung gegeben, die oberhalb der maßgebenden Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm liegt und somit von der schutzbedürftigen Nachbarschaft hinzunehmen ist. Die Vorbelastung wurde für die ausgewählten Immissionsorte (s. a. Tab. 5) ermittelt und ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 7: Beurteilungspegel durch die Vorbelastung an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft in dB(A)

	Drimbornstr. 18	**Aussemstr. 2**	**Bismarckstr. 150**	**Altstr. 16-32**
	IRW = 60/45 nach Nr. 3.1.1. c)	IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)	IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)	IRW = 45/35 nach Nr. 3.1.1. f)
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
VB	68/70	58/62	53/57	52/57

VB = Vorbelastung, IRW = Immissionsrichtwert

Die Vorbelastung liegt insbesondere nachts oberhalb der maßgebenden Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm. Demnach zeigt sich, dass durch den Verkehrslärm bereits eine erhebliche Vorbelastung gegeben ist, bis zu der die Baulärmimmissionen ohne „nachteilige Wirkungen“ noch zugemutet werden können.

In nachfolgender Tabelle ist die prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen sowohl der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm als auch der Geräuschvorbelastung für alle Bauphasen dargestellt.

Tabelle 8: Prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen sowohl der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm als auch der Vorbelastung

Bauphase	Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. f)	Gesamt
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
0	1/–	–/–	–/–	1/–
1+2	< 5/–	–/–	–/–	< 5/–
3	< 5/–	–/–	–/–	< 5/–
4+5	1/–	–/–	–/–	1/–
6	1/–	–/–	–/–	1/–
7	–/–	–/–	–/–	–/–

Dementsprechend zeigt sich, dass an weniger als fünf Gebäuden Überschreitungen sowohl der Immissionsrichtwerte als auch der Geräuschvorbelastung gegeben sind.

Daher werden im nachfolgenden Kapitel aufgrund der Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm und der Vorbelastung durch die baubedingten Schallimmissionen mögliche Maßnahmen zur Minderung des Baulärms aufgezeigt.

5.4 Prüfung von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms

5.4.1 Maßnahmen bei der Errichtung der Baustelle

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

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

Die Wirksamkeit von mobilen Schallschutzwänden hängt maßgeblich von deren Höhe und dem Abstand zur Schallquelle ab. Grundsätzlich sind mobile Schallschutzwände möglichst nahe und lückenlos an der maßgeblichen Geräuschquelle zu positionieren, um eine hohe Wirksamkeit zu erzielen. Zudem ist eine ausreichende Überstandslänge zum Arbeitsgerät (mindestens jeweils ca. 20 m) zu beachten.

Der wirksame Einsatz von mobilen Schallschutzwänden erscheint jedoch insbesondere im Hinblick auf die Einschränkungen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten sowie der notwendigen Erreichbarkeit der Baustelle als nicht praktikabel.

5.4.2 Maßnahmen an den Baumaschinen

Durch Kapselung der Baumaschinen oder dem Einsatz von Schallschürzen lassen sich die Schallabstrahlungen erheblich vermindern. Je nach Art der einzelnen Baumaschinen kann eine unmittelbar mit der Maschine fest verbundene Ummantelung in Betracht kommen oder ein Gehäuse, in das die Baumaschine hineingestellt wird.

Im vorliegenden Fall ergäben sich beim Einsatz von Kapselungen oder Schallschürzen für die lärmintensiven Baumaschinen aufgrund der beengten Platzverhältnisse und der erforderlichen Funktionsfähigkeit sowie dadurch verursachte Bedienbehinderungen erschwerte Arbeitsabläufe. Zudem ist eine lückenlose Umschließung aufgrund der Art der Bautätigkeiten nicht möglich, sodass eine effektive Wirksamkeit und somit Einsatzmöglichkeit nicht gegeben ist.

Weitere wirkungsvolle Maßnahmen zur Verminderung der Geräuschemissionen bei Baumaschinen, u. a. der Einsatz von Schalldämpfern, sind bei den einzusetzenden Baumaschinen zwar wenn möglich zu berücksichtigen. Allerdings können solche Maßnahmen meist nur herstellerseitig umgesetzt werden.

5.4.3 Verwendung geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren

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

Die eingesetzten Baumaschinen haben dabei den Anforderungen der 32. BImSchV [20] bzw. der Richtlinie 2000/14/EG [18] und 2005/88/EG [19] zu entsprechen.

Als besonders lärmintensiv sind im vorliegenden Fall die Rückbauarbeiten u. a. durch den Einsatz eines Baggers mit Meißel anzusehen. Demzufolge ist darauf zu achten, dass eine lärmarme Zerlegung beim Abbruch erfolgt und auch der Verladevorgang lärmarm durchgeführt wird. Wenn möglich, sind alternative Abbruchverfahren (Abrisszange, Betonsägen o. ä.) einzusetzen.

Ebenfalls als lärmintensiv sind im vorliegenden Fall die Bohrarbeiten anzusehen. Dabei ist auf eine lärmarme Durchführung der Arbeiten, insbesondere beim Abklopfen der Bohrschnecke zur Vermeidung etwaiger Geräuschspitzen zu achten.

5.4.4 Beschränkungen der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer

Bezüglich der Dauer und Zeiträume des Betriebs der Bautätigkeiten liegen Angaben vor, denen unter anderem der Bauablaufplan [10] zugrunde liegt. Die sich daraus ergebenden Betrachtungen und Berechnungen beziehen sich daher auf einen uneingeschränkten Betrieb sowohl am Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) als auch in der Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr). Insofern wurde hier bisher keine Zeitkorrektur der Wirkpegel vorgenommen.

Sofern die Bautätigkeiten auf durchschnittlich 8 Stunden am Tag bzw. auf durchschnittlich 6 Stunden in der Nacht beschränkt werden, kann dies gemäß den Vorgaben der AVV Baulärm mit einer Zeitkorrektur von 5 dB(A) in der Prognose berücksichtigt werden (s. a. Tab. 1). Betriebsdauerbeschränkungen wären zwar insbesondere für die Nachtzeit eine probate Möglichkeit, um die Lärmbelastung und damit die Anzahl und Höhe der Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zu reduzieren.

Die Beschränkung der durchschnittlichen Betriebsdauer kann jedoch dazu führen, dass insgesamt betrachtet die Bauzeit gegenüber dem vorliegenden Baukonzept erhöht wird und ist im vorliegenden Fall auch aufgrund der relativ geringen Anzahl an Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte als nicht verhältnismäßig einzustufen.

5.5 Prüfung von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung

5.5.1 Organisatorische Maßnahmen

Nachfolgende von Bauzeiten und Bauphasen unabhängige organisatorische Maßnahmen können zu einer Minderung des Baulärms beitragen:

- Leerfahrten sind möglichst zu vermeiden.
- Zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen sind die Motoren abzuschalten und die Baumaschinen stillzulegen, sofern dies den Arbeitsablauf nicht unvertretbar erschwert.
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).

5.5.2 Information der betroffenen Anwohner

Durch Art und Umfang der Baustelle kann, wie bereits oben ausgeführt, nicht ausgeschlossen werden, dass bei den Bautätigkeiten Belästigungen der Anwohner auftreten können. Sofern keine geeigneten Maßnahmen zur vollständigen Lösung der Lärmkonflikte bei verhältnismäßigem Aufwand erkennbar sind, kann den Auswirkungen wie folgt entgegnet werden:

- Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, Bauverfahren, Dauer und zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb.
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen.
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Lärmeinwirkungen haben (z.B. Immissionsschutzbeauftragter).

5.5.3 Überwachung des Baulärms

Bei den angegebenen Beurteilungspegeln handelt es sich um Prognosewerte auf der sicheren Seite, die einen Anhalt für das Vorliegen von erheblichen Umwelteinwirkungen durch Baulärm geben sollen. Durch eine stichprobenhafte bzw. kontinuierliche Überwachung der Baulärmsituation während der lärmintensiven Arbeiten mit Rückwirkung zur Bauleitung (Lärmmonitoring), könnte das tatsächliche Auftreten von erheblichen Umwelteinwirkungen für die Nachbarschaft auf ein Mindestmaß begrenzt und der Nachweis der tatsächlich auftretenden Lärmbelastung erbracht werden.

5.5.4 Entschädigung betroffener Anwohner

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

Demzufolge kann gegenwärtig aufgrund der vermutlich auftretenden Belästigungen durch Baulärm das Erfordernis von Entschädigungen nicht ausgeschlossen werden, deren letztendliche Notwendigkeit kann aber durch die entsprechenden Maßnahmen sowie die vorhandene Vorbelastung eingeschränkt werden.

5.6 Bewertung der Schutzmaßnahmen

Die Bauphasen zur Realisierung des Vorhabens sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen als bewältigbar zu bewerten. Aufgrund der Art und Umfang der Baumaßnahme können schutzbedürftige Nutzungen von zeitlich und örtlich begrenzten Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm betroffen sein.

Zur Feststellung der zumutbaren Belästigung von Baustellenlärm kann dabei als Maßstab die AVV Baulärm herangezogen werden. Aufgrund der beim Baustellenlärm regelmäßig auftretenden Schwankungen der Lärmbelästigung ist unter Nummer 4.1. der AVV Baulärm [2] zunächst nur bestimmt, dass Maßnahmen zur Minderung der Geräusche grundsätzlich erst dann angeordnet werden sollen, wenn die nach Nummer 6 der AVV Baulärm ermittelten Beurteilungspegel die „erheblich belästigenden“ Immissionen (Immissionsrichtwerte) um mehr als 5 dB(A) überschreiten. Die „Eingriffsschwelle“ ist in der Prognose nicht zu berücksichtigen.

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

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

Eine Lärmvorbelastung ist im Bereich der Baumaßnahme neben den umliegenden Straßen durch den Verkehrslärm der Bahnlinien 2600, 2560 und 2564 gegeben. Es ergeben sich jedoch zu erwartende baubedingte Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbelastung.

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

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren

  Durch das beauftragte Bauunternehmen sind ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einzusetzen, die hinsichtlich ihrer Schallemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe 32. BImSchV [20]).

- Baustellen sind zur vollständigen Erfüllung des Vermeidungs- und Minimierungsgebots zu planen, einzurichten und zu betreiben.

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

- Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb.

- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen.

- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können.

- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.

- Vermeidung von Leerfahrten und Abschaltung von Motoren zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).

In den diskutierten und vorgeschlagenen Maßnahmen stecken somit umfangreiche Potenziale zur Minderung der baubedingten Schallimmissionen, sodass bei deren Berücksichtigung nicht mehr zumutbare Belästigungen auf ein Mindestmaß reduziert werden können. Zudem sind Geräuschvorbelastungen insbesondere durch den Schienenverkehr gegeben, die teilweise oberhalb der baubedingten Schallimmissionen liegen.

Trotzdem sollte aufgrund der Überschreitung der Zumutbarkeitsschwelle ab 70 dB(A) am Tag das Gebäude „Drimbornstr. 18“ durch umfassende Information ausreichend in den Bauablauf eingebunden werden. Ggf. ist für die Dauer der lärmintensiven Abbruch- und Bohrarbeiten Ersatzwohnraum anzubieten.

6. Erschütterungsschutz

6.1 Geologie

Die geologische Situation im Bereich des Bauvorhabens kann dem Baugrund- und Gründungsgutachten der IBES Baugrundinstitut GmbH [22] entnommen werden:

„Das Baugelände gehört naturräumlich zum Aachener Hügelland und liegt im so genannten Aachener Kessel, der durch starke Graben- und Horsttektonik und wechselhafte morphologische Formen geprägt ist.

Im Baugrund stehen steil gestellte Schichten des Grenzbereiches Oberdevon/Unterkarbon an. Es handelt sich um graue, feinschichtige und teilweise feinsandige Tonsteine/Verwitterungstone mit eingeschalteten Kalk-/Sandsteinbänken. Darüber folgen Verwitterungslehme (= Auelehme der Beverbachniederung) aus sandig-tonigen Schluffen mit örtlichen Einlagerungen aus Kiesen und Steinen.

Die natürlich anstehenden Böden werden im Baufeld von Auffüllungen überlagert."

Die geologischen Untergrundverhältnisse können demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht unkritisch bewertet werden.

6.2 Untersuchungen

Auf Basis des nachfolgend beschriebenen Prognosemodells werden baubedingte Erschütterungseinwirkungen abgeschätzt und nach den Vorgaben der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen" bewertet.

6.2.1 Prognosemodell

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

In Anlehnung an diese Teilbereiche erfolgt die Prognose von Erschütterungen grundsätzlich gemäß folgender Gleichung aus der VDI 3837 [21]:

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

mit:

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

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

6.2.2 Emission

Bei baubedingten Erschütterungen können vor der Baumaßnahme grundsätzlich sog. „in situ“ Messungen durchgeführt werden bzw. es kann auf Angaben in der einschlägigen Literatur oder auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden.

Die tatsächliche Höhe der Erschütterungsemissionen verschiedener Baugeräte hängt von einer Vielzahl von verschiedenen Parametern (Werkzeugzustand, Untergrundbeschaffenheit, eingesetztes Material etc.) ab, weshalb im Rahmen von Literaturdaten nur grobe pauschale Annahmen getroffen werden können. Die Einwirkdauer bzw. die Einwirkzeit von Erschütterungsemissionen kann dabei aus den Angaben zum geplanten Baubetriebsablauf entnommen werden.

6.2.3 Transmission

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

Entsprechend der DIN 4150-1 [7] wird die Abnahme der Amplitude der Schwinggeschwindigkeit v näherungsweise durch folgende Gleichung beschrieben:

$$v = v_1(\frac{R}{R_1})^{-n} exp[-\alpha(R - R_1)]$$

Dabei ist

v die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s;
v_1 die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s in der Entfernung R_1;
R_1 der Bezugsabstand, in m;
R die Entfernung von der Quelle, in m;
n der Exponent, der von Wellenart, Quellengeometrie und Art der Schwingung abhängt;
α der Abklingkoeffizient, in m^{-1}, $\alpha \approx 2\pi D_B / \lambda$
D_B der Dämpfungsgrad;
λ die maßgebende Wellenlänge, in m, $\lambda = c / f$
c die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle, in m/s;
f die Frequenz, in Hz.

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

6.2.4 Immission

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

Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten können im vorliegenden Fall entsprechend des Bauablaufs (siehe Kap. 4.1) durch Abbruch-, Bohr- und Verdichtungsarbeiten erwartet werden. Infolge der geplanten Arbeiten zur Durchpressung sind keine erschütterungsrelevanten Einwirkungen zu erwarten. Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben zu den erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben (u. a. [16]) herangezogen.

Abbruch-/Bohrarbeiten

Die Arbeiten sind ausschließlich im Tagzeitraum vorgesehen. Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz eines Baggers mit Abbruchmeißel sowie eines Bohrgeräts ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise geringen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen werden die Arbeiten als vergleichsweise unkritisch betrachtet.

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch diese Arbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Abstand von ca. 20 m zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

Verdichtungsarbeiten

Die Arbeiten sind ausschließlich im Tagzeitraum vorgesehen. Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz u. a. einer Verdichterwalze ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise mäßigen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen werden die Arbeiten als vergleichsweise nicht besonders kritisch betrachtet.

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch Verdichtungsarbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Abstand von ca. 30 m zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

6.3 Bewertung

Die Abschätzung von Art, Umfang und Dauer von Überschreitungen der Anhaltswerte durch baubedingte Erschütterungsimmissionen beruht auf Annahmen zum voraussichtlichen Bauablauf.

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

Entsprechend des Baugrund- und Gründungsgutachtens [22] ist die in Kapitel 6.1 dargelegte geologische Situation im Bereich der Baumaßnahme zu erwarten. Die geologischen Untergrundverhältnisse können hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht unkritisch bewertet werden.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren können durch die baubedingten Erschütterungen Überschreitungen der Anhaltswerte für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150 [8]) bei Gebäuden mit Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen mit geringerem Abstand als 20 m (Abbruch-/Bohrarbeiten) bzw. 30 m (Verdichtungsarbeiten) gegeben sein.

Der Abstand zwischen den jeweiligen Erregerquellen an der Baumaßnahme bzw. der schutzbedürftigen Bebauung kann dabei an nachfolgenden Gebäuden weniger als 20 m bzw. 30 m betragen:

Abbruch-/Bohrarbeiten:

- Drimbornstr. 18

Verdichtungsarbeiten:

- Drimbornstr. 18
- Turpinstr. 124, 128, 130

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

Infolgedessen ist bei baubedingten Erschütterungen für Gebäude mit einem geringeren Abstand als 30 m zur Baumaßnahme ein Schutzmaßnahmenkonzept zweckmäßig, um erhebliche Belästigungen für die Anwohner durch die Baumaßnahme zu vermeiden.

6.4 Schutzmaßnahmen

Die Bautätigkeiten des Vorhabens sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen als nicht unproblematisch zu bewerten. Den nahe gelegenen Wohngebäuden ist während der Ruhezeiten am Tag (werktags 6:00 bis 7:00 Uhr bzw. 19:00 bis 22:00 Uhr sowie sonn- und feiertags: 6:00 bis 22:00 Uhr) eine höhere Schutzbedürftigkeit einzuräumen.

Zur Feststellung der zumutbaren Belästigungen von Bauerschütterungen kann dabei als Maßstab die DIN 4150 Teil 2 [8] herangezogen werden.

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

Hierzu zählen u. a.:

- der Gesundheitszustand
- die Tätigkeit während der Erschütterungsbelastung
- der Grad der Gewöhnung
- die Einstellung zum Erschütterungserzeuger
- die Einwirkungsdauer

- die Häufigkeit und Tageszeit des Auftretens und deren Auffälligkeit
- die Erwartungshaltung in Bezug auf ungestörtes Wohnen, die unter Umständen von der Art des Wohnumfelds abhängig ist

Belästigungen sind dabei grundsätzlich nur auszuschließen, wenn die einwirkenden Erschütterungen nicht wahrnehmbar sind. Erhebliche Belästigungen liegen im Allgemeinen nicht vor, wenn die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [8] eingehalten sind. Die Durchführung gebäudetechnischer Beweissicherungen vor bzw. nach Umsetzung der Baumaßnahmen dient zur Feststellung potenzieller Verminderungen des Gebrauchswertes von baulichen Anlagen.

Zur Minimierung baubedingter Erschütterungsimmissionen erscheint es demnach zweckmäßig, im Zuge der Ausschreibung nachfolgende Maßnahmen für o. g. Gebäude ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren

  Durch das beauftragte Bauunternehmen sind ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einzusetzen, die hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen.
- Baustellen sind zur vollständigen Erfüllung des Vermeidungs- und Minimierungsgebots zu planen, einzurichten und zu betreiben.
- Umfassende Information der betroffenen Anwohner im Vorfeld der Baumaßnahmen (insbesondere über die Art und Dauer von Bauarbeiten)
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können.
- Durchführung von gebäudetechnischen Beweissicherungen vor bzw. nach Ende der Baumaßnahmen für betroffene Gebäude im Bereich von erschütterungsintensiven Bautätigkeiten.

Etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 [9] sind aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten.

7. Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden die baubedingten Schall- und Erschütterungsimmissionen durch die Baumaßnahmen an der EÜ Drimbornstraße bei ca. Bahn-km 68,493 der Strecke 2600 in Aachen für die schutzbedürftige Nachbarschaft ermittelt und bewertet.

Die Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass basierend auf den zur Verfügung gestellten Angaben Geräuschbelastungen nicht ausgeschlossen werden können. Infolgedessen wurden mögliche Maßnahmen zur Minderung von erheblichen Belästigungen diskutiert und bewertet.

Eine Lärmvorbelastung ist im Bereich der Baumaßnahme neben den umliegenden Straßen durch den Verkehrslärm der Bahnlinien 2600, 2560 und 2564 gegeben. Es ergeben sich jedoch zu erwartende baubedingte Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbelastung.

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

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren

  Durch das beauftragte Bauunternehmen sind ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einzusetzen, die hinsichtlich ihrer Schallemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe 32. BImSchV).

- Baustellen sind zur vollständigen Erfüllung des Vermeidungs- und Minimierungsgebots zu planen, einzurichten und zu betreiben.

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

- Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb.

- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen.

- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können.

- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.

- Vermeidung von Leerfahrten und Abschaltung von Motoren zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen.

- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).

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

Trotzdem sollten die Gebäude mit einer Überschreitung der Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) am Tag durch umfassende Information ausreichend in den Bauablauf eingebunden werden. Ggf. ist für die Dauer der lärmintensiven Abbruch- und Bohrarbeiten Ersatzwohnraum anzubieten.

Darüber hinaus können erschütterungsrelevante Bautätigkeiten im vorliegenden Fall entsprechend dem Bauablauf durch Abbruch-, Bohr- und Verdichtungsarbeiten erwartet werden.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren können durch die baubedingten Erschütterungen Überschreitungen der Anhaltswerte für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150) bei Gebäuden mit Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen mit geringerem Abstand als 20 m (Abbruch-/Bohrarbeiten) bzw. 30 m (Verdichtungsarbeiten) gegeben sein.

Infolgedessen ist bei baubedingten Erschütterungen für Gebäude innerhalb dieser Abstände ein Schutzmaßnahmenkonzept zu berücksichtigen, um erhebliche Belästigungen für die Anwohner durch die Baumaßnahme zu vermeiden.

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren

  Durch das beauftragte Bauunternehmen sind ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einzusetzen, die hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen.

- Baustellen sind zur vollständigen Erfüllung des Vermeidungs- und Minimierungsgebots zu planen, einzurichten und zu betreiben.

- Umfassende Information der betroffenen Anwohner im Vorfeld der Baumaßnahmen (insbesondere über die Art und Dauer von Bauarbeiten)

- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können.

- Durchführung von gebäudetechnischen Beweissicherungen vor bzw. nach Ende der Baumaßnahmen für betroffene Gebäude im Bereich von erschütterungsintensiven Bautätigkeiten.

Etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 sind aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten.

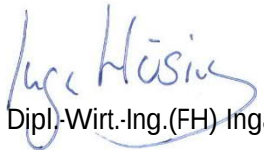
Diese Untersuchung umfasst 43 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung der Untersuchung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Bamberg, den 03. Mai 2023

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i. V. M.Sc. Daniel Littwin



i. A. Dipl.-Wirt.-Ing.(FH) Inga Hüsing

8. Anlagen

Anlage 1: Dokumentation der Eingabedaten

Anlage 2: Darstellung der Emissionsansätze

Anlage 3: Lageplan und Darstellung der Berechnungsergebnisse

Anlage 1: Dokumentation der Eingabedaten

Allgemeines:

Arbeitsbereich				
	von ...	bis ...	Ausdehnung	Fläche
x /m	32295690,00	32297080,00	1390,00	1.63 km²
y /m	5627450,00	5628620,00	1170,00	
z /m	-10,00	210,00	220,00	
Geländehöhen in den Eckpunkten				
xmin / ymax (z4)	0,00	xmax / ymax (z3)	0,00	
xmin / ymin (z1)	0,00	xmax / ymin (z2)	0,00	

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

Beschleunigte Iteration (Näherung):	Nein	Nein		
Geforderte Genauigkeit /dB:	0.1	0.1		
Zwischenergebnisse anzeigen:	Nein	Nein		

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

Parameter der Bibliothek: ISO 9613-2	**"Referenzeinstellung"**	
Mit-Wind Wetterlage	Ja	
Vereinfachte Formel (Nr. 7.3.2) für Bodendämpfung bei		
frequenzabhängiger Berechnung	Nein	
frequenzunabhängiger Berechnung	Ja	
Berechnung der Mittleren Höhe Hm	streng nach ISO 9613-2	
nur Abstandsmaß berechnen(veraltet)	Nein	
Hindernisdämpfung - auch negative Bodendämpfung abziehen	Nein	
Abzug höchstens bis -Dz	Nein	
"Additional recommendations" - ISO TR 17534-3	Nein	
ABar nach Erlass Thüringen (01.10.2015)	Nein	
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente	Ja	
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente	Ja	
Berücksichtigt Boden-Elemente	Ja	

Schallquellen:

Flächen-SQ /ISO 9613								
FLQi001	**Bezeichnung**	FLQi_BP0	**Wirkradius /m**					99999,00
	Gruppe	007_FLQi_BP0	**D0**					0,00
	Knotenzahl	12	**Hohe Quelle**					Nein
	Länge /m	210,49	**Emission ist**					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	203,07	**Emi.Variante**	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	1802,02		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	110,00	-	-	110,00	77,44
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00	
FLQi016	**Bezeichnung**	FLQi_BP0_Durchpressung	**Wirkradius /m**					99999,00
	Gruppe	007_FLQi_BP0_nachts	**D0**					0,00
	Knotenzahl	5	**Hohe Quelle**					Nein
	Länge /m	167,25	**Emission ist**					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	167,20	**Emi.Variante**	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	527,26		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	-99,00	-	-	-99,00	
			Nacht	100,00	-	-	100,00	72,78
FLQi002	**Bezeichnung**	FLQi_BP1+2	**Wirkradius /m**					99999,00
	Gruppe	007_FLQi_BP1+2	**D0**					0,00
	Knotenzahl	12	**Hohe Quelle**					Nein
	Länge /m	210,49	**Emission ist**					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	203,07	**Emi.Variante**	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	1802,02		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	112,00	-	-	112,00	79,44
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00	
FLQi003	**Bezeichnung**	FLQi_BP3	**Wirkradius /m**					99999,00
	Gruppe	007_FLQi_BP3	**D0**					0,00
	Knotenzahl	12	**Hohe Quelle**					Nein
	Länge /m	210,49	**Emission ist**					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	203,07	**Emi.Variante**	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	1802,02		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	112,00	-	-	112,00	79,44
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00	
FLQi004	**Bezeichnung**	FLQi_BP4+5	**Wirkradius /m**					99999,00
	Gruppe	007_FLQi_BP4+5	**D0**					0,00
	Knotenzahl	12	**Hohe Quelle**					Nein
	Länge /m	210,49	**Emission ist**					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	203,07	**Emi.Variante**	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	1802,02		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	111,00	-	-	111,00	78,44
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00	
FLQi004	**Bezeichnung**	FLQi_BP6	**Wirkradius /m**					99999,00
	Gruppe	007_FLQi_BP6	**D0**					0,00
	Knotenzahl	12	**Hohe Quelle**					Nein
	Länge /m	210,49	**Emission ist**					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	203,07	**Emi.Variante**	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	1802,02		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	110,00	-	-	110,00	77,44
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00	
FLQi004	**Bezeichnung**	FLQi_BP7	**Wirkradius /m**					99999,00
	Gruppe	007_FLQi_BP7	**D0**					0,00
	Knotenzahl	12	**Hohe Quelle**					Nein
	Länge /m	210,49	**Emission ist**					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	203,07	**Emi.Variante**	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	1802,02		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	105,00	-	-	105,00	72,44
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00	

Anlage 2: Darstellung der Emissionsansätze

Baulärm Emissionen

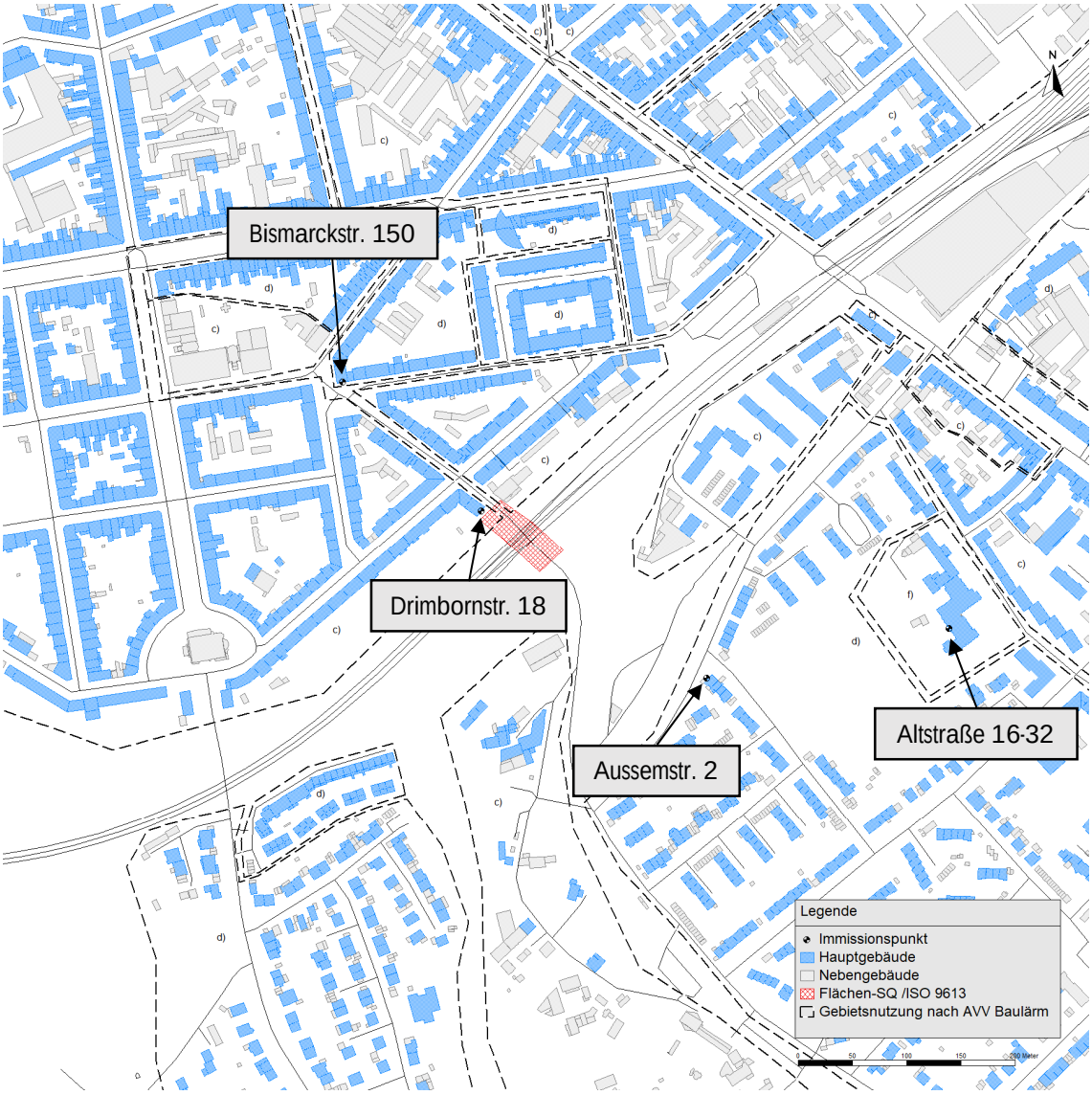
Bauphase bzw. Bautätigkeit	Vorgang / Durchzuführende Arbeiten	Maschinenbetrieb	Dauerpegel	Spitzenpegel	Impulszuschlag	Tonhaltigkeitszuschlag	Vollastanteil am Arbeitszyklus		Wirkpegel Arbeitsvorgang		Wirkpegel Bautätigkeit (zusammengefasst im Beurteilungszeitraum)	
			L_{WAeq} [dB]	L_{WAmax} [dB]	K_I [dB]	K_T [dB]	[%]		L_{WAFm} [dB]		L_{WAFm} [dB]	
							Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Bauphase 0		LKW	94		0	0	50	50	91	91	**110**	**100**
Durchpressung/Leitungsverlegung	Durchpressen	Bagger mit Tieflöffel	101	107	3	0	50	25	100	97		
	Herstellen der Muffengruben	Kettensäge	105	110	3	0	5		95			
Dauer ca. 6 Monate	Umverlegung Kabel/Leitungen im Böschungs- und Straßenbereich	Asphaltfräse	110	110	0	0	5		97			
		Plattenrüttler	107	114	4	0	5		98			
		Walzenzug / Vibrationswalze	106	111	3	0	5		96			
		Bohrgerät (Benoto)	111	127	8	0	5		106			
		Flaschenrüttler (Innenrüttler)	107	107	3	3	5		99			
		Transportbetonmischer	99	102	1	0	5		87			
		Betonpumpe	104	118	3	0	5		94			
		Mobilkran	104	117	3	0	10	5	98	95		
		Hydraulische Press/Rohrvortriebsmaschine	94	97	1	0	5	25	82	89		
		Kleingeräte	100	100	0	0	10		90			
Bauphase 1+2	Herstellen Arbeitsebene	LKW	94		0	0	50		91		**112**	
Vorarbeiten/Verbauarbeiten	Umlegung MW-Kanal	Bagger mit Tieflöffel	101	107	3	0	50		100			
	Teilabbruch Bach	Plattenrüttler	107	114	4	0	5		98			
Dauer ca. 8-12 Wochen	Herstellung Verbau (Bach)	Walzenzug / Vibrationswalze	106	111	3	0	5		96			
		Bohrgerät (Benoto)	111	127	8	0	5		106			
		Flaschenrüttler (Innenrüttler)	107	107	3	3	5		99			
		Transportbetonmischer	99	102	1	0	5		87			
		Betonpumpe	104	118	3	0	5		94			
		Radlader	100	110	5	0	25		99			
		Kettenbagger mit Spitzmeißel	114	128	8	0	5		109			
		Bagger mit Greifer	101	108	1	0	50		99			
Bauphase 3	Herstellung Vollrahmen	LKW	94		0	0	50		91		**112**	
Erneuerung/Umverlegung Bach	Umleitung	Bagger mit Tieflöffel	101	107	3	0	50		100			
	Kürzen der Bohrpfahlwände	Bagger mit Greifer	101	108	1	0	50		99			
Dauer ca. 8-12 Wochen	Abbruch/Verfüllung Bach	Radlader	100	110	5	0	25		99			
		Flaschenrüttler (Innenrüttler)	107	107	3	3	5		99			
		Transportbetonmischer	99	102	1	0	5		87			
		Betonpumpe	104	118	3	0	5		94			
		Kettenbagger mit Spitzmeißel	114	128	8	0	5		109			
		Trennschleifscheibe (Benzinmotor)	117	119	2	0	5		105			

Baulärm Emissionen

Bauphase bzw. Bautätigkeit	Vorgang / Durchzuführende Arbeiten	Maschinenbetrieb	Dauerpegel	Spitzenpegel	Impulszuschlag	Tonhaltigkeitszuschlag	Vollastanteil am Arbeitszyklus		Wirkpegel Arbeitsvorgang		Wirkpegel Bautätigkeit (zusammengefasst im Beurteilungszeitraum)	
			L_{WAeq} [dB]	L_{WAmax} [dB]	K_I [dB]	K_T [dB]	[%]		L_{WARtm} [dB]		L_{WAFtm} [dB]	
							Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Bauphase 4+5	Einbringen der Bohrpfähle	LKW	94		0	0	50		91		**111**	
Tiefgründung EÜ	Herstellung Bodenplatte + Innenschale + Portale + Randkappen	Bagger mit Tieflöffel	101	107	3	0	50		100			
		Flaschenrüttler (Innenrüttler)	107	107	3	3	5		99			
Dauer ca. 12-16 Wochen		Transportbetonmischer	99	102	1	0	5		87			
		Betonpumpe	104	118	3	0	5		94			
		Bohrgerät (Benoto)	111	127	8	0	5		106			
		Plattenrüttler	107	114	4	0	5		98			
		Tischkreissäge	106	115	5	6	5		104			
		Presslufthammer mit Meißel	109	114	3	0	5		99			
		Trennschleifscheibe (Benzinmotor)	117	119	2	0	5		105			
		Mobilkran	104	117	3	0	10		98			
Bauphase 6	Einbringen der Bohrpfähle	LKW	94		0	0	50		91		**110**	
Sützwände	Herstellung Pfahlkopfplatte	Bagger mit Tieflöffel	101	107	3	0	50		100			
	Herstellung Wand + Anker	Flaschenrüttler (Innenrüttler)	107	107	3	3	10		102			
Dauer ca. 12 Wochen	Herstellung Hinterfüllung + Verdichtung	Transportbetonmischer	99	102	1	0	5		87			
		Betonpumpe	104	118	3	0	5		94			
		Bohrgerät (Benoto)	111	127	8	0	5		106			
		Plattenrüttler	107	114	4	0	5		98			
		Ankerbohrgerät	110		2	0	5		99			
		Bagger mit Greifer	101	108	1	0	50		99			
		Walzenzug / Vibrationswalze	106	111	3	0	5		96			
		Mobilkran	104	117	3	0	10		98			
Bauphase 7	Wiederherstellung der Straße	LKW	94		0	0	50		91		**105**	
Restarbeiten		Bagger mit Tieflöffel	101	107	3	0	50		100			
		Plattenrüttler	107	114	4	0	10		101			
Dauer ca. 4 Wochen		Walzenzug / Vibrationswalze	106	111	3	0	10		99			
		Asphaltfertiger	101	101	1	0	5		88			

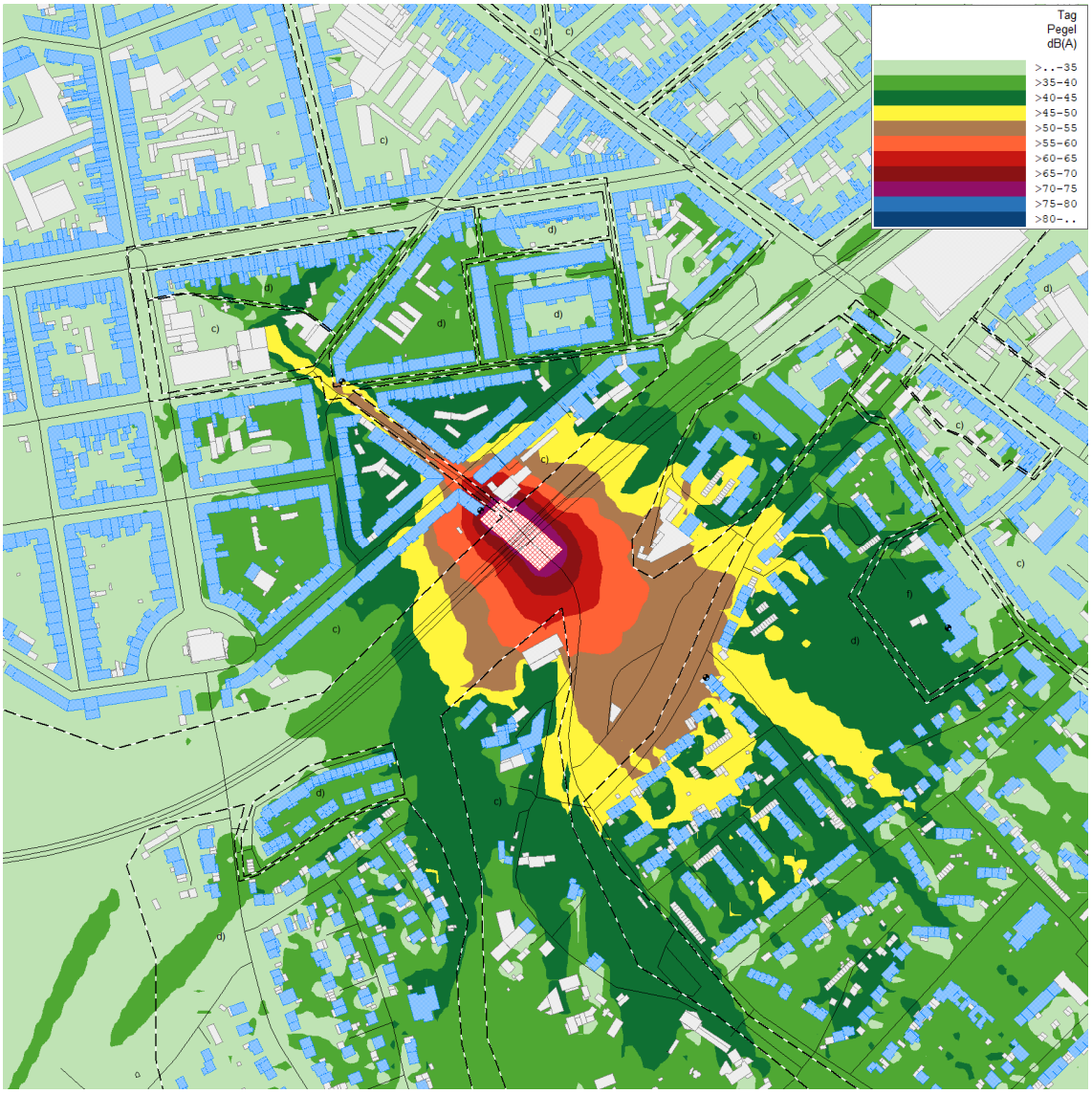
Anlage 3: Darstellung der Berechnungsergebnisse

Darstellung der ausgewählten Immissionspunkte:



Bauphase 0 (tags):

Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 0 (nachts):

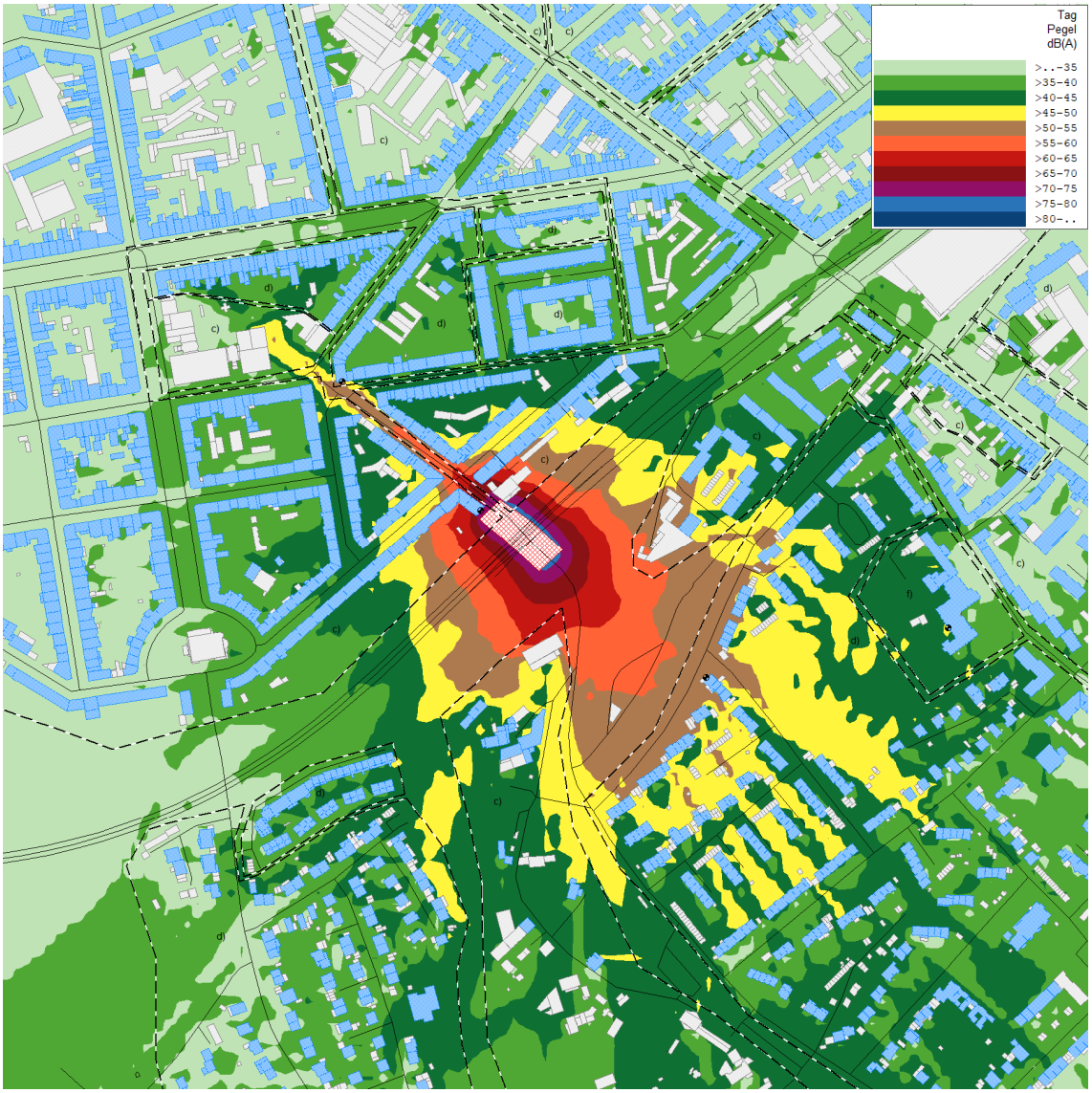
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 0:		**Einstellung: "Referenzeinstellung"**			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt006	Drimbornstraße 18 EG S/O	60,0	66,4	45,0	53,9
IPkt007	Drimbornstraße 18 OG1 S/O	60,0	68,4	45,0	57,3
IPkt008	Drimbornstraße 18 OG2 S/O	60,0	68,7	45,0	57,7
IPkt009	Drimbornstraße 18 OG3 S/O	60,0	68,9	45,0	57,4
IPkt010	Drimbornstraße 18 OG4 S/O	60,0	68,4	45,0	56,8
IPkt011	Aussemstraße 2 EG N/W	55,0	49,9	40,0	26,8
IPkt012	Aussemstraße 2 OG1 N/W	55,0	51,0	40,0	26,8
IPkt013	Aussemstraße 2 OG2 N/W	55,0	51,6	40,0	26,8
IPkt021	Bismarckstraße 150 EG Süd	55,0	49,6	40,0	26,9
IPkt022	Bismarckstraße 150 OG1 Süd	55,0	49,8	40,0	26,9
IPkt023	Bismarckstraße 150 OG2 Süd	55,0	50,1	40,0	26,9
IPkt024	Bismarckstraße 150 OG3 Süd	55,0	50,5	40,0	26,9
IPkt025	Bismarckstraße 150 OG4 Süd	55,0	50,8	40,0	26,9
IPkt026	Bismarckstraße 150 OG5 Süd	55,0	51,1	40,0	26,9
IPkt027	Altstraße 16-32 EG S/W	45,0	41,9	35,0	28,0
IPkt028	Altstraße 16-32 OG1 S/W	45,0	42,8	35,0	28,7
IPkt029	Altstraße 16-32 OG2 S/W	45,0	43,7	35,0	28,9
IPkt030	Altstraße 16-32 OG3 S/W	45,0	44,4	35,0	29,2

Bauphase 1+2 (tags):

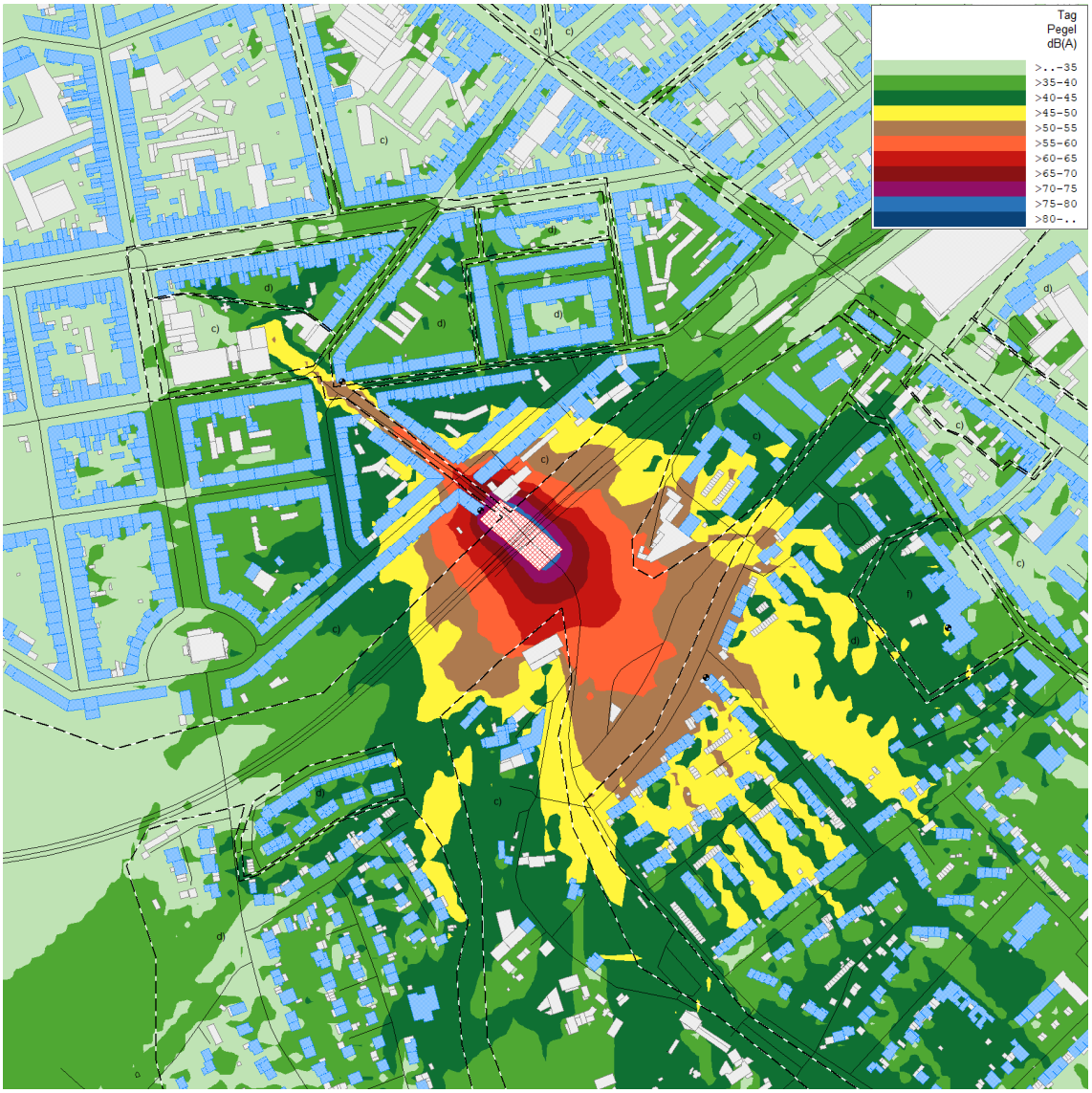
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 1+2:		**Einstellung: "Referenzeinstellung"**	
		Tag	
		IRW	L r,A
		/dB	/dB
IPkt006	Drimbornstraße 18 EG S/O	60,0	68,4
IPkt007	Drimbornstraße 18 OG1 S/O	60,0	70,4
IPkt008	Drimbornstraße 18 OG2 S/O	60,0	70,7
IPkt009	Drimbornstraße 18 OG3 S/O	60,0	70,9
IPkt010	Drimbornstraße 18 OG4 S/O	60,0	70,4
IPkt011	Aussemstraße 2 EG N/W	55,0	51,9
IPkt012	Aussemstraße 2 OG1 N/W	55,0	53,0
IPkt013	Aussemstraße 2 OG2 N/W	55,0	53,6
IPkt021	Bismarckstraße 150 EG Süd	55,0	51,6
IPkt022	Bismarckstraße 150 OG1 Süd	55,0	51,8
IPkt023	Bismarckstraße 150 OG2 Süd	55,0	52,1
IPkt024	Bismarckstraße 150 OG3 Süd	55,0	52,5
IPkt025	Bismarckstraße 150 OG4 Süd	55,0	52,8
IPkt026	Bismarckstraße 150 OG5 Süd	55,0	53,1
IPkt027	Altstraße 16-32 EG S/W	45,0	43,9
IPkt028	Altstraße 16-32 OG1 S/W	45,0	44,8
IPkt029	Altstraße 16-32 OG2 S/W	45,0	45,7
IPkt030	Altstraße 16-32 OG3 S/W	45,0	46,4

Bauphase 3 (tags):

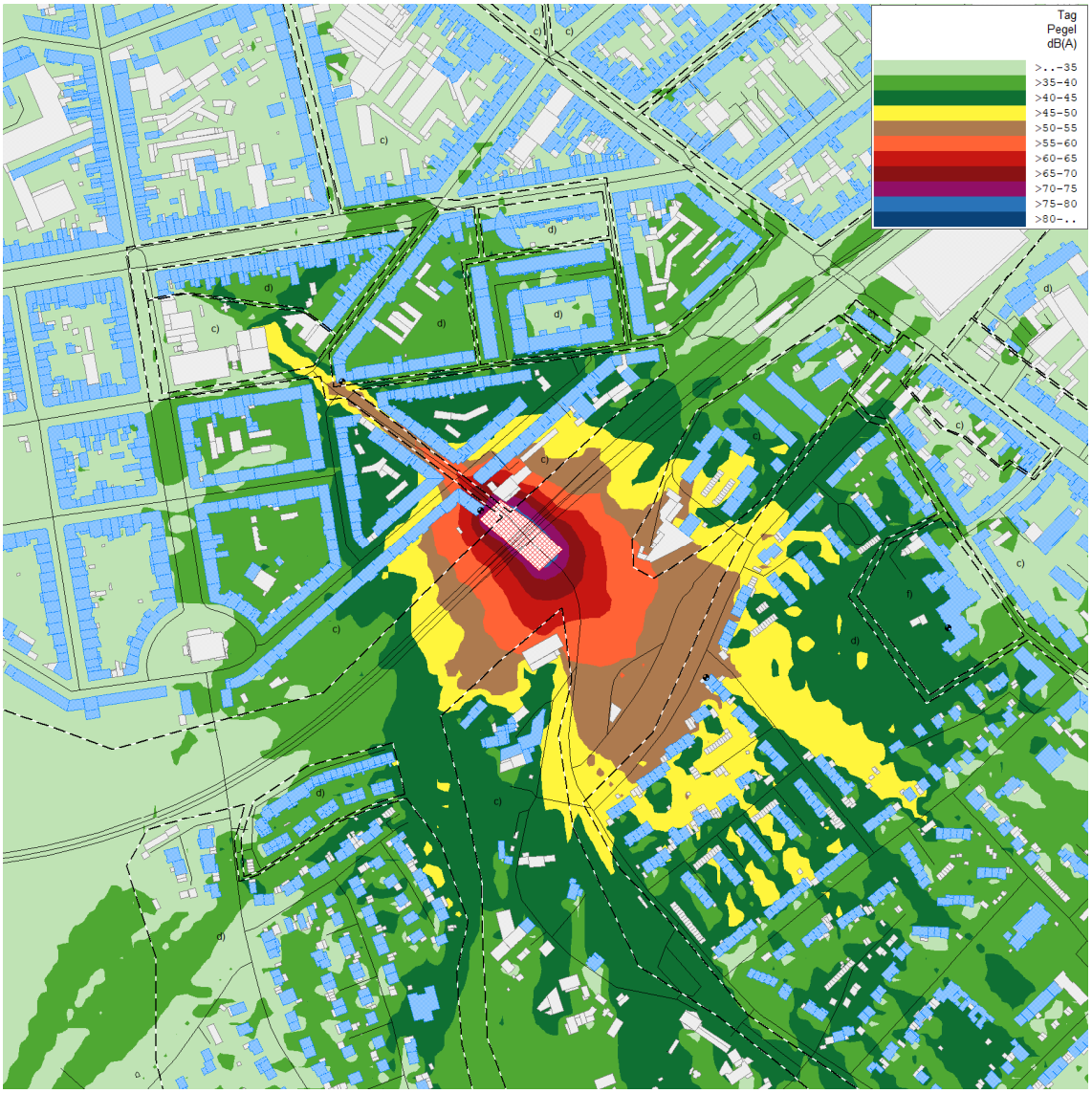
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 3:		**Einstellung: "Referenzeinstellung"**	
		Tag	
		IRW	L r,A
		/dB	/dB
IPkt006	Drimbornstraße 18 EG S/O	60,0	68,4
IPkt007	Drimbornstraße 18 OG1 S/O	60,0	70,4
IPkt008	Drimbornstraße 18 OG2 S/O	60,0	70,7
IPkt009	Drimbornstraße 18 OG3 S/O	60,0	70,9
IPkt010	Drimbornstraße 18 OG4 S/O	60,0	70,4
IPkt011	Aussemstraße 2 EG N/W	55,0	51,9
IPkt012	Aussemstraße 2 OG1 N/W	55,0	53,0
IPkt013	Aussemstraße 2 OG2 N/W	55,0	53,6
IPkt021	Bismarckstraße 150 EG Süd	55,0	51,6
IPkt022	Bismarckstraße 150 OG1 Süd	55,0	51,8
IPkt023	Bismarckstraße 150 OG2 Süd	55,0	52,1
IPkt024	Bismarckstraße 150 OG3 Süd	55,0	52,5
IPkt025	Bismarckstraße 150 OG4 Süd	55,0	52,8
IPkt026	Bismarckstraße 150 OG5 Süd	55,0	53,1
IPkt027	Altstraße 16-32 EG S/W	45,0	43,9
IPkt028	Altstraße 16-32 OG1 S/W	45,0	44,8
IPkt029	Altstraße 16-32 OG2 S/W	45,0	45,7
IPkt030	Altstraße 16-32 OG3 S/W	45,0	46,4

Bauphase 4+5 (tags):

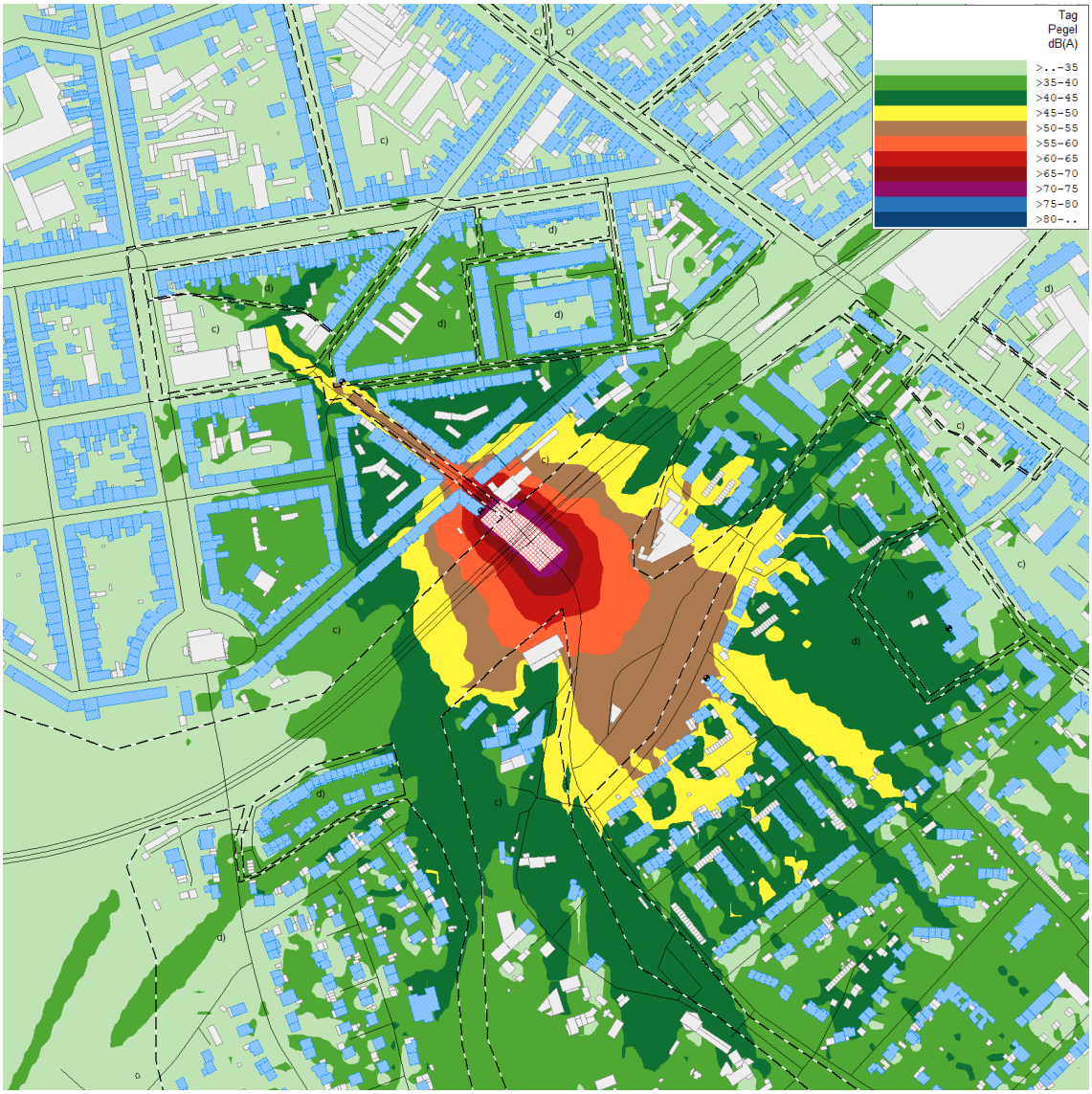
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 4+5:		**Einstellung: "Referenzeinstellung"**	
		Tag	
		IRW	L r,A
		/dB	/dB
IPkt006	Drimbornstraße 18 EG S/O	60,0	67,4
IPkt007	Drimbornstraße 18 OG1 S/O	60,0	69,4
IPkt008	Drimbornstraße 18 OG2 S/O	60,0	69,7
IPkt009	Drimbornstraße 18 OG3 S/O	60,0	69,9
IPkt010	Drimbornstraße 18 OG4 S/O	60,0	69,4
IPkt011	Aussemstraße 2 EG N/W	55,0	50,9
IPkt012	Aussemstraße 2 OG1 N/W	55,0	52,0
IPkt013	Aussemstraße 2 OG2 N/W	55,0	52,6
IPkt021	Bismarckstraße 150 EG Süd	55,0	50,6
IPkt022	Bismarckstraße 150 OG1 Süd	55,0	50,8
IPkt023	Bismarckstraße 150 OG2 Süd	55,0	51,1
IPkt024	Bismarckstraße 150 OG3 Süd	55,0	51,5
IPkt025	Bismarckstraße 150 OG4 Süd	55,0	51,8
IPkt026	Bismarckstraße 150 OG5 Süd	55,0	52,1
IPkt027	Altstraße 16-32 EG S/W	45,0	42,9
IPkt028	Altstraße 16-32 OG1 S/W	45,0	43,8
IPkt029	Altstraße 16-32 OG2 S/W	45,0	44,7
IPkt030	Altstraße 16-32 OG3 S/W	45,0	45,4

Bauphase 6 (tags):

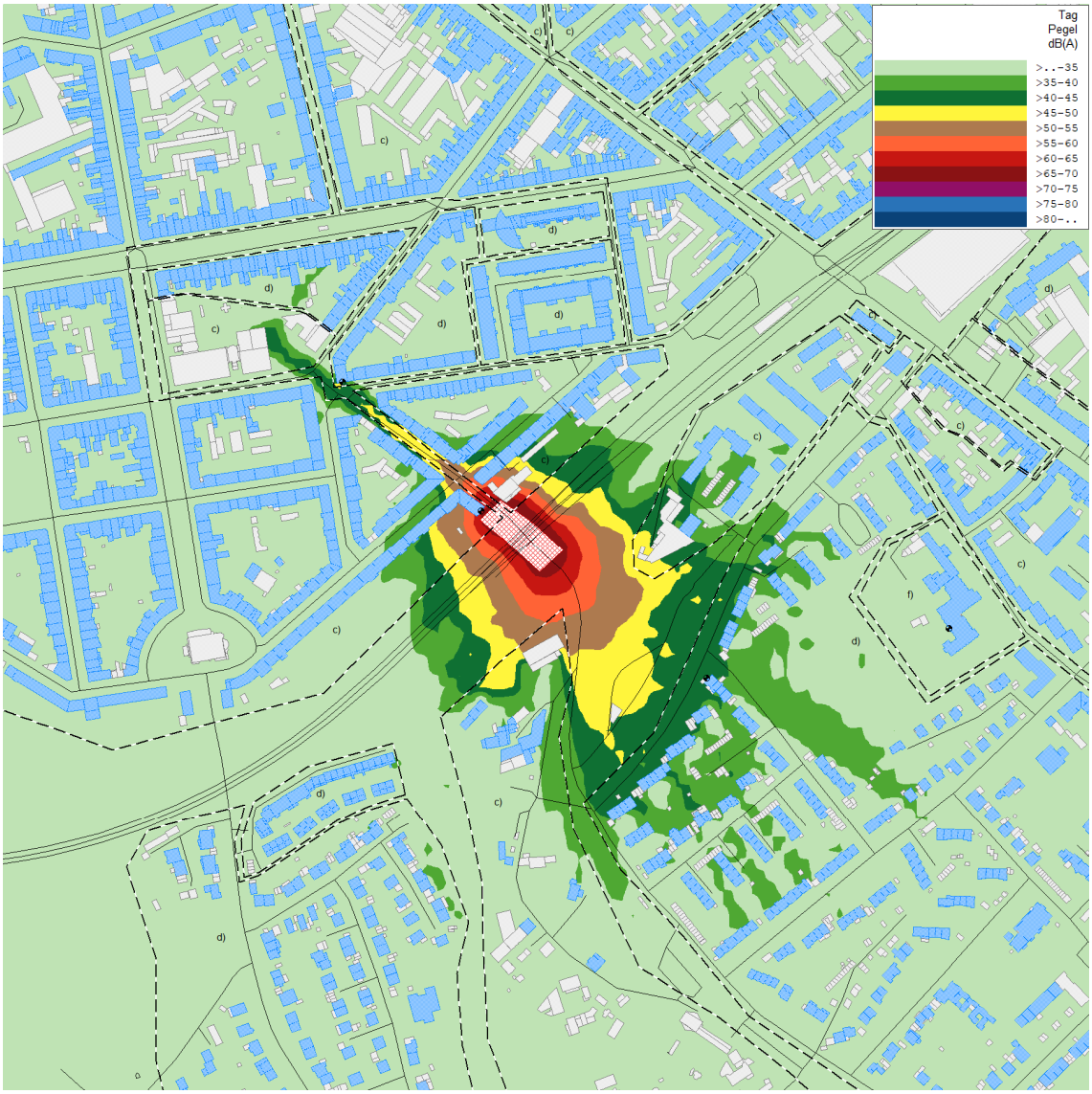
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 6:		**Einstellung: "Referenzeinstellung"**	
		Tag	
		IRW	L r,A
		/dB	/dB
IPkt006	Drimbornstraße 18 EG S/O	60,0	66,4
IPkt007	Drimbornstraße 18 OG1 S/O	60,0	68,4
IPkt008	Drimbornstraße 18 OG2 S/O	60,0	68,7
IPkt009	Drimbornstraße 18 OG3 S/O	60,0	68,9
IPkt010	Drimbornstraße 18 OG4 S/O	60,0	68,4
IPkt011	Aussemstraße 2 EG N/W	55,0	49,9
IPkt012	Aussemstraße 2 OG1 N/W	55,0	51,0
IPkt013	Aussemstraße 2 OG2 N/W	55,0	51,6
IPkt021	Bismarckstraße 150 EG Süd	55,0	49,6
IPkt022	Bismarckstraße 150 OG1 Süd	55,0	49,8
IPkt023	Bismarckstraße 150 OG2 Süd	55,0	50,1
IPkt024	Bismarckstraße 150 OG3 Süd	55,0	50,5
IPkt025	Bismarckstraße 150 OG4 Süd	55,0	50,8
IPkt026	Bismarckstraße 150 OG5 Süd	55,0	51,1
IPkt027	Altstraße 16-32 EG S/W	45,0	41,9
IPkt028	Altstraße 16-32 OG1 S/W	45,0	42,8
IPkt029	Altstraße 16-32 OG2 S/W	45,0	43,7
IPkt030	Altstraße 16-32 OG3 S/W	45,0	44,4

Bauphase 7 (tags):

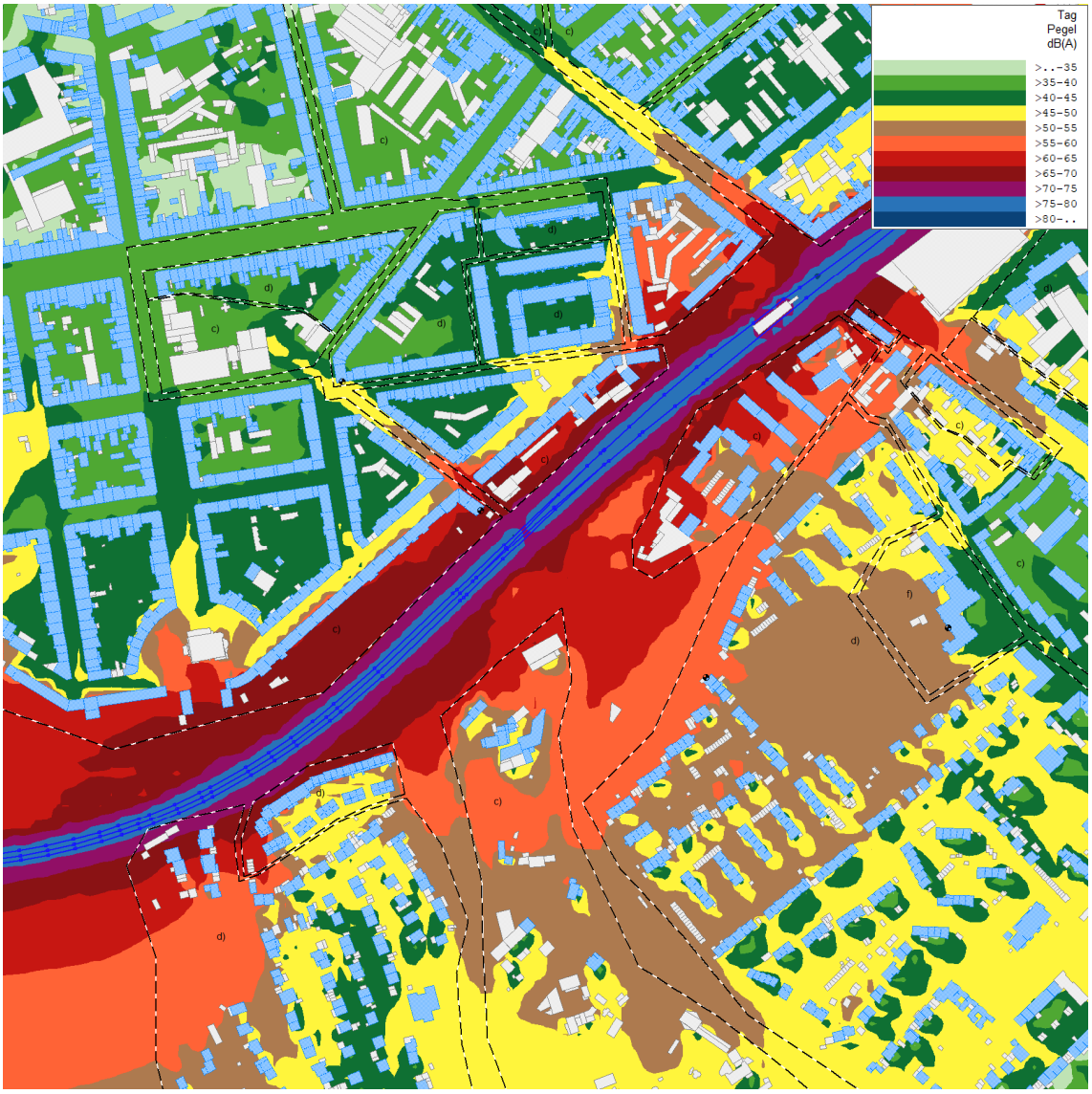
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 7:		**Einstellung: "Referenzeinstellung"**	
		Tag	
		IRW	L r,A
		/dB	/dB
IPkt006	Drimbornstraße 18 EG S/O	60,0	61,0
IPkt007	Drimbornstraße 18 OG1 S/O	60,0	63,2
IPkt008	Drimbornstraße 18 OG2 S/O	60,0	63,6
IPkt009	Drimbornstraße 18 OG3 S/O	60,0	63,9
IPkt010	Drimbornstraße 18 OG4 S/O	60,0	63,4
IPkt011	Aussemstraße 2 EG N/W	55,0	40,4
IPkt012	Aussemstraße 2 OG1 N/W	55,0	41,7
IPkt013	Aussemstraße 2 OG2 N/W	55,0	42,6
IPkt021	Bismarckstraße 150 EG Süd	55,0	43,4
IPkt022	Bismarckstraße 150 OG1 Süd	55,0	43,6
IPkt023	Bismarckstraße 150 OG2 Süd	55,0	44,0
IPkt024	Bismarckstraße 150 OG3 Süd	55,0	45,4
IPkt025	Bismarckstraße 150 OG4 Süd	55,0	45,7
IPkt026	Bismarckstraße 150 OG5 Süd	55,0	46,0
IPkt027	Altstraße 16-32 EG S/W	45,0	32,3
IPkt028	Altstraße 16-32 OG1 S/W	45,0	33,3
IPkt029	Altstraße 16-32 OG2 S/W	45,0	34,3
IPkt030	Altstraße 16-32 OG3 S/W	45,0	35,4

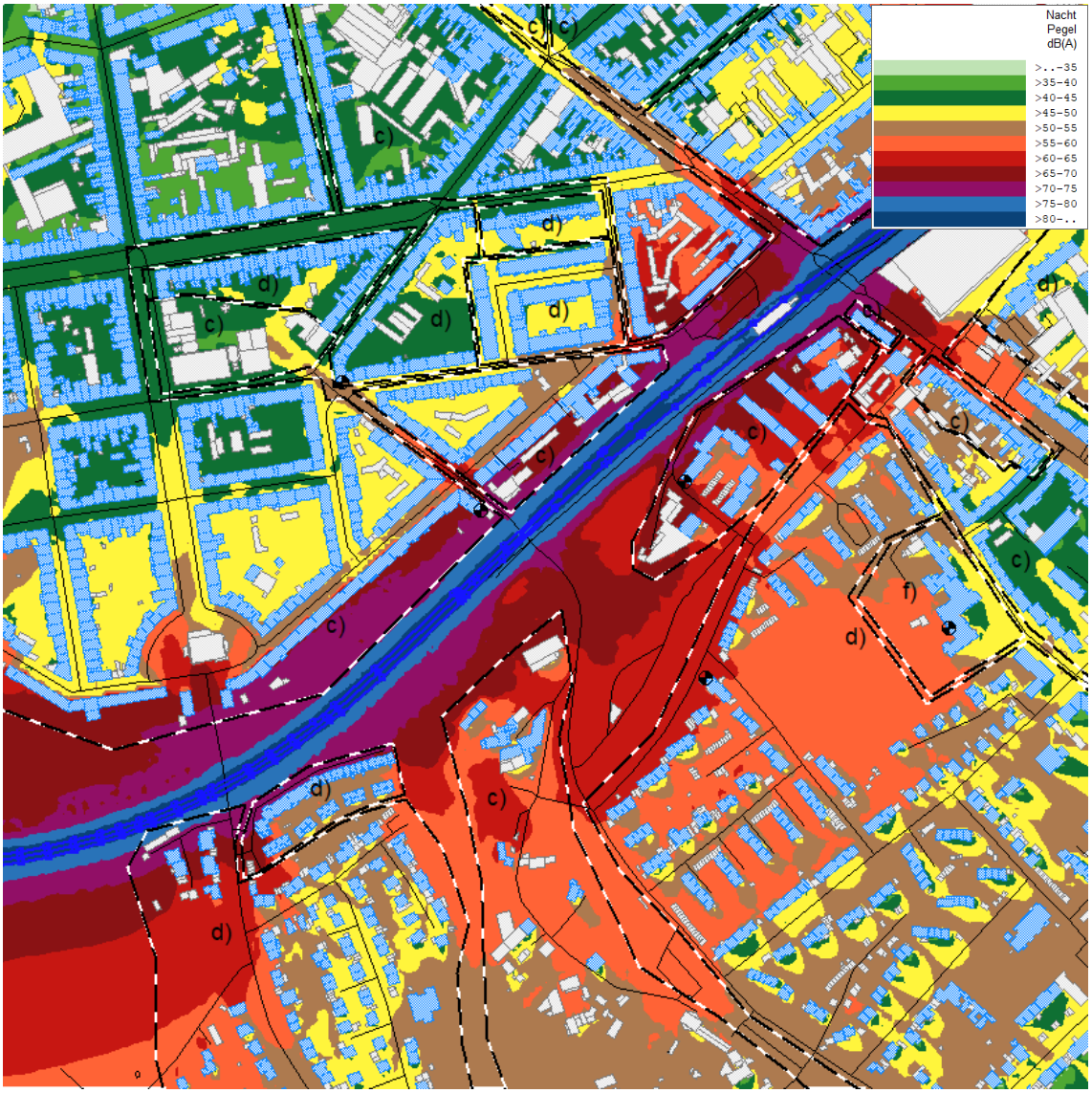
Vorbelastung (tags):

Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Vorbelastung (nachts):

Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Vorbelastung:		**Einstellung: "Referenzeinstellung: Schall 03"**			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt006	Drimbornstraße 18 EG S/O	60,0	57,7	45,0	59,9
IPkt007	Drimbornstraße 18 OG1 S/O	60,0	65,7	45,0	66,8
IPkt008	Drimbornstraße 18 OG2 S/O	60,0	66,4	45,0	67,5
IPkt009	Drimbornstraße 18 OG3 S/O	60,0	67,6	45,0	68,1
IPkt010	Drimbornstraße 18 OG4 S/O	60,0	67,9	45,0	69,3
IPkt011	Aussemstraße 2 EG N/W	55,0	56,2	40,0	60,5
IPkt012	Aussemstraße 2 OG1 N/W	55,0	57,4	40,0	60,9
IPkt013	Aussemstraße 2 OG2 N/W	55,0	57,6	40,0	61,2
IPkt021	Bismarckstraße 150 EG Süd	55,0	47,7	40,0	50,8
IPkt022	Bismarckstraße 150 OG1 Süd	55,0	48,0	40,0	51,1
IPkt023	Bismarckstraße 150 OG2 Süd	55,0	48,4	40,0	51,6
IPkt024	Bismarckstraße 150 OG3 Süd	55,0	49,0	40,0	52,3
IPkt025	Bismarckstraße 150 OG4 Süd	55,0	50,0	40,0	53,6
IPkt026	Bismarckstraße 150 OG5 Süd	55,0	52,5	40,0	56,3
IPkt027	Altstraße 16-32 EG S/W	45,0	50,4	35,0	54,0
IPkt028	Altstraße 16-32 OG1 S/W	45,0	50,9	35,0	54,9
IPkt029	Altstraße 16-32 OG2 S/W	45,0	51,6	35,0	56,2
IPkt030	Altstraße 16-32 OG3 S/W	45,0	51,9	35,0	56,7