

**Schall- und erschütterungstechnische
Untersuchung**

**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen – Nürnberg**

- Baubedingte Immissionen -

Bericht Nr. 250-00855-2_01

im Auftrag der

DB InfraGO AG

Bamberg, im Februar 2025

Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

EÜ km 54,409 Entengraben und EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk Strecke 5320 Treuchtlingen – Nürnberg

- Baubedingte Immissionen -

Bericht-Nr.:	250-00855-2_01
Datum:	07.02.2025
Dieser Bericht ersetzt den:	Bericht Nr.250-00855-2 vom 26.09.2023
Auftraggeber:	DB InfraGO AG Region Süd Infrastrukturprojekte Süd Richelstraße 1 80634 München
Auftragnehmer:	Möhler + Partner Ingenieure GmbH Mußstraße 18 96047 Bamberg T + 49 951 160 952 - 0 F + 49 951 160 952 - 99 www.mopa.de info@mopa.de
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) Volker Scherbel B.Eng. Lars Steinheimer

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.....	20
5. Schallschutz.....	21
5.1 Schallemissionen.....	21
5.2 Schallimmissionen.....	21
5.3 Vorbelastung	26
5.4 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms	27
5.5 Diskussion von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung.....	30
5.6 Bewertung der Schutzmaßnahmen.....	31
6. Erschütterungsschutz	34
6.1 Geologie.....	34
6.2 Untersuchungen	34
6.3 Bewertung.....	37
6.4 Schutzmaßnahmen	38
7. Zusammenfassung.....	40
8. Anlagen	43

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahmen (Quelle: OpenRailwayMap, 2025).....	16
Abbildung 2:	Prognostizierte Anwesen in der Nachbarschaft mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte am Tag.....	24
Abbildung 3:	Prognostizierte Anwesen in der Nachbarschaft mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte in der Nacht.....	25

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 in dB(A).....	22
Tabelle 6:	Prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm.....	23
Tabelle 7:	Beurteilungspegel durch die Vorbelastung an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft.....	26
Tabelle 8:	Prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen sowohl der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm als auch der Vorbelastung.....	27
Tabelle 9:	Gebäude mit Überschreitung der Zumutbarkeitsschwelle unter Berücksichtigung der Vorbelastung.....	33
Tabelle 10:	Gebäude mit potenziellen Überschreitungen der Anhaltswerte.....	37

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 1 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225, Nr. 340) geändert worden ist.
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm), vom 19. August 1970 (BAnz. Nr. 160)
- [3] ISO 9613-2, „Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung - Teil 2: Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren) für die Vorhersage der Schalldruckpegel im Freien“, Januar 2024
- [4] SoundPLAN Version 9.1: EDV Programm zur Schallimmissionsprognose, SoundPLAN GmbH, 2025
- [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), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 236) 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] Rechtskräftige Bebauungspläne der Stadt Nürnberg, <https://geoportal.nuernberg.de/masterportal/bebauungsplaene/>, aufgerufen am 10.01.2025
- [11] Flächennutzungsplan der Stadt Nürnberg, <https://geoportal.nuernberg.de/masterportal/flaechennutzungsplan/>, aufgerufen am 10.01.2025
- [12] Digitale Planunterlagen und Angaben zum Bauablauf, DB InfraGO AG, Stand: Januar 2025
- [13] Baugesetzbuch (BauGB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394) geändert worden ist.

- [14] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist
- [15] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2004
- [16] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden 1998
- [17] Maschineneigene Störschallpegel L_N [dB(A)] von Gleisbaumaschinen, DB Mobility Networks Logistics, Eisenbahnunfallkasse EUK, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Stand: Mai 2013
- [18] Forum Schall, Emissionsdatenkatalog von Bau- und Arbeitsmaschinen, Umweltbundesamt Österreich, Dezember 2023
- [19] Gerhard Müller, Michael Möser (Hrsg.): Taschenbuch der technischen Akustik, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Springer Verlag 2004
- [20] 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
- [21] 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
- [22] 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
- [23] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013
- [24] Belegungsprogramm der Strecken 5320, 5941, 5943 und 5971 für den Zustand 2022, DB AG, übermittelt am 17.04.2023
- [25] Digitale Geologische Karte Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt, https://www.lfu.bayern.de/geologie/geo_karten_schriften/dgk25_uab/index.htm, aufgerufen am 10.01.2025

1. Aufgabenstellung

Die DB InfraGO AG plant die Erneuerung der Eisenbahnüberführung (EÜ) über den Entengraben bei ca. Bahn-km 54,409 sowie des kreuzenden Überwerfungsbauwerks (ÜBW) bei ca. Bahn-km 54,410 an der Strecke 5320 Treuchtlingen – Nürnberg. Im Zuge dessen ist zudem die Instandsetzung des Damms in diesem Bereich vorgesehen.

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 GmbH von der DB InfraGO 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	65 dB(A)
		nachts	50 dB(A)
c)	Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,	tagsüber	60 dB(A)
		nachts	45 dB(A)
d)	Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,	tagsüber	55 dB(A)
		nachts	40 dB(A)
e)	Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind,	tagsüber	50 dB(A)
		nachts	35 dB(A)
f)	Kurzegebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tagsüber	45 dB(A)
		nachts	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 von den berechneten Schalleistungswirkpegeln abgezogen werden.

Bei den Schalleistungswirkpegeln 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 ISO 9613-2 [3] mit der Software SoundPLAN [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.

Im Bereich der Baumaßnahme ist eine Lärmvorbelastung neben dem Verkehrslärm der umliegenden Straßen (u.a. Bundesstraße B 2) v.a. durch den Schienenverkehr der Strecken 5320, 5941, 5943 und 5971 [24] gegeben.

Die Geräuschvorbelastung durch die vorhandenen Verkehrswege liegt insofern in unmittelbarer Nähe zur Baumaßnahme oberhalb der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm. Bei 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.

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 $KB_{F_{max}}$
Die maximale bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ 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 $KB_{F_{max}}$ kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u , dann sind die Anforderungen der Norm eingehalten.
- Ist der $KB_{F_{max}}$ größer als der (obere) Anhaltswert A_o , dann sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.
- Ist $KB_{F_{max}}$ größer als der untere Anhaltswert A_u und kleiner als der obere Anhaltswert A_o , gilt die Anforderung der Norm als eingehalten, wenn KB_{FTr} kleiner als der Anhaltswert A_r ist. Ist KB_{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 Tag			6 Tage < D ≤ 26 Tage			26 Tage < D < 78 Tage		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A_u	$A_o^{*})$	A_r	A_u	$A_o^{*})$	A_r	A_u	$A_o^{*})$	A_r
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6

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

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

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkung in der oben stehenden Tabelle ist die Anzahl von Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten. Tage mit Erschütterungseinwirkungen, die unter diesen Anhaltswerten 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_v	A_r	A_o	A_v	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			
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s	
		oberste Gebäude- decke, horizontal	vertikale Decken- schwingungen
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 Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg befindet sich bei ca. Bahn-km 54,409 (EÜ) bzw. 54,410 (ÜBW) (siehe folgende Abbildung) im Stadtteil Reichelsdorf der kreisfreien Stadt Nürnberg im Bundesland Bayern.

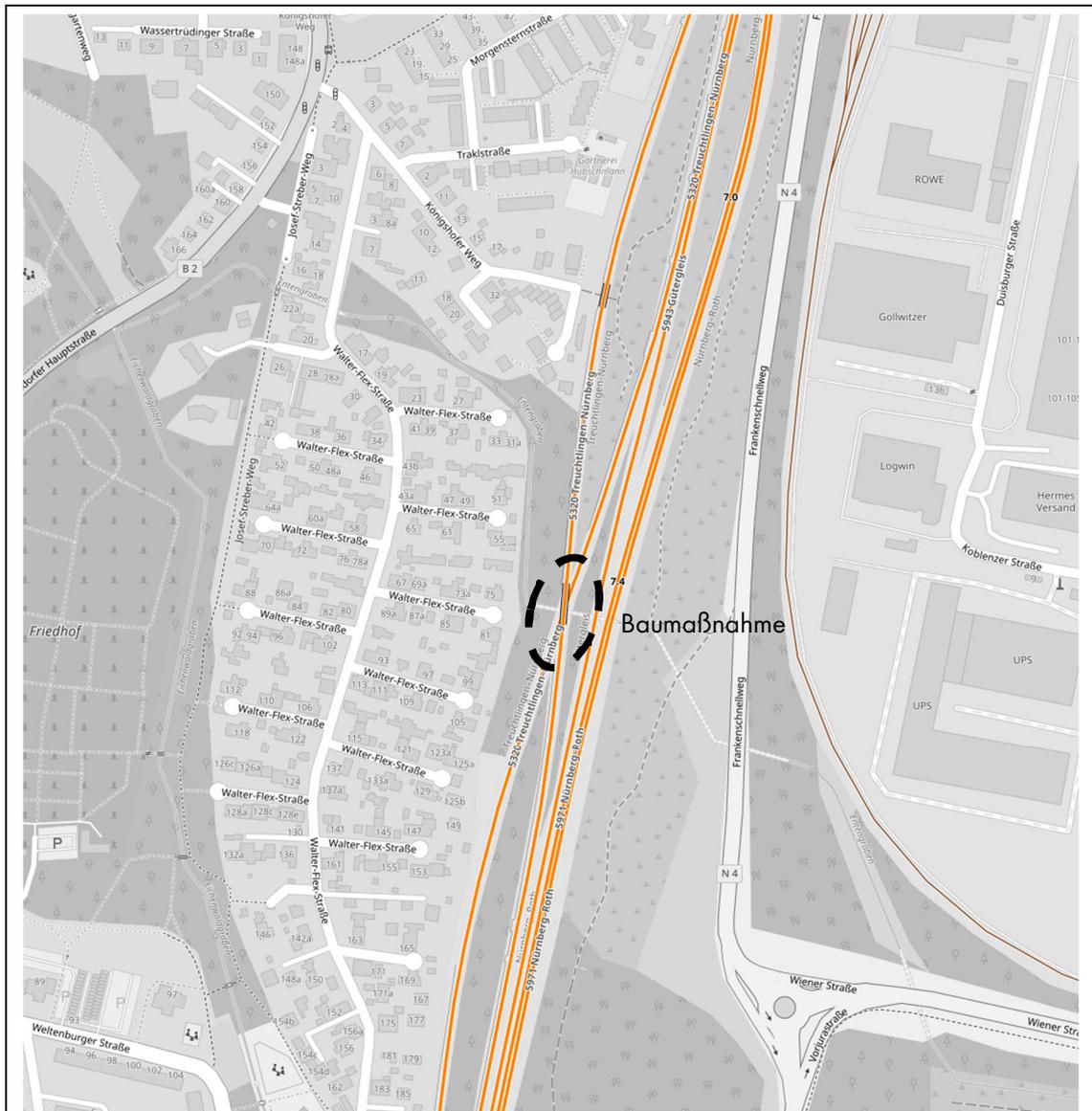


Abbildung 1: Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahmen (Quelle: OpenRailwayMap, 2025)

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 [10] 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 Flächennutzungsplanes [10] abgeglichen.

Demzufolge sind im Umfeld der Baumaßnahme folgende schutzbedürftige Nutzungen vorhanden:

- Westlich der Baumaßnahme befinden sich im Nürnberger Stadtteil Koppenhof zunächst vorwiegend Wohnbauflächen (W) bzw. allgemeine Wohngebiete (WA), die nach Nr. 3.1.1. d) der AVV Baulärm einzustufen sind. In einer Entfernung von ca. 300 m liegen zudem gemischte Bauflächen (M) bzw. Mischgebiete (MI), die nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm zu behandeln sind.
- In einem Abstand von fast 500 m nordwestlich der Brücken sowie ebenfalls in einem Abstand von mehr als 700 m südwestlich befinden sich zudem Altenpflege- bzw. Seniorenheime, die nach Nr. 3.1.1. f) der AVV Baulärm einzustufen sind.
- Östlich der Baumaßnahme sind die Flächen im Stadtteil Maiach weitestgehend als Sondergebiet „Güterverkehrszentrum Hafen (GVZ)“ ausgewiesen, das nach Nr. 3.1.1. b) der AVV Baulärm eingestuft wird.

4. Baubetriebsablauf

4.1 Baudurchführung

Die regulär geplante Baudurchführung stellt sich gemäß den vom Auftraggeber übermittelten Rahmenbedingungen [12] wie folgt dar:

Bauphase 1: Vorarbeiten und Baustelleneinrichtung (Dauer ca. 59 Tage)

- Baustelleneinrichtung
- Weitestgehende Vorbereitung Baustellenzufahrt (inkl. Auffahrtsrampe)
- LSW Rückbau GRiG
- Gleisüberfahrt GRiG
- Verrohrung, Überschüttung und Überfahrt über Entengraben
- Vorbereitung der Standflächen für den Autokran
- OLA - Herstellung und Aushärtung Gründung GRiG

Bauphase 2: Abbrucharbeiten (Dauer ca. 93 Tage)

- LSW Rückbau RiG
- OLA - Stellen der Maste GRiG
- Herstellung Arbeitsebene (inkl. Rückbau Damm, GW-Absenkung)
- Rückbau Oberbau, Damm, Bestandsbauwerk
- Herstellung der Baugruben
- Ertüchtigung Anschlussdamm Nord Teil 1 von 2
- Herstellung Element-Stützwand bahnlinks Teil 1 von 2

Bauphase 3: Herstellung Bauwerke in Blöcken (Dauer ca. 113 Tage)

- Herstellung ÜBW + EÜ
- Herstellung STW mit Winkelstützwänden (Nord + Süd)
- Ertüchtigung Anschlussdamm Nord Teil 2 von 2
- Herstellung Element-Stützwand bahnlinks Teil 2 von 2
- Herstellung Element-Stützwand bahnrechts
- Ertüchtigung Anschlussdamm Süd
- Herstellung Element-Stützwand bahnlinks

Bauphase 4: Dammherstellung und Ausstattung (Dauer ca. 57 Tage)

- Einbau Abdichtung STW, ÜBW + EÜ
- Erdarbeiten inkl. Dammherstellung
- Herstellung Kappen und Oberbau
- OLA – Herstellung OLA GRiGI
- Herstellung Geländer
- Entwässerungsrinne STW
- Andecken Oberboden Damm mit Ansaat
- Herstellung Böschungstreppen
- Rückbau BE
- Wiedereinbau LSW GRiGI
- OLA – Herstellung und Aushärtung Gründung OLA RiGI
- Herstellung und Aushärtung Gründung LSW RiGI
- Herstellung LSW RiGI

Bauphase 5: Nachlaufarbeiten (Dauer ca. 148 Tage)

- Rückbau BE
- Belastungsstopfgang RiGI + GRiGI
- Ausgleichsmaßnahmen

4.2 Bauzeiten

Die Arbeiten finden durchgehend im Zeitraum Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) statt. Zudem werden innerhalb der folgenden Sperrpausen Bautätigkeiten im Zeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) durchgeführt:

- 3 Tage Gleissperrung (24 h): Bauphase 1
- 4 Tage Gleissperrung (24 h): Bauphase 2
- 47+164 Tage Totalsperrung (16 h): Bauphase 2-4
- 9 Tage Gleissperrung (16 h): Bauphase 3
- 16,5 Tage Gleissperrung (16 h): Bauphase 4
- 2x 1,5 Tage Gleissperrung (24 h): Bauphase 5

In den Gleissperrungen (24 h) sind die Arbeiten demnach durchgehend sowohl am Tag als auch in der Nacht vorgesehen.

Für die Totalsperrung (16 h) bzw. die Gleissperrungen (16 h) ist von einer Arbeitszeit zwischen 6:00 und 22:00 Uhr auszugehen. Die Zeiten von 6:00 bis 7:00 Uhr und von 20:00 bis 22:00 Uhr liegen somit in der Nacht. Lärmintensive Arbeiten finden in diesen Sperrpausen nur von 7:00 bis 20:00 Uhr und damit am Tag statt.

4.3 Maschineneinsatz

Gemäß den übermittelten Rahmenbedingungen werden übliche Baugeräte zur Durchführung der Baumaßnahmen eingesetzt [12], wie z. B.:

- LKW
- (Zweiwege-)Bagger, Radlader
- Mobilkran
- Kettensäge
- Plattenrüttler, Walze
- Bagger mit Spitzmeißel bzw. Zange
- Trennschleifer, Schienenbohrmaschine
- Betoniergeräte (Betonmischer, -pumpe, -rüttler)
- Stopfmaschine
- Bohrgerät
- Schweißgerät
- Vibrationsramme
- Gleisarbeitsfahrzeug

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 ([15], [16], [17], [18]). 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 Flächen- oder Linienquelle nach ISO 9613-2 [3] modelliert.

Für die betroffene Nachbarschaft ergeben sich aus der jeweils vom Fortschritt der Baumaßnahme abhängigen Entfernung der Tätigkeiten unterschiedliche Geräuschemissionen. 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 $L_{WAmax} = 118$ dB(A) auf. Kurzzeitige Geräuschspitzen ragen um höchstens ca. 15 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 ISO 9613-2 [3] unter Verwendung der Software SoundPLAN [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 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) sowie für den Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) für ausgewählte Immissionsorte zusammengefasst.

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

Tabelle 5: Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft in dB(A)								
BP	Walter-Flex-Str. 77 IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)		Walter-Flex-Str. 79 IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)		Königshofer Weg 58 IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)		Eibacher Hauptstr. 150 IRW = 45/35 nach Nr. 3.1.1. f)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	61	60	58	57	55	51	41	35
2	70	62	67	60	53	50	44	37
3	62	61	59	58	43	42	35	34
4	73	63	70	61	60	53	49	40
5	62	62	59	59	52	52	38	38

Fett: Überschreitung des Immissionsrichtwertes, IRW = Immissionsrichtwerte, BP = Bauphase

Die Berechnungsergebnisse für die Tagzeit zeigen, dass die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle um bis zu 18 dB(A) überschritten werden.

Die Berechnungsergebnisse für die Nachtzeit zeigen, dass die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle um bis zu 23 dB(A) überschritten werden.

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					
BP	Gebietsnutzung nach AVV Baulärm			Gesamt	davon ≥ 70/60 dB(A)
	Nr. 3.1.1. c)	Nr. 3.1.1. d)	Nr. 3.1.1. f)		
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
1	-/-	ca. 10/ca. 100	-/-	ca. 10/ca. 100	-/-
2	-/-	ca. 30/ca. 140	1/1	ca. 30/ca. 140	1/2
3	-/-	ca. 5/ca. 80	-/1	ca. 5/ca. 80	-/1
4	-/-	ca. 85/ca. 185	1/1	ca. 85/ca. 185	3/3
5	-/-	ca. 5/ ca. 150	-/1	ca. 5/ca. 150	-/2

BP = Bauphase

Es kann an bis zu ca. 85 Gebäuden am Tag eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm nicht ausgeschlossen werden.

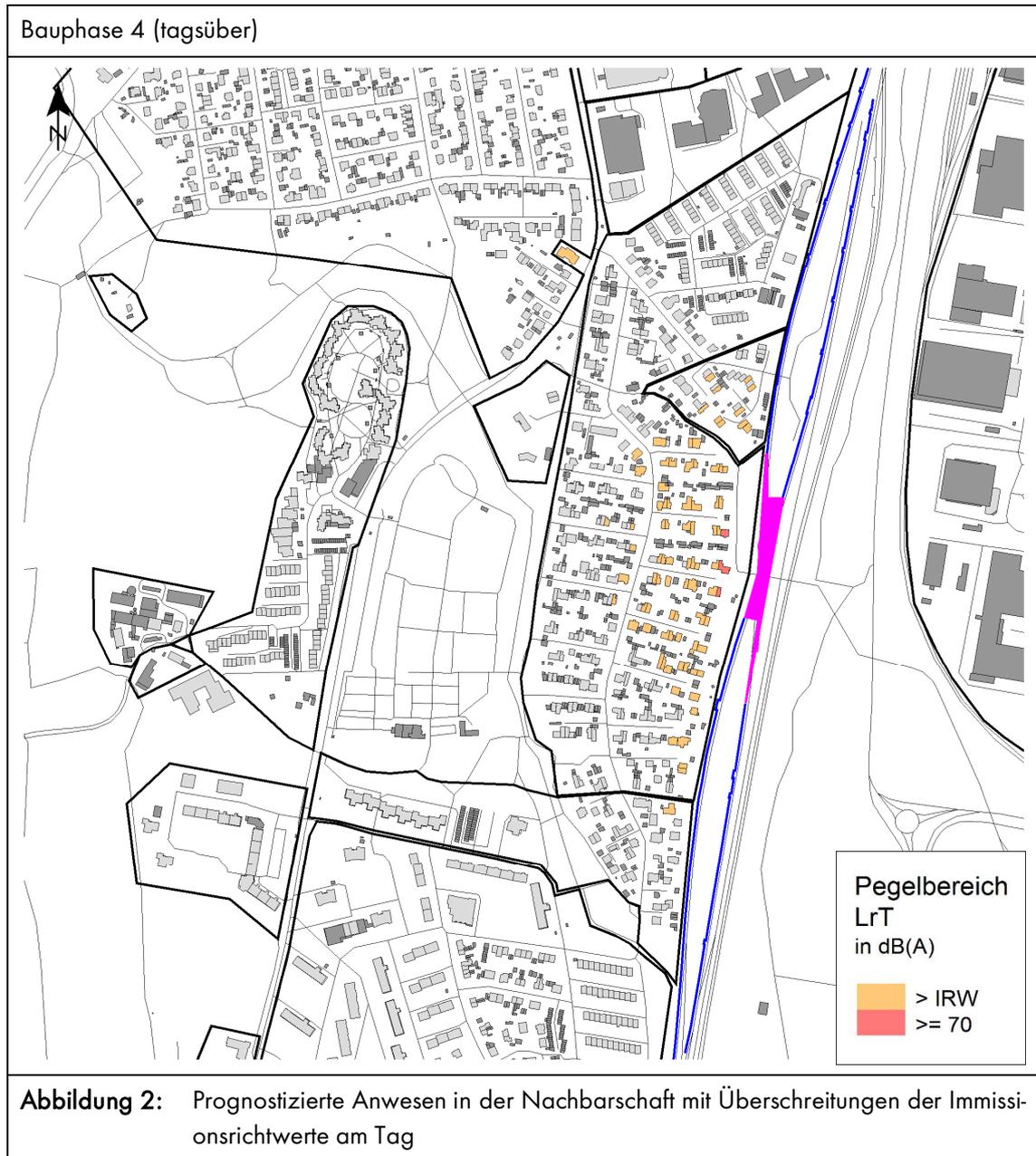
Zudem kann während der nächtlichen Arbeiten an bis zu ca. 185 Gebäuden eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm gegeben sein.

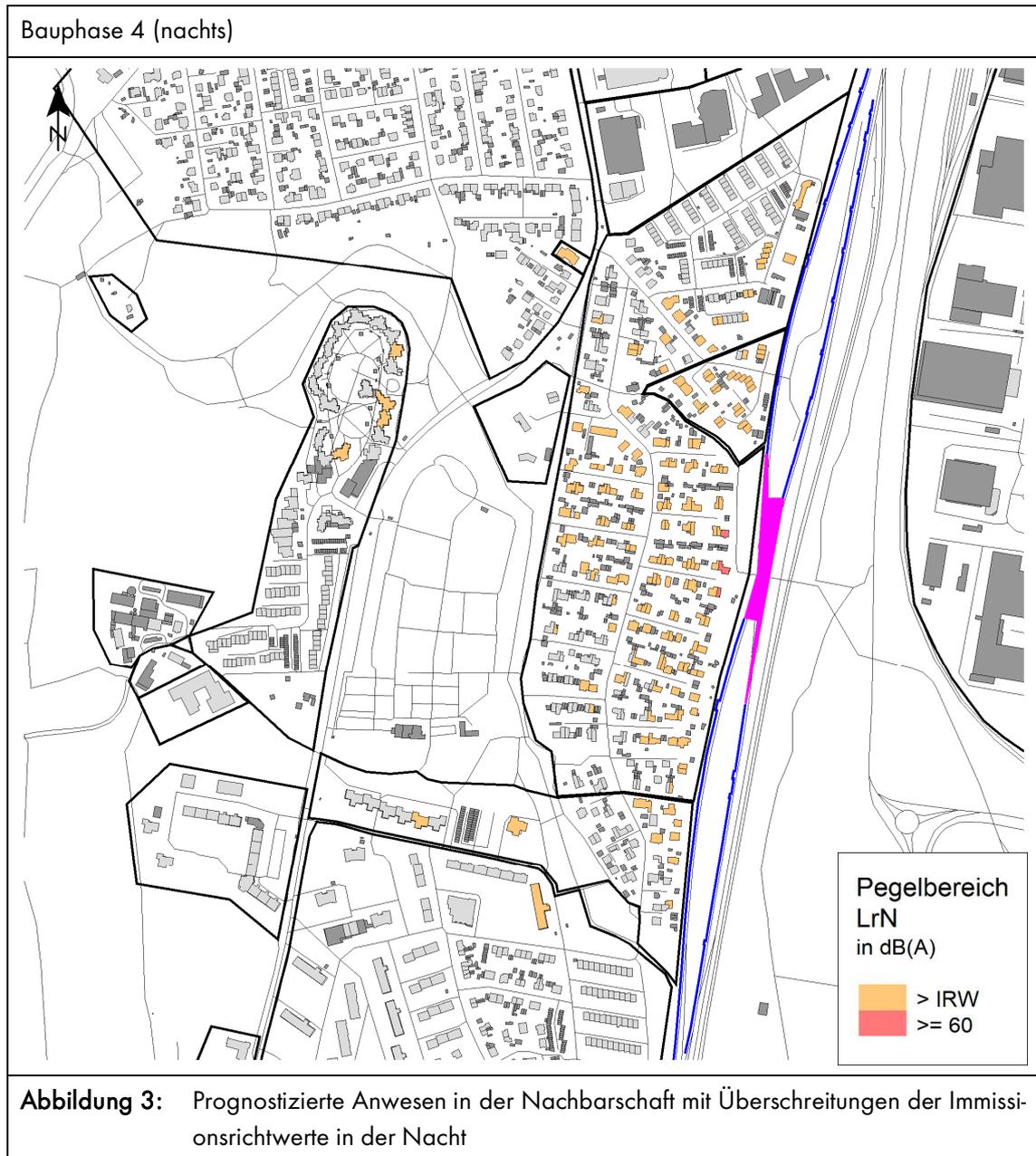
Eine Überschreitung der Zumutbarkeitsschwelle ab 70/60 dB(A) Tag/Nacht wurde an bis zu drei Gebäuden am Tag und an bis zu drei Gebäuden in der Nacht prognostiziert.

Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm treten nicht während der gesamten Bauzeit auf, sondern insbesondere nur für die Dauer von geräuschintensiveren Bautätigkeiten, die jeweils nur einen Teil der Gesamtdauer der einzelnen Bauphasen in Anspruch nehmen. In den Hauptbauphasen beschränkt sich die Arbeitszeit zudem auf 6:00 bis 22:00 Uhr und damit nur auf wenige Stunden in der Nachtzeit (20:00 bis 7:00 Uhr).

In der folgenden Abbildung sind für die schalltechnisch ungünstigste Bauphase (Bauphase 4) die Bereiche der von erheblichen Baulärmbelastungen betroffenen Nachbarschaft dargestellt.

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





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 vor allem durch Schienenverkehr [24] eine Vorbelastung gegeben. Die bestehenden Schallschutzwände wurden bei der Ermittlung der Vorbelastung berücksichtigt.

In nachfolgender Tabelle ist die Vorbelastung anhand der Berechnungsergebnisse an den ausgewählten Immissionsorten (s. a. Tab. 5) dargestellt. Die Beurteilungspegelkarten für die Geräuschvorbelastung sind in der Anlage 3 dargestellt.

Tabelle 7: Beurteilungspegel durch die Vorbelastung an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft							
Walter-Flex-Str. 77		Walter-Flex-Str. 79		Königshofer Weg 58		Eibacher Hauptstr. 150	
IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)		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
60	60	57	57	53	53	48	48

IRW = Immissionsrichtwert

Die Vorbelastung liegt demnach v.a. 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					
BP	Gebietsnutzung nach AVV Baulärm			Gesamt	davon ≥ 70/60 dB(A)
	Nr. 3.1.1. c)	Nr. 3.1.1. d)	Nr. 3.1.1. f)		
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
1	-/-	ca. 10/ca. 10	-/-	ca. 10/ca. 10	-/-
2	-/-	ca. 30/ca. 30	1/-	ca. 30/ca. 30	1/2
3	-/-	ca. 5/ca. 10	-/-	ca. 5/ca. 10	-/1
4	-/-	ca. 85/ca. 65	1/-	ca. 85/ca. 65	3/3
5	-/-	ca. 5/ca. 20	-/-	ca. 5/ca. 20	-/2

BP = Bauphase

Es sind dementsprechend teilweise baubedingte Schallimmissionen gegeben, die sowohl oberhalb der Immissionsrichtwerte als auch oberhalb der Geräuschvorbelastung liegen.

Im Weiteren werden im nachfolgenden Kapitel aufgrund der Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm (s. Tab. 6) sowie der Vorbelastung (s. Tab. 8) mögliche Maßnahmen zur Minderung des Baulärms aufgezeigt.

5.4 Diskussion 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 Errichtung von effektiven temporären Schallabschirmungen sind im vorliegenden Fall aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (u. a. Dammlage, bereits vorhandene Schallschutzwände) und der infolgedessen beengten Platzverhältnisse Grenzen gesetzt. Eine wirksame Aufstellung von mobilen Schallschutzwänden ist daher 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 (z.B. Stopfmaschine) 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 Lärminderungstechnik 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 Lärminderung für die geplante Maßnahme mit einer Bauzeitverlängerung einhergehen würde und damit keine effektive Verringerung der Betroffenheit der Nachbarschaft zu erzielen wäre.

Es wird davon ausgegangen, dass die Baumaschinen den Anforderungen der 32. BImSchV [22] bzw. der Richtlinie 2000/14/EG [20] und 2005/88/EG [21] entsprechen.

Als besonders lärmintensiv sind im vorliegenden Fall die Rammarbeiten anzusehen. Sowohl für die OLA-Arbeiten als auch für die Gründung der Schallschutzwände ist der Einsatz einer Ramme vorgesehen. Dabei sind diese Arbeiten bereits ausschließlich tagsüber (7:00 bis 20:00 Uhr) vorgesehen. Sofern dennoch auf ein alternatives, weniger lärmintensives Verfahren zurückgegriffen werden kann, wäre dessen Einsatz in die weitere Planung zu integrieren.

Lärmintensiv sind im vorliegenden Fall zudem auch die Rückbauarbeiten u. a. durch den Einsatz eines Baggers mit Spitzmeißel. Demzufolge ist darauf zu achten, dass eine lärmarme Zerlegung beim Abbruch erfolgt und auch der Verladevorgang lärmarm durchgeführt wird.

Bzgl. den ebenfalls lärmintensiven Gleisbauarbeiten u. a. durch den Einsatz einer Stopfmaschine ist aus baubetrieblichen Gründen kein alternatives, weniger lärmintensives Verfahren möglich.

5.4.4 Beschränkungen der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer

Bezüglich der Dauer und Zeiträume des Betriebs der Bautätigkeiten liegen die Angaben zum Bauablauf [12] zugrunde. Es wird davon ausgegangen, dass die Arbeiten sowohl in der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) als auch in der Nachtzeit (20:00 bis 7:00 Uhr) durchgeführt werden.

Entsprechend der voraussichtlichen durchschnittlichen Betriebsdauer der lärmverursachenden Arbeitsschritte der einzelnen Baumaschinen wird eine Zeitkorrektur gemäß Nr. 6.7.1. der AVV Baulärm [2] (s.a. Tab. 1) berücksichtigt. Bei einer Betriebsdauer von max. 8 Stunden am Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) bzw. 6 Stunden in der Nacht ist eine Zeitkorrektur von 5 dB(A) ansetzbar. 10 dB(A) können bei einer Betriebsdauer von max. 2,5 Stunden am Tag bzw. 2 Stunden in der Nacht vom Wirkpegel abgezogen werden.

Im vorliegenden Fall wurde die Zeitkorrektur entsprechend der zu erwartenden Dauer der Arbeitsschritte der Betriebsdauer der Baumaschinen in der Prognose berücksichtigt. Die für die einzelnen Maschinen einer Bauphase berücksichtigten Betriebsdauern und die sich daraus ergebenden Zeitkorrekturen sind Anlage 2 zu entnehmen. Weitere Beschränkungen sind insbesondere aus baubetrieblichen Gründen nicht umsetzbar.

5.4.5 Verlegung von Bautätigkeiten in die Tagzeit

Entsprechend des Bauablaufplans [12] sind die lärmintensiven Bautätigkeiten während der Totalspernung in den Bauphasen 2 bis 4 (Ramm- und Abbrucharbeiten) bereits ausschließlich in der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) vorgesehen. In der Nachtzeit (20:00 bis 7:00 Uhr) werden keine lärmintensiven Baumaschinen eingesetzt, zudem beschränken sich die nächtlichen Arbeiten auf ca. 3 Stunden (zwischen 06:00 und 7:00 Uhr sowie zwischen 20:00 und 22:00 Uhr). In den Bauphasen 1 und 5 sind in den dort vorgesehenen Gleissperrungen uneingeschränkt Arbeiten erforderlich.

Weiteres Optimierungspotential bestünde daher durch die Verlegung aller Bautätigkeiten in die Tagzeit. Nach derzeitigem Stand der Planung ist jedoch v. a. im Hinblick auf die verfügbaren Sperrpausen die Durchführung von Arbeiten in der Nachtzeit erforderlich, sodass eine Umsetzbarkeit dieser Maßnahme nicht gegeben ist.

5.5 Diskussion 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 unverträglich 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 entgegengetreten 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 (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 und die vorhandene Vorbelastung eingeschränkt werden. Bei Überschreitungen der Zumutbarkeitsschwelle von 70/60 dB(A) tags/nachts kann eine Erstattung durch Bereitstellung von Ersatzwohnraum erforderlich 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.

Beim vorliegenden Bauvorhaben können sich jedoch baubedingte Schallimmissionen ergeben, die oberhalb der Geräuschvorbelastung liegen.

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

- Vermeidung von Nacharbeiten
Wie im Bauablaufplan bereits vorgesehen, sind während der Vollsperrung in Bauphase 2 bis 4 lärmintensive Arbeiten (Abbrucharbeiten) im Nachtzeitraum (20:00 bis 7:00 Uhr) zu vermeiden.
- 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 [22]).
- 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 nachfolgenden Gebäude aufgrund der Überschreitung der Zumutbarkeitsschwelle von 70/60 dB(A) tagsüber/nachts durch umfassende Information ausreichend in den Bauablauf eingebunden werden, ggf. ist für die Dauer der lärmintensiven Arbeiten die Bereitstellung von Ersatzwohnraum anzubieten.

Tabelle 9: Gebäude mit Überschreitung der Zumutbarkeitsschwelle unter Berücksichtigung der Vorbelastung		
	Tagsüber ≥ 70 dB(A)	Nachts ≥ 60 dB(A)
Bauphase 1	–	–
Bauphase 2	➤ Walter-Flex-Straße 77	➤ Walter-Flex-Straße 77 ➤ Walter-Flex-Straße 79
Bauphase 3	–	➤ Walter-Flex-Straße 77
Bauphase 4	➤ Walter-Flex-Straße 55a ➤ Walter-Flex-Straße 77 ➤ Walter-Flex-Straße 79	➤ Walter-Flex-Straße 55a ➤ Walter-Flex-Straße 77 ➤ Walter-Flex-Straße 79
Bauphase 5	–	➤ Walter-Flex-Straße 77 ➤ Walter-Flex-Straße 79

6. Erschütterungsschutz

6.1 Geologie

Die geologische Situation bzw. die geologischen Schichten im Bereich des Bauvorhabens kann der geologischen Karte von Bayern [25] entnommen werden:

- Talfüllung, polygenetisch oder fluviatil
- Flugsand, pleistozän (Sand, Korngröße meist um 200 µm)
- Flussschotter, unterpleistozän (Kies, wechselnd sandig, steinig)
- Flussschotter, mittel- bis oberpleistozän (Kies, wechselnd sandig, steinig)

Die geologischen Untergrundverhältnisse können hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht besonders kritisch 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 [23]:

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

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:

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

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) neben Verdichtungs-, Abbruch- und Gleisbauarbeiten insbesondere durch Rammarbeiten erwartet werden. Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben zu den erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben (u. a. [18]) herangezogen.

Abbruch-/Stopfarbeiten

Die Abbrucharbeiten finden im Tagzeitraum statt, die Stopfarbeiten sind auch in der Nacht geplant. Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz eines Plattenrüttlers, eines Baggers mit Spitzmeißel und einer Stopfmaschine 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 Verdichtungsarbeiten sind sowohl am Tag als auch in der Nacht geplant. Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz eines Plattenrüttlers und einer Walze ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise geringen (Plattenrüttler) bzw. mäßigen (Walze) 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 (Plattenrüttler) bzw. 30 m (Walze) zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

Rammarbeiten

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

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch Rammarbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Korridor von ca. 50 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 der geologischen Karte [25] ist die in Kapitel 6.1 dargelegte geologische Situation im Bereich der Baumaßnahme zu erwarten. Die geologischen Untergrundverhältnisse sind demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht besonders kritisch zu bewerten.

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 zu den Stopf- bzw. Abbrucharbeiten, 30m zu den Verdichtungsarbeiten sowie 50 m zu den Rammarbeiten gegeben sein.

Für die Gebäude innerhalb des o.g. Korridors ist ein entsprechendes Schutzkonzept vorzusehen. Der Abstand zwischen den jeweiligen Erregerquellen an der Baumaßnahme bzw. der schutzbedürftigen Bebauung beträgt dabei an den nachfolgenden Gebäuden weniger als die o.g. Korridore:

Tabelle 10: Gebäude mit potenziellen Überschreitungen der Anhaltswerte	
Abbruch- und Stopfarbeiten	-
Verdichtungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Königshofer Weg 23, 25, 27, 38, 40, 42, 44, 50, 56,58 ➤ Walter-Flex-Straße 31, 31a, 53, 55, 55a, 57, 73a, 75, 77, 79, 81, 83, 99, 101
Rammarbeiten	➤ Walter-Flex-Straße 55, 55a, 75, 77

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

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

Etwasige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 [9] sind bei den geplanten Verfahren nicht zu erwarten.

6.4 Schutzmaßnahmen

Die Bautätigkeiten des Vorhabens sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen zum Teil als nicht unproblematisch zu bewerten. Den nahegelegenen 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 bei den geplanten Bauverfahren für keines der Gebäude zu erwarten.

7. Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden die baubedingten Immissionen durch die die Erneuerung der EÜ Entengraben bei ca. Bahn-km 54,409 sowie des ÜBW bei ca. Bahn-km 54,410 der Strecke 5320 für die schutzbedürftige Nachbarschaft ermittelt und bewertet.

Die Untersuchungen zu den baubedingten Schallimmissionen kommen zu dem Ergebnis, dass basierend auf den zur Verfügung gestellten Angaben prognostizierte Beurteilungspegel oberhalb der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm sowie teilweise oberhalb der vorhandenen Vorbelastung gegeben sind. Infolgedessen wurden mögliche Maßnahmen zur Minderung von erheblichen Belästigungen diskutiert und bewertet.

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

- Vermeidung von Nacharbeiten
Wie im Bauablaufplan bereits vorgesehen, sind während der Vollsperrung in Bauphase 2 bis 4 lärmintensive Arbeiten (Abbruch-, Verdichtungs- und Rammarbeiten) im Nachtzeitraum (20:00 bis 7:00 Uhr) zu vermeiden.
- 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 zur Konfliktbewältigung 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 Überschreitungen der Zumutbarkeitsschwelle von 70/60 dB(A) Tag/Nacht durch umfassende Information in den Bauablauf eingebunden werden, ggf. ist für die Dauer der lärmintensiven Arbeiten Ersatzwohnraum anzubieten.

Darüber hinaus können erschütterungsrelevante Bautätigkeiten im vorliegenden Fall Verdichtungs-, Ramm-, Abbruch- und Stopfarbeiten erwartet werden.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren sind 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 zu Abbruch- und Stopfarbeiten, 30 m zu Verdichtungsarbeiten sowie 50 m zu Rammarbeiten nicht auszuschließen.

Zur Minimierung baubedingter Erschütterungsimmissionen erscheint es demnach zweckmäßig, im Zuge der Ausschreibung nachfolgende Maßnahmen für Gebäude innerhalb der o.g. Abstände 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 Baumaßnahme (insbesondere über die Art und Dauer von Bauarbeiten in der Nacht und an Sonn- und Feiertagen).
- 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 Gebrauchtwertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 sind bei den geplanten Bauverfahren für keines der Gebäude zu erwarten.

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

Bamberg, den 07.02.2025

Möhler + Partner
Ingenieure GmbH



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



i. A. B.Eng. Lars Steinheimer

8. Anlagen

Anlage 1: Dokumentation der Eingabedaten

Anlage 2: Darstellung der Emissionsansätze

Anlage 3: Lageplan und Rasterlärmkarten

Anlage 1: Dokumentation der Eingabedaten

Allgemeines:

Reflexionsordnung	1
Maximaler Reflexionsabstand zum Empfänger	200 m
Maximaler Reflexionsabstand zur Quelle	50 m
Suchradius	5000 m
Filter:	dB(A)
Toleranz:	0,100 dB
Bodeneffektgebiete aus Straßenoberflächen erzeugen:	Nein
Richtlinien:	
Gewerbe:	ISO 9613-2: 2024-01
Luftabsorption:	ISO 9613-1
regulärer Bodeneffekt (Kapitel 7.3.1), für Quellen ohne Spektrum automatisch alternativer Bodeneffekt	
Begrenzung des Beugungsverlusts:	
einfach/mehrfach	20,0 dB /25,0 dB
Seitenbeugung: Seitliche Pfade auch um Gelände (veraltet)	
Verwende Glg (Abar=Dz-Max(Agr,0)) statt Glg (12) (Abar=Dz-Agr) für die Einfügedämpfung	
Umgebung:	
Luftdruck	1013,3 mbar
relative Feuchte	70,0 %
Temperatur	10,0 °C
Meteo. Korr. C0(6-22h)[dB]=0,0; C0(22-6h)[dB]=0,0;	
Cmet für Lmax Gewerbe Berechnungen ignorieren:	Nein
Beugungsparameter:	C2=20,0
Zerlegungsparameter:	
Faktor Abstand / Durchmesser	8
Minimale Distanz [m]	1 m
Max. Differenz Bodendämpfung + Beugung	1,0 dB
Max. Iterationszahl	4
Minderung	
Bewuchs:	ISO 9613-2
Bebauung:	ISO 9613-2
Industriegelände:	ISO 9613-2
Bewertung:	AVV Baulärm 1970
Rasterlärmkarte:	
Rasterabstand:	5,00 m
Höhe über Gelände:	6,000 m
Rasterinterpolation:	
Feldgröße =	9x9
Min/Max =	10,0 dB
Differenz =	0,2 dB
Grenzpegel=	40,0 dB

Schallquellen

Name	Quellentyp	Fläche [m²]	L'w dB(A)	Lw dB(A)
BP1 BE Fläche	Fläche	28233,24	60,5/60,5	105,0/105,0
BP1 Gründung GRiGl	Linie	137,83	93,6/-	115,0/-
BP2 Rückbauarbeiten	Fläche	858,93	82,7/73,7	112,0/103,0
BP2 LSW Rückbauarbeiten	Fläche	5208,40	64,8/64,8	102,0/102,0
BP3 Herstellung Bauwerk	Fläche	858,93	74,7/73,7	104,0/103,0
BP4 Dammherstellung	Fläche	858,93	77,7/74,7	107,0/104,0
BP4 LSW Wiedereinbau	Fläche	5208,40	67,8/67,8	105,0/105,0
BP4 Gründung RiGl	Linie	205,92	91,9/-	115,0/-
BP5 Rückbau BE	Fläche	28394,30	58,5/58,5	103,0/103,0
BP5 Stopfarbeiten	Linie	212,15	81,7/81,7	105,0/105,0
BP5 Stopfarbeiten 2	Linie	186,08	82,3/82,3	105,0/105,0

Anlage 2: Darstellung der Emissionsansätze

Baulärm Emissionen														
Bauphase bzw. Bautätigkeit	Vorgang / Durchzuführende Arbeiten	Maschinenbetrieb	Dauerpegel	Spitzenpegel	Impulsschlag	Tonhaltigkeitsschlag	Zeitkorrektur der AVV Baulärm für Betriebsdauer	L _{WA} [dB]		L _{WA} [dB]		L _{WA} [dB]		
								K ₁	K ₂	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag
Bauphase 1 Vorarbeiten und Baustelleneinrichtung	Baustelleneinrichtung Weitestgehende Vorbereitung Baustellenzufahrt (inkl. Auffahrtsrampe) LSW Rückbau GRIGI Gleisüberfahrt GRIGI Verrohrung, Überschlüftung und Überfahrt über Entengraben Vorbereitung der Standflächen für den Autokran OLA – Herstellung und Aushärtung Gründung GRIGI	LKW Bagger mit Tieföffel Zweigeschlagbagger Mobilkran Radlader Kettensäge Tandemwalze / Vibrationswalze Vibrationsramme	94		0	0	0	0	5	5	89	89	105	105
			101	107	3	0	5	5	98	98				
			100	110	0	0	5	5	95	95				
			104	117	3	0	10	10	98	98				
			100	110	5	0	10	10	95	95				
			105	110	3	0	10	10	98	98				
			107	109	1	0	10	10	98	98				
			123	125	2	0	10	10	115	115				
			94		0	0	5	5	89	84				
			101	107	3	0	5	5	98	93				
Bauphase 2 Abbrucharbeiten	Rückbau GRIGI OLA – Stellen der Maste GRIGI Herstellung Arbeitsebene (inkl. Rückbau Damm, GW-Absenkung) Rückbau Oberbau Damm, Bestandsbauwerk Herstellung der Baugruben Radlader Bohrgerät Tandemwalze / Vibrationswalze Kettenbagger mit Spitzmeißel Kettenbagger mit Zange Bagger mit Zange Trennschleifscheibe (Benzinmotor)	LKW Bagger mit Tieföffel Zweigeschlagbagger Mobilkran Radlader Bohrgerät Tandemwalze / Vibrationswalze Kettenbagger mit Spitzmeißel Kettenbagger mit Zange Bagger mit Zange Trennschleifscheibe (Benzinmotor)	101	107	3	0	5	10	98	93				
			100	100	0	0	5	10	95	90				
			104	117	3	0	10	10	98	98				
			100	110	3	0	10	10	95	95				
			101	110	5	0	10	10	92	92				
			107	109	2	0	10	10	98	98				
			102	108	1	0	10	10	98	98				
			114	123	8	0	10	10	112	112				
			105	121	6	0	10	10	101	101				
			117	119	2	0	10	10	108	108				
Bauphase 3 Herstellung Bauwerke in Blöcken	Herstellung ÜBW + EU Herstellung STW mit Winkelsstützwänden (Nord + Süd) Ertüchtigung Anschlussdamm Nord Teil 2 von 2 Herstellung Element-Stützwand bahnlings Teil 2 von 2 Herstellung Element-Stützwand bahnrrechts Ertüchtigung Anschlussdamm Süd Herstellung Element-Stützwand bahnlings	LKW Bagger mit Tieföffel Zweigeschlagbagger Mobilkran Radlader Transportbetonmischer Betonpumpe Bohrgerät	94		0	0	5	10	89	84				
			101	107	3	0	5	10	98	93				
			100	100	0	0	5	10	95	90				
			104	117	3	0	10	10	98	98				
			100	110	5	0	10	10	95	95				
			101	101	2	0	10	10	92	92				
			104	118	3	0	10	10	97	97				
			101	106	2	0	10	10	92	92				
			107	106	1	0	10	10	98	98				
			108	108	0	0	10	10	98	98				
Bauphase 4 Dämmherstellung und Ausstattung	Einbau Abdichtung STW, ÜBW + EU Erarbeiten inkl. Dämmherstellung Herstellung Kappen und Oberbau OLA – Herstellung OLA GRIGI Herstellung Geländer Ertüchtigung STW Andecken Oberboden Damm mit Ansaat Herstellung Böschungstreppen Rückbau BE Wiederinbau LSW GRIGI OLA – Herstellung und Ausrüstung Gründung OLA GRIGI Herstellung und Ausrüstung Gründung LSW GRIGI	LKW Bagger mit Tieföffel Zweigeschlagbagger Mobilkran Radlader Transportbetonmischer Betonpumpe Bohrgerät Tandemwalze / Vibrationswalze Schienenbohrmaschine Gleisarbeitfahrzeug	94		0	0	5	10	89	84				
			101	107	3	0	5	10	98	93				
			100	100	0	0	5	10	95	90				
			104	117	3	0	10	10	98	98				
			100	110	5	0	10	10	95	95				
			101	101	2	0	10	10	92	92				
			104	118	3	0	10	10	97	97				
			101	106	2	0	10	10	92	92				
			107	106	1	0	10	10	98	98				
			108	108	0	0	10	10	98	98				
Bauphase 5 Nachlaufarbeiten	Rückbau BE Belastungsopfgang RIGI + GRIGI Ausgleichsmaßnahmen	LKW Bagger mit Tieföffel Zweigeschlagbagger Mobilkran Radlader Stoßmaschine	94		0	0	5	5	89	89				
			101	107	3	0	5	5	98	98				
			100	100	0	0	5	5	95	95				
			104	117	3	0	10	10	98	98				
			100	110	5	0	10	10	95	95				
			101	101	2	0	10	10	92	92				
			104	118	3	0	10	10	97	97				
			118	122	0	0	10	10	108	108				
			101	107	3	0	5	5	98	98				
			100	100	0	0	5	5	95	95				

**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

Zeichenerklärung

Legende

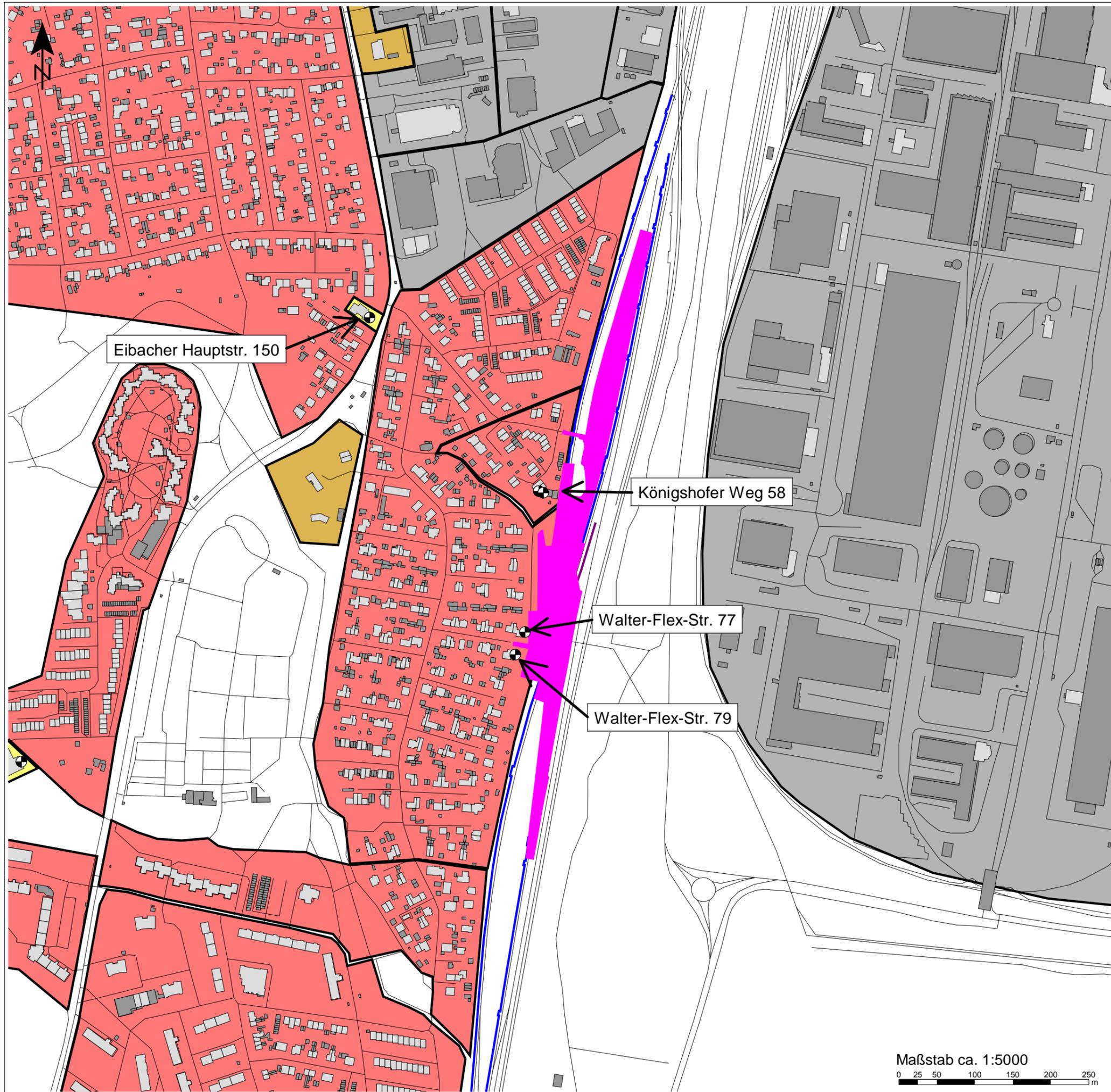
-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand

Schallquellen/Immissionsorte

-  Flächenquelle
-  Linienquelle
-  Immissionsort

Gebietsnutzung nach AVV Baulärm

-  Gebiete nach Nr. 3.1.1. b)
-  Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)
-  Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)
-  Gebiete nach Nr. 3.1.1. f)



Maßstab ca. 1:5000
0 25 50 100 150 200 250 m

**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

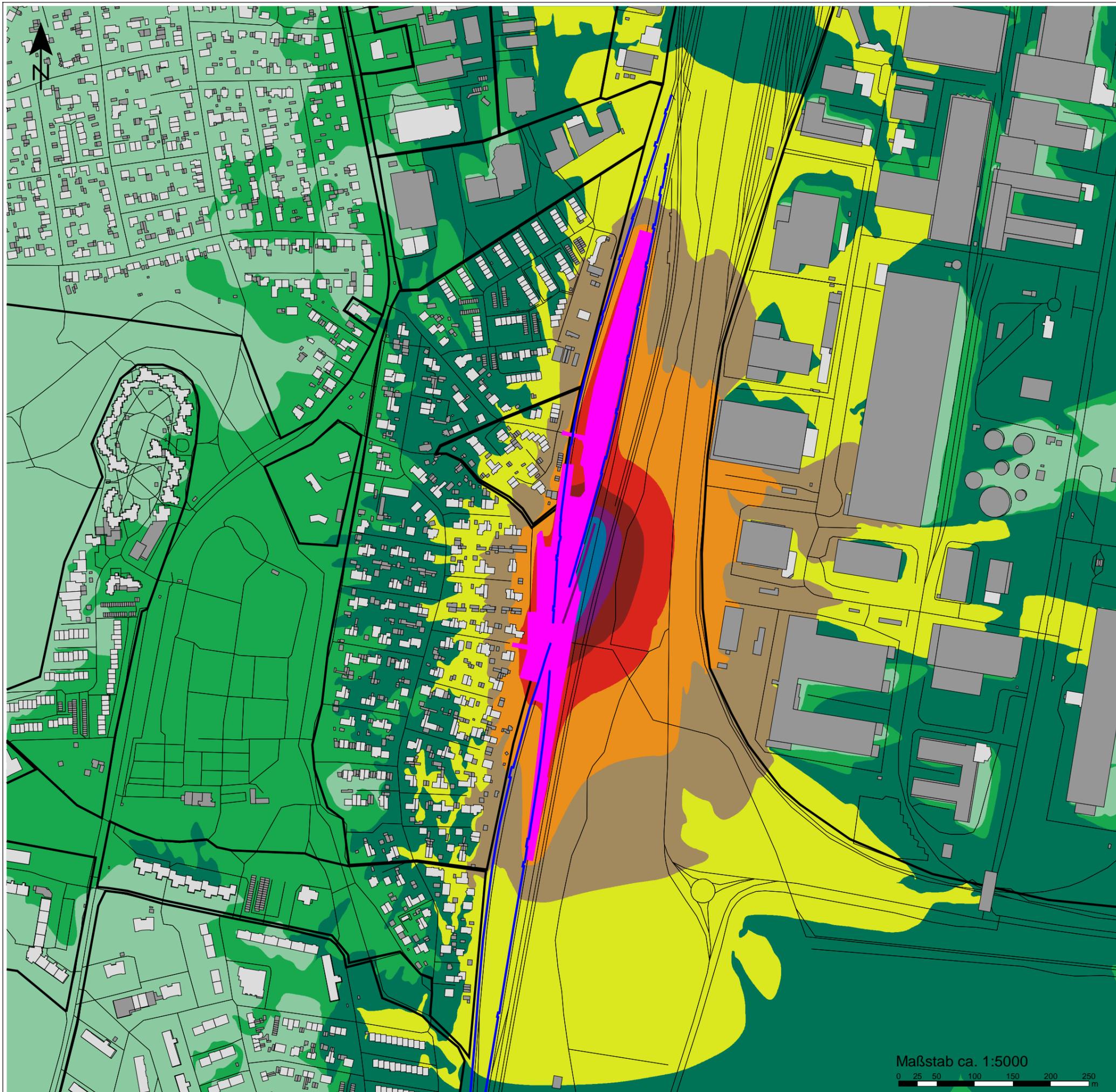
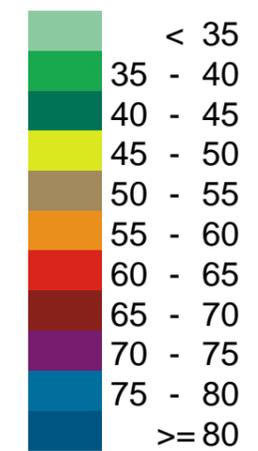
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle
-  Linienquelle

Bauphase 1 (tagsüber)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000
0 25 50 100 150 200 250 m

**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

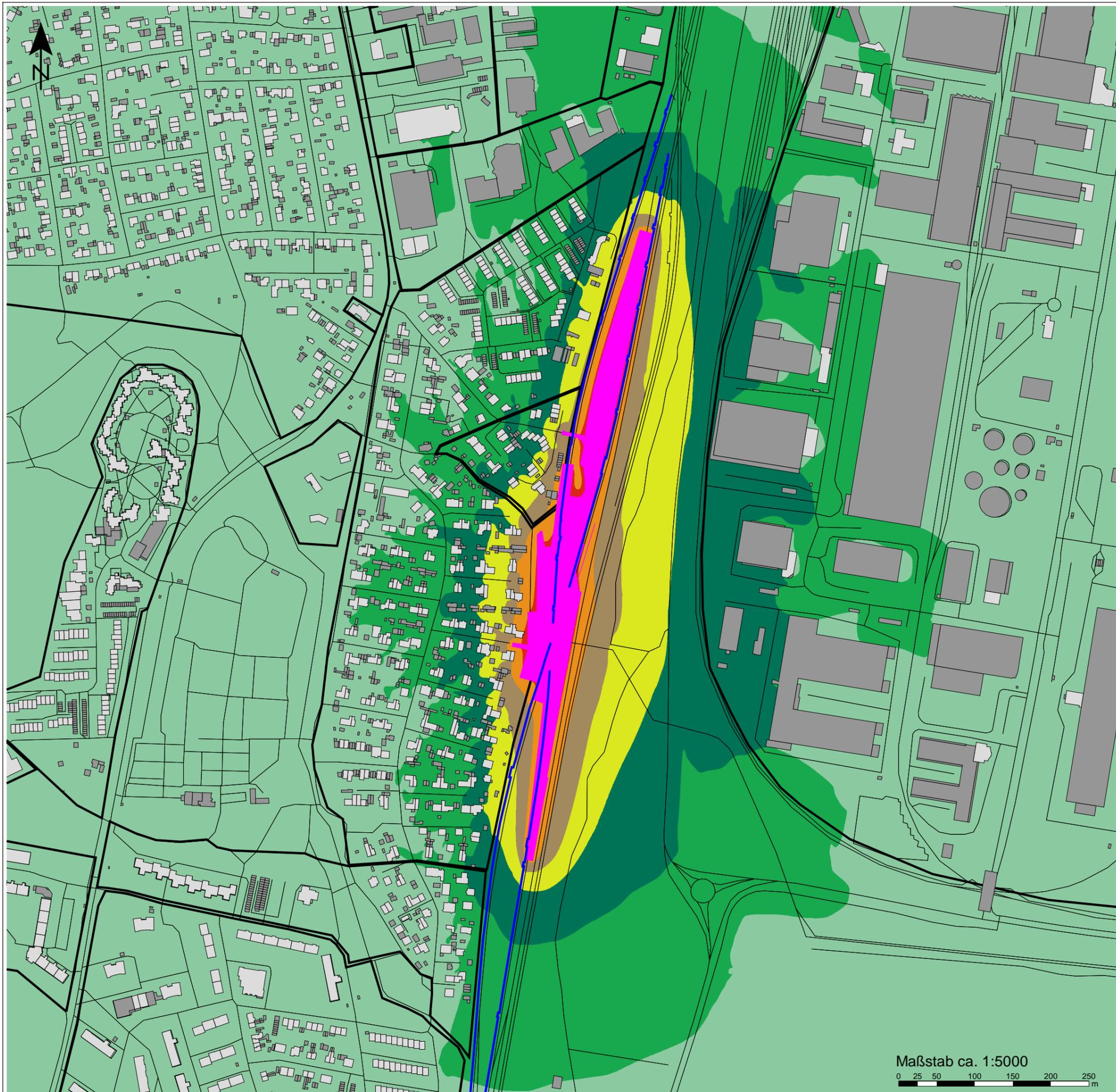
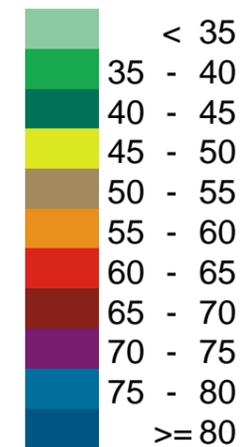
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle

Bauphase 1 (nachts)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

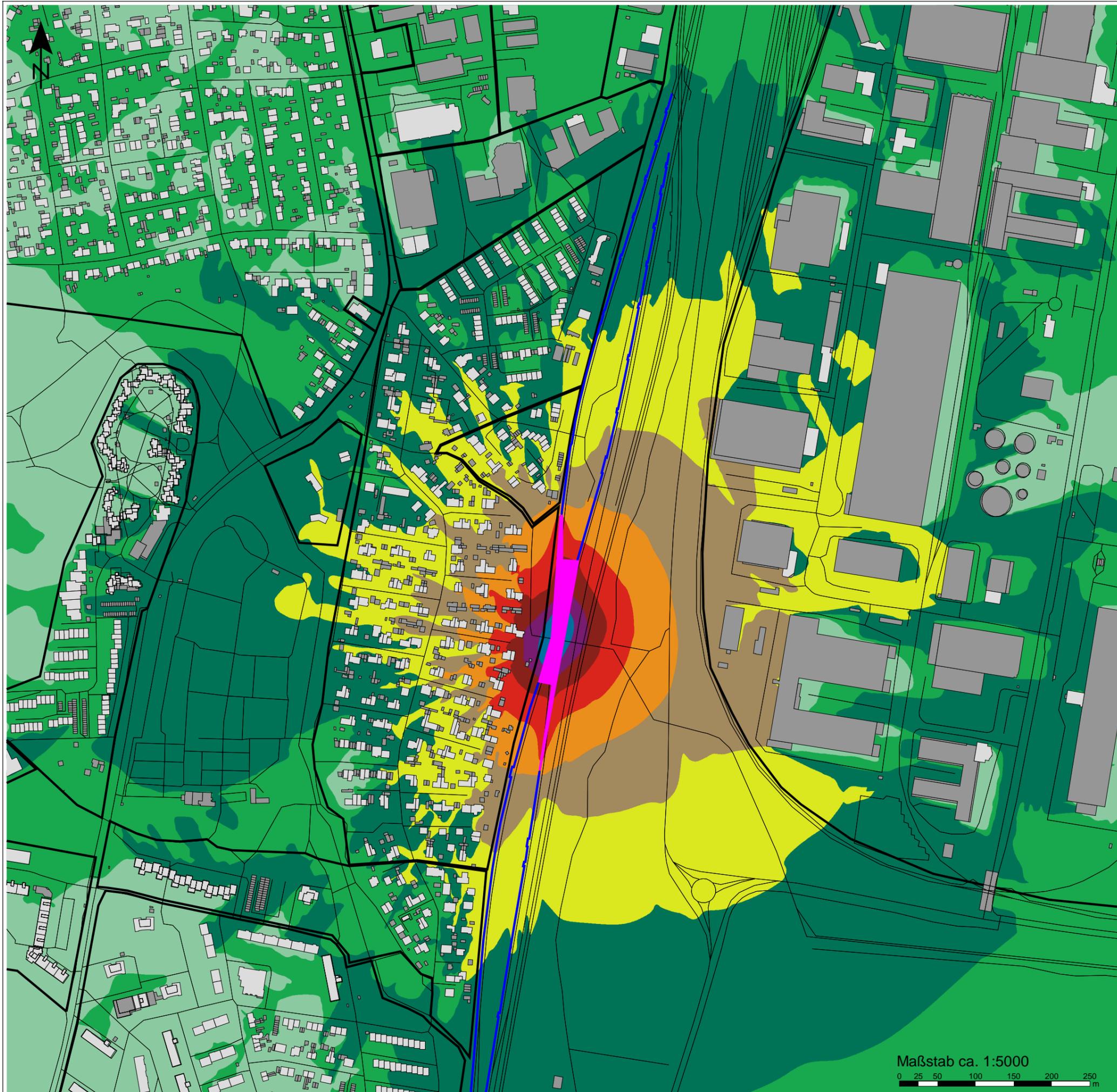
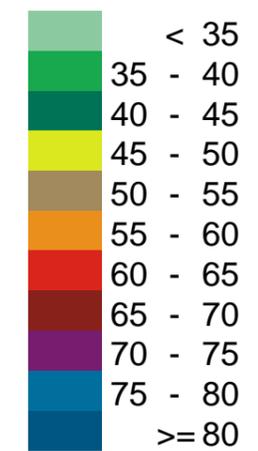
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle

Bauphase 2 (tagsüber)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

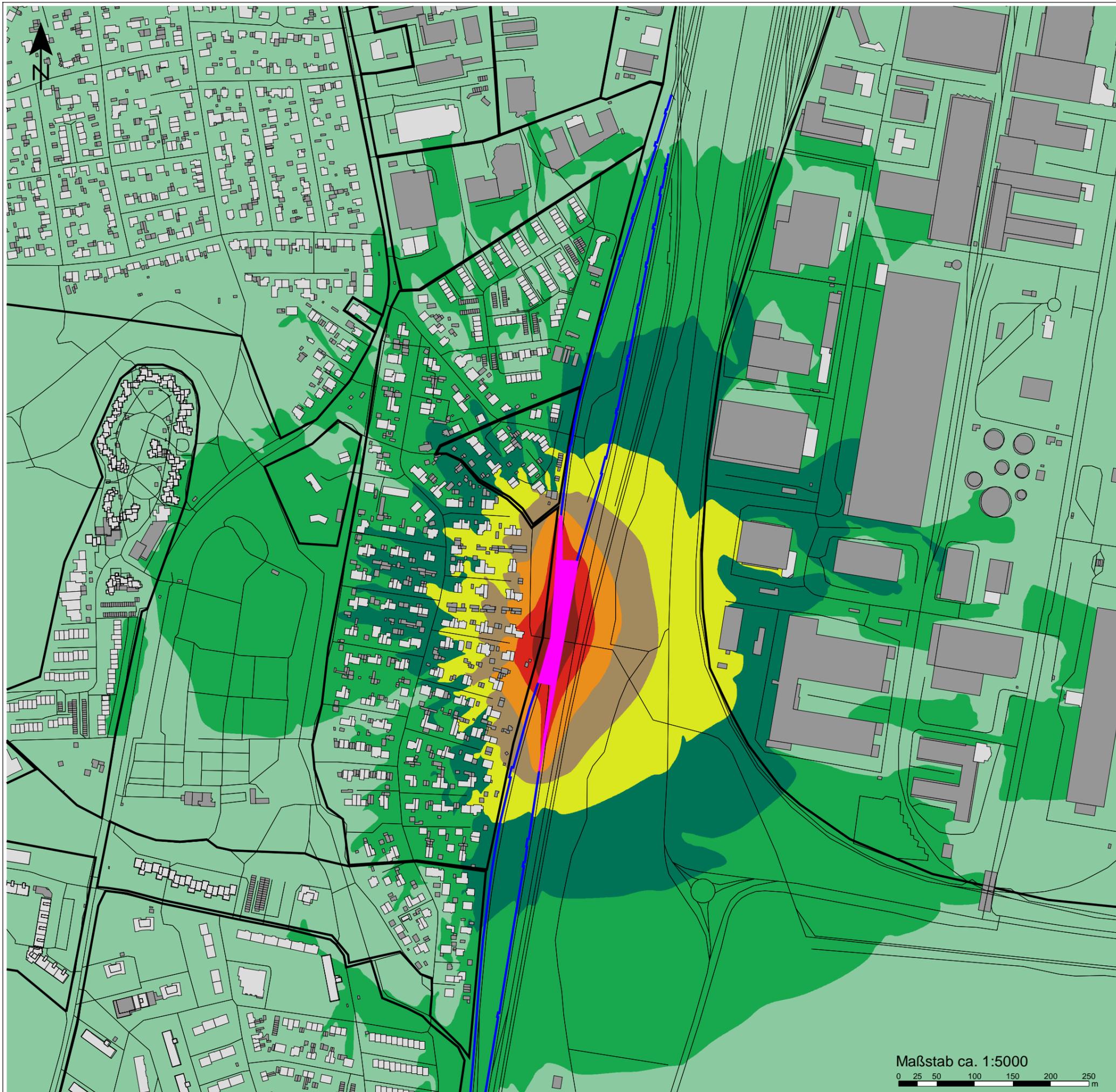
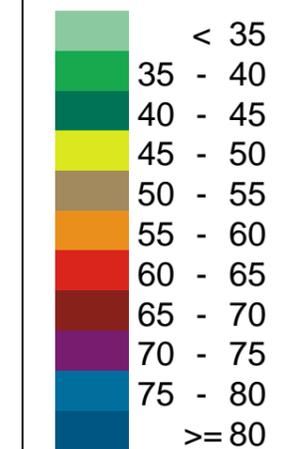
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle

Bauphase 2 (nachts)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

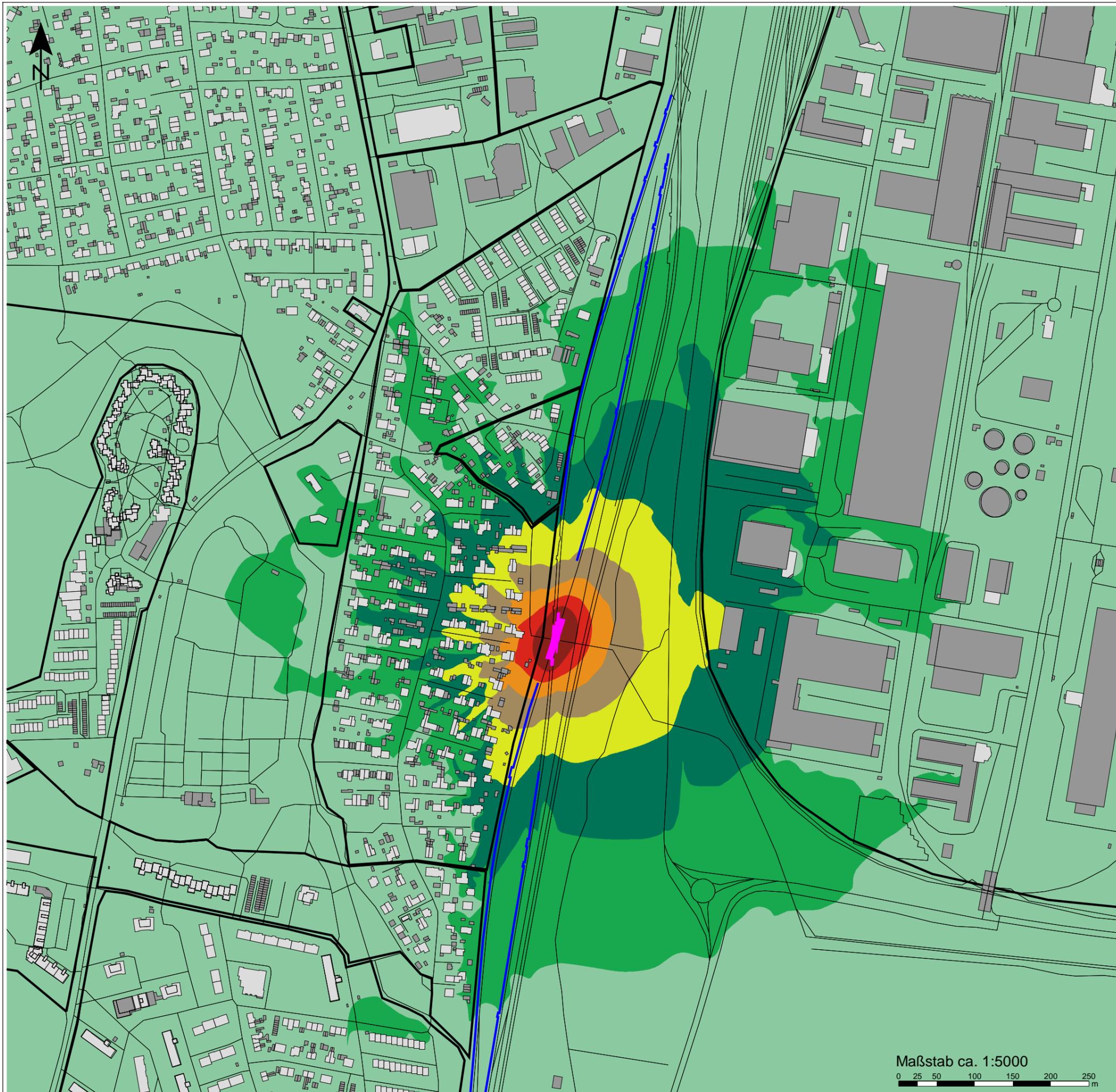
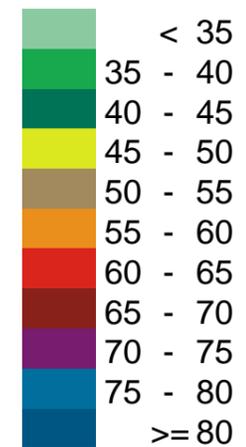
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle

Bauphase 3 (tagsüber)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

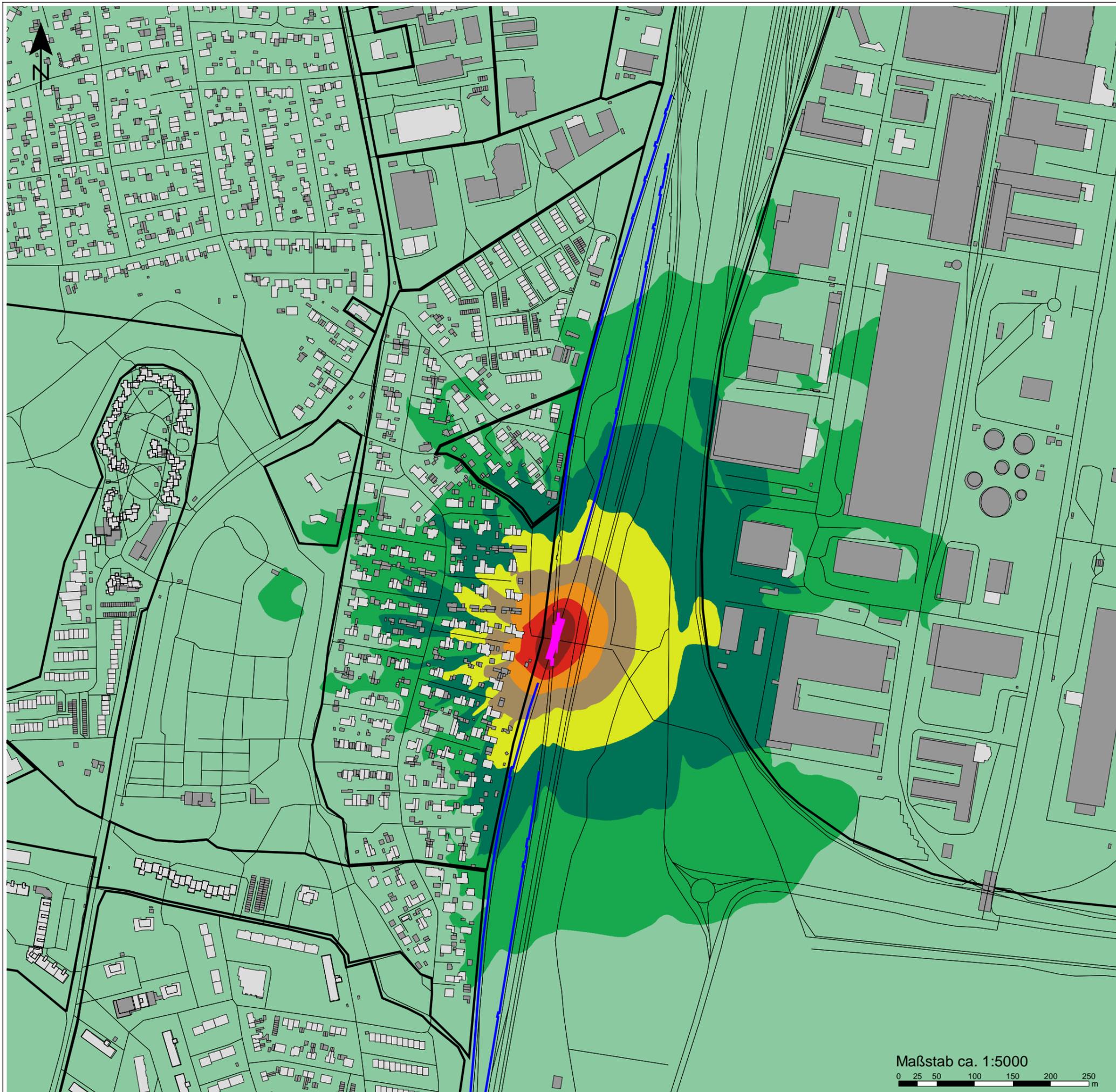
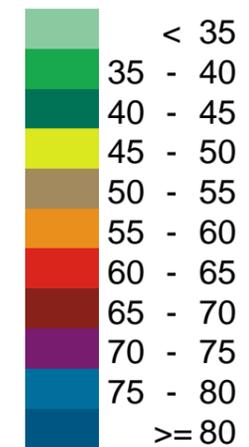
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle

Bauphase 3 (nachts)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

Zeichenerklärung

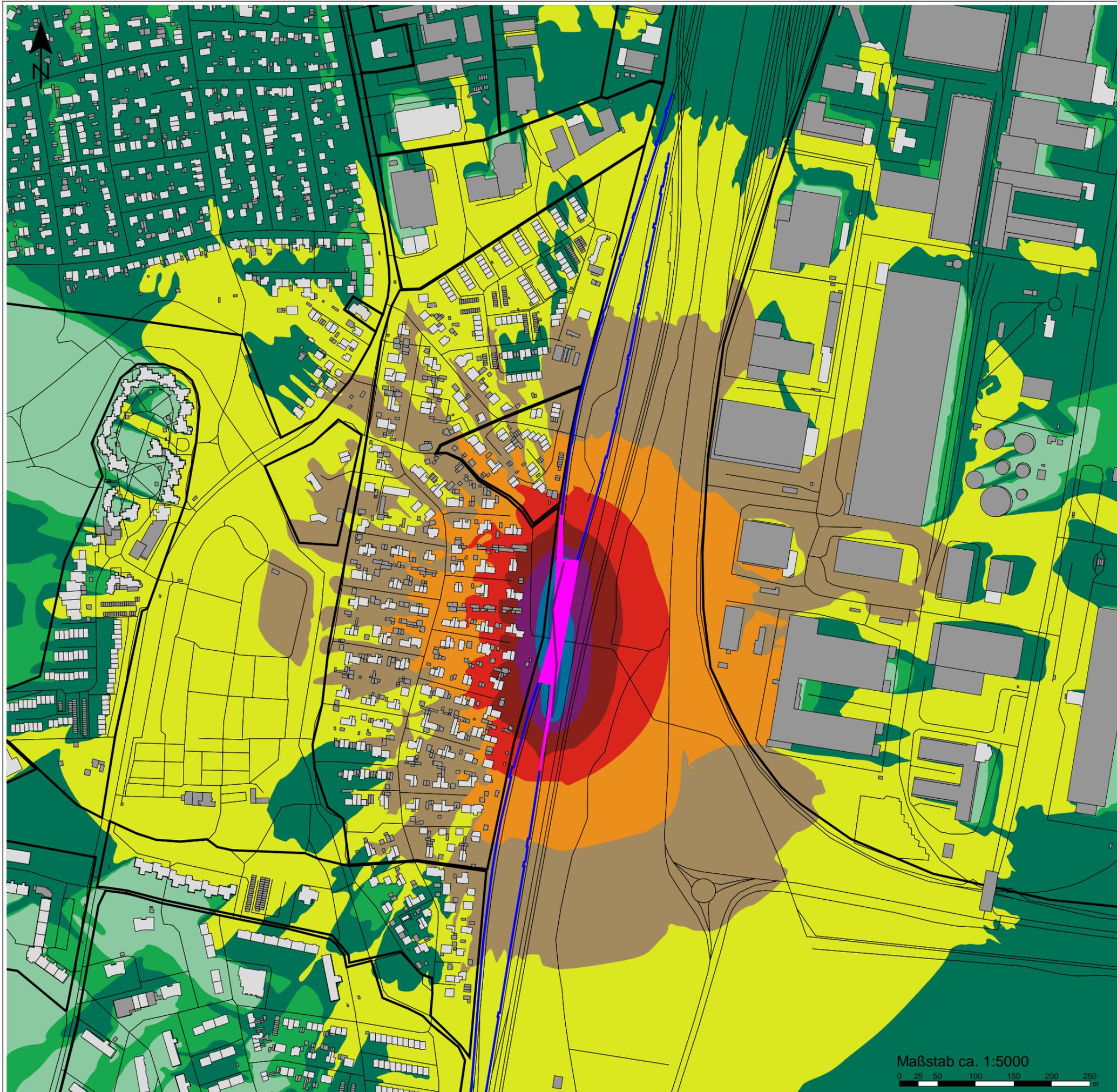
Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle
-  Linienquelle

Bauphase 4 (tagsüber)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**

-  < 35
-  35 - 40
-  40 - 45
-  45 - 50
-  50 - 55
-  55 - 60
-  60 - 65
-  65 - 70
-  70 - 75
-  75 - 80
-  >= 80



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

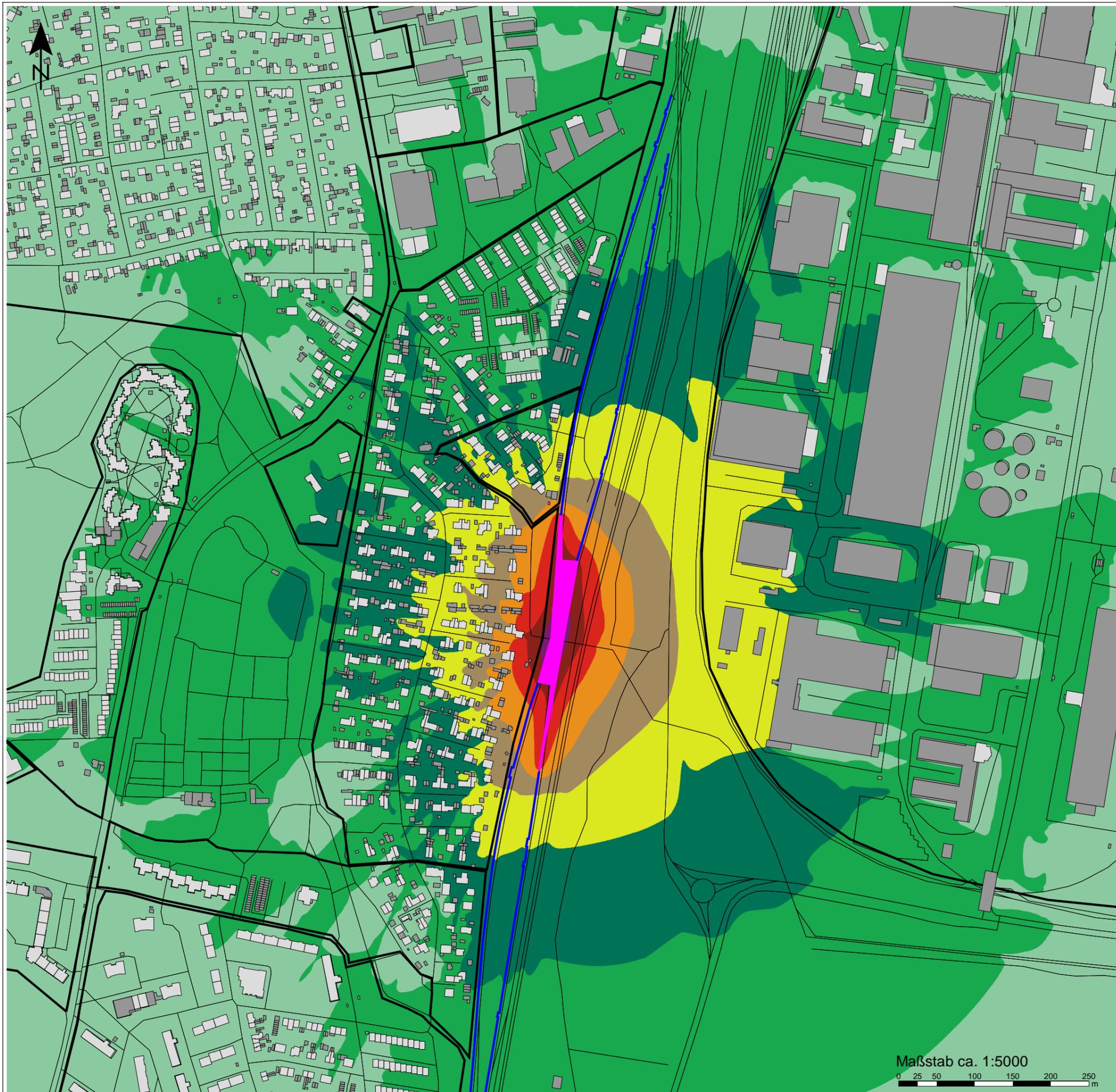
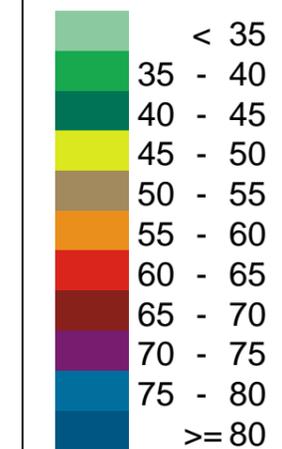
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle

Bauphase 4 (nachts)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

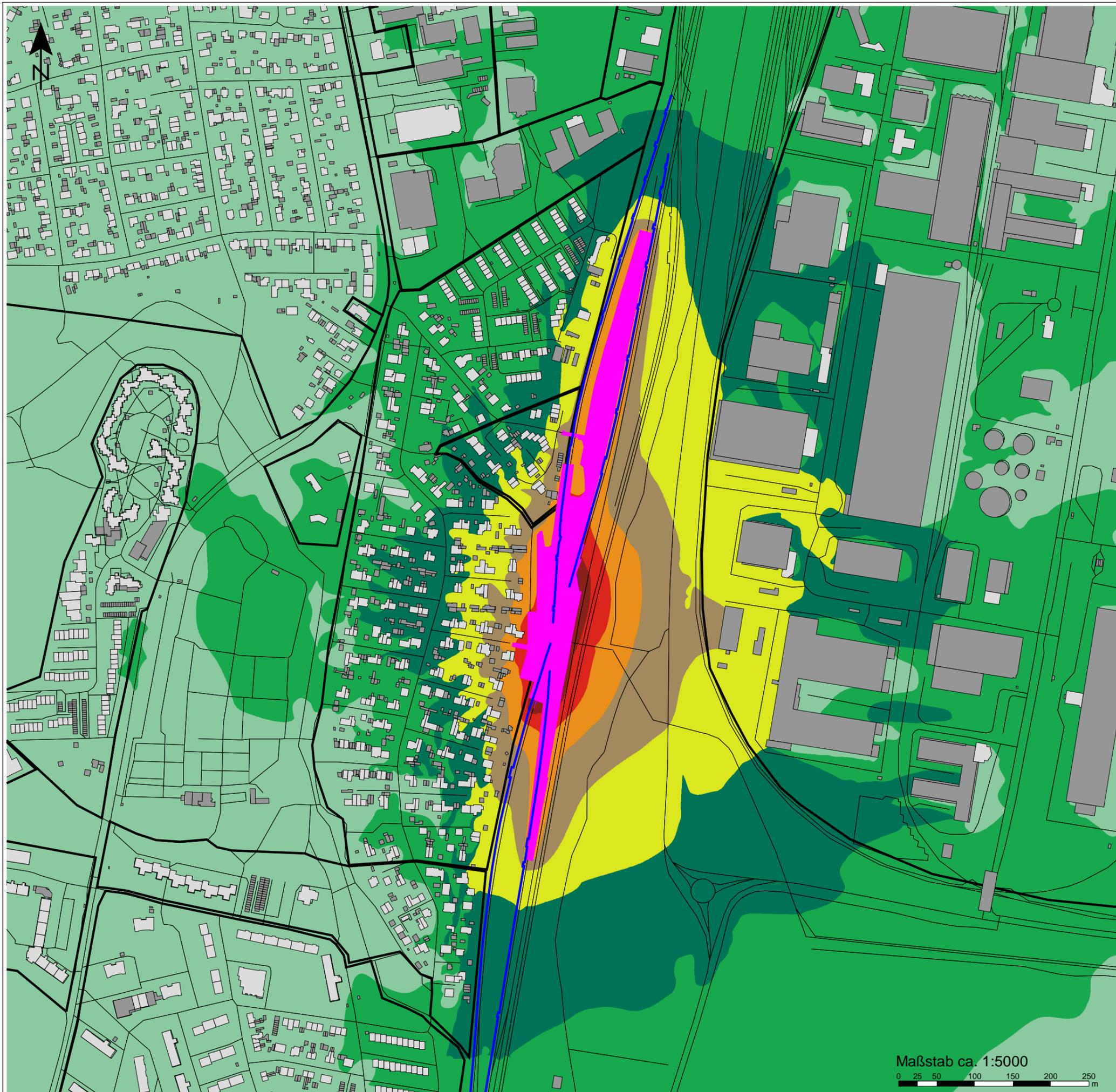
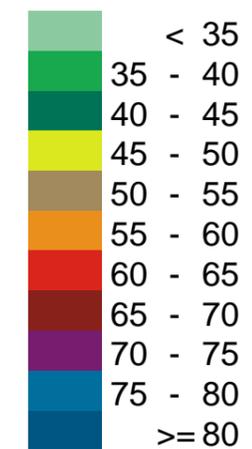
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle

Bauphase 5 (tagsüber)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

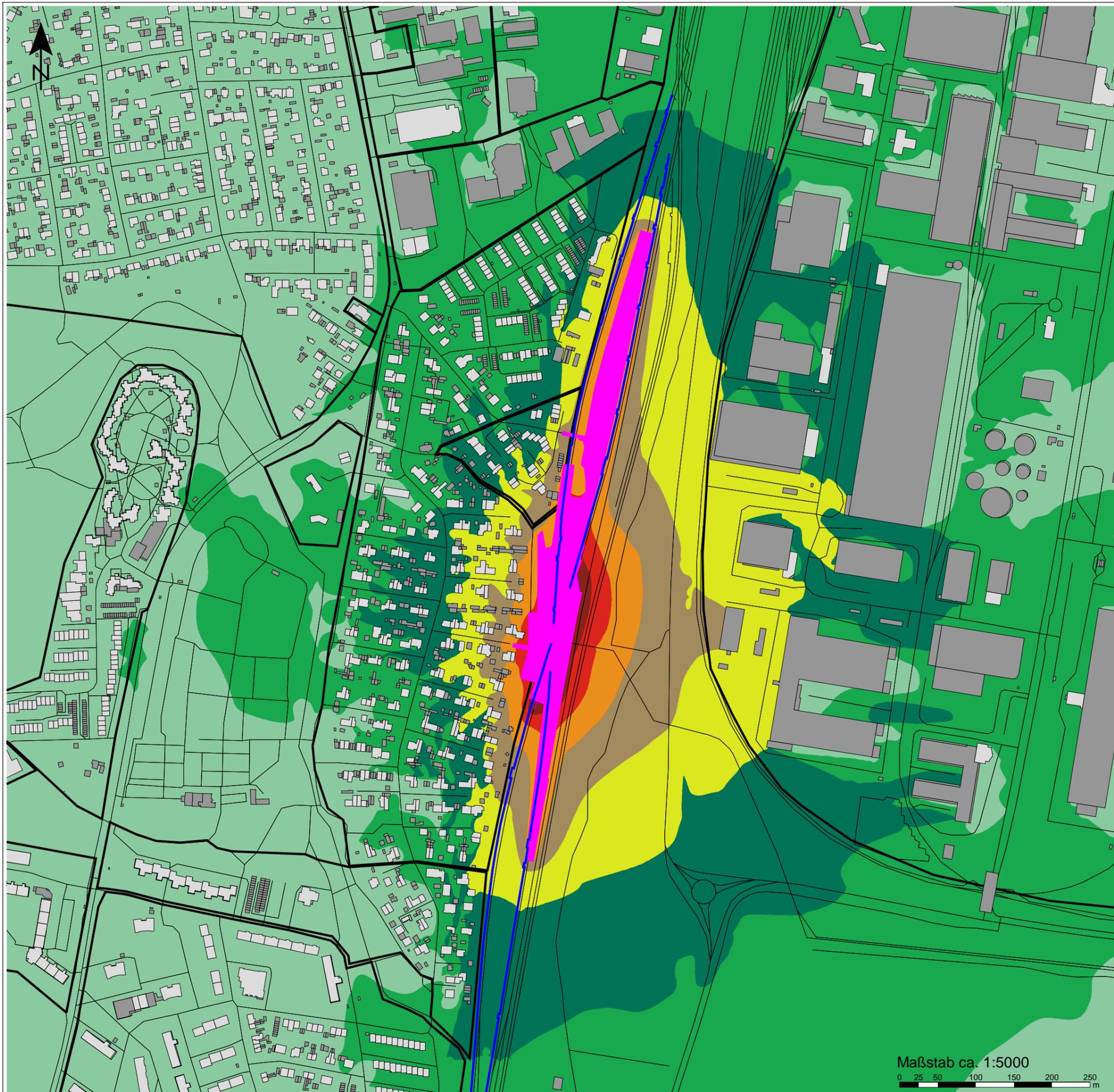
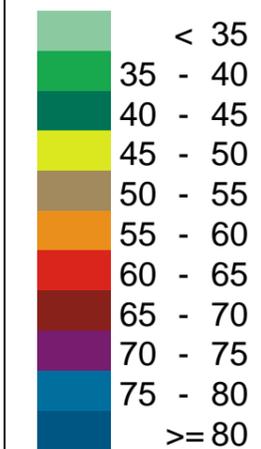
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Flächenquelle

Bauphase 5 (nachts)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

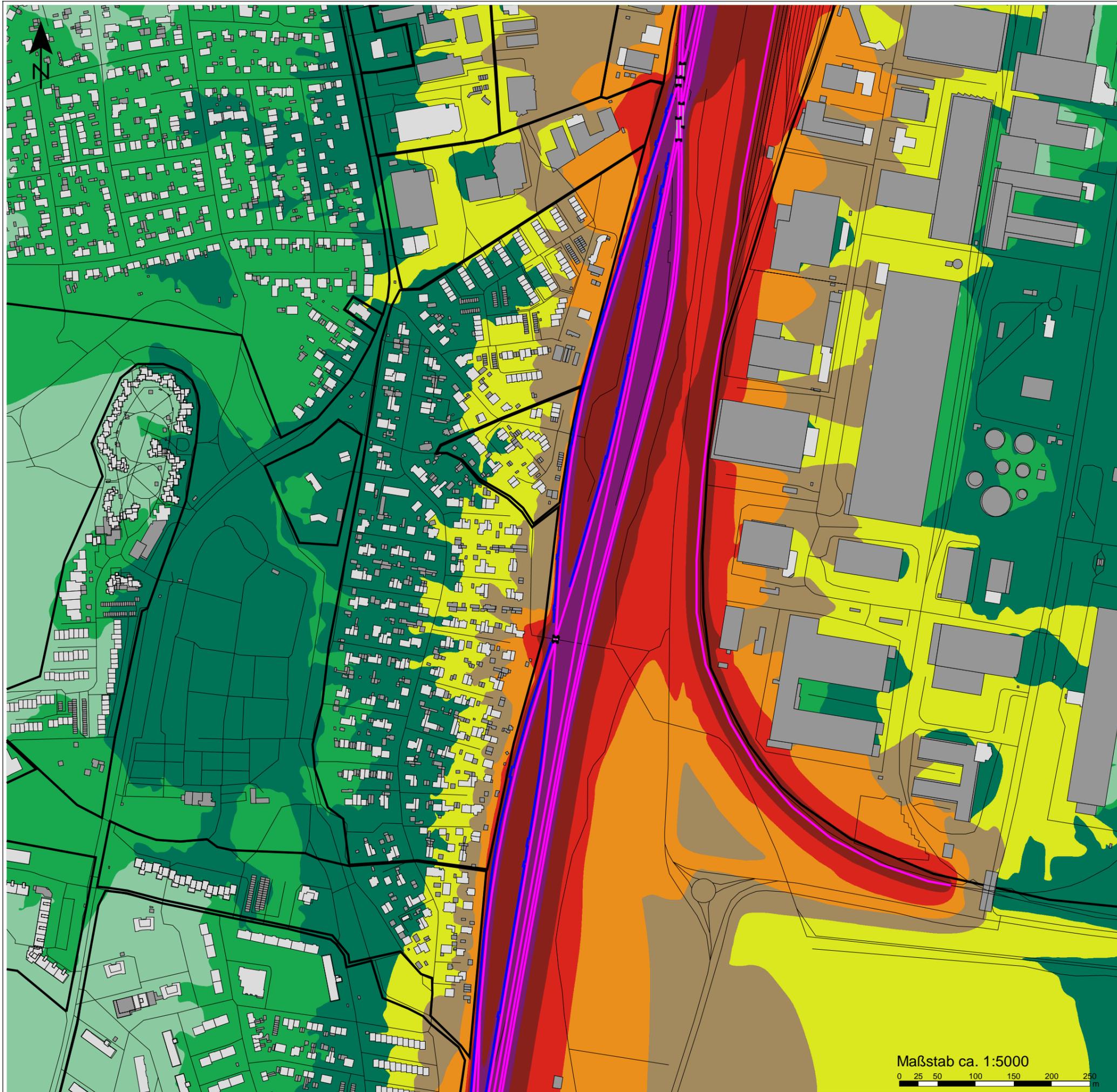
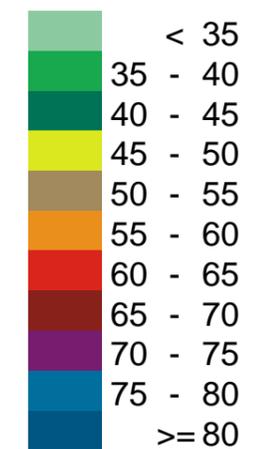
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Schiene

Vorbelastung (tagsüber)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000



**EÜ km 54,409 Entengraben und
EÜ km 54,410 Überwerfungsbauwerk
Strecke 5320 Treuchtlingen - Nürnberg**

**Lageplan zum Schallschutz
Baulärm**

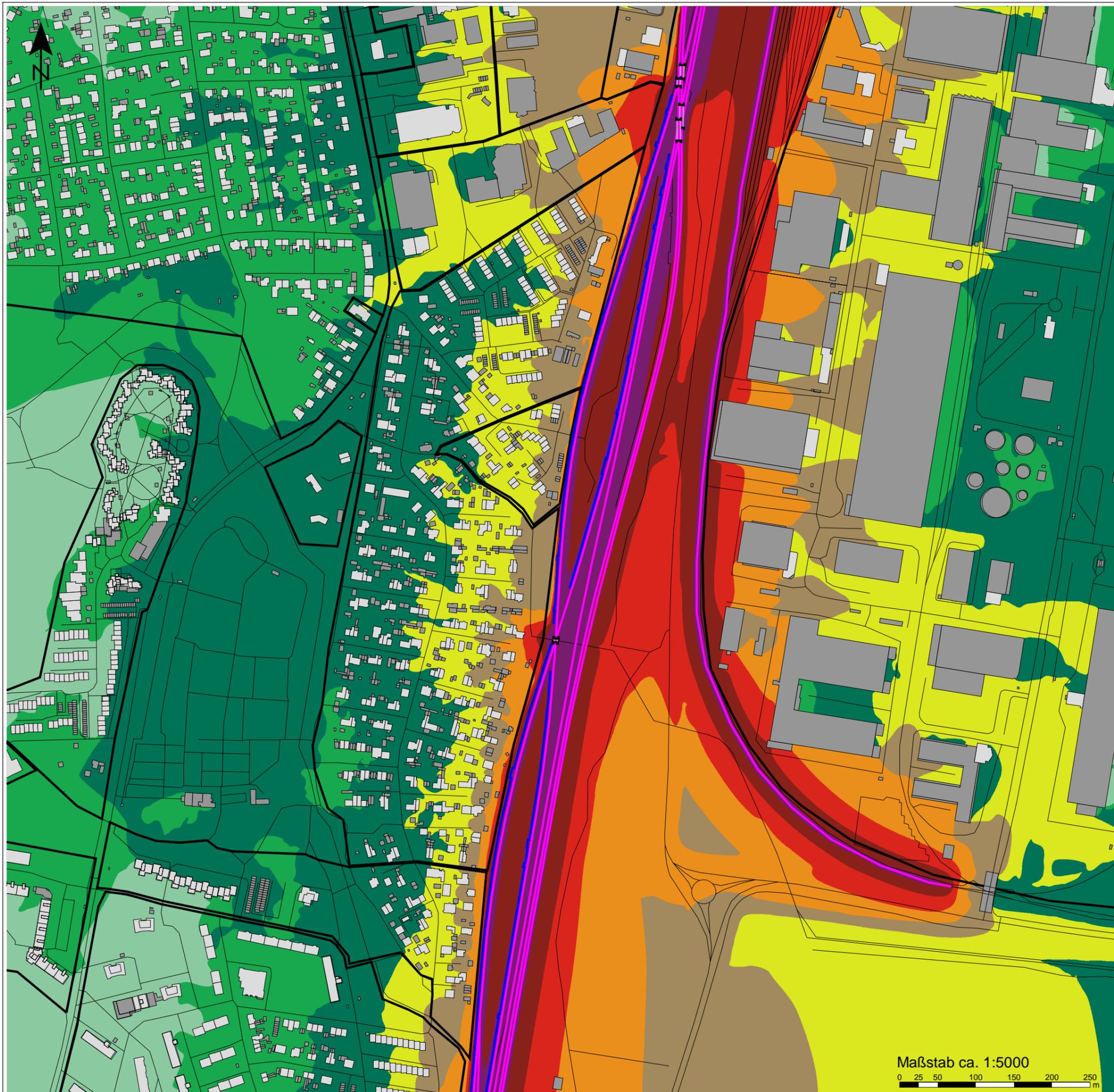
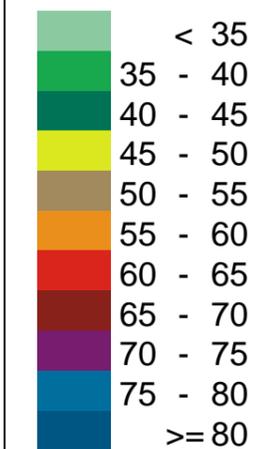
Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Schallschutzwand
-  Schiene

Vorbelastung (nachts)
h=6 m ü. GOK

**Pegelbereich
in dB(A)**



Maßstab ca. 1:5000

