

Schall- und erschütterungstechnische
Untersuchung

Änderung EÜ Hohlmühlweg km 14,642,
Strecke 5001

- Betriebsbedingte Immissionen -

- Baubedingte Immissionen -

Bericht Nr. 250-5675_02

im Auftrag der

DB Netz AG

Bamberg, im März 2020

Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

Änderung EÜ Hohlmühlweg km 14,642, Strecke 5001

- Betriebsbedingte Immissionen -
- Baubedingte Immissionen -

Bericht-Nr.: 250-5675_02

Datum: 26.03.2020

Dieser Bericht ersetzt den Bericht-Nr. 250-5675-01 vom 26.02.2019

Auftraggeber: DB Netz AG
Regionalbereich Süd
Ressort Produktion
Regionales Projektmanagement
Richelstraße 1
80634 München

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Mußstraße 18
96047 Bamberg
T + 49 951 299 0989 - 0
F + 49 951 299 0989 - 9
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Volker Scherbel
M.Sc. Daniel Littwin

Inhaltsverzeichnis

A.	Aufgabenstellung	11
B.	Örtliche Gegebenheiten	12
C.	Betriebsbedingte Immissionen	15
1.	Belegungsprogramm.....	15
2.	Schallschutz.....	16
2.1	Grundlagen.....	16
2.2	Schallemissionen	19
2.3	Schallimmissionen	21
2.4	Beurteilung.....	23
3.	Erschütterungsschutz	24
3.1	Grundlagen.....	24
3.2	Beurteilung.....	29
D.	Baubedingte Immissionen	31
1.	Bauablauf	31
1.1	Baudurchführung	31
1.2	Maschineneinsatz	32
2.	Schallschutz.....	33
2.1	Grundlagen.....	33
2.2	Schallemissionen	37
2.3	Immissionsorte	37
2.4	Schallimmissionen	38
2.5	Berücksichtigung der Vorbelastung bei der Beurteilung.....	46
2.6	Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms	47
2.7	Diskussion von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung.....	50
2.8	Bewertung und Vorschlag von Maßnahmen.....	51
3.	Erschütterungsschutz	54
3.1	Grundlagen.....	54
3.2	Prognosemodell.....	56
3.3	Bewertung.....	58
3.4	Minderung der baubedingten Immissionen.....	59
E.	Anlagen	62

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahme in der Stadt Bayreuth (Quelle: OpenRailwayMap 2020)	12
Abbildung 2:	Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Stadt Bayreuth im Bereich der Baumaßnahme.....	14
Abbildung 3:	Potenzielle Betroffenheiten in der Nachbarschaft am Tag in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m).....	42
Abbildung 4:	Potenzielle Betroffenheiten in der Nachbarschaft in der Nacht in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m).....	45

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Belegungsprogramm auf der Bahnstrecke 5001 (Schnabelwaid – Bayreuth) für die Prognose 2025.....	15
Tabelle 2:	Pegel der längenbezogenen Schalleistung L_{WA} der Strecke 5001 für die Prognose 2025 in dB(A)	19
Tabelle 3:	Brücken und deren Kategorisierung im Bereich der Baumaßnahme	20
Tabelle 4:	Beurteilungspegel durch Schienenverkehrslärm in der Prognose 2025	22
Tabelle 5:	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2, Tabelle 1	25
Tabelle 6:	Zumutbarkeitsschwellen für Sekundärluftschallimmissionen.....	28
Tabelle 7:	Zeitkorrekturen nach 6.7.1. AVV Baulärm.....	34
Tabelle 8:	Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft.....	39
Tabelle 9:	Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden.....	46
Tabelle 10:	Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden unter Berücksichtigung der Geräuschvorbelastung.....	47
Tabelle 11:	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2.....	54
Tabelle 12:	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen	56

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), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm), vom 19. August 1970 (BAnz. Nr. 160)
- [3] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV), vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- [4] Rechtskräftige Bebauungspläne der Stadt Bayreuth, <http://www.o-sp.de/bayreuth/plan/rechtskraft.php#PBstadtteile>, aufgerufen am 23.03.2020
- [5] Flächennutzungsplan der Stadt Bayreuth, <https://www.bayreuth.de/rathaus-buergerservice/planen-bauen/bauleitplanung/flaechennutzungsplan/>, aufgerufen am 23.03.2020
- [6] Verkehrsdaten der Strecke 5001 für den Zustand 2017 sowie die Prognose 2025, DB AG, übermittelt am 23.01.2018
- [7] Anlage 2 „Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege“ (Schall 03) der Verordnung zur Änderung der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, vom 18. Dezember 2014
- [8] IMMI 2017, EDV Programm zur Schallimmissionsprognose, Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, 2017
- [9] Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebbahnen, Teil VI - Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr, Eisenbahn-Bundesamt, Fachstelle Umwelt, Stand Dezember 2012
- [10] Erläuterungsbericht „Änderung EÜ Hohlmühlweg km 14,642“, DB Netz AG, übermittelt am 11.06.2018
- [11] Elfte Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 02. Juli 2013
- [12] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 34, ausgegeben zu Bonn am 05. Juli 2013
- [13] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV), vom 4. Februar 1997 (BGBl. I S. 172, 1253), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. September 1997 (BGBl. I S. 2329) geändert worden ist
- [14] Digitale Planunterlagen (Lagepläne, Bauablauf), DB Netz AG, Stand: März 2020

- [15] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [16] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [17] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [18] DB Richtlinie 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“; gültig ab 15.09.2017
- [19] Urteil des BVerwG, 9. Senat, AZ 11A6/00 vom 31.01.2001 bzw. Urteil des BVerwG 7 A 14.09, 7. Senat, 21.10.2010
- [20] Geotechnischer Bericht „Ersatzneubau EÜ km 14,642 (5001) Bayreuth – Hohlmühlweg“, BAUGRUND RADEBURG, Stand: Dezember 2017
- [21] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013
- [22] Gerhard Müller, Michael Möser (Hrsg.): Taschenbuch der technischen Akustik, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Springer Verlag 2004
- [23] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden 2004
- [24] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden 1998
- [25] Maschineneigene Störschallpegel L_N [dB(A)] von Gleisbaumaschinen, DB Mobility Networks Logistics, Eisenbahnunfallkasse EUK, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Stand: März 2012
- [26] DIN ISO 9613-2, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- [27] Urteil des BVerwG 7 A 11.11, 10.07.2012
- [28] Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 25 des Gesetzes vom 21. Juni 2019 (BGBl. I S. 846) geändert worden ist
- [29] BAYSIS Straßenverkehrszählung 2015, Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, <https://www.baysis.bayern.de>, aufgerufen am 23.03.2020
- [30] 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

- [31] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV), vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 83 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- [32] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO). In der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)
- [33] Baugesetzbuch (BauGB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634)
- [34] Forum Schall, Emissionsdatenkatalog von Bau- und Arbeitsmaschinen, Umweltbundesamt Österreich, Juli 2002
- [35] Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, Deutsche Bahn AG, Ausgabe 1996 (berichtigt: Februar 1999)

Zusammenfassung:

Im vorliegenden Bericht wurden die betriebs- und baubedingten Schall- bzw. Erschütterungsimmissionen durch die Baumaßnahmen an der Eisenbahnüberführung km 14,642 der Strecke 5001 in Bayreuth für die schutzbedürftige Nachbarschaft ermittelt und bewertet.

Die Untersuchungen zu den betriebsbedingten Immissionen kommen zu folgenden Ergebnissen:

Es lässt sich feststellen, dass infolge des erheblichen baulichen Eingriffs an der EÜ km 14,642 über den Hohlmühlweg in Bayreuth bei den berechneten Beurteilungspegeln maximale Pegelerhöhungen von bis zu 1,6 dB(A) gegeben sind. Diese Pegelerhöhungen finden jedoch unterhalb von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts statt.

Nach den Kriterien der 16. BImSchV stellt der erhebliche bauliche Eingriff in den Schienenweg somit keine wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV dar, die einen Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen auslöst.

Wesentliche Änderungen der Erschütterungsimmissionen können auf bauliche Eingriffe zurückgeführt werden. Durch die Erneuerung der Eisenbahnüberführung und die damit einhergehende Erhöhung der lichten Weite ist nicht auszuschließen, dass sich die lokalen Störstellen zu Ungunsten der nächstgelegenen bestehenden Nachbarschaft, die sich im Abstand von mindestens ca. 25 m befindet, verändern und sich infolgedessen die gegenwärtig vorhandenen Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen erhöhen können.

Um jedoch etwaige lokale Störstellen am Übergang zwischen der freien Strecke und der Eisenbahnüberführung weitest möglich zu reduzieren und somit einer signifikanten bzw. wesentlichen Erhöhung der Erschütterungs- bzw. Sekundärluftschallimmissionen vorzubeugen, ist durch entsprechende vorzusehende Maßnahmen im Übergangsbereich ein möglichst kontinuierlicher Übergang zwischen Erd- und Kunstbauwerke zu gewährleisten.

Zur Beweissicherung der tatsächlichen Immissionen aus Erschütterungen und Sekundärluftschall werden vor den geplanten Baumaßnahmen messtechnische Untersuchungen an repräsentativ ausgewählten Gebäuden vorgeschlagen.

Die Berechnungsergebnisse für die baubedingten Schallimmissionen ergeben, dass basierend auf den zur Verfügung gestellten Angaben potenzielle Betroffenheiten 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 insbesondere durch den Verkehrslärm der Bahnlinie 5001 Schnabelwaid – Bayreuth gegeben. Es ergeben sich jedoch zu erwartende baubedingte Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbelastung. Insofern sind selbst unter Berücksichtigung dieser Geräuschvorbelastung insbesondere an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Bebauungen potenzielle Betroffenheiten nicht auszuschließen, deren Anzahl wird jedoch erheblich reduziert.

Da die prognostizierten Schallimmissionen auf Annahmen eines vorläufigen Bauphasenkonzepts sowie eines voraussichtlichen Bauablaufs basieren, dabei jedoch nur beispielhafte bzw. üblicherweise verwendbare Geräte und Bauverfahren herangezogen werden konnten, erscheinen zeitlich und örtlich konkretisierte Maßnahmen zur Minderung des Baulärms erst bei genauerer Kenntnis des Bauablaufs sowie der geplanten einzusetzenden Maschinen sinnvoll.

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

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren
Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Schallemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe 32. BImSchV). Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Geräusche weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.
- Reduzierung von Bautätigkeiten im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr)
Anhand eines detaillierten Bauablaufplans sind der Zeitraum und die Dauer der Bautätigkeiten im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) genau darzustellen. Die lärmintensiven Arbeiten innerhalb der Sperrpausen werden ausschließlich in der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) durchgeführt.
- Von der Ausführungsfirma ist eine Abstimmung zur Größe und Funktion der jeweiligen Geräte auf die zu leistenden Arbeiten in den Angebotsunterlagen darzulegen.

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.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können

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 jedoch die Gebäude mit Überschreitungen der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 70/60 dB(A) Tag/Nacht durch umfassende Information in den Bauablauf eingebunden werden, ggf. ist für die Dauer der relevanten Beeinträchtigungen Ersatzwohnraum anzubieten.

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

Die Höhe der durch die diversen Quellen entstehenden Erschütterungsemissionen sowie deren Weiterleitung im Erdreich hängen zudem stark von den spezifischen geologischen Untergrundverhältnissen ab. Die geologischen Untergrundverhältnisse sind demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht unkritisch zu bewerten.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren sind durch die baubedingten Erschütterungen potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150) bei Gebäuden mit Wohn- und Mischnutzung mit geringerem Abstand als 30 m nicht auszuschließen. 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.

Dieses Schutzkonzept kann insbesondere folgende Maßnahmen beinhalten:

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren
Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen. Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Erschütterungen weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.
- Umfassende Information der betroffenen Anwohner im Vorfeld der Baumaßnahmen (insbesondere über die Art und Dauer von Bauarbeiten)
Die Information über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude kann insbesondere enthalten, dass etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten sind.
- 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.
- Bereitstellung von Ersatzwohnraum für die Dauer der erschütterungsintensiven Bautätigkeiten, um erhebliche Belästigungen für die Anwohner durch die Baumaßnahme zu vermeiden.

A. Aufgabenstellung

Die DB Netz AG plant die Erneuerung der Eisenbahnüberführung bei km 14,642 der Strecke 5001 Schnabelwaid – Bayreuth über den Hohlmühlweg in Bayreuth.

In der Untersuchung ist demzufolge zu klären, ob infolge der Erneuerung der EÜ eine wesentliche Änderung nach 16. BImSchV vorliegt und somit ggf. Schallschutzmaßnahmen erforderlich sind. Zudem erfolgt eine Bewertung zur Veränderung der Immissionssituation aufgrund der betriebsbedingten Erschütterungen und des Sekundärluftschalls.

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 Immissionen aus Baulärm bzw. aus Bauerschütterungen 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 18.12.2017 beauftragt.

B. Örtliche Gegebenheiten

Die geplante Baumaßnahme an der Eisenbahnüberführung (EÜ) befindet sich bei ca. Bahn-km 14,642 der Bahnstrecke 5001 Schnabelwaid – Bayreuth (siehe nachfolgende Abbildung 1). Die EÜ überführt die eingleisige Strecke über den Hohlmühlweg in der Stadt Bayreuth.

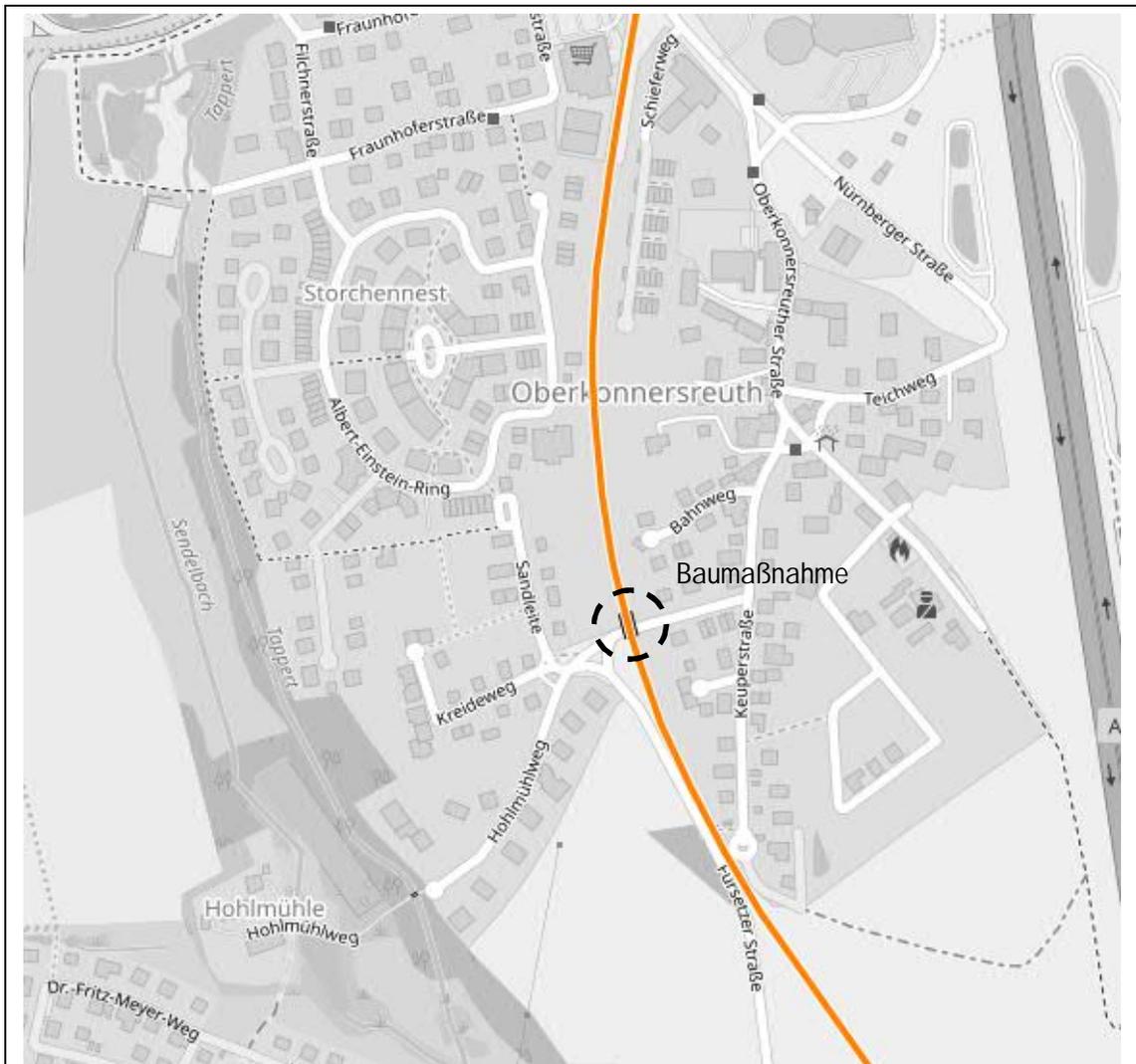


Abbildung 1: Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahme in der Stadt Bayreuth (Quelle: OpenRailwayMap 2020)

Gemäß den Beurteilungskriterien der 16. BImSchV [3] sowie der AVV Baulärm [2] sind für die Anwendung der Immissionsgrenz- bzw. -richtwerte die Festsetzungen in den Bebauungsplänen maßgeblich. In Gebieten, in denen keine rechtskräftigen Bebauungspläne vorliegen, ist die tatsächliche bauliche Nutzung zugrunde zu legen.

Bestehende Festsetzungen wurden aus vorhandenen rechtskräftigen Bebauungsplänen 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 [5] abgeglichen.

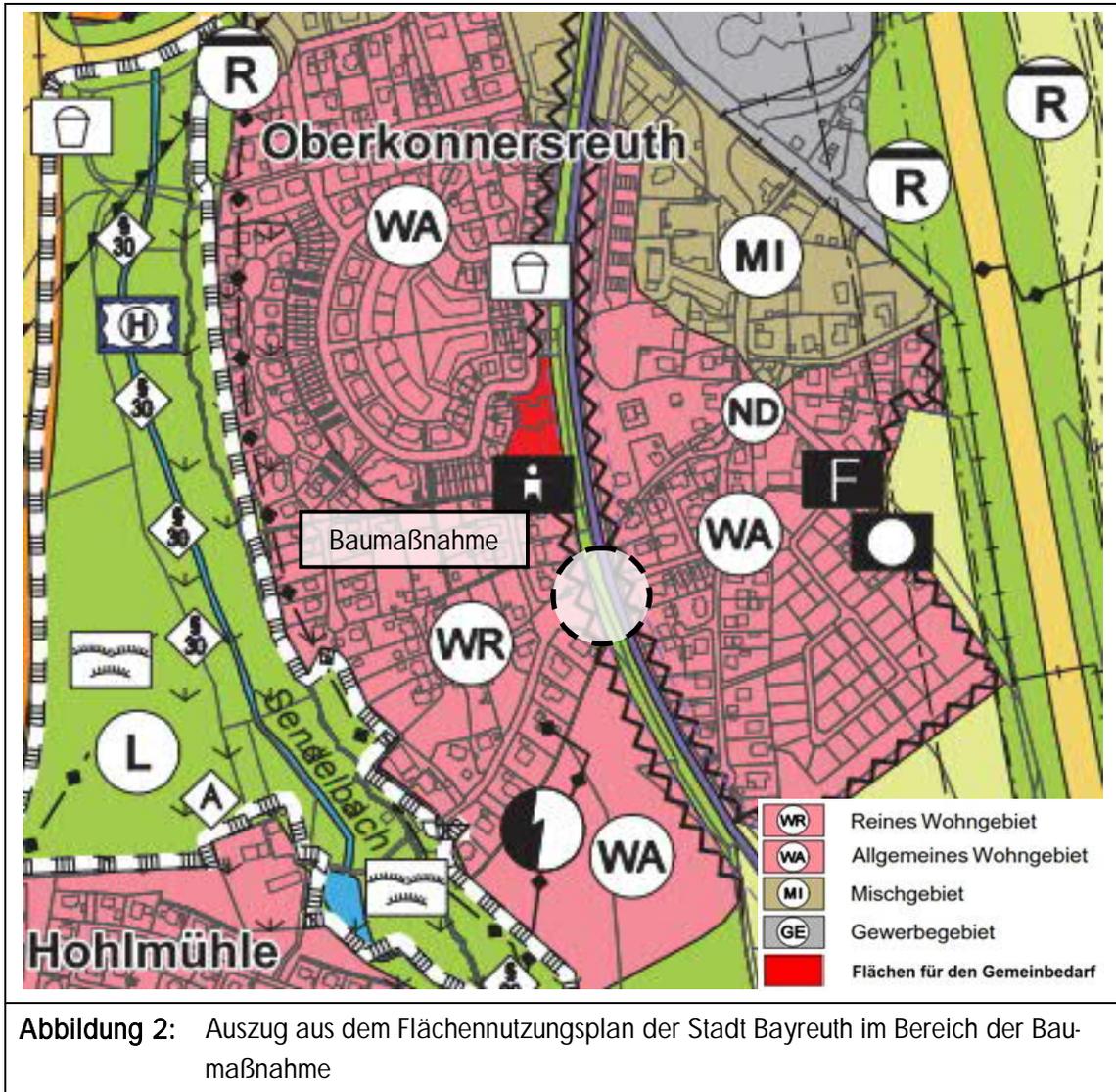
Es wurden u. a. folgende rechtskräftige Bebauungspläne der Stadt Bayreuth berücksichtigt [4]:

- Bebauungsplan Nr. 1/94 „Kleinsiedlung Oberkonnersreuth westlicher Bereich“, 1995
- Bebauungsplan Nr. 2/15 „Oberkonnersreuther Straße“, 2017
- Bebauungsplan Nr. 5/95b TB3 „Siedlung Hohlmühle – Teilbereich 3“, 2003
- Bebauungsplan Nr. 5/95c TB4 „Siedlung Hohlmühle – Teilbereich 4“, 2014
- Bebauungsplan Nr. 5/95c TB4a „Siedlung Hohlmühle – Ökologische Ausgleichsfläche“, 2014
- Bebauungsplan Nr. 5/95c TB5 „Siedlung Hohlmühle – Teilbereich 5“, 2010
- Bebauungsplan Nr. 6/89 „Gewerbegebiet im Bereich Pfaffenfleck/Hasenweg“, 1990
- Bebauungsplan Nr. 8/74 „Bereich Hohlmühlweg“, 1981
- Bebauungsplan Nr. 8/75 „Oberkonnersreuth-Nord TB südl. der Fraunhoferstraße“, 1992
- Bebauungsplan Nr. 8/75a „Oberkonnersreuth-Nord Teilbereich Dr.-Konrad-Pöhner-Straße – Fraunhoferstraße“, 1980

Demzufolge sind im Umfeld der Baumaßnahme an der Eisenbahnüberführung über den Hohlmühlweg folgende schutzbedürftige Nutzungen vorhanden:

- Im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme befinden sich östlich der Bahnstrecke vorwiegend allgemeine Wohngebiete (WA).
- Zudem folgen in nordöstlicher Richtung ab einer Entfernung von ca. 250 m Mischgebiete (MI) sowie Gewerbegebiete (GE).
- Westlich der Bahntrasse sind ebenfalls allgemeine Wohngebiete (WA) sowie zudem auch reine Wohngebiete (WR) situiert.
- In einer Entfernung von ca. 150 m nördlich der Baumaßnahme befinden sich in Flächen für den Gemeinbedarf öffentliche Gebäude (Kindergarten) sowie im Anschluss weitere allgemeine Wohngebiete (WA).

In nachfolgender Abbildung ist der Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Stadt Bayreuth im Bereich der Baumaßnahme [5] zur übersichtlichen Darstellung der Schutzwürdigkeit der Nachbarschaft dargestellt.



C. Betriebsbedingte Immissionen

1. Belegungsprogramm

Das Belegungsprogramm der im Bereich des Bauvorhabens verlaufenden Bahnstrecke 5001 basiert auf Angaben, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden [6]. In der Anlage 5 ist die jeweilige Streckenbelegung sowohl im Zustand 2017 als auch im Prognosehorizont 2025 für die Berechnung der betriebsbedingten Schallimmissionen nach der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) in der Änderung vom 18.12.2014 [3] dargestellt.

Alle zugrunde gelegten Daten (Art, Menge, Geschwindigkeit der Züge etc.) können der Anlage 5 entnommen werden.

Um dem im Immissionsschutzrecht verankerten Vorsorgeprinzip Rechnung zu tragen, wird bei der Betrachtung der betriebsbedingten Schallimmissionen das Belegungsprogramm für die Prognose 2025 herangezogen. Ein Vergleich der Schallemissionen für den Zustand 2017 mit den Schallemissionen für den Prognosehorizont 2025 zeigt, dass sich zukünftig aufgrund der höheren Zugzahlen auf der Strecke 5001 insgesamt höhere Schallemissionen ergeben und folglich die Zahlen für 2025 heranzuziehen sind.

In nachfolgender Tabelle ist das Belegungsprogramm der Strecke 5001 Schnabelwaid – Bayreuth für die Prognose 2025 dargestellt (Legende siehe Anlage 5).

Tabelle 1: Belegungsprogramm auf der Bahnstrecke 5001 (Schnabelwaid – Bayreuth) für die Prognose 2025													
Prognose 2025			Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015										
Zugart-	Anzahl Züge		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl
GZ-V*	2	2	100	8-A6	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
RV-VT	48	4	110	6-A8	1								
RV-VT	16	4	110	6-A8	2								
	66	10	Summe beider Richtungen										

2. Schallschutz

2.1 Grundlagen

2.1.1 Plangrundlagen

Als Plangrundlagen liegen digitale Unterlagen für die gegenwärtige und geplante Situation (d. h. vor bzw. nach Umsetzung der Baumaßnahme) an der Eisenbahnüberführung über den Hohlmühlweg in Bayreuth [14] vor.

Die Verkehrsmengendaten der Bahnlinie Nr. 5001 Schnabelwaid – Bayreuth im Bereich der Eisenbahnüberführung entsprechen den Angaben der DB AG [6] und sind in der Anlage 5 beigefügt (siehe auch Kapitel C.1).

Die Nutzungsarten der Gebiete wurden gemäß den rechtskräftigen Bebauungsplänen [4] eingestuft. Sofern kein Bebauungsplan vorlag, wurden die Gebiete in Anlehnung an den Flächennutzungsplan der Stadt Bayreuth [5] entsprechend der tatsächlichen Nutzung eingestuft (siehe auch Kapitel B).

Die Höhe der repräsentativen Immissionsorte über Gelände wurde gemäß der Anlage 2 zur Änderung der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) vom 18. Dezember 2014 [7] angesetzt. Die Berechnungen der Schallemissionen und -immissionen erfolgten unter Einsatz des EDV-Programms IMMI 2017 [8] (siehe Anlage 6: Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45687).

2.1.2 Rechtliche Grundlagen

Die Berechnung der Schallemissionen und -immissionen aus dem Schienenverkehr erfolgte nach der Anlage 2 der 16. BImSchV „Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege“ (Schall 03) vom 18.12.2014 [7]. Diese Berechnungsvorschrift wurde mit der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) verbindlich eingeführt.

Als Beurteilungsgrundlage liegt die 16. BImSchV [3] vom 12. Juni 1990 mit der Änderung vom 18.12.2014 zugrunde.

Demnach gilt:

„§ 1 Anwendungsbereich

- (1) Die Verordnung gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen der Eisenbahnen und Straßenbahnen (Straßen- und Schienenwege).

- (2) Die Änderung ist wesentlich, wenn eine Straße um einen oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr oder ein Schienenweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird oder durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms um mindestens 3 Dezibel (A) oder auf mindestens 70 Dezibel (A) am Tage oder 60 Dezibel (A) in der Nacht erhöht wird.

Eine Änderung ist auch wesentlich, wenn der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms von mindestens 70 Dezibel (A) am Tage oder 60 Dezibel (A) in der Nacht durch einen erheblichen baulichen Eingriff erhöht wird; dies gilt nicht in Gewerbegebieten.

§ 2 Immissionsgrenzwerte

- (1) Zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche ist bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung von Verkehrswegen sicherzustellen, dass der Beurteilungspegel einen der folgenden Immissionsgrenzwerte nicht überschreitet:

	Tag	Nacht
1. an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen	57 Dezibel (A)	47 Dezibel (A)
2. in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	59 Dezibel (A)	49 Dezibel (A)
3. in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	64 Dezibel (A)	54 Dezibel (A)
4. in Gewerbegebieten	69 Dezibel (A)	59 Dezibel (A)

- (2) Die Art der in Absatz 1 bezeichneten Anlagen und Gebiete ergibt sich aus den Festsetzungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Anlagen und Gebiete sowie Anlagen und Gebiete, für die keine Festsetzungen bestehen, sind nach Absatz 1, bauliche Anlagen im Außenbereich nach Absatz 1 Nr. 1, 3 und 4 entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.
- (3) Wird die zu schützende Nutzung nur am Tage oder nur in der Nacht ausgeübt, so ist nur der Immissionsgrenzwert für diesen Zeitraum anzuwenden.“

Nach der 16. BImSchV besteht auch dann ein Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen, wenn ein Verkehrsweg baulich erweitert wird oder sich der Beurteilungspegel aufgrund eines erheblichen baulichen Eingriffs um mehr als 3 dB(A) erhöht bzw. sich der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms von mindestens 70 dB(A) am Tage oder 60 dB(A) in der Nacht durch einen erheblichen baulichen Eingriff weiter erhöht (gilt nicht für Gewerbegebiete).

In den Fällen, in denen die Grenzwerte überschritten werden oder ein Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen aufgrund einer wesentlichen Änderung vorliegt, sollen die Lärmeinwirkungen primär durch Lärminderungsmaßnahmen an der Quelle oder im Schallausbreitungsweg verringert werden. Wenn dies in der Nähe von stark befahrenen Verkehrswegen mit vertretbaren Mitteln nur teilweise möglich ist, können Schallschutzmaßnahmen an Gebäuden (sog. passiver Schallschutz) eine unzumutbare Beeinträchtigung von Aufenthaltsräumen verhindern und eine bestimmungsgemäße Nutzung der Gebäude gewährleisten.

Im vorliegenden Fall stellt die Änderung der lichten Weite der Eisenbahnüberführung einen erheblichen baulichen Eingriff gemäß Umwelt-Leitfaden Teil VI [9] dar. Zudem erfolgt eine Änderung der Brückenkonstruktion. Anhand der Prognoseberechnungen ist zu prüfen, ob sich dadurch eine wesentliche Änderung der Immissionssituation ergibt.

2.1.3 Berechnungsverfahren

Die mit den o. g. Grenzwerten zu vergleichenden Beurteilungspegel werden getrennt für den Tag (6:00 bis 22:00 Uhr) und die Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr) nach dem in der 16. BImSchV, Anlage 2 [7] festgelegten Berechnungsverfahren berechnet.

Zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen wird die jeweilige Strecke in einzelne Gleise und Abschnitte mit gleicher Verkehrszusammensetzung, gleicher Geschwindigkeit und gleicher Fahrbahnart unterteilt. Für jeden so entstandenen Abschnitt werden für jedes (Frequenz-)Oktavband längenbezogene Schallleistungspegel in mehreren Höhenbereichen errechnet. Folgende Größen werden bei der Berechnung der längenbezogenen Schallleistungspegel berücksichtigt:

- Art, Menge und Geschwindigkeit der auf dem jeweiligen Streckenabschnitt verkehrenden Fahrzeugeinheiten, ermittelt aus dem durchschnittlichen täglichen Belegungsprogramm.
- Rollgeräusche, aerodynamische Geräusche, Aggregatsgeräusche und Antriebsgeräusche entsprechend der Art der Fahrzeugeinheit.
- Pegelkorrekturen für erhöhte Schienenabstrahlung oder Reflexionen an der Fahrbahn entsprechend der Art der Fahrbahn.
- Pegelkorrekturen für die Schallemissionen des Brückenüberbaus entsprechend der Art der Brücke.
- Pegelkorrekturen für ton-, impuls- oder informationshaltige Geräusche wie beispielsweise Quietschgeräusche bei engen Kurvenradien.

Ausgehend von jeder Emissionsquelle werden bei der Schallausbreitung die geometrische Ausbreitung (Abstand), Luftabsorption, Bodeneinflüsse und Abschirmungen durch Hindernisse sowie Reflexionen bis zur 3. Ordnung berücksichtigt. Die Berechnungsverfahren beschreiben ausbreitungsbegünstigende Witterungsbedingungen, wie sie beispielsweise bei leichtem Mitwind oder leichter Bodeninversion auftreten. Neben den Einflüssen auf dem Schallausbreitungsweg gehen auch Richtwirkung und Abstrahlcharakteristik der Emissionsquelle in die Immissionsberechnungen mit ein. Auf Grundlage der Immissionsberechnungen erfolgt die Bildung der Beurteilungspegel für den Tages- und den Nachtzeitraum, die für die schalltechnische Beurteilung maßgebend ist.

2.2 Schallemissionen

Die Ausgangsgröße für die Berechnung der Beurteilungspegel ist der längenbezogene Schallleistungspegel, der für jeden Streckenabschnitt und jede Oktavmittenfrequenz von 63 Hz bis 8 kHz ermittelt wird. Die energetische Summation über alle Oktaven und die unterschiedlichen Höhen kennzeichnet die von der Strecke ausgehende Schallabstrahlung im Tages- bzw. Nachtzeitraum und ist im folgenden Unterkapitel für die Strecke 5001 im Abschnitt km 14,642 angegeben.

Der Schallleistungspegel wird wesentlich bestimmt durch die Art, Menge und Geschwindigkeit der auf dem jeweiligen Streckenabschnitt verkehrenden Fahrzeugeinheiten. Hinzu kommen Korrekturen für Fahrbahnart, Brücken sowie ton-, impuls- und informationshaltige Geräusche.

Den Schallemissionen aus dem Schienenverkehr liegen die Zugzahlen für die Prognose 2025 [6] zugrunde (vgl. Kapitel C.1). Eine Erhöhung der Zugzahlen und der Durchfahrtsgeschwindigkeiten ist im Rahmen dieser Baumaßnahme nicht vorgesehen. Die Schallemissionen sind daher für die Situation vor und nach Umbau der Eisenbahnüberführung identisch.

2.2.1 Fahrzeugbedingte Emissionen

Die fahrzeugbedingten Emissionen werden im Wesentlichen bestimmt durch die Art, Menge und Geschwindigkeit der auf dem jeweiligen Streckenabschnitt verkehrenden Fahrzeugeinheiten. Diese Daten sind im Belegungsprogramm der Bahnstrecke [6] festgelegt.

In nachfolgender Tabelle sind die berechneten längenbezogenen Schallleistungspegel (in der Summe über alle Oktavbänder und Höhen ohne Berücksichtigung der Richtwirkung und Korrekturen für ggf. vorhandene streckenabschnittsabhängige maximal zulässige Höchstgeschwindigkeiten) für die Strecke 5001 in der Prognose 2025 angegeben.

Tabelle 2: Pegel der längenbezogenen Schallleistung L_{WA} der Strecke 5001 für die Prognose 2025 in dB(A)		
Strecke	Tag [dB(A)]	Nacht [dB(A)]
5001 Schnabelwaid – Bayreuth (eingleisig)	80,5	80,1

2.2.2 Fahrbahnarten

Die Ausgangsdaten gelten für Schwellengleise. Die Schallemissionen von anderen Fahrbahnarten bzw. von Bahnübergängen werden durch eine Korrektur c_1 , die sowohl die Belästigung aufgrund von erhöhten Schienenabstrahlungen bzw. -rauheit als auch von Reflektionen enthält, berücksichtigt.

Im Bereich der Maßnahme sind keine Pegelkorrekturen gem. Tabelle 7 der Anlage 2 der 16. BImSchV [7] vorzusehen.

2.2.3 Brücken

Die Schallemissionen des Brückenüberbaus werden durch eine Korrektur K_{Br} , die auch die Belästigung aufgrund von tieffrequenten Geräuschanteilen enthält, berücksichtigt. Maßnahmen, die zu einer Minderung der Schallemission einer Brücke führen, werden durch eine Korrektur K_{LM} berücksichtigt und sind als Schallschutzmaßnahme anzusetzen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die sich im Streckenabschnitt befindlichen Brücken sowie deren Kategorisierung entsprechend Tabelle 9 in der Anlage 2 der 16. BImSchV [7] dargestellt:

Tabelle 3: Brücken und deren Kategorisierung im Bereich der Baumaßnahme			
Strecken-km	Bezeichnung	Einstufung gemäß Tabelle 9 der Anlage 2 zur 16. BImSchV	
		Zeile	Brücken- und Fahrbahnart
14,642 (Str. 5001)	EÜ Hohlmühlweg (Bestand)	3	Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit besonderem stählernem Überbau und Schwellengleis im Schotterbett
14,642 (Str. 5001)	EÜ Hohlmühlweg (Erneuerung)	3	Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit besonderem stählernem Überbau und Schwellengleis im Schotterbett

Bei der gegenwärtig bestehenden Eisenbahnüberführung handelt es sich gemäß allgemeinem Erläuterungsbericht [10] um eine Konstruktion aus Walzträgern in Beton (WiB) und Schwellengleis im Schotterbett, weshalb die Brücke nach Zeile 3 der Tabelle 9 der Anlage 2 zur 16. BImSchV eingestuft wird.

Aufgrund der Anforderungen an das Bauwerk, den örtlichen Gegebenheiten sowie der technologischen Abhängigkeiten der Leitungsverlegungen wurde für den Ersatzneubau der Einsatz einer Dickblechbrücke und Schwellengleis im Schotterbett vorgeschlagen. Die zu errichtende EÜ wird dabei als Brücke mit besonderem stählernem Überbau errichtet, sodass ebenfalls eine Einstufung nach Zeile 3 der Tabelle 9 der Anlage 2 zur 16. BImSchV erfolgen kann.

Im Zuge der Erneuerung wird seitens der Gemeinde eine Erhöhung der lichten Weite auf ca. 7,5 m angestrebt. Zudem ist eine Erhöhung der lichten Höhe auf mind. 4,2 m erforderlich, die Gradienten des Gleises werden jedoch beibehalten. Im Umfeld der Baumaßnahme sind keine weiteren relevanten Brückenbauwerke vorhanden.

2.2.4 Auffälligkeit von Eisenbahngeräuschen

Ton-, impuls- oder informationshaltige Geräusche von Teilstrecken oder Teilflächen werden mit einem frequenzunabhängigen Zuschlag K_L zum Schalleistungspegel nach Tabelle 11 in der Anlage 2 der 16. BImSchV [7] berücksichtigt. Falls dauerhaft wirksame Vorkehrungen gegen das Auftreten von Quietschgeräuschen getroffen werden, ist eine zusätzliche Pegelkorrektur K_{LA} vorzunehmen.

Im Bereich der Baumaßnahme sind keine Pegelkorrekturen gem. Tabelle 11 der Anlage 2 der 16. BImSchV [7] vorzusehen.

2.3 Schallimmissionen

Die Berechnung der Schallimmissionen erfolgte an insgesamt sechs ausgewählten Immissionsorten (IO) in unmittelbarer Nähe zum Bauvorhaben. Die genaue Lage der ausgewählten Immissionsorte ist in der Anlage 3 ersichtlich. Die Ergebnisse der Schallimmissionsberechnungen sind ebenfalls in Anlage 3 zusammengestellt.

Die maßgeblichen Höhen der Immissionsorte an den Gebäuden wurden mit den Höhen nach der Anlage 2 der 16. BImSchV [7] (0,2 m über der Fensteroberkante jeder Geschossdecke) angesetzt. Die berechneten Beurteilungspegel berücksichtigen ausbreitungsbegünstigende Witterungsbedingungen, wie sie beispielsweise bei leichtem Mitwind oder leichter Bodeninversion auftreten, und liegen somit zugunsten der Betroffenen auf der sicheren Seite.

Mit dem Elften Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 2. Juli 2013 wurde eine Änderung von §43 und §47e des BImSchG beschlossen ([11], [12]), sodass der Abschlag von 5 dB(A) zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung von Schienenverkehrsgeräuschen (sog. „Schienenbonus“) ab dem 01.01.2015 für Eisenbahnen sowie ab 01.01.2019 für Straßenbahnen nicht mehr anzusetzen ist. Diese Pegelkorrektur wurde bei den Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

Die Berechnung der Schallimmissionen zur Prüfung der Lärmschutzansprüche erfolgt unter Berücksichtigung des sog. Baugrubenmodells, wobei im vorliegenden Fall innerhalb und außerhalb des Bauabschnitts (d. h. des erheblichen baulichen Eingriffs) schutzwürdige Gebäude liegen. Dies bedeutet, dass für die Gebäude innerhalb des Bauabschnitts die Schallemissionen aus dem Bauabschnitt und der angrenzenden baulich nicht geänderten Strecke berücksichtigt werden. Für Gebäude, die außerhalb des Bauabschnitts liegen, werden lediglich die Schallemissionen aus dem Bauabschnitt berücksichtigt.

In der nachstehenden Tabelle sind die Schienenverkehrslärmimmissionen für den „Plan-Fall“ bzw. „Null-Fall“ im ungünstigsten Geschoss dargestellt.

Im „Plan-Fall“ sind neben den Zugzahlen für die Prognose 2025 die vorgesehenen Umbaumaßnahmen im Berechnungsmodell berücksichtigt worden.

Der „Null-Fall“ stellt die Situation mit den Zugzahlen für die Prognose 2025 ohne die geplanten Umbaumaßnahmen dar.

Daraus ist die Änderung des Beurteilungspegels durch den baulichen Eingriff ersichtlich und es kann beurteilt werden, ob sich eine wesentliche Änderung der Immissionsituation ergibt.

Tabelle 4: Beurteilungspegel durch Schienenverkehrslärm in der Prognose 2025							
Immissionsort	Nutzung	Null-Fall [dB(A)]		Plan-Fall [dB(A)]		Veränderung [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Gebäude innerhalb des Bauabschnitts							
IO-01 Kreideweg 2	WR	53,2	52,9	53,3	53,0	+0,1	+0,1
IO-02 Keuperstraße 9	WA	47,3	47,0	47,5	47,2	+0,2	+0,2
Gebäude außerhalb des Bauabschnitts							
IO-03 Sandleite 2	WR	50,1	49,8	51,6	51,3	+1,5	+1,5
IO-04 Hohlmühlweg 2	WA	48,6	48,4	50,1	49,8	+1,5	+1,4
IO-05 Hohlmühlweg 3	WA	55,1	54,8	56,5	56,3	+1,4	+1,5
IO-06 Hohlmühlweg 4	WA	53,4	53,1	55,0	54,7	+1,6	+1,6

WR = reines Wohngebiet, WA = allgemeines Wohngebiet

Die höchsten Schienenverkehrslärmimmissionen betragen demnach im Null-Fall ohne die Umbaumaßnahmen an den nächstgelegenen Bestandsgebäuden innerhalb des Bauabschnitts bis zu 54/53 dB(A) tags/nachts. Im Plan-Fall nach dem Umbau betragen die höchsten Immissionen an den nächstgelegenen Bestandsgebäuden bis zu 54/53 dB(A) tags/nachts. Insofern ergeben sich daraus Pegelerhöhungen von bis zu 0,2 dB(A) tags/nachts.

Für Gebäude außerhalb des Bauabschnitts ergeben sich Beurteilungspegel bis zu 56/55 dB(A) tags/nachts im Null-Fall. Im Plan-Fall nach dem Umbau ergeben sich im Bereich der Immissionsorte Beurteilungspegel bis zu 57/57 dB(A). Insofern ergeben sich Pegelerhöhungen von bis zu ca. 1,6 dB(A) tags/nachts.

2.4 Beurteilung

Gemäß den Kriterien der 16. BImSchV [3] ergibt sich ein Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen beim Neubau oder beim Vorliegen einer wesentlichen Änderung eines Verkehrswegs.

Eine Änderung ist wesentlich,

- wenn nach §1 Abs. 2 Satz 1 der 16. BImSchV ein Schienenweg um mindestens ein durchgehendes Gleis baulich erweitert wird (was bei vorliegender Planung nicht zutrifft),

oder

- wenn nach §1 Abs. 2 Satz 2 in Zusammenhang mit einem erheblichen baulichen Eingriff in einen Verkehrsweg eines der folgenden Kriterien erfüllt wird:

Die Verkehrslärmbelastung

- erhöht sich um mindestens 3 dB(A) **und** der maßgebliche Grenzwert wird überschritten,
- erhöht sich auf mindestens 70 dB(A) tags oder mindestens 60 dB(A) nachts,
- von mindestens 70 dB(A) tags oder mindestens 60 dB(A) nachts wird weiter erhöht (gilt jedoch nicht für Gewerbenutzungen).

Es lässt sich feststellen, dass infolge des erheblichen baulichen Eingriffs an der EÜ km 14,642 über den Hohlmühlweg in Bayreuth bei den berechneten Beurteilungspegeln maximale Pegelerhöhungen von bis zu 1,6 dB(A) gegeben sind. Diese Pegelerhöhungen finden jedoch unterhalb von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts statt.

Nach den oben beschriebenen Kriterien der 16. BImSchV stellt der erhebliche bauliche Eingriff in den Schienenweg somit keine wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV dar, die einen Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen auslöst.

3. Erschütterungsschutz

Erschütterungsimmissionen bestehen aus - fühlbaren - mechanischen Schwingungen (Vibrationen, Erschütterungen) und - hörbarem - sekundärem Luftschall, der durch die Schallabstrahlung schwingender Raumbegrenzungsflächen entsteht. Die physikalische Größe, die zur Beschreibung der Erschütterungseinwirkungen überwiegend verwendet wird, ist die Schwinggeschwindigkeit (oder Körperschall-Schnelle), die i. d. R. als Pegel (Einheit: dB, bezogen auf $5 \cdot 10^{-8}$ m/s) angegeben wird. Sie ist in Festkörpern (Erdboden, Bausubstanz) stark frequenzabhängig und muss daher spektral betrachtet werden.

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150, Teil 2 [16] erfolgt 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 $KB_{F_{Tr}}$

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

Neben Erschütterungseinwirkungen können die über den Baugrund in die Gebäude eingetragenen Schwingungen Immissionen hervorrufen, die auch als „sekundärer Luftschall“ bezeichnet werden. Hierunter versteht man den durch die Schwingungsanregung von Umfassungsbauteilen (Wände, Wohnungsdecken) abgestrahlten Schallanteil innerhalb von Räumen.

Dieser kann u. U. als tieffrequentes Geräusch in den Räumen wahrgenommen werden. Sekundärer Luftschall ist vor allem in Räumen wahrzunehmen, die gegenüber dem von außen einwirkenden Luftschall (Primärschall) abgeschirmt sind. Die Beurteilung von Sekundärluftschalleinwirkungen erfolgt anhand des A-bewerteten Mittelungspegels.

3.1 Grundlagen

3.1.1 Erschütterungen

Bei der Beurteilung von Erschütterungen existieren im Gegensatz zur Beurteilung von primärem Luftschall zurzeit keine gesetzlichen Regelungen. Art und Grad der individuellen Beeinträchtigung durch Erschütterungen hängen vom Ausmaß der Erschütterungsbelastung und verschiedenster situativer Faktoren ab.

Beispielhaft seien genannt:

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

Nach § 41 BImSchG [1] ist schädlichen Umwelteinwirkungen entgegenzuwirken. Dies gilt auch für Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden. Bauliche Schäden durch Erschütterungen aus dem Bahnbetrieb sind dagegen in der Regel nicht zu erwarten, da die auftretenden Amplituden zu gering sind. Dies trifft auch im vorliegenden Fall zu, sodass eine Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude durch den betriebsbedingten Schienenverkehr nicht explizit dargestellt wird.

Seit Juni 1999 liegt die DIN 4150-2 [16] vor. Dort werden Beurteilungskriterien für Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden aus bestehenden bzw. auszubauenden oberirdischen Schienenwegen genannt. Die Beurteilung erfolgt daher nach DIN 4150-2 als Stand der Technik. Nach der DIN 4150, Teil 2, gelten demnach folgende Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen durch neu zu errichtende Fern- und S-Bahnstrecken in Wohngebieten:

Tabelle 5: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2, Tabelle 1							
Zelle	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
2	Gewerbegebiete	0,30	6	0,15	0,20	0,4	0,10
3	Mischgebiete, Dorfgebiete	0,20	5	0,10	0,15	0,3	0,07
4	Allgemeine bzw. reine Wohngebiete	0,15	3	0,07	0,10	0,2	0,05

In Absatz 6.5 der DIN 4150, Teil 2 [16] werden Regelungen für unterschiedliche Erschütterungsverursacher getroffen, in Abs. 6.5.3 wird die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr beschrieben. Die oberen Anhaltswerte A_o haben beim Schienenverkehr keine Bedeutung (siehe Abs. 6.5.3.1 – 6.5.3.4 der DIN 4150-2 [16]). Tatsächlich spielt der A_o bei der Beurteilung prognostizierter Erschütterungsimmissionen aus Schienenverkehr keine praktische Rolle: wenn der Wert von 0,6 (Kap. 6.5.3.5 der DIN 4150-2 [16]) mehr als nur gelegentlich überschritten wird (z. B. regelmäßig bei einer bestimmten Zuggattung), dann wäre auch A_r überschritten. Daher ist es sachgerecht, die Beurteilung anhand der Anhaltswerte A_u und A_r durchzuführen.

Nach Absatz 6.5.3.1 der DIN 4150-2 [16] sind Einwirkungen in Ruhezeiten nicht zusätzlich zu gewichten. Nach Absatz 6.5.3.4 a) gelten die Anhaltswerte für neu zu bauende Strecken: „Als neu im Sinne dieser Norm wird eine Strecke dann angesehen, wenn ihre Trasse so weit von bestehenden Trassen entfernt verläuft, dass die Erschütterungseinwirkungen bestehender Trassen für die Beurteilung vernachlässigbar sind.“ Dies ist beim vorliegenden Vorhaben nicht der Fall.

Für bestehende Schienenwege gibt die DIN 4150-2 [16] in der zurzeit gültigen Fassung unter Absatz 6.5.3.4 c) an, dass die Anhaltswerte vielerorts überschritten werden und nennt zur Beurteilung verschiedene, nicht quantifizierbare Kriterien. Gemäß der ständigen Rechtsprechung müssen sich Betroffene Vorbelastungen „schutzmindernd“ zurechnen lassen, d. h. sie sind bei der Abwägung zu berücksichtigen, was der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts zum primären Luftschall vor Inkrafttreten der 16. BImSchV entspricht.

Demnach können Betroffene lediglich verlangen, dass durch das Hinzutreten neuer Erschütterungsimmersionen infolge von Ausbaumaßnahmen die Vorbelastungen nicht wesentlich erhöht werden. Bis zum Erreichen der zumutbaren Anhaltswerte gemäß Tabelle 5 ist jede Erhöhung zulässig.

Nach derzeitigem Stand kann das System der Anhaltswerte nach DIN 4150, Teil 2 [16] als untere Grenze einer Zumutbarkeitsschwelle zugrunde gelegt werden. Hierin sind auch die Anhaltswerte A_r enthalten, die mit KB_{Fr} zu vergleichen sind. Somit wird neben der (mittleren) maximalen Schwingstärke auch die Häufigkeit der Vorbeifahrten adäquat berücksichtigt.

Für die Bewältigung des Belanges der Erschütterungsimmersionen bei Baumaßnahmen an bestehenden Strecken ist die gegenwärtig vorhandene Erschütterungsbelastung zu ermitteln, um im Vergleich die Veränderung vor bzw. nach dem Umbau feststellen zu können. Reale und geldwerte Abwendungs- bzw. Ausgleichsansprüche bestehen folglich nur, wenn das Auftreten höherer Erschütterungseinwirkungen gegenüber der Belastung aus den vorhandenen Anlagen eine zusätzliche unzumutbare Beeinträchtigung darstellt.

Zur Klärung des Begriffes „spürbare Erhöhung“ oder „wesentliche Änderung“ der Erschütterungsimmersionen wurde eine Laborstudie an Probanden durchgeführt. Ein Ziel dieser Laborstudie war, zu ermitteln, welcher Minimalbetrag an Erschütterungsenergieänderung benötigt wird, um wahrgenommen zu werden. Die im Labor untersuchte Erschütterungsdifferenz von 25 % KB_{Fmax} -Erhöhung wurde als gerade noch erkennbarer Unterschied festgestellt.

Diese Laborunterschiedsschwelle ist als untere Grenze zu verstehen und liegt auf der sicheren Seite. Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die in der Richtlinie 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ der Deutschen Bahn AG [18] bzw. bei Gerichtsurteilen [19] getroffene Annahmen. Entsprechend dem Vorstehenden werden in der vorliegenden Untersuchung folgende Beurteilungskriterien angewendet:

- Ist $KB_{FTr} \leq A_u$, sind keine weiteren Betrachtungen erforderlich. Die Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 sind eingehalten.
- Ist $KB_{FTr} > A_u$ und $KB_{FTr} \leq A_r$, dann sind die erschütterungstechnischen Anforderungen ebenfalls eingehalten.
- Ist $KB_{FTr} > A_r$, dann erfolgt die Beurteilung auf Basis der wesentlichen Änderung oder spürbaren Erhöhung (Signifikanzkriterium), wie folgt: Ist die Erhöhung der Erschütterungsimmersionen der K_{BFTr} -Werte im Ausbaufall $\leq 25\%$ gegenüber der Belastung ohne Ausbau, dann liegt keine signifikante Erhöhung vor und die Anforderungen sind eingehalten.
- Wenn sich der KB_{FTr} im Ausbaufall um mehr als 25 % der Belastung gegenüber dem Bestandsfall erhöht, dann liegt eine signifikante Änderung (spürbare Erhöhung) vor und es müssen Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmersionen geprüft werden.
- Abschnitte mit Beurteilungsschwingstärken mit KB_{FTr} ab einem Bereich von 1,1 tags und 0,7 nachts als Vorbelastung, die vorhabenbedingt gering (ab dritte Nachkommastelle) ansteigt, sind gutachterlich besonders zu untersuchen und unter Berücksichtigung des Einzelfalls im Hinblick auf den Eigentums- und Gesundheitsschutz in der Abwägung über zu treffende Schutzmaßnahmen zu betrachten.

3.1.2 Sekundärluftschall

Durch Körperschallübertragung bzw. -anregung der Raumbegrenzungsflächen kann in Gebäuden sogenannter „sekundärer Luftschall“ entstehen und einen u. U. nicht zu vernachlässigenden Anteil am gesamten Innenraumpegel hervorrufen. Dieser Effekt kann vor allem dort zu Belästigungen führen, wo der primäre Luftschall (Direktschall), der durch die Außenhaut des Gebäudes nach innen dringt, eine geringe Rolle spielt. Das kann vor allem zutreffen bei der von der Bahntrasse abgewandten, gut schallgedämmten Räumen, bei Tunnelstrecken und dort, wo umfangreiche aktive Lärmvorsorgemaßnahmen getroffen wurden.

Die messtechnische Ermittlung des sekundären Luftschalls ist derzeit nicht eindeutig geregelt und in der Regel nur bei unterirdischen Strecken mit vertretbarem Aufwand durchführbar. Die Prognostizierung beruht auf den (spektralen) Körperschallschnelle-Immisionsberechnungen, welche physikalisch mit dem Abstrahlgrad der wesentlichen Raumbegrenzungsflächen verbunden sind.

Die Ermittlung des Abstrahlverhaltens Körperschall-Luftschall in den betroffenen Gebäuden (von der Bausubstanz abhängig) ist nur mit hohem Aufwand möglich. Es hat sich eine Vorgehensweise entwickelt und bewährt, den Zusammenhang zwischen dem Körperschall-Schnellepegel in Fußbodenmitte und dem im Raum entstehenden sekundären Luftschallpegel bzw. Gesamtinnenschallpegel durch Korrelationsbetrachtungen aus messtechnisch ermittelten und statistisch verwerteten Beziehungen zu bestimmen.

Die Vorgehensweise ist in der DB-Richtlinie 820.2050 als auch im ursprünglich anzuwendenden Leitfaden für den Planer der DB AG [35] beschrieben. Im Leitfaden für den Planer wurden in Abhängigkeit von Gebäude-Bauweise (Betondecken oder Holzbalkendecken) getrennt für Fern- und S-Bahnen aus den prognostizierten oder gemessenen spektralen Körperschallschnelle-Pegeln am Fußboden die dazugehörigen sekundären Luftschallpegel (mittlere Pegel über die Vorbeifahrzeit, als Maximalpegel zu verstehen) ermittelt. Die Beurteilungspegel L_i werden daraus über die Einwirkungsdauer (Vorbeifahrzeiten und Häufigkeiten) im Beurteilungszeitraum bestimmt. Dabei werden auch die im Betriebsprogramm angegebenen unterschiedlichen Zuglängen berücksichtigt. Zur Ermittlung von konsistenten Werten wird im vorliegenden Fall weiterhin der Leitfaden für den Planer angewandt.

Zur Beurteilung des sekundären Luftschalls aus Schienenverkehr fehlen gesetzliche Regeln und Grenzwerte. Im Vergleich zum üblichen Verkehrslärm handelt es sich beim sekundären Luftschall um ein Geräusch, das von allen Raumbegrenzungsflächen abgestrahlt wird, nicht richtungsorientiert hörbar ist und sich mit dem vorhandenen Grundgeräusch (Ruhegeräuschpegel) überdeckt, d. h. nur in den tiefen Frequenzen z. T. dazu beiträgt.

Bis zur Festlegung gesetzlich verbindlicher Grenzwerte kommen als Zumutbarkeitsschwellen für die Beurteilung des sekundären Luftschalls die aus den Vorgaben der 24. BImSchV [13] vom Februar 1997 ableitbaren Richtwerte in Betracht, da sie ein für die Beurteilung von Verkehrslärm in Innenräumen geschaffenes Regelwerk sind.

Auch für den sekundären Luftschall gilt: Bei Überschreitung der aus den Richtwerten dieser Regelwerke abgeleiteten Zumutbarkeitsschwellen darf durch die Ausbaumaßnahmen bedingt keine wesentliche Zunahme stattfinden. Bei Luftschall-Immissionen ist allgemein üblich, Pegelerhöhungen ≥ 3 dB(A) als wesentlich anzusehen. Die Bezugszeiträume sind: Tag 6 bis 22 Uhr und Nacht 22 bis 6 Uhr.

Als Zumutbarkeitsschwellen wurden die aus den Vorgaben der 24. BImSchV [13] vom Februar 1997 ableitbaren Richtwerte angesetzt.

Tabelle 6: Zumutbarkeitsschwellen für Sekundärluftschallimmissionen	
Wohnräume	40 dB(A)
Räume, die überwiegend zum Schlafen benutzt werden	30 dB(A)

Die Einhaltung dieser Zumutbarkeitsschwellen wurde dabei für den Summenpegel aus primärem und sekundärem Luftschall angestrebt.

3.1.3 Geologie

Die geologische Situation im Bereich des Bauvorhabens kann dem „Geotechnischen Bericht“ [20] entnommen werden:

„Regionalgeologisch liegt das geplante Bauwerk im Fichtelgebirge, welches sich in diesem Bereich durch das Anstehen von metamorphen Sedimentgesteinen kennzeichnet.

Speziell am Untersuchungsort ist mit dem Anstehen von einem Wechsel zwischen Unterem Burgsandstein (Sandstein in Verzahnung mit überwiegend rotem Tonstein), Grenzkarbonatletten des Oberen Blasensandsteins (roter Tonstein, reich an Karbonatknollen, z.T. versandend) und Bunter Arkose des Oberen Blasensandsteins (Sandstein, grob- bis mittelkörnig, verzahnend mit Tonstein) zu rechnen.

Zuoberst wurde mit allen Aufschlüssen Auffüllung erkundet. Die Auffüllung besteht aus tonigem Sand bzw. überwiegend leicht- bis mittelplastischem Ton [...]. Die Auffüllung ist locker gelagert bzw. besitzt eine weiche bis halbfeste Konsistenz [...]. Der gewachsene Boden besteht aus Festgestein mit unterschiedlichen Verwitterungsstufen.

Der oberflächennahe Bereich zeichnet sich durch das Anstehen von Felsersatz aus. Der Zersatz steht als gemischtkörniger Boden der Bodengruppen des leicht- bis mittelplastischen Tones [...] an. Die Konsistenz dieser Schicht ist steif bis halbfest.

Darunter folgt eine etwa 1,5 bis 3,5 m mächtige Schicht aus stark verwittertem Fels. Der stark verwitterte Fels weist tonige und sandige Einlagerungen aus [...]. Darunter folgt eine etwa 3,5 bis 4,5 m mächtige Schicht aus mäßig verwittertem Fels. Die Bohrungen enden im teils massiven, teils schwach verwitterten Fels [...].“

Die geologischen Untergrundverhältnisse sind demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht unkritisch zu bewerten.

3.2 Beurteilung

Bei einer Zugvorbeifahrt entstehen dynamische Kräfte, die über das Gleis auf den Untergrund einwirken. Hiervon gehen Erschütterungen und Sekundärluftschall aus, die sich über den Baugrund ausbreiten und sich mit zunehmendem Abstand vermindern. Benachbarte Bauwerke werden von den Erschütterungen am Fundament erfasst und zu Schwingungen angeregt, die sich innerhalb der Gebäude aufgrund der Gebäudeeigendynamik verstärken oder abschwächen können.

Die absolute Höhe der Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen innerhalb von Gebäuden ist sowohl vom jeweiligen Belegungsprogramm als auch insbesondere von der jeweils vorliegenden Gebäudekonstruktion abhängig. Unabhängig vom Belegungsprogramm sowie weitergehenden Parameter im Ausbreitungsbereich können sich bei gleichem Abstand von Gebäuden zur Bahnlinie in Abhängigkeit von der jeweils vorliegenden Gebäudekonstruktion stark schwankende Immissionen aus Erschütterungen und Sekundärluftschall ergeben.

Anhand von Erfahrungswerten von vergleichbaren Streckenabschnitten ist nicht auszuschließen, dass in der schutzbedürftigen Nachbarschaft potenzielle Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2 [16] bzw. der Zumutbarkeitsschwellen der 24. BImSchV [13] gegeben sein könnten. Insofern ist neben der Höhe der Beurteilungsgrößen ebenfalls die relative Änderung der Immissionssituation durch die Baumaßnahme zu bewerten. Eine relative Änderung der Immissionssituation kann dabei insbesondere durch die vorgesehene Baumaßnahme verursacht werden. Dabei kann es beim Übergang von der freien Strecke auf Kunstbauwerke o. ä. aufgrund der Steifigkeitsänderungen im Untergrund zu lokalen Störstellen kommen, von welchen punktuell höhere Erschütterungen als von der üblichen linearen Erschütterungsquelle, d. h. des fahrenden Zuges, emittiert werden können.

Im Allgemeinen können wesentliche Änderungen der Immissionssituation auf bauliche Eingriffe zurückgeführt werden. Durch die Erneuerung der Eisenbahnüberführung und die damit einhergehende Erhöhung der lichten Weite ist nicht auszuschließen, dass sich die lokalen Störstellen zu Ungunsten der nächstgelegenen bestehenden Nachbarschaft, die sich im Abstand von mindestens ca. 25 m befindet, verändern und sich infolgedessen die gegenwärtig vorhandenen Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen erhöhen können. Um jedoch etwaige lokale Störstellen am Übergang zwischen der freien Strecke und der Eisenbahnüberführung weitest möglich zu reduzieren und somit einer signifikanten bzw. wesentlichen Erhöhung der Erschütterungs- bzw. Sekundärluftschallimmissionen vorzubeugen, ist durch entsprechende vorzusehende Maßnahmen im Übergangsbereich ein möglichst kontinuierlicher Übergang zwischen Erd- und Kunstbauwerke zu gewährleisten.

Anmerkung: In der Richtlinie 836.4106 (Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke) werden hierzu in Abhängigkeit konstruktiver bzw. betrieblicher Randbedingungen entsprechende Anforderungen an die Übergangsbereiche gestellt, die im vorliegenden Fall ebenfalls weitest möglich zu beachten sind.

Zur Beweissicherung der tatsächlichen Immissionen aus Erschütterungen und Sekundärluftschall werden vor den geplanten Baumaßnahmen messtechnische Untersuchungen an folgenden repräsentativ ausgewählten Gebäuden vorgeschlagen.

- Hohlmühlweg 3
- Hohlmühlweg 4

Diese Messungen dienen einem Vergleich der Immissionssituation vor bzw. nach den Umbaumaßnahmen, um somit etwaigen Beschwerden von Betroffenen entgegenzutreten zu können.

D. Baubedingte Immissionen

1. Bauablauf

1.1 Baudurchführung

Die regulär geplante Baudurchführung stellt sich gemäß den vom Auftraggeber übermittelten Rahmenbedingungen [14] wie folgt dar:

Bauphase 1:

- Errichtung BE-Fläche
- Anschüttung der Rampe
- Spartenumverlegung, Damm durchpressen

Bauphase 2:

- Rückbau Oberbau
- Abbruch des Überbaus und der Widerlager (teilweise)
- Einbringung Bohrträger
- Montage Hilfsbrücken, Einlaufbereiche herstellen
- (Teilweise) Einbringung Anker
- Einrichtung La 90

Bauphase 3:

- Abbruch Widerlager
- Einbringung Bohrträger, Ausfachung
- Einbringung Anker
- Betonieren
- Teilweise Hinterfüllung

Bauphase 4:

- Demontage Hilfsbrücken
- Montage Stahltrog
- Montage Kappen
- Errichtung des Oberbaus
- Stopfgang

Bauphase 5:

- Vorbereitung der Straße bis zum Frostschutz
- Anpassung der Böschungen
- LBP-Maßnahmen
- Baustelle räumen

Der Beginn der Baumaßnahme ist für 2021 geplant. Die Arbeiten finden vorwiegend im Zeitraum Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) statt. Zur Durchführung der Arbeiten in Bauphase 2 und 4 sind zudem Arbeiten während der Nachtzeit (20:00 bis 7:00 Uhr) vorgesehen. Die Arbeiten finden innerhalb von Teilsperrrpausen statt.

Innerhalb der Sperrpausen sind keine besonders lärm- und erschütterungsintensiven Bautätigkeiten in der Nachtzeit vorgesehen. Die Dauer der Sperrpausen beschränkt sich in Bauphase 2 auf ca. 4 Tage (02.04.2021 bis 05.04.2021) bzw. in Bauphase 4 auf ca. 3 Tage (20.08.2021 bis 22.08.2021).

1.2 Maschineneinsatz

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

- LKW, Bagger, Raupe
- Mobilkran
- Bagger mit Meißel
- Bohrgerät
- Betonfahrzeuge/Betonpumpe/Flaschenrüttler
- Stopfmaschine

2. Schallschutz

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.

2.1 Grundlagen

2.1.1 AVV Baulärm

Grundlage für die Beurteilung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräuschimmissionen von Baustellen ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen - vom 19. August 1970 (AVV Baulärm) [2]. Diese gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden.

In der AVV Baulärm kommt ein abweichender Beurteilungszeitraum zur Anwendung. Der Tag geht demnach von 7:00 – 20:00 Uhr, die Nacht von 20:00 – 7:00 Uhr.

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) Kurgelbiete, 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 7: 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 Schalleistungs-Wirkpegel von den berechneten Schallimmissionen (sog. Wirkpegel) abgezogen werden.

Bei den Schalleistungs-Wirkpegeln 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 Betroffenen in der Nachbarschaft als Maß für die Betroffenheit ein wesentliches Bewertungskriterium.

Die für eine Prognose zu ermittelnden Wirkpegel (entsprechend Nr. 6.6. AVV Baulärm [2]) werden durch Schallausbreitungsberechnung dargestellt. Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 [26] mit der Software IMMI [8].

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, wie beispielsweise bei einer starken Vorbelastung.

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:

„... 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 Absatz 2 Satz 2 VwVfG gehen nur von solchen baustellenbedingten Geräuschimmissionen aus, die dem Einwirkungsbereich mit Rücksicht auf dessen durch die Gebietsart und die konkreten tatsächlichen Verhältnisse bestimmte Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit nicht mehr zugemutet werden können. Für die Gebietsart ist dabei von der bebauungsrechtlich geprägten Situation der betroffenen Grundstücke (im Einwirkungsbereich) auszugehen, für die tatsächlichen Verhältnisse spielen insbesondere Geräusch-Vorbelastungen eine wesentliche Rolle...“

Eine vorhandene Vorbelastung „im natürlichen Wortsinn“ kann dementsprechend die Zumutbarkeitsschwelle im Einzelfall 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 [27] können jedoch Baulärmimmissionen bis zu den vorhandenen Lärmvorbelastungen ohne „nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG [28] 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 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 (u. a. A 9, B 2 [29]) insbesondere durch den Verkehrslärm der Bahnlinie 5001 Schnabelwaid – Bayreuth [6] gegeben. Im Einflussbereich dieser Verkehrswege ergibt sich eine Geräuschvorbelastung durch Verkehrslärm von bis zu ca. 61/55 dB(A) Tag/Nacht.

Die Geräuschvorbelastung durch die vorhandenen Verkehrswege liegt insofern in unmittelbarer Nähe zur Baumaßnahme sowohl tags als auch nachts 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 4 dargestellt.

2.2 Schallemissionen

Ausgehend von den Bautätigkeiten der Maßnahme in den einzelnen Phasen (siehe Kap. D.1.1) wurden die Schallleistungspegel der gutachterlich abgeschätzten, voraussichtlich zum Einsatz kommenden Baumaschinen (bzw. Arbeitsvorgänge) als Schallleistungs-Wirkpegel abgebildet. Die Prognose der Geräusche der üblichen Maschinen- und Arbeitsvorgänge erfolgte entsprechend der Literaturangaben ([23], [24], [25], [34]). 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 jeweils einer Schallquellengruppe je Bauphase summiert und entsprechend ihrer Abstrahlungscharakteristik als Flächenschallquellen nach DIN ISO 9613-2 [26] 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 sowie die Höhe der angesetzten Schallquellen können der Anlage 2 entnommen werden.

Kurzzeitige Geräuschspitzen treten in den einzelnen Bauphasen erfahrungsgemäß mit Schallleistungspegeln von bis zu $L_{WAmax} = 117$ dB(A) auf. Damit werden kurzzeitige Geräuschspitzen um höchstens ca. 12 dB(A) aus dem angenommenen Mittelungspegel der nächtlichen Bautätigkeiten herausragen. 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, da eine etwaige Überschreitung der Anforderungen bereits anhand der Mittelungspegel aufgezeigt wird.

2.3 Immissionsorte

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 B) und wurde den entsprechenden Kategorien der AVV Baulärm (Kapitel D.2.1.1) zugeordnet.

2.4 Schallimmissionen

Ausgehend von den angesetzten Schallquellen (siehe Anlage 2) wurden die Schallimmissionen mittels Einzelpunktberechnungen sowie flächenhaften Ausbreitungsberechnungen nach DIN ISO 9613-2 [26] 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 Ausbreitungsberechnungen ist für alle Bauphasen mit einer Aufpunkthöhe von 6 m über Geländeoberkante (GOK) in der Anlage 4 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 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 alle Bauphasen und für den Beurteilungszeitraum Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) bzw. für den Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) bei Annahme einer durchschnittlichen tageszeitlichen Bautätigkeit von über 8 Stunden bzw. einer durchschnittlichen nächtlichen Bautätigkeit von über 6 Stunden für ausgewählte Immissionsorte zusammengefasst.

Die jeweilige Lage der Immissionsorte ist in der Anlage 4 dargestellt.

Tabelle 8: Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft

Bau- phase	Betriebsdauer tags über 8 h bzw. nachts über 6 h [dB(A)]									
	Sandleite 2		Hohlmühlweg 5		Hohlmühlweg 3		Hohlmühlweg 4		Oberkonners- reuther Str. 7	
	IRW = 50/35 nach Nr. 3.1.1. e)		IRW = 50/35 nach Nr. 3.1.1. e)		IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)		IRW = 55/40 nach Nr. 3.1.1. d)		IRW = 60/45 nach Nr. 3.1.1. c)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	62	-	60	-	67	-	67	-	37	-
2	68	61	66	59	73	66	73	66	43	36
3	63	-	61	-	68	-	68	-	38	-
4	65	62	63	60	70	67	70	67	40	37
5	62	-	60	-	67	-	67	-	37	-

Fett: Überschreitung der Immissionsrichtwerte, IRW = Immissionsrichtwert

Die Berechnungsergebnisse für die Tagzeit zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle in der Bauphase 2 rechnerisch um bis zu ca. 18 dB(A) überschritten werden können. In den weiteren Bauphasen kommt es ebenfalls zu Überschreitungen.

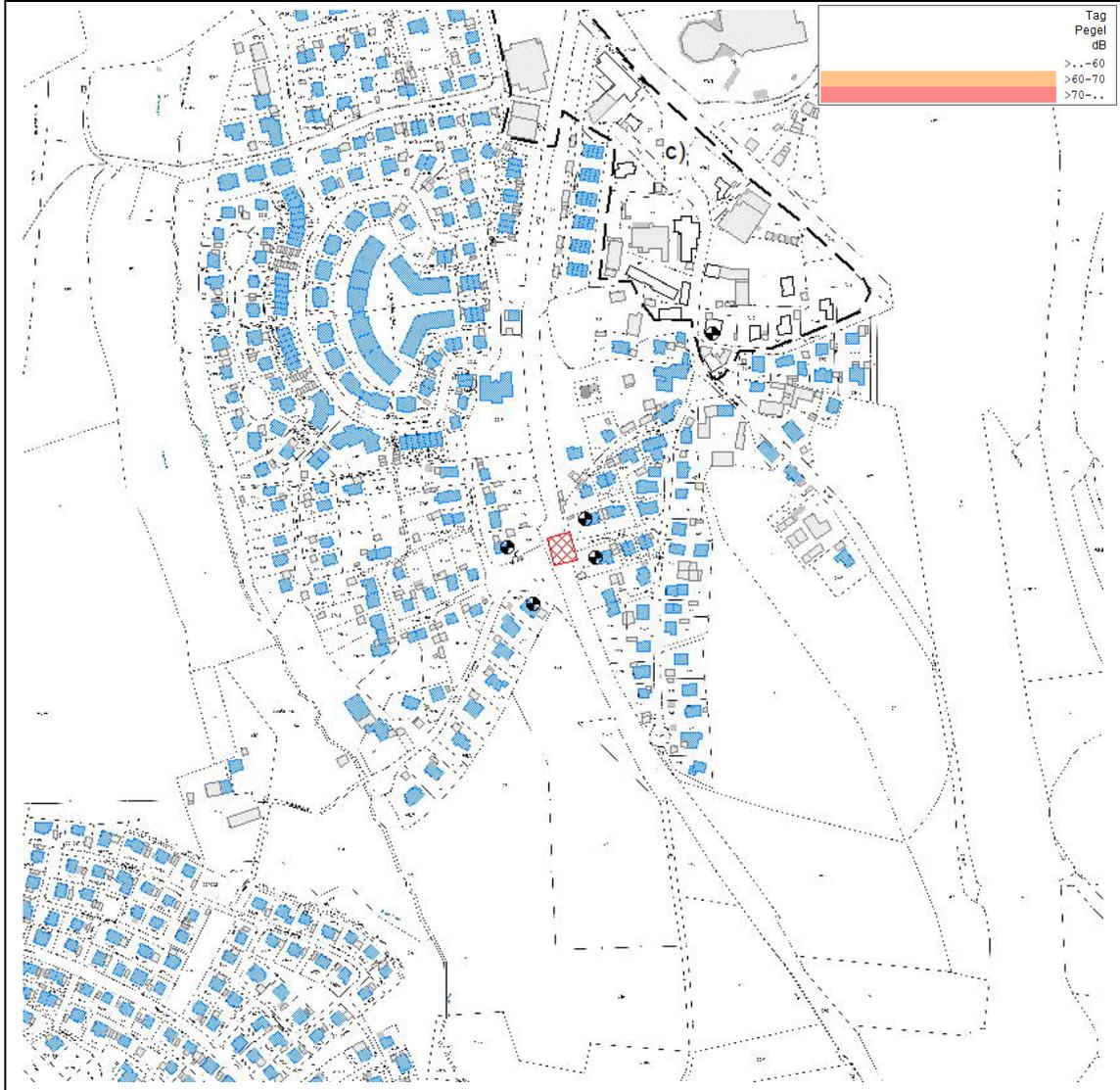
Für die Nachtzeit zeigen die Berechnungsergebnisse in Bauphase 4 rechnerische Überschreitungen der Immissionsrichtwerte um bis zu ca. 27 dB(A). In Bauphase 2 kommt es ebenfalls zu Überschreitungen. In den weiteren Bauphasen sind keine Arbeiten in der Nachtzeit vorgesehen.

In den folgenden Abbildungen 3 und 4 sind für die schalltechnisch ungünstigste Bauphase (Bauphase 2 tagsüber bzw. Bauphase 4 nachts) die Bereiche der von erheblichen Baulärmbelastigungen betroffenen Nachbarschaft dargestellt.

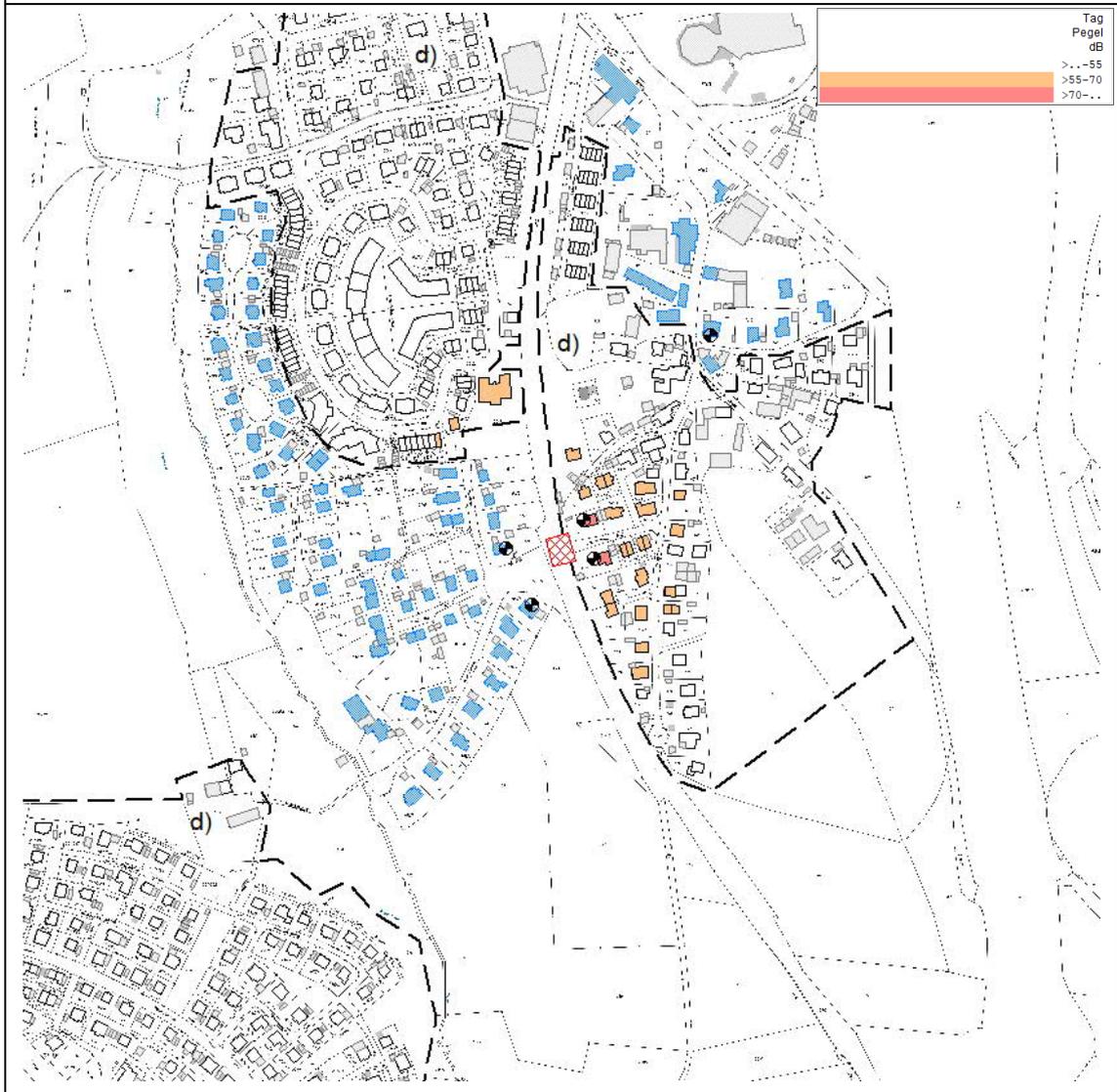
Die Gebäude, an denen während des Baubetriebs Überschreitungen des entsprechend der Gebietsnutzung maßgeblichen Immissionsrichtwertes zu erwarten sind, wurden farbig (**orange**) gekennzeichnet. Überschreitungen der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 70/60 dB(A) Tag/Nacht wurden ebenfalls farbig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

Bauphase 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. e) der AVV Baulärm

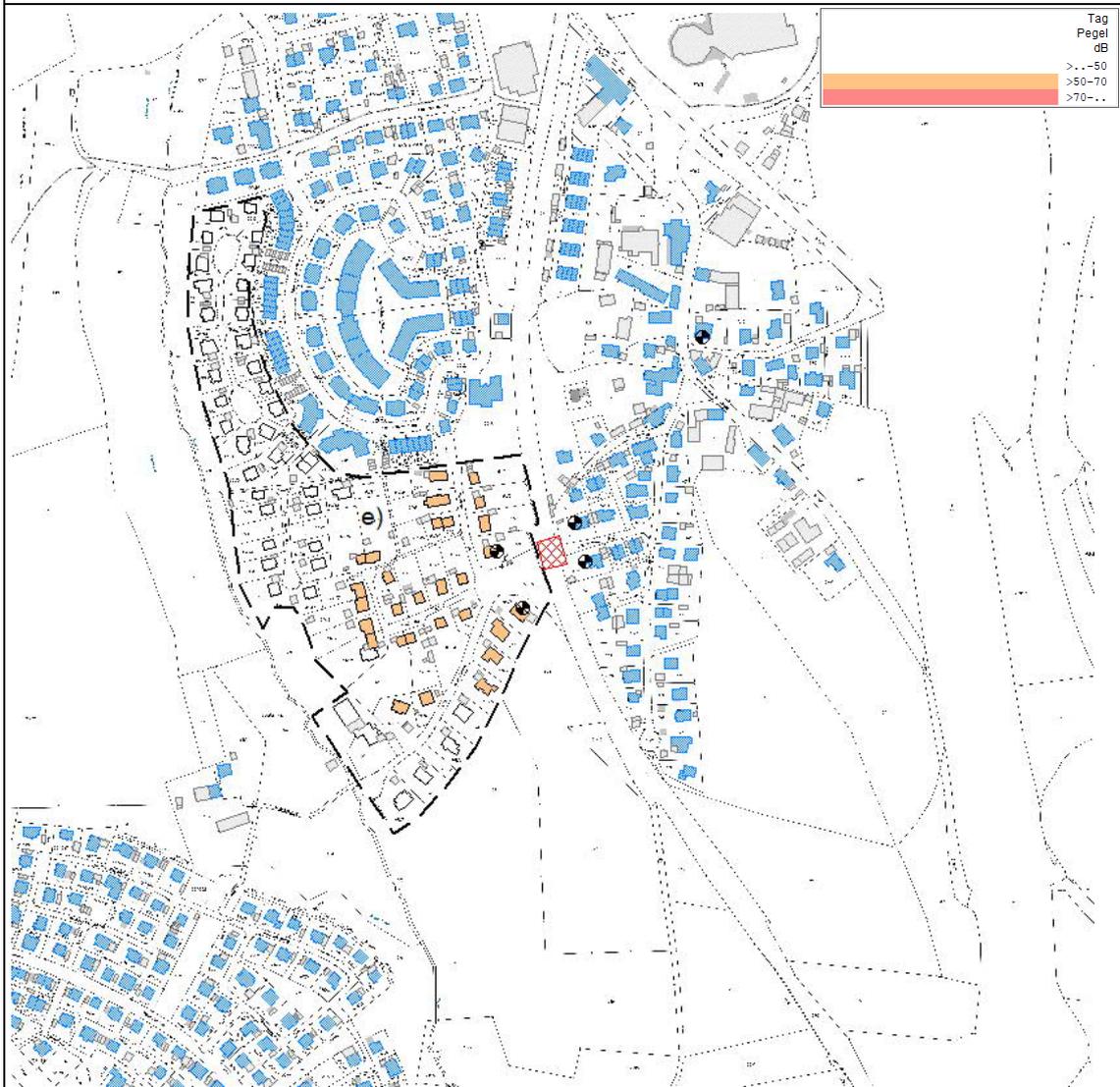
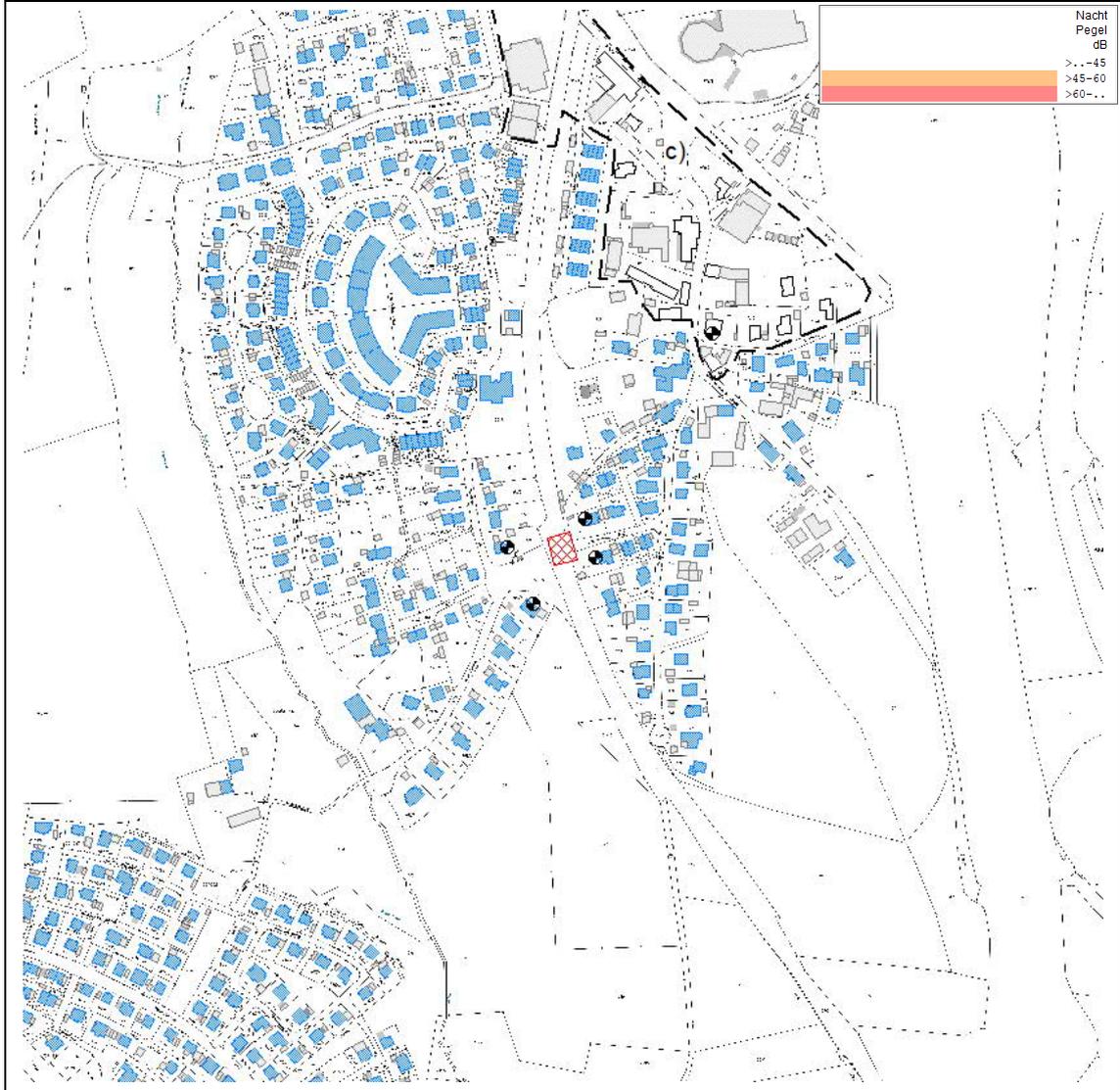


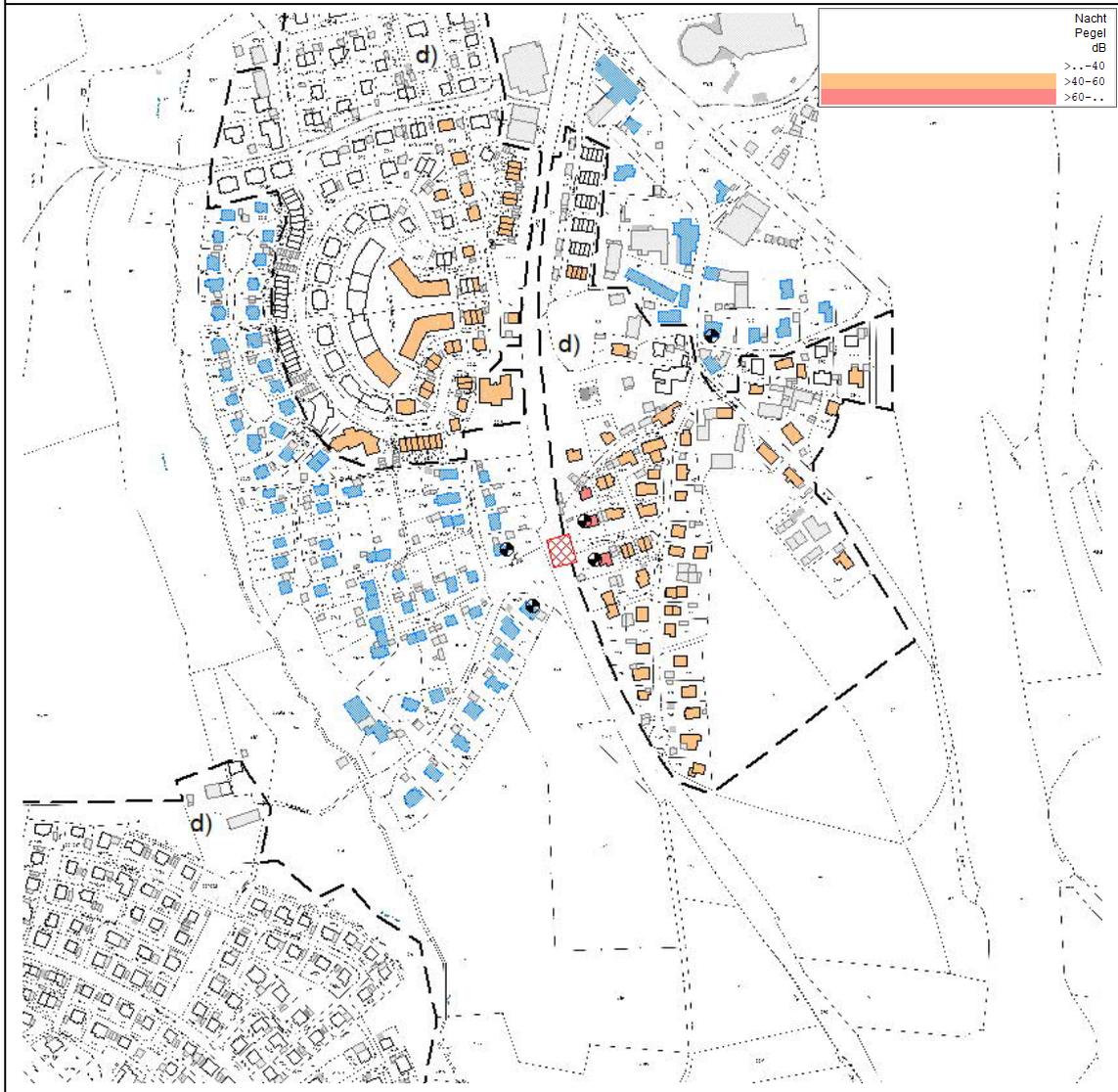
Abbildung 3: Potenzielle Betroffenheiten in der Nachbarschaft am **Tag** in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m)

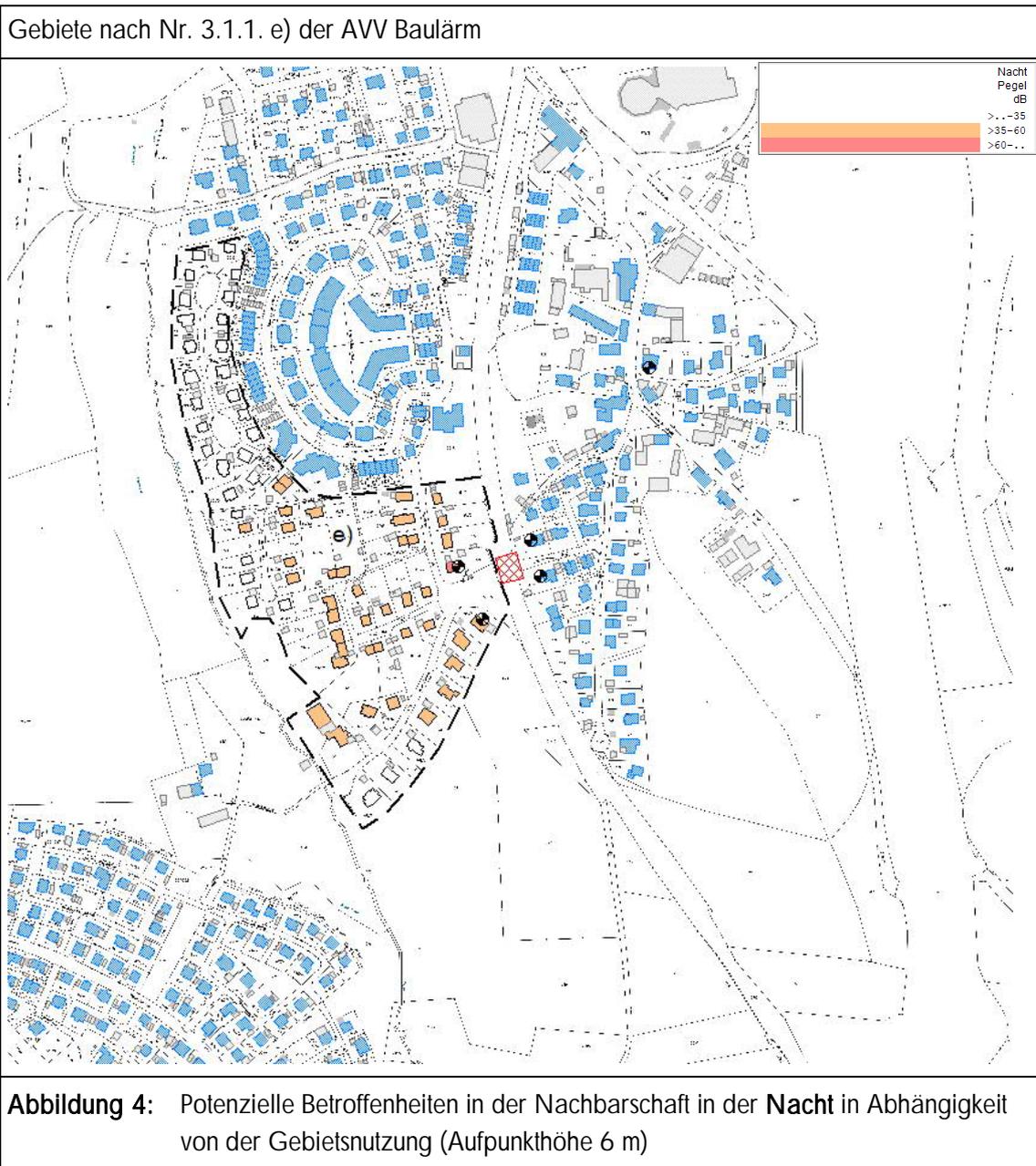
Bauphase 4

Gebiete nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm



Gebiete nach Nr. 3.1.1. d) der AVV Baulärm





Die detaillierten Berechnungsergebnisse aller Bauphasen als Beurteilungspegelkarten lassen sich der Anlage 4 entnehmen.

In nachfolgender Tabelle ist in Abhängigkeit von der jeweiligen Bauphase und der Schutzbedürftigkeit der Nachbarschaft die Anzahl der potenziell betroffenen Gebäude abgeschätzt. Zusätzlich ist informativ die Anzahl der betroffenen Gebäude mit Überschreitungen von Beurteilungspegeln von 70/60 dB(A) Tag/Nacht angegeben. Dieser Wert wird in der Rechtsprechung unabhängig von der Gebietsnutzung regelmäßig als „grundrechtliche Zumutbarkeitsschwelle“ angesehen.

Tabelle 9: Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden					
Bau- phase	Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. e)	Gesamt	oberhalb 70/60 dB(A)
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
1	-/-	ca. 15/-	ca. 15/-	ca. 30/-	-/-
2	-/-	ca. 30/ca. 85	ca. 30/ca. 40	ca. 60/ca. 125	2/4
3	-/-	ca. 20/-	ca. 20/-	ca. 40/-	-/-
4	-/-	ca. 20/ca. 95	ca. 25/ca. 45	ca. 45/ca. 140	-/4
5	-/-	ca. 15/-	ca. 15/-	ca. 30/-	-/-

Am Tag sind bei den durchzuführenden Bauarbeiten in allen Bauphasen an Gebäuden im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme potenzielle Betroffenheiten nicht auszuschließen.

Zudem kann während den nächtlichen Arbeiten in den Bauphasen 2 und 4 auch eine hohe Anzahl an potenziellen Betroffenheiten gegeben sein. Die Beeinträchtigungen beschränken sich jedoch auf wenige Tage und sind nur während den Arbeiten innerhalb der beiden Sperrpausen vom 02.04.2021 bis 05.04.2021 (Bauphase 2) bzw. vom 20.08.2021 bis 22.08.2021 (Bauphase 4) zu erwarten.

Eine Überschreitung der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 70/60 dB(A) Tag/Nacht kann an zwei Gebäuden tagsüber bzw. an vier Gebäuden nachts nicht ausgeschlossen werden.

2.5 Berücksichtigung der Vorbelastung bei der Beurteilung

Auf Basis aktueller Rechtsprechungen [27] können Baulärmimmissionen in Zusammenhang mit den Baumaßnahmen bis zu den vorhandenen Geräuschvorbelastungen ohne „nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG [28] 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 durch den Schienen- bzw. Straßenverkehr bereits eine vorhandene Lärmvorbelastung gegeben, die oberhalb der maßgebenden Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm liegt und somit von der schutzbedürftigen Nachbarschaft hinzunehmen ist.

In nachfolgender Tabelle ist die Anzahl der potenziellen Betroffenen für die jeweiligen Bau-phasen unter Berücksichtigung der Geräuschvorbelastung dargestellt.

Tabelle 10: Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden unter Berücksichtigung der Geräuschvorbelastung				
Bau- phase	Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)	Gebiete nach Nr. 3.1.1. e)	Gesamt
	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht	Tag/Nacht
1	-/-	< 10/-	ca. 5/-	< 15/-
2	-/-	ca. 25/ca. 20	ca. 25/ca. 15	ca. 50/ca. 35
3	-/-	ca. 10/-	ca. 10/-	ca. 20/-
4	-/-	ca. 15/ca. 25	ca. 15/ca. 20	ca. 30/ca. 45
5	-/-	< 10/-	ca. 5/-	< 15/-

Demnach zeigt sich, dass sowohl tagsüber als auch nachts eine Überschreitung der Geräuschvorbelastung durch die baubedingten Schallimmissionen zu erwarten ist.

Aufgrund der Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm sowie der Geräuschvorbelastung an Gebäuden im Umfeld der Baumaßnahme werden im Weiteren Maßnahmen zur Minderung des Baulärms aufgezeigt.

2.6 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms

Wie im Kapitel D.2.4 ausgeführt, sind infolge der Baumaßnahmen an der EÜ km 14,642 über den Hohlmühlweg Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zu erwarten.

Für den Fall des Auftretens von lärmrelevanten Arbeiten sind Maßnahmen zur Minimierung der Belästigung zu diskutieren. Diese setzen den Einsatz von Baumaschinen und -verfahren entsprechend dem Stand der Technik voraus. Im Hinblick auf den Luftschall sind die Geräuschemissionsgrenzwerte nach Tab. Art. 12 für die Stufe II der „Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates“ vom 08.05.2000 [30] durch die zum Einsatz kommenden Geräte einzuhalten.

2.6.1 Maßnahmen bei der Einrichtung 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 ortsfest, 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.

Aufgrund der räumlich begrenzten Ausdehnung des Baufeldes könnte der Einsatz stationärer (temporärer) Schallschirme im vorliegenden Fall grundsätzlich eine Möglichkeit zur Lärminderung darstellen, wodurch die Schallimmissionen und die Anzahl der betroffenen Gebäude reduziert werden könnten.

Die Wirksamkeit von mobilen Schallschutzwänden hängt maßgeblich von deren Höhe und dem Abstand zur Schallquelle ab. Grundsätzlich sind mobile Schallschutzwände möglichst nahe 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.

2.6.2 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 Baumaschinen meist nur herstellerseitig möglich.

2.6.3 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 [31] bzw. der Richtlinie 2000/14/EG [30] entsprechen.

Als besonders lärmintensiv sind im vorliegenden Fall die Rückbauarbeiten 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 Verbauarbeiten durch den Einsatz eines Bohrgerätes zu betrachten. Dabei ist auf eine lärmarme Durchführung der Arbeiten, insbesondere beim Abklopfen der Bohrschnecke zur Vermeidung etwaiger Geräuschspitzen zu achten. Bzgl. der voraussichtlich eingesetzten Maschinen bzw. der eingesetzten Verfahren ist jedoch aus baubetrieblichen Gründen kein weiteres Minderungspotenzial vorhanden.

Bzgl. der Stopfbauarbeiten ist aus baubetrieblichen Gründen ebenfalls kein weniger lärmintensives Verfahren möglich.

Die lärmintensiven Arbeiten innerhalb der Sperrpausen werden jedoch ausschließlich in der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) durchgeführt.

Leerfahrten sind möglichst zu vermeiden. Zudem sind zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen die Baumaschinen stillzulegen, sofern dies den Arbeitsablauf nicht unverträglich erschwert.

Des Weiteren sind die Maschinenführer auf der Baustelle ausreichend für die immissionsschutzrechtliche Konfliktbewältigung hin zu instruieren, um somit etwaige Betroffenheiten auf ein Minimum zu reduzieren.

2.6.4 Beschränkungen der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer

Bezüglich der Dauer und Zeiträume des Betriebs der Bautätigkeiten liegen genaue Angaben vor, denen unter anderem der Bauablaufplan [14] 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 wurden hier bisher keine Zeitkorrekturen der Wirkpegel vorgenommen.

Sofern die Bautätigkeiten auf durchschnittlich 8 Stunden am Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) bzw. auf durchschnittlich 6 Stunden in der Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) beschränkt werden, kann dies gemäß den Vorgaben der AVV Baulärm mit einer Zeitkorrektur von 5 dB(A) in der Prognose berücksichtigt werden.

Die Betriebsdauerbeschränkung wäre demzufolge eine probate Möglichkeit, um die Lärmbelastung und damit die Anzahl von potenziellen Betroffenen zu reduzieren. Die Beschränkung der durchschnittlichen Betriebsdauer kann jedoch dazu führen, dass die Zahl oder die Dauer der Sperrpausen möglicherweise entsprechend erweitert und auch insgesamt betrachtet die Bauzeit gegenüber dem vorliegenden Baukonzept erhöht wird.

Im vorliegenden Fall ist eine Einschränkung aus baubetrieblichen Gründen im Hinblick auf das Sperrpausenkonzept nicht umsetzbar.

2.7 Diskussion von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung

2.7.1 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:

- a. Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, Bauverfahren, Dauer und zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb.
- b. Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen.
- c. Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).
- d. Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Lärmeinwirkungen haben (Immissionsschutzbeauftragter).
- e. Nachweis der tatsächlich auftretenden Lärmbelastung durch begleitende Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen zur Beweissicherung im Beschwerdefall.

2.7.2 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 werden.

2.7.3 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 der bestehenden Geräuschvorbelastung eingeschränkt werden.

2.8 Bewertung und Vorschlag von Maßnahmen

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 (u. a. A 9, B 2 [29]) insbesondere durch den Verkehrslärm der Bahnlinie 5001 Schnabelwaid – Bayreuth [6] gegeben. Es ergeben sich jedoch zu erwartende baubedingte Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbelastung. Insofern sind selbst unter Berücksichtigung dieser Geräuschvorbelastung insbesondere an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Bebauungen potenzielle Betroffenheiten nicht auszuschließen, deren Anzahl wird jedoch erheblich reduziert.

Da die prognostizierten Schallimmissionen auf Annahmen eines vorläufigen Bauphasenkonzepts sowie eines voraussichtlichen Bauablaufs basieren, dabei jedoch nur beispielhafte bzw. üblicherweise verwendbare Geräte und Bauverfahren herangezogen werden konnten, erscheinen zeitlich und örtlich konkretisierte Maßnahmen zur Minderung des Baulärms erst bei genauerer Kenntnis des Bauablaufs sowie der geplanten einzusetzenden Maschinen sinnvoll.

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

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren
Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Schallemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe 32. BImSchV [31]). Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Geräusche weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.
- Reduzierung von Bautätigkeiten im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr)
Anhand eines detaillierten Bauablaufplans sind der Zeitraum und die Dauer der Bautätigkeiten im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) genau darzustellen. Die lärmintensiven Arbeiten innerhalb der Sperrpausen werden ausschließlich in der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) durchgeführt.
- Von der Ausführungsfirma ist eine Abstimmung zur Größe und Funktion der jeweiligen Geräte auf die zu leistenden Arbeiten in den Angebotsunterlagen darzulegen.

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.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können

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 jedoch die Gebäude mit Überschreitungen der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 70/60 dB(A) Tag/Nacht durch umfassende Information in den Bauablauf eingebunden werden, ggf. ist für die Dauer der relevanten Beeinträchtigungen Ersatzwohnraum anzubieten.

An folgenden Gebäuden in der unmittelbaren Umgebung der Baumaßnahmen ist eine Überschreitung der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 70/60 dB(A) Tag/Nacht nicht auszuschließen:

Bauphase 2:

- Bahnweg 5 (Nacht)
- Hohlmühlweg 3, 4 (Tag/Nacht)
- Sandleite 2(Nacht)

Bauphase 4:

- Bahnweg 5 (Nacht)
- Hohlmühlweg 3, 4 (Nacht)
- Sandleite 2 (Nacht)

Weitergehende Maßnahmen zur Minderung des Baulärms erscheinen erst bei Kenntnis der tatsächlichen Schallimmissionen auf Basis messtechnischer Untersuchungen zweckmäßig.

3. Erschütterungsschutz

3.1 Grundlagen

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

3.1.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungsimmersionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2 [16]. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden. 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_{Fr}
Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{Fr} berücksichtigt die Dauer und die Häufigkeit des Auftretens von Erschütterungen. Hinsichtlich der Dauer der Erschütterungsereignisse werden jeweils 30-s-Takte (Taktmaximalwertverfahren) gebildet.

Die Beurteilung der Erschütterungsimmersionen durch baubedingte Erschütterungen wird in Kapitel 6.5.4 der DIN 4150-2 [16] 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 [16] gebietsunabhängig zu bewerten.

Tabelle 11: 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) werden in Abhängigkeit von der jeweiligen Schutzbedürftigkeit des Einwirkungsortes anhand der Anhaltswerte beurteilt, die bereits in Tabelle 5, Kap. C.3.1.1 dargestellt sind.

3.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150, Teil 3 [17]. 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 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.

3.1.2.1. 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 [17] werden folglich die messtechnisch erfassten maximalen Schwinggeschwindigkeiten v_{\max} mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

3.1.2.2. 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 [17] für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen werden in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 12: 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

3.2 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.

3.2.1 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.

3.2.2 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 [15] wird die Abnahme der Amplitude der Schwinggeschwindigkeit \bar{v} näherungsweise durch folgende Gleichung beschrieben:

$$\bar{v} = \bar{v}_1 \left(\frac{R}{R_1} \right)^{-n} \exp[-\alpha(R - R_1)]$$

Dabei ist

- \bar{v} die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s;
- \bar{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} , $\alpha \approx 2\pi D / \lambda$;
- D 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.

3.2.3 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. D.1) durch Abbruch-, Bohr- und Stopfarbeiten 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. [22]) herangezogen.

Die erschütterungsrelevanten Arbeiten sind ausschließlich in der Tagzeit vorgesehen. Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz eines Baggers mit Meißel, eines Bohrgerätes sowie 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 Abbruch-, Bohr- und Stopfarbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Abstand von ca. 30 m zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

3.3 Bewertung

Die Abschätzung von Art, Umfang und Dauer von potenziellen Betroffenheiten durch baubedingte Erschütterungsimmissionen beruht auf Annahmen zum voraussichtlichen Bauablauf.

Unter Berücksichtigung der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 [16] bzw. Teil 3 [17] ist zu erwarten, dass die Bautätigkeiten sowohl zeitlich als auch räumlich begrenzte potenzielle Betroffenheiten auslösen könnten.

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 übermittelten „Geotechnischen Berichtes“ [20] ist die in Kapitel C.3.1.3 dargelegte geologische Situation im Bereich der EÜ km 14,642 in Bayreuth zu erwarten. Die geologischen Untergrundverhältnisse sind demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht unkritisch zu bewerten.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren sind durch die baubedingten Erschütterungen potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150) bei Gebäuden mit Wohn- und Mischnutzung mit geringerem Abstand als 30 m nicht auszuschließen.

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

- Hohlmühlweg 3
- Hohlmühlweg 4

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.

3.4 Minderung der baubedingten Immissionen

Die Bauphasen zur Realisierung des Vorhabens sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen zum Teil als nicht unproblematisch zu bewerten.

Zur Feststellung der zumutbaren Belästigungen von Bauerschütterungen kann dabei als Maßstab die DIN 4150 Teil 2 [16] 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 [16] eingehalten sind. Die Durchführung gebäudetechnischer Beweissicherungen vor bzw. nach Umsetzung der Baumaßnahmen dient zur Feststellung potenzieller Verminderungen des Gebrauchswertes von baulichen Anlagen.

Da die prognostizierten Erschütterungsimmissionen auf Annahmen zum vorläufigen Bauphasenkonzept sowie zum voraussichtlichen Bauablauf basieren, dabei jedoch nur beispielhafte bzw. üblicherweise verwendbare Geräte und Bauverfahren herangezogen werden konnten, erscheinen zeitliche und örtliche konkretisierte Maßnahmen zur Minderung der Bauerschütterungen erst bei genauerer Kenntnis des Bauablaufs sowie der geplanten einzusetzenden Maschinen sinnvoll.

Grundsätzlich zeigen die bisherigen Bewertungen jedoch, dass es durchaus sinnvoll erscheint, nachfolgende von Bauzeiten und Bauphasen unabhängige Maßnahmen für die o. g. Gebäude mit Wohn- und Mischnutzung mit geringerem Abstand als 30 m zur Baumaßnahme ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen. Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Erschütterungen weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

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

Die Information über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude kann insbesondere enthalten, dass etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 [17] aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten sind.

- 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.
- Bereitstellung von Ersatzwohnraum für die Dauer der erschütterungsintensiven Bautätigkeiten, um erhebliche Belästigungen für die Anwohner durch die Baumaßnahme zu vermeiden.

Diese Untersuchung umfasst 62 Seiten und 6 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung der Untersuchung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Bamberg, den 26. März 2020

Möhler + Partner
Ingenieure AG



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



i.A. M. Sc. Daniel Littwin

E. Anlagen

Anlage 1.1 bis 1.2	Dokumentation der Eingabedaten
Anlage 2.1 bis 2.3	Dokumentation der Emissionsdaten
Anlage 3.1 bis 3.2	Dokumentation der Immissionspunkte und Berechnungsergebnisse (betriebsbedingte Schallimmissionen)
Anlage 4.1 bis 4.10	Dokumentation der Immissionspunkte und Berechnungsergebnisse (baubedingte Schallimmissionen)
Anlage 5.1	Belegungsprogramme für den Zustand 2017 bzw. für die Prognose 2025
Anlage 6.1 bis 6.6	Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45 687

Anlage 1.1 – 1.2: Dokumentation der Eingabedaten

Allgemeines:

Arbeitsbereich				
Koordinatensystem:	Gauß-Krüger (Streifenbreite 3°)			
Koordinatendatum:	Potsdam (Bessel)			
	von ...	bis ...	Ausdehnung	Fläche
x /m	4470760.00	4471760.00	1000.00	1.00 km²
y /m	5531296.00	5532296.00	1000.00	
z /m	-10.00	410.00	420.00	
Geländehöhen in den Eckpunkten				
xmin / ymax (z4)	381.69	xmax / ymax (z3)	419.88	
xmin / ymin (z1)	400.96	xmax / ymin (z2)	391.00	

Berechnungseinstellung	Referenzeinstellung Schall 03		Referenzeinstellung	
Rechenmodell	Punktberechnung	Rasterberechnung	Punktberechnung	Rasterberechnung
Gleitende Anpassung des Erhebungsgebietes an die Lage des IPKT				
L /m				
Geländekanten als Hindernisse	Ja	Ja	Ja	Ja
Verbesserte Interpolation in den Randbereichen	Ja	Ja	Ja	Ja
Freifeld vor Reflexionsflächen /m				
für Quellen	1.0	1.0	1.0	1.0
für Immissionspunkte	1.0	1.0	1.0	1.0
Haus: weißer Rand bei Raster	Nein	Nein	Nein	Nein
Zwischenausgaben	Keine	Keine	Keine	Keine
Art der Einstellung	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung
Reichweite von Quellen begrenzen:				
* Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein	Nein	Nein
Projektion von Linienquellen	Ja	Ja	Ja	Ja
Projektion von Flächenquellen	Ja	Ja	Ja	Ja
Beschränkung der Projektion	Nein	Nein	Nein	Nein
* Radius /m um Quelle herum:				
* Radius /m um IP herum:				
Mindestlänge für Teilstücke /m	1.0	1.0	1.0	1.0
Variable Min.-Länge für Teilstücke:				
* in Prozent des Abstandes IP-Quelle	Nein	Nein	Nein	Nein
Zus. Faktor für Abstandskriterium	1.0	1.0	1.0	1.0
Einfügungsdämpfung abweichend von Regelwerk:	Nein	Nein	Nein	Nein
* Einfügungsdämpfung begrenzen:				
* Grenzwert /dB für Einfachbeugung:				
* Grenzwert /dB für Mehrfachbeugung:				
Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613				
* Seitlicher Umweg	Ja	Ja	Ja	Ja
* Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen	Nein	Nein	Nein	Nein
Reflexion				
Reflexion (max. Ordnung)	3	3	1	1
Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein	Nein	Nein
* Suchradius /m				
Reichweite von Refl.Flächen begrenzen:				
* Radius um Quelle oder IP /m:	Nein	Nein	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein	Nein	Nein
Spiegelquellen durch Projektion	Ja	Ja	Ja	Ja
Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung	Ja	Ja	Ja	Ja
Strahlen als Hilfslinien sichern	Nein	Nein	Nein	Nein
Mehrfachreflexion	Ja	Ja	Nein	Nein
Winkelschrittweite (x-y)°	1,00	1,00		
Winkelschrittweite (z)°	1,00	1,00		
maximale Reflexionsweglänge				
* in Vielfachen des direkten Abstandes	10,00	10,00		

Strahlverzweigung an Refl.Flächen	Nein	Nein		
Teilstück-Kontrolle				
Teilstück-Kontrolle nach Schall 03:	Ja	Ja	Ja	Ja
Teilstück-Kontrolle auch für andere Regelwerke:	Nein	Nein	Nein	Nein
Beschleunigte Iteration (Näherung):	Nein	Nein	Nein	Nein
Geforderte Genauigkeit /dB:	0.1	0.1	0.1	0.1
Zwischenergebnisse anzeigen:	Nein	Nein	Nein	Nein

Globale Parameter			
Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen			0,00
Temperatur /°			10
relative Feuchte /%			70
Wohnfläche pro Einw. /m ² (=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: RLS-90	
Reflexionskriterium nach Abschnitt 4.6: $hR \geq 0.3 \cdot \sqrt{aR}$	Nein
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente	Nein
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente	Nein
Berücksichtigt Boden-Elemente	Nein

Parameter der Bibliothek: Schall 03	
Eingabe von Zugzahlen	pro Zeitraum
Tag	16.0 /h
Nacht	8.0 /h
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente	Nein
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente	Nein
Berücksichtigt Boden-Elemente	Ja
Schienenbonus für Züge	Nein
Schienenbonus für Straßenbahnen	Nein

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

Anlage 2.1 – 2.3: Dokumentation der Emissionsdaten

Schallquellen des Schienenverkehrs

Vor Umbaumaßnahmen (Null-Fall)

Schiene /Schall0				0-Fall
S03Z007	Bezeichnung	Bahnlinie 5001 2025 0-Fall	Wirkradius /m	99999.00
	Gruppe	007_SCHD_25_0-Fall	Lw (Tag) /dB(A)	111.31
	Knotenzahl	39	Lw (Nacht) /dB(A)	110.97
	Länge /m	1223.99	Lw' (Tag) /dB(A)	80.43
	Länge /m (2D)	1223.73	Lw' (Nacht) /dB(A)	80.09
	Fläche /m ²	---		

Nach Umbaumaßnahmen (Plan-Fall)

Schiene /Schall03				P-Fall
S03Z008	Bezeichnung	Bahnlinie 5001 2025 P-Fall	Wirkradius /m	99999.00
	Gruppe	007_SCHD_25_P-Fall	Lw (Tag) /dB(A)	111.31
	Knotenzahl	41	Lw (Nacht) /dB(A)	110.97
	Länge /m	1223.99	Lw' (Tag) /dB(A)	80.43
	Länge /m (2D)	1223.73	Lw' (Nacht) /dB(A)	80.09
	Fläche /m ²	---		

Vor Umbaumaßnahmen (Null-Fall) - Baugrubenmodell

Schiene /Schall03				0-Fall_BGM
S03Z012	Bezeichnung	Bahnlinie 5001 2025 0-Fall_BGM	Wirkradius /m	99999.00
	Gruppe	007_SCHD_25_0-Fall_BGM	Lw (Tag) /dB(A)	89.72
	Knotenzahl	4	Lw (Nacht) /dB(A)	89.38
	Länge /m	8.49	Lw' (Tag) /dB(A)	80.43
	Länge /m (2D)	8.49	Lw' (Nacht) /dB(A)	80.09
	Fläche /m ²	---		

Nach Umbaumaßnahmen (Plan-Fall) - Baugrubenmodell

Schiene /Schall03				P-Fall_BGM
S03Z013	Bezeichnung	Bahnlinie 5001 2025 P-Fall_BGM	Wirkradius /m	99999.00
	Gruppe	007_SCHD_25_P-Fall_BGM	Lw (Tag) /dB(A)	91.43
	Knotenzahl	4	Lw (Nacht) /dB(A)	91.09
	Länge /m	12.58	Lw' (Tag) /dB(A)	80.43
	Länge /m (2D)	12.58	Lw' (Nacht) /dB(A)	80.09
	Fläche /m ²	---		

Schallquellen des Bauvorhabens

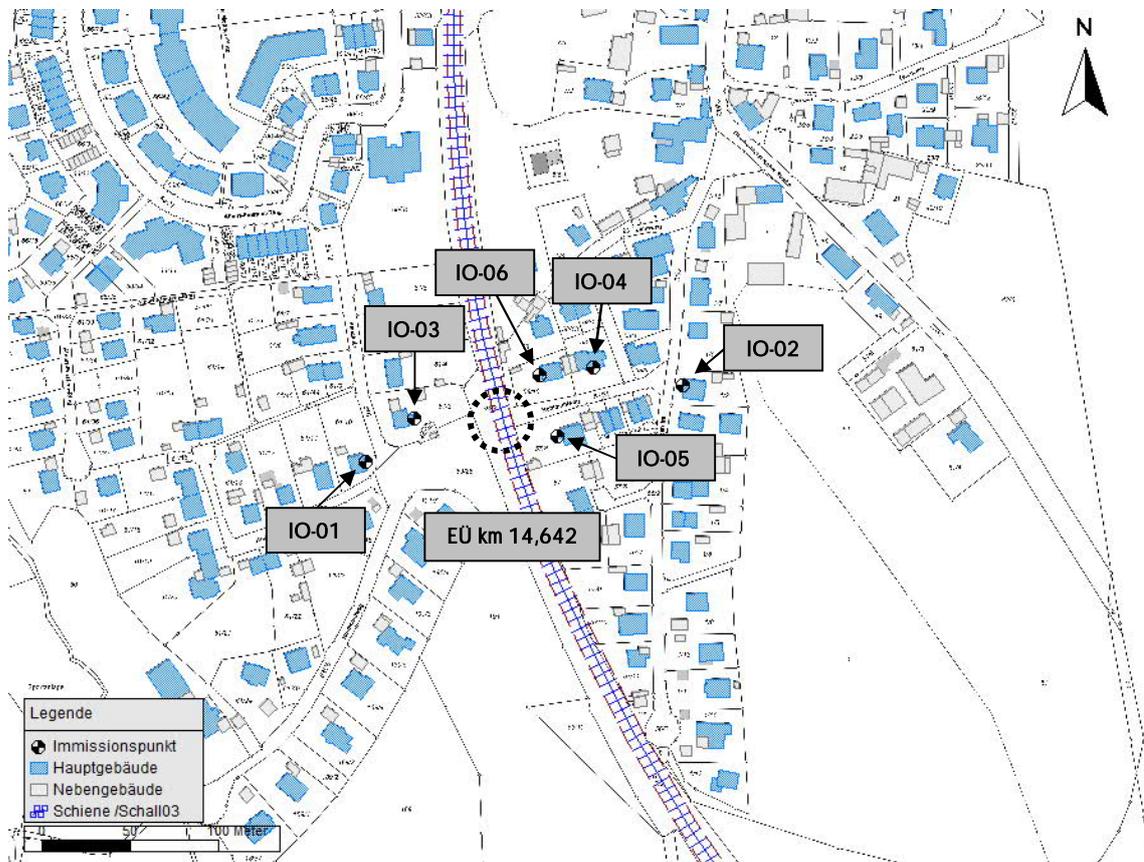
Flächen-SQ /ISO 9613								
FLQi001	Bezeichnung	FLQi_BP1	Wirkradius /m			99999.00		
	Gruppe	007_FLQi_BP1	D0			0.00		
	Knotenzahl	5	Hohe Quelle			Nein		
	Länge /m	98.43	Emission ist			Schalleistungspegel (Lw)		
	Länge /m (2D)	98.42	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw'
	Fläche /m ²	599.50		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	105.00	-	-	105.00	77.22
			Nacht	-99.00	-	-	-99.00	
FLQi002	Bezeichnung	FLQi_BP2	Wirkradius /m			99999.00		
	Gruppe	007_FLQi_BP2	D0			0.00		
	Knotenzahl	5	Hohe Quelle			Nein		
	Länge /m	98.43	Emission ist			Schalleistungspegel (Lw)		
	Länge /m (2D)	98.42	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw'
	Fläche /m ²	599.50		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	111.00	-	-	111.00	83.22
			Nacht	104.00	-	-	104.00	76.22
FLQi003	Bezeichnung	FLQi_BP3	Wirkradius /m			99999.00		
	Gruppe	007_FLQi_BP3	D0			0.00		
	Knotenzahl	5	Hohe Quelle			Nein		
	Länge /m	98.43	Emission ist			Schalleistungspegel (Lw)		
	Länge /m (2D)	98.42	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw'
	Fläche /m ²	599.50		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	106.00	-	-	106.00	78.22
			Nacht	-99.00	-	-	-99.00	
FLQi004	Bezeichnung	FLQi_BP4	Wirkradius /m			99999.00		
	Gruppe	007_FLQi_BP4	D0			0.00		
	Knotenzahl	5	Hohe Quelle			Nein		
	Länge /m	98.43	Emission ist			Schalleistungspegel (Lw)		
	Länge /m (2D)	98.42	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw'
	Fläche /m ²	599.50		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	108.00	-	-	108.00	80.22
			Nacht	105.00	-	-	105.00	77.22
FLQi005	Bezeichnung	FLQi_BP5	Wirkradius /m			99999.00		
	Gruppe	007_FLQi_BP5	D0			0.00		
	Knotenzahl	5	Hohe Quelle			Nein		
	Länge /m	98.43	Emission ist			Schalleistungspegel (Lw)		
	Länge /m (2D)	98.42	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw'
	Fläche /m ²	599.50		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
			Tag	105.00	-	-	105.00	77.22
			Nacht	-99.00	-	-	-99.00	

Emissionsansätze (Baulärm):

Baulärm Emissionen												
Bauphase bzw. Bautätigkeit	Durchzuführende Arbeiten	Maschinenbetrieb	Datenpegel L _{WAeq} [dB]	Spitzenpegel L _{WAmax} [dB]	Impulsschlag K _i [dB]	Tonhaltigkeitsschlag K _T [dB]	Auslastung [%]		Wirkepegel Arbeitsvorgang L _{WAerm} [dB]		Wirkepegel Bauphase (zusammengefasst im Beurteilungszeitraum) L _{WAerm} [dB]	
							Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Bauphase 1	Errichtung BE-Fläche Anschüttung der Rampe Spartenumverlegung, Damm durchpressen	LKW	94									
				101	0	0	50	91			105	
				99	3	0	50	100				
				104	113	6	0	50	102			
Bauphase 2	Rückbau Oberbau Abbruch des Überbaus und der Widerlager (teilweise) Einbringung Bohrtürme Montage Hilfsbrücken, Einlaufbereiche herstellen (teilweise) Einbringung Anker Einrichtung La 90	LKW										
				94	0	0	50	91			104	
				99	113	6	0	50	102			
				101	107	3	0	50	100			100
Bauphase 3	Abbruch Widerlager Einbringung Bohrtürme, Ausfachung Einbringung Anker Betonieren Teilweise Hinterfüllung	LKW										
				94	0	0	50	91			106	
				99	113	6	0	50	102			
				101	107	3	0	50	100			
Bauphase 4	Demontage Hilfsbrücken Montage Stahltrog Montage Kappen Errichtung des Oberbaus Stoßgang	LKW										
				94	0	0	50	91			105	
				99	113	6	0	50	102			
				101	107	3	0	50	100			100
Bauphase 5	Vorbereitung der Straße bis zum Frostschutz Anpassung der Böschungen LBP-Maßnahmen Baustelle räumen	LKW										
				94	0	0	50	91			105	
				99	107	3	0	50	100			
				104	113	6	0	50	102			

Anlage 3.1 – 3.2: Dokumentation der Immissionspunkte und Berechnungsergebnisse (betriebsbedingte Schallimmissionen)

Darstellung der ausgewählten Immissionspunkte:



IO	Adresse	Nutzungsgebiet
IO-01	Kreideweg 2	Reines Wohngebiet
IO-02	Keuperstr. 9	Allgemeines Wohngebiet
IO-03	Sandleite 2	Reines Wohngebiet
IO-04	Hohlmühlweg 2	Allgemeines Wohngebiet
IO-05	Hohlmühlweg 3	Allgemeines Wohngebiet
IO-06	Hohlmühlweg 4	Allgemeines Wohngebiet

Schienerverkehr

Beurteilungspegel vor Umbaumaßnahmen (Null-Fall):

Gebäude innerhalb der Baugrube

0-Fall		Einstellung: Referenzeinstellung: Schall 03			
		Tag		Nacht	
		IGW	L r,A	IGW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt047	IO-01 Kreideweg 2 EG Ost	59.0	52.3	49.0	52.0
IPkt048	IO-01 Kreideweg 2 OG1 Ost	59.0	53.2	49.0	52.9
IPkt070	IO-02 Keuperstr. 9 EG West	59.0	46.3	49.0	46.0
IPkt071	IO-02 Keuperstr. 9 OG1 West	59.0	47.3	49.0	47.0

Gebäude außerhalb der Baugrube

0-Fall BGM		Einstellung: Referenzeinstellung: Schall 03			
		Tag		Nacht	
		IGW	L r,A	IGW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt012	IO-03 Sandleite 2 EG Ost	59.0	49.1	49.0	48.8
IPkt013	IO-03 Sandleite 2 OG1 Ost	59.0	50.1	49.0	49.8
IPkt057	IO-04 Hohlmühlweg 2 EG S/O	59.0	47.4	49.0	47.1
IPkt058	IO-04 Hohlmühlweg 2 OG1 S/O	59.0	48.6	49.0	48.4
IPkt007	IO-05 Hohlmühlweg 3 EG West	59.0	53.9	49.0	53.6
IPkt008	IO-05 Hohlmühlweg 3 OG1 West	59.0	55.1	49.0	54.8
IPkt003	IO-06 Hohlmühlweg 4 EG West	59.0	52.0	49.0	51.7
IPkt004	IO-06 Hohlmühlweg 4 OG1 West	59.0	53.4	49.0	53.1

Beurteilungspegel nach Umbaumaßnahmen (Plan-Fall):

Gebäude innerhalb der Baugrube

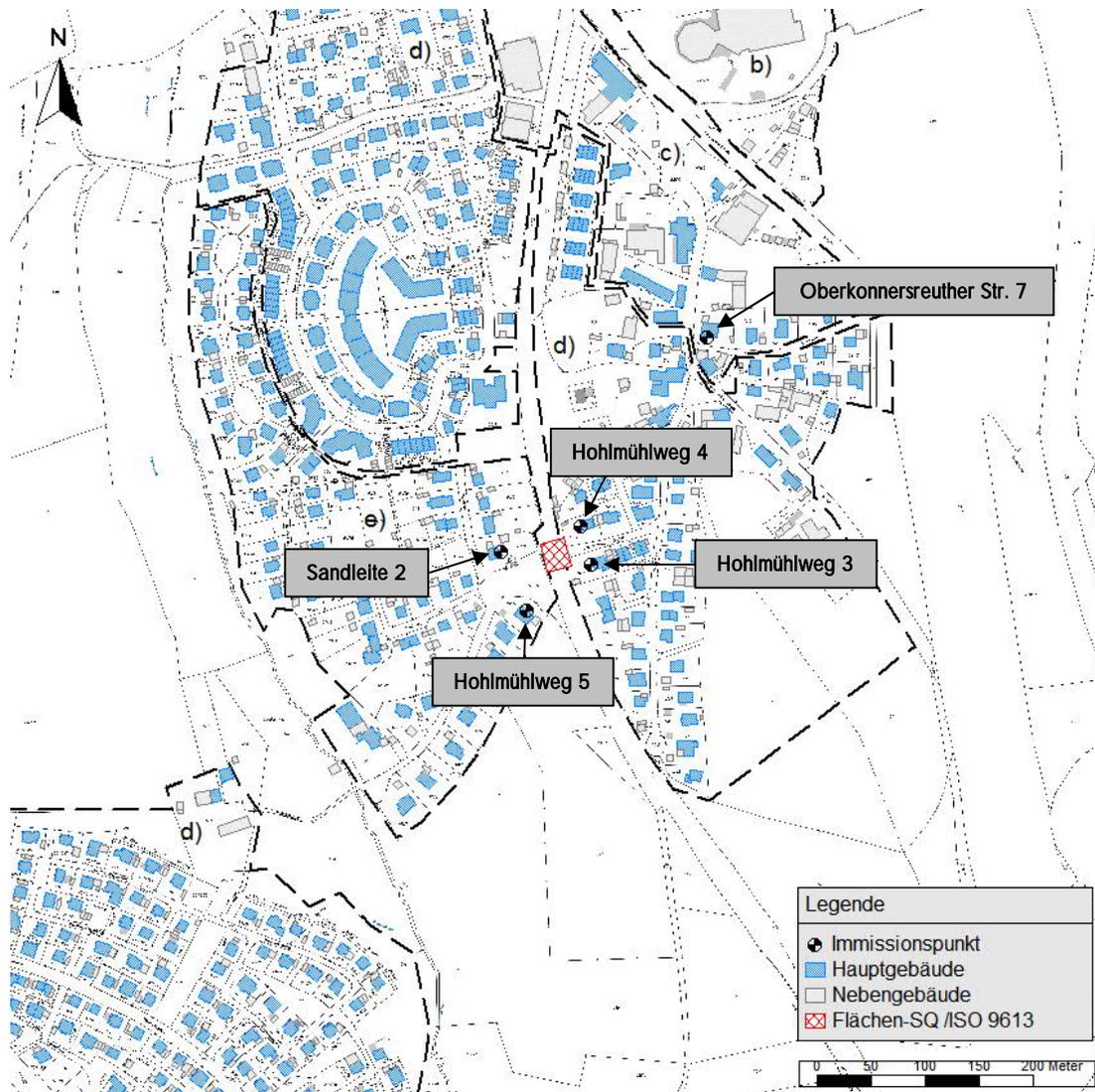
P-Fall		Einstellung: Referenzeinstellung: Schall 03			
		Tag		Nacht	
		IGW	L r,A	IGW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt047	IO-01 Kreideweg 2 EG Ost	59.0	52.4	49.0	52.1
IPkt048	IO-01 Kreideweg 2 OG1 Ost	59.0	53.3	49.0	53.0
IPkt070	IO-02 Keuperstr. 9 EG West	59.0	46.5	49.0	46.2
IPkt071	IO-02 Keuperstr. 9 OG1 West	59.0	47.5	49.0	47.2

Gebäude außerhalb der Baugrube

P-Fall BGM		Einstellung: Referenzeinstellung: Schall 03			
		Tag		Nacht	
		IGW	L r,A	IGW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt012	IO-03 Sandleite 2 EG Ost	59.0	50.6	49.0	50.3
IPkt013	IO-03 Sandleite 2 OG1 Ost	59.0	51.6	49.0	51.3
IPkt057	IO-04 Hohlmühlweg 2 EG S/O	59.0	48.8	49.0	48.6
IPkt058	IO-04 Hohlmühlweg 2 OG1 S/O	59.0	50.1	49.0	49.8
IPkt007	IO-05 Hohlmühlweg 3 EG West	59.0	55.4	49.0	55.1
IPkt008	IO-05 Hohlmühlweg 3 OG1 West	59.0	56.5	49.0	56.3
IPkt003	IO-06 Hohlmühlweg 4 EG West	59.0	53.6	49.0	53.3
IPkt004	IO-06 Hohlmühlweg 4 OG1 West	59.0	55.0	49.0	54.7

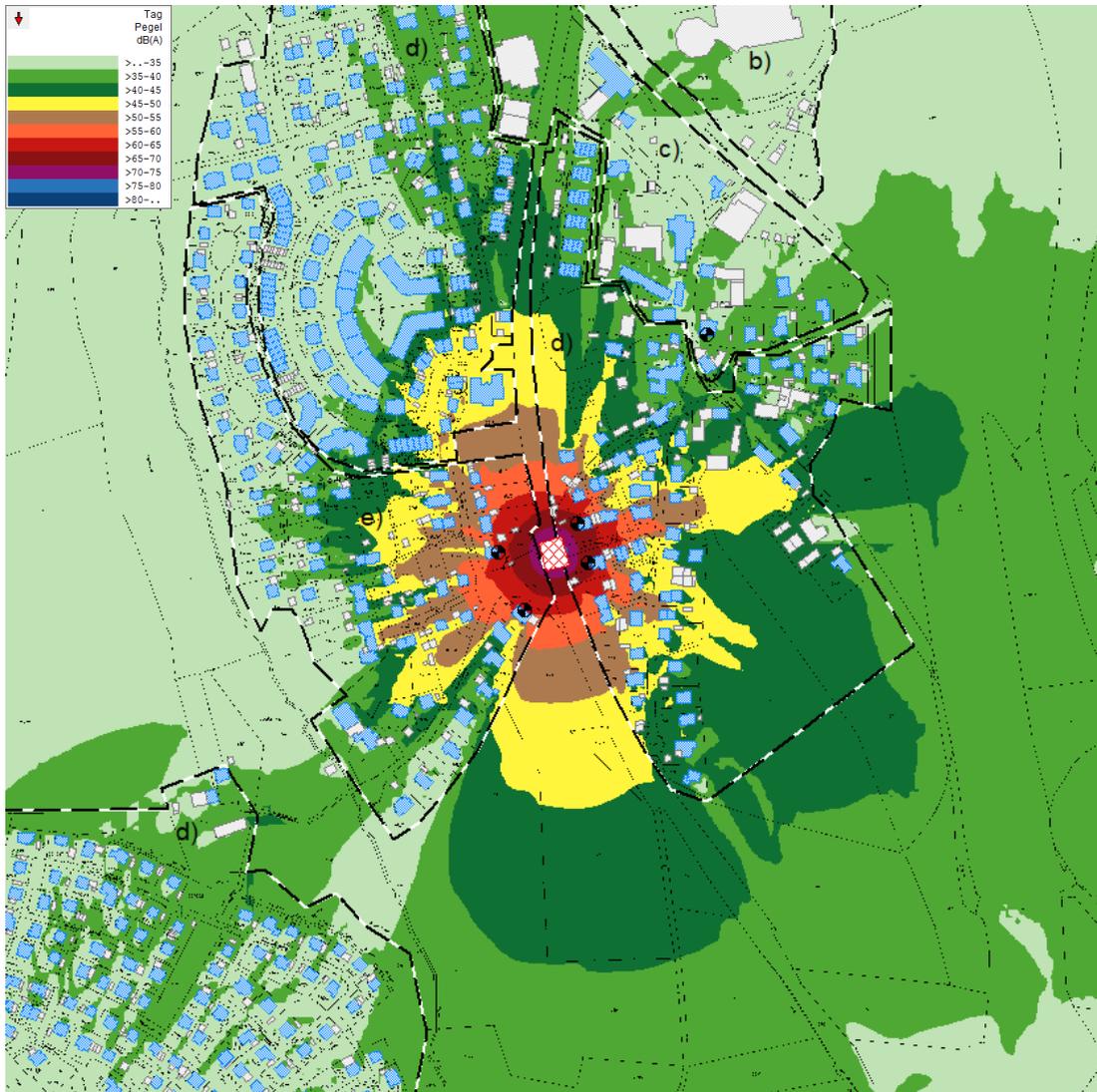
Anlage 4.1 – 4.10: Dokumentation der Immissionspunkte und Berechnungsergebnisse
(baubedingte Schallimmissionen)

Darstellung der ausgewählten Immissionspunkte:



Bauphase 1 (tags):

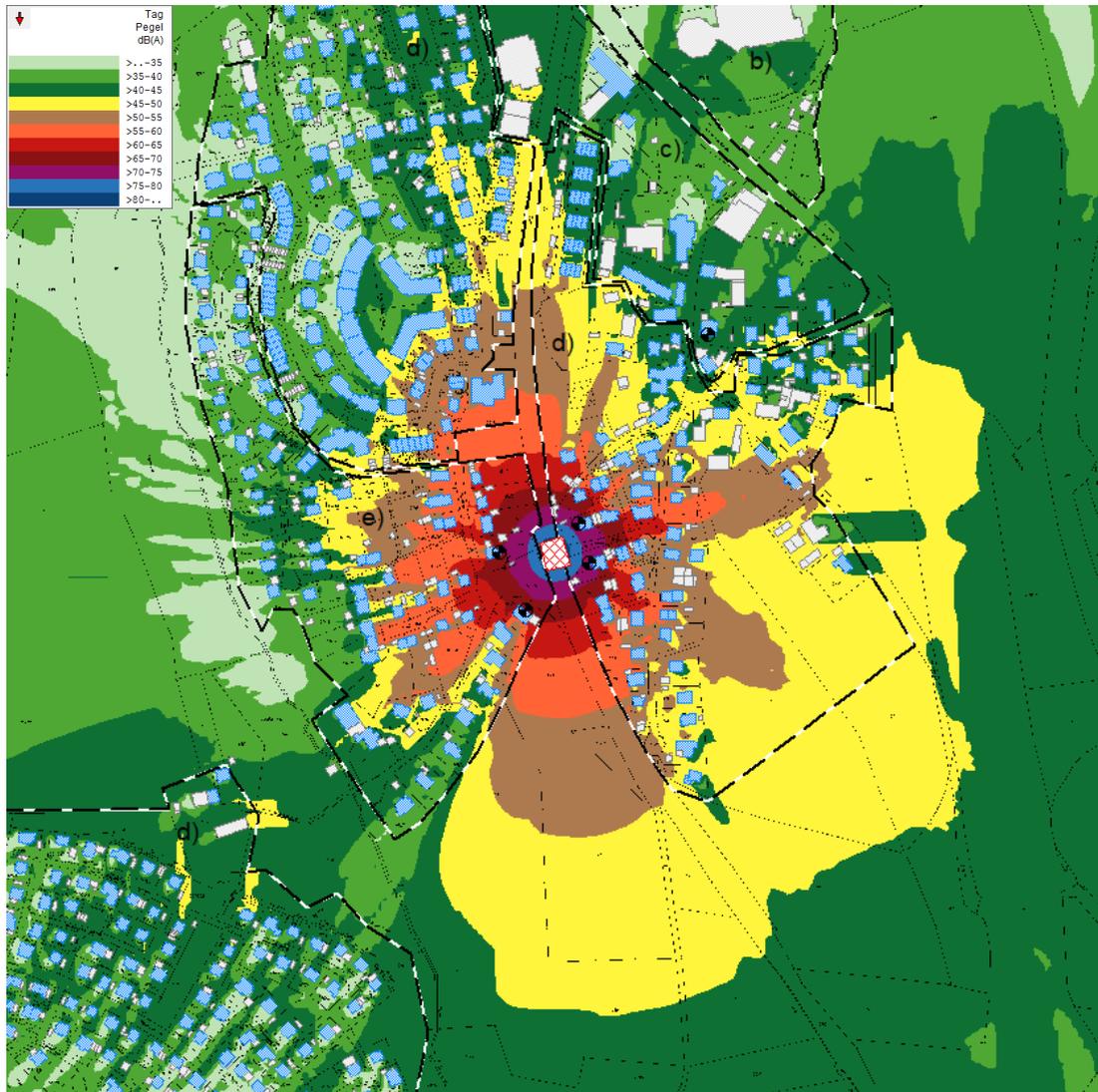
Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



Bauphase 1		Einstellung: Referenzeinstellung			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt039	Sandleite 2 EG	50.0	60.5	35.0	
IPkt040	Sandleite 2 OG1	50.0	61.9	35.0	
IPkt037	Hohlmühlweg 5 EG	50.0	58.6	35.0	
IPkt038	Hohlmühlweg 5 OG1	50.0	59.8	35.0	
IPkt034	Hohlmühlweg 3 EG	55.0	66.0	40.0	
IPkt035	Hohlmühlweg 3 OG1	55.0	66.9	40.0	
IPkt036	Hohlmühlweg 3 OG2	55.0	66.8	40.0	
IPkt031	Hohlmühlweg 4 EG	55.0	65.1	40.0	
IPkt032	Hohlmühlweg 4 OG1	55.0	66.2	40.0	
IPkt033	Hohlmühlweg 4 OG2	55.0	66.2	40.0	
IPkt041	Oberkonnersreuther Str. 7 EG	60.0	33.0	45.0	
IPkt042	Oberkonnersreuther Str. 7 OG1	60.0	34.9	45.0	
IPkt043	Oberkonnersreuther Str. 7 OG2	60.0	36.2	45.0	

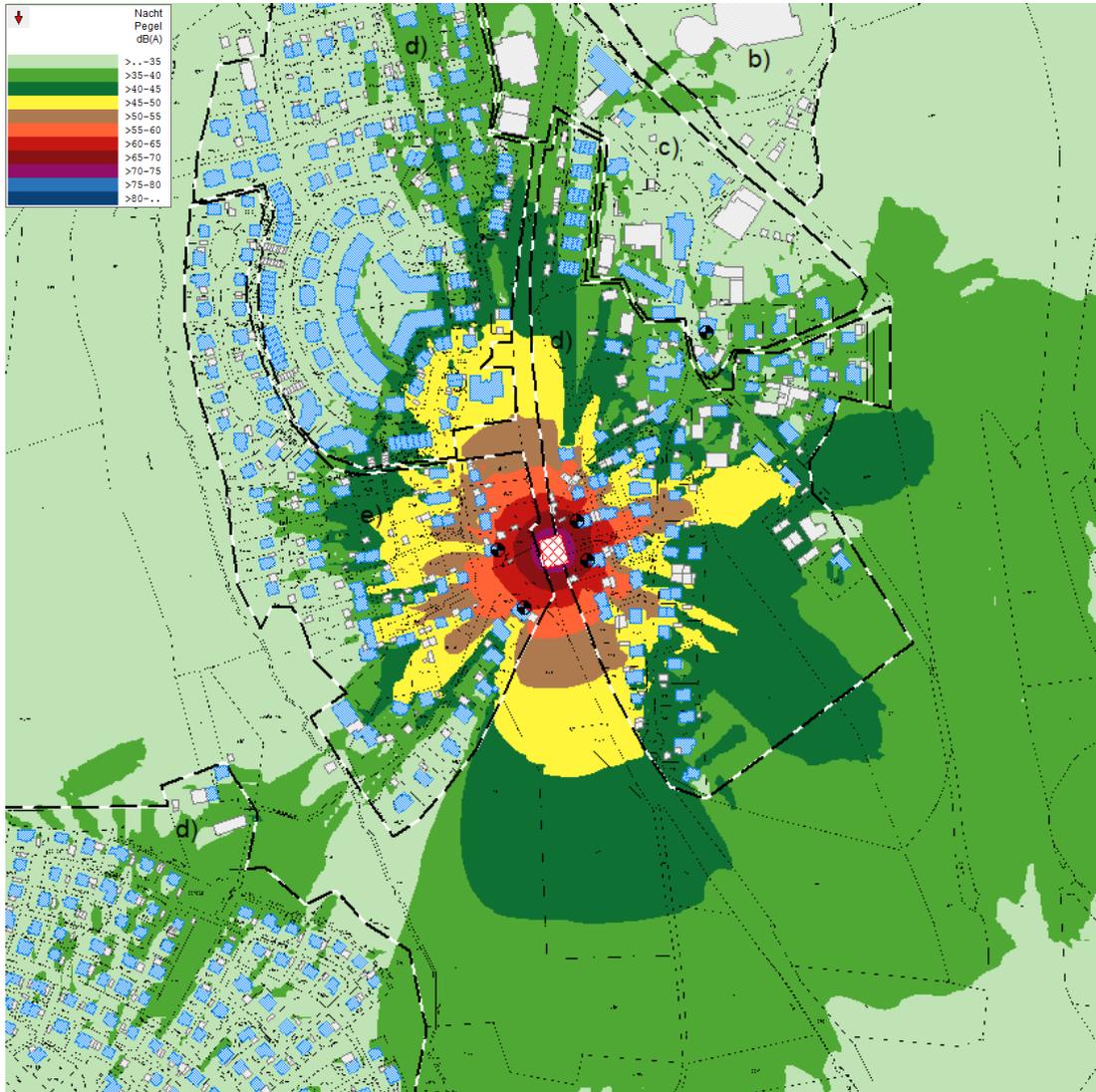
Bauphase 2 (tags):

Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



Bauphase 2 (nachts):

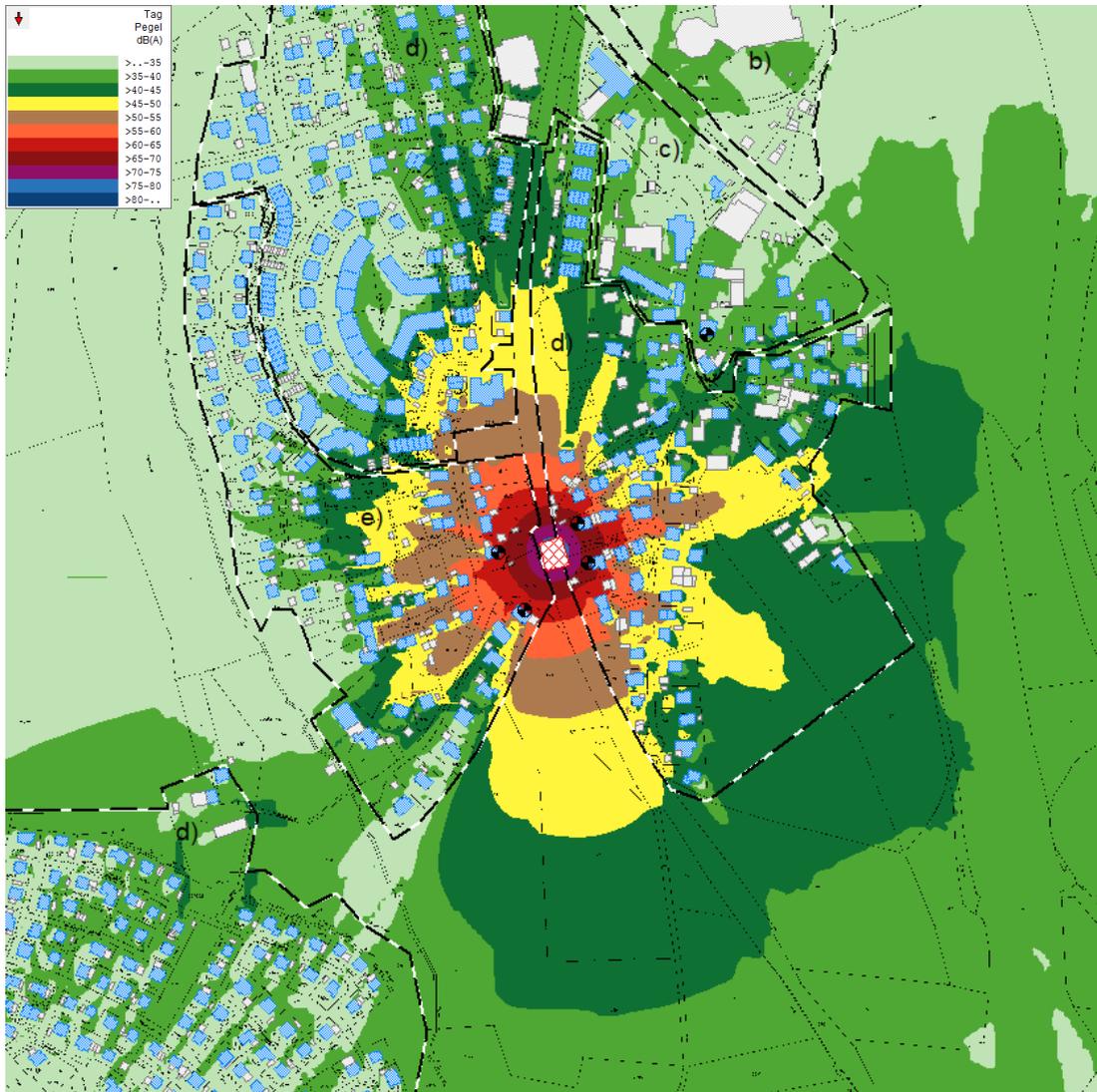
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 2		Einstellung: Referenzeinstellung			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt039	Sandleite 2 EG	50.0	66.5	35.0	59.5
IPkt040	Sandleite 2 OG1	50.0	67.9	35.0	60.9
IPkt037	Hohlmühlweg 5 EG	50.0	64.6	35.0	57.6
IPkt038	Hohlmühlweg 5 OG1	50.0	65.8	35.0	58.8
IPkt034	Hohlmühlweg 3 EG	55.0	72.0	40.0	65.0
IPkt035	Hohlmühlweg 3 OG1	55.0	72.9	40.0	65.9
IPkt036	Hohlmühlweg 3 OG2	55.0	72.8	40.0	65.8
IPkt031	Hohlmühlweg 4 EG	55.0	71.1	40.0	64.1
IPkt032	Hohlmühlweg 4 OG1	55.0	72.2	40.0	65.2
IPkt033	Hohlmühlweg 4 OG2	55.0	72.2	40.0	65.2
IPkt041	Oberkonnersreuther Str. 7 EG	60.0	39.0	45.0	32.0
IPkt042	Oberkonnersreuther Str. 7 OG1	60.0	40.9	45.0	33.9
IPkt043	Oberkonnersreuther Str. 7 OG2	60.0	42.2	45.0	35.2

Bauphase 3 (tags):

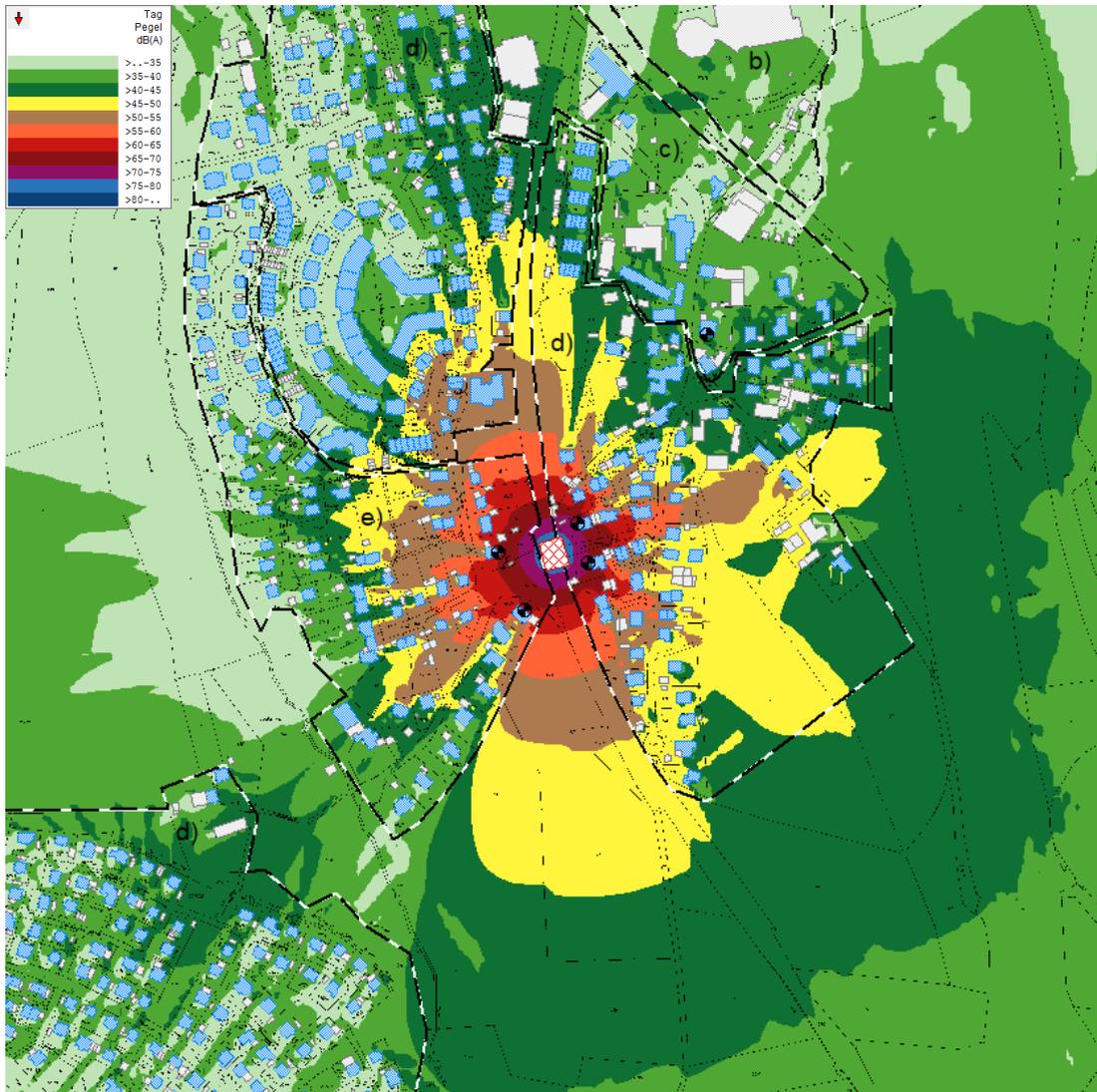
Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



Bauphase 3		Einstellung: Referenzeinstellung			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt039	Sandleite 2 EG	50.0	61.5	35.0	
IPkt040	Sandleite 2 OG1	50.0	62.9	35.0	
IPkt037	Hohlmühlweg 5 EG	50.0	59.6	35.0	
IPkt038	Hohlmühlweg 5 OG1	50.0	60.8	35.0	
IPkt034	Hohlmühlweg 3 EG	55.0	67.0	40.0	
IPkt035	Hohlmühlweg 3 OG1	55.0	67.9	40.0	
IPkt036	Hohlmühlweg 3 OG2	55.0	67.8	40.0	
IPkt031	Hohlmühlweg 4 EG	55.0	66.1	40.0	
IPkt032	Hohlmühlweg 4 OG1	55.0	67.2	40.0	
IPkt033	Hohlmühlweg 4 OG2	55.0	67.2	40.0	
IPkt041	Oberkonnersreuther Str. 7 EG	60.0	34.0	45.0	
IPkt042	Oberkonnersreuther Str. 7 OG1	60.0	35.9	45.0	
IPkt043	Oberkonnersreuther Str. 7 OG2	60.0	37.2	45.0	

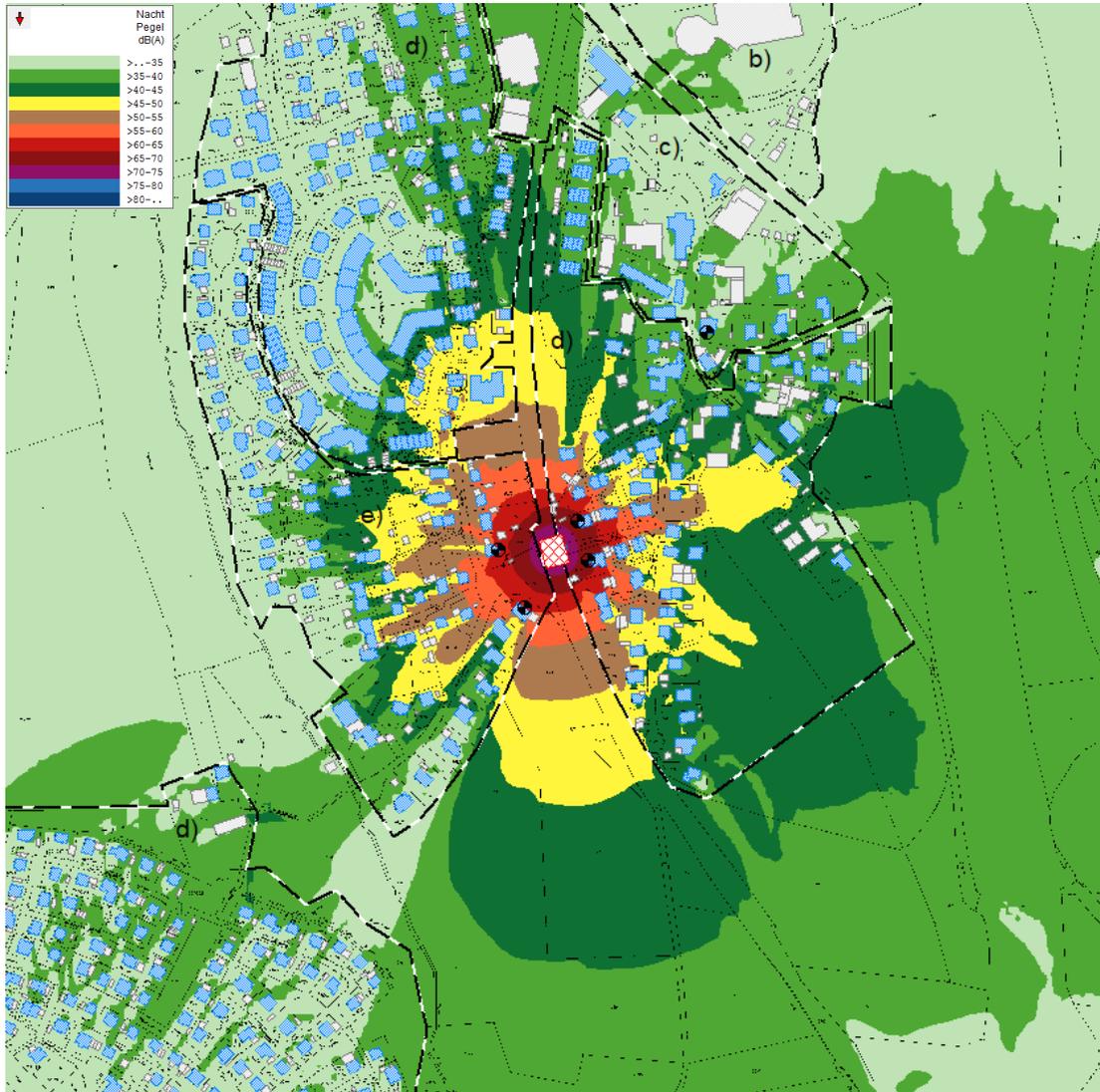
Bauphase 4 (tags):

Beurteilungspegelkarte, $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



Bauphase 4 (nachts):

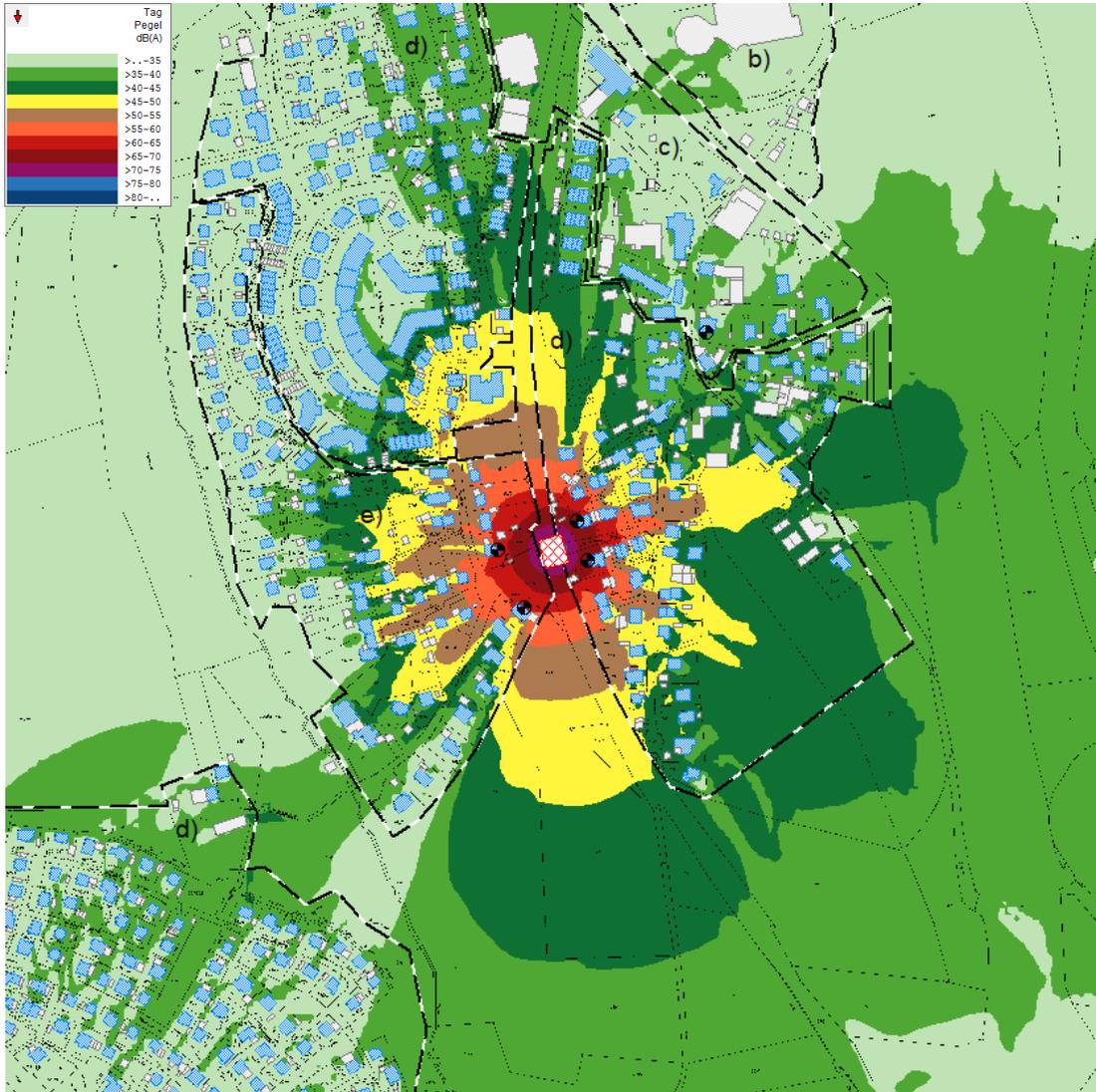
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 4		Einstellung: Referenzeinstellung			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt039	Sandleite 2 EG	50.0	63.5	35.0	60.5
IPkt040	Sandleite 2 OG1	50.0	64.9	35.0	61.9
IPkt037	Hohlmühlweg 5 EG	50.0	61.6	35.0	58.6
IPkt038	Hohlmühlweg 5 OG1	50.0	62.8	35.0	59.8
IPkt034	Hohlmühlweg 3 EG	55.0	69.0	40.0	66.0
IPkt035	Hohlmühlweg 3 OG1	55.0	69.9	40.0	66.9
IPkt036	Hohlmühlweg 3 OG2	55.0	69.8	40.0	66.8
IPkt031	Hohlmühlweg 4 EG	55.0	68.1	40.0	65.1
IPkt032	Hohlmühlweg 4 OG1	55.0	69.2	40.0	66.2
IPkt033	Hohlmühlweg 4 OG2	55.0	69.2	40.0	66.2
IPkt041	Oberkonnersreuther Str. 7 EG	60.0	36.0	45.0	33.0
IPkt042	Oberkonnersreuther Str. 7 OG1	60.0	37.9	45.0	34.9
IPkt043	Oberkonnersreuther Str. 7 OG2	60.0	39.2	45.0	36.2

Bauphase 5 (tags):

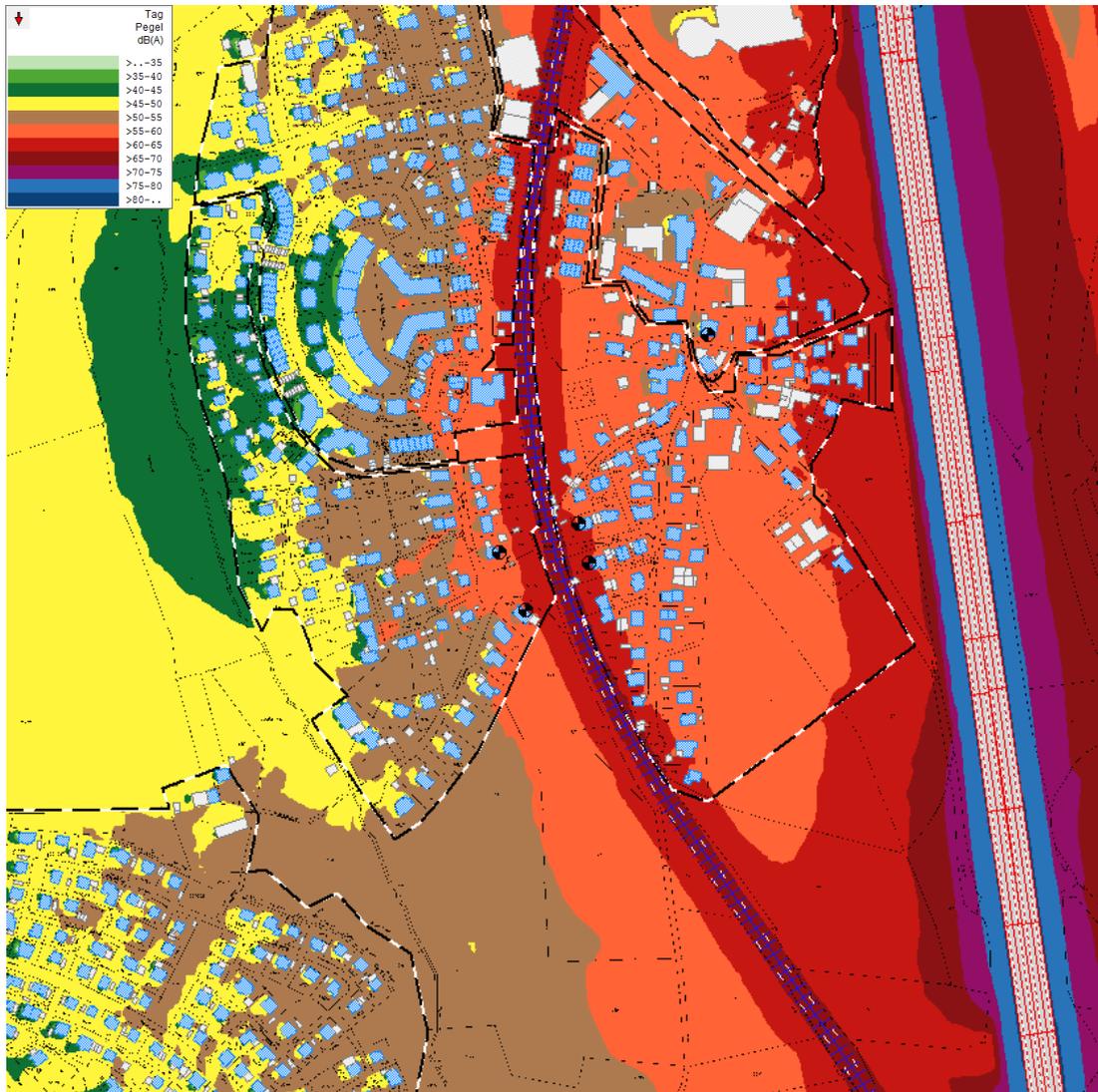
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 5		Einstellung: Referenzeinstellung			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt039	Sandleite 2 EG	50.0	60.5	35.0	
IPkt040	Sandleite 2 OG1	50.0	61.9	35.0	
IPkt037	Hohlmühlweg 5 EG	50.0	58.6	35.0	
IPkt038	Hohlmühlweg 5 OG1	50.0	59.8	35.0	
IPkt034	Hohlmühlweg 3 EG	55.0	66.0	40.0	
IPkt035	Hohlmühlweg 3 OG1	55.0	66.9	40.0	
IPkt036	Hohlmühlweg 3 OG2	55.0	66.8	40.0	
IPkt031	Hohlmühlweg 4 EG	55.0	65.1	40.0	
IPkt032	Hohlmühlweg 4 OG1	55.0	66.2	40.0	
IPkt033	Hohlmühlweg 4 OG2	55.0	66.2	40.0	
IPkt041	Oberkonnersreuther Str. 7 EG	60.0	33.0	45.0	
IPkt042	Oberkonnersreuther Str. 7 OG1	60.0	34.9	45.0	
IPkt043	Oberkonnersreuther Str. 7 OG2	60.0	36.2	45.0	

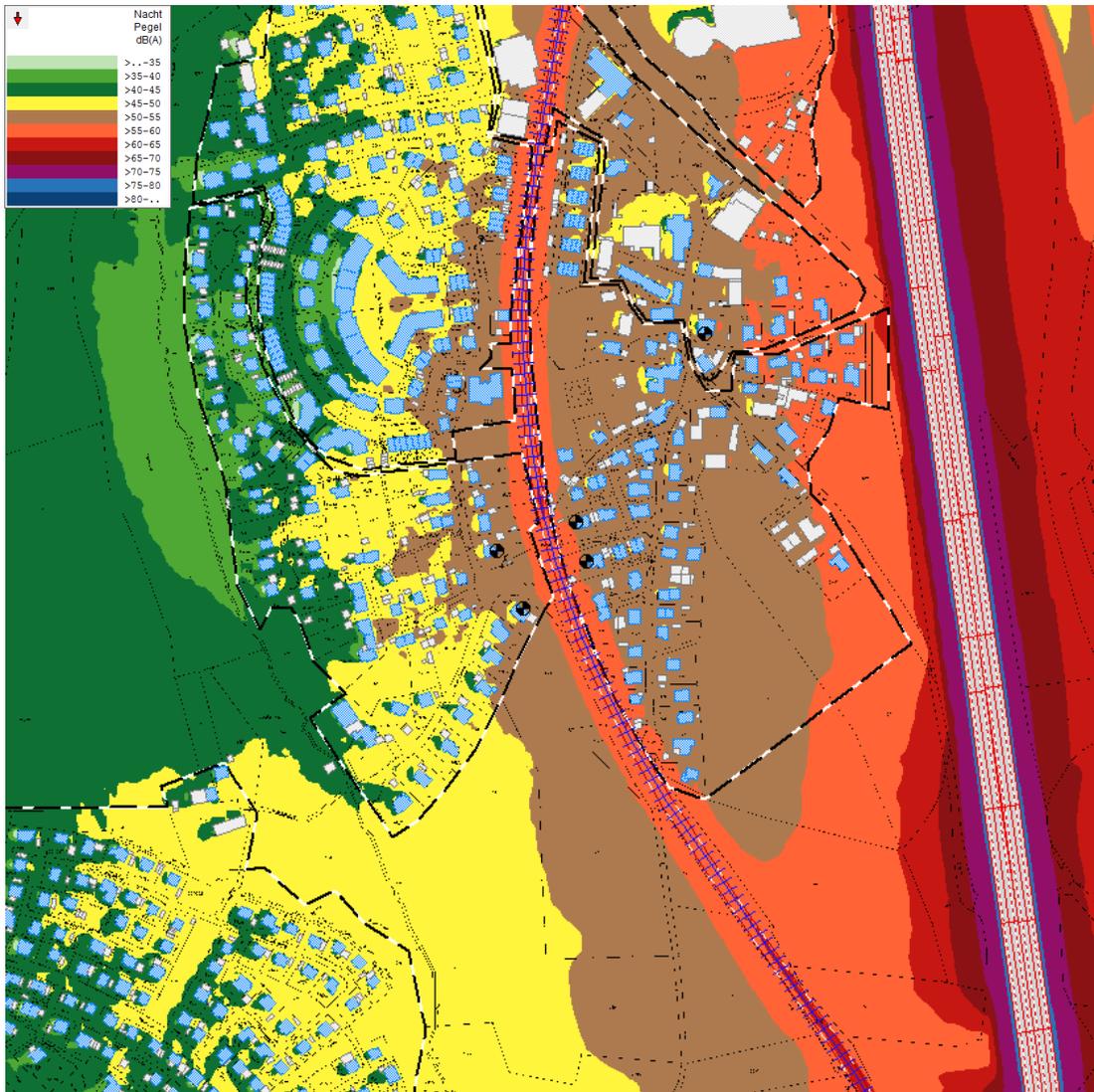
Geräuschvorbelastung (tags)

Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Geräuschvorbelastung (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
IPkt039	Sandleite 2 EG	50.0	56.8	35.0	51.1
IPkt040	Sandleite 2 OG1	50.0	57.7	35.0	51.7
IPkt037	Hohlmühlweg 5 EG	50.0	56.0	35.0	49.9
IPkt038	Hohlmühlweg 5 OG1	50.0	57.9	35.0	51.7
IPkt034	Hohlmühlweg 3 EG	55.0	57.2	40.0	50.0
IPkt035	Hohlmühlweg 3 OG1	55.0	59.6	40.0	52.1
IPkt036	Hohlmühlweg 3 OG2	55.0	61.0	40.0	54.4
IPkt031	Hohlmühlweg 4 EG	55.0	56.6	40.0	49.4
IPkt032	Hohlmühlweg 4 OG1	55.0	58.7	40.0	51.3
IPkt033	Hohlmühlweg 4 OG2	55.0	59.0	40.0	51.3
IPkt041	Oberkonnersreuther Str. 7 EG	60.0	53.2	45.0	48.8
IPkt042	Oberkonnersreuther Str. 7 OG1	60.0	54.2	45.0	49.8
IPkt043	Oberkonnersreuther Str. 7 OG2	60.0	55.4	45.0	50.9

Anlage 5.1: Belegungsprogramm für den Zustand 2017 bzw. für die Prognose 2025

Strecke 5001 Abschnitt bei Creußen EÜ km 4,7

km 4,2 bis km 5,2

Zustand 2017

Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015

Zugart-	Anzahl Züge		v. max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl
RE-VT	31	3	110	6-A8	1								
RE-VT	27	2	110	6-A8	2								
	58	5	Summe beider Richtungen										

Prognose 2025

Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015

Zugart-	Anzahl Züge		v. max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl
GZ-V*	2	2	100	8-A6	1	10-Z5	24	10-Z2	6	10-Z18	6	10-Z15	1
RV-VT	48	4	110	6-A8	1								
RV-VT	16	4	110	6-A8	2								
	66	10	Summe beider Richtungen										

*) Anteil Verbundstoff-Klotzbremsten = 80% gem. EBA-Anordnung vom 11.01.2015

Die Bezeichnung der Fahrzeugkategorie setzt sich wie folgt zusammen:

Nr. der Fz-Kategorie -Variante bzw. -Zeilennummer in Tabelle Beiblatt 1 _Achszahl (bei Tfz, E- und V-Triebzügen-außer bei HGV)

Für Brücken, schienengleiche BÜ und enge Gleisradian sind ggf. die entsprechenden Zuschläge zu berücksichtigen.

Legende

Traktionsarten:

- E = Bespannung mit E-Lok
- V = Bespannung mit Diesellok
- ET, - VT = Elektro- / Dieseltriebzug

Zugarten:

- GZ = Güterzug
- RV = Regionalzug
- S = Elektrotriebzug der S-Bahn ...
- IC = Intercityzug
- ICE, TGV = Elektrotriebzug des HGV
- NZ = Nachtreisezug
- AZ = Saison- oder Ausflugszug
- D = sonstiger Fernreisezug, auch Dritte
- LR, LICE = Leerreisezug

Anlage 6.1 – 6.6: Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45687

Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45687

3. Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687

Fassung 2015-04.1

Auszug

Dokument-Typ: Dokumentation
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe:
Dokumentsprache: D

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1**Inhalt**

	Seite
Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	3
2 Normative Verweisungen.....	3
3 Begriffe.....	3
4 QSI-Formblätter.....	3
4.1 Allgemeines.....	3
4.4 QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015).....	3
Literaturhinweise.....	6

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1

Vorwort

Diese Dokumentation wurde vom Beirats-Sonderausschuss Qualitätsanforderung und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz (NA 001 BR-02 SO) (früher NALS Bei-SoA QS) erstellt. Diese Dokumentation wird in Ergänzung zu DIN 45687 veröffentlicht.

Die Anwender dieser Dokumentation zur Norm DIN 45687 – Hersteller und Benutzer von EDV-Programmen für die Geräuschemission im Freien – sind hiermit aufgerufen, die Festlegungen anhand von praktischen Problemstellungen zu prüfen und Erfahrungen, eventuelle Ergänzungen und/oder Spezifikationen zu senden an: NALS im DIN und VDI, 10772 Berlin, nals@din.de.

1 Anwendungsbereich

Diese Dokumentation gilt für Software-Erzeugnisse (Programme), mit denen Berechnungen zur Schallausbreitung im Freien vorgenommen werden können. Dem Anwender dieser Dokumentation ist die Vervielfältigung der Tabellen im Abschnitt 4 gestattet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 45687:2006-05, *Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemissionen im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in DIN 45687 angegebenen Begriffe.

4 QSI-Formblätter

4.1 Allgemeines

Die Festlegung für den Umgang mit den nachfolgenden Formblättern ist in DIN 45687 festgelegt.

...

4.4 QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015)

Konformitätserklärung; Auszug aus der Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687 in der Fassung 2015-04.1 (Stand 17. April 2015)

ANMERKUNG 1 Dieser Auszug aus der Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687 wurde vom Obmann des dafür zuständigen NA 001 BR-02 SO, Dr. Hirsch, geprüft und bestätigt.

ANMERKUNG 2 Dieses QSI-Formblatt ersetzt das QSI-Formblatt zu Schall 03 in DIN 45687:2006-05, Tabelle B.3.

Als Hersteller des Software-Produktes **IMMI in der Fassung vom 6. September 2017 (Version 2017)** erklären wir durch Ankreuzen auf dem folgenden QSI-Formblatt dessen Konformität mit dem vorstehend genannten Regelwerk. Einschränkungen sind erläutert.

Der Hersteller versichert, dass alle auf das Regelwerk bezogenen Testaufgaben aus den Erläuterungen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 17. April 2015 [2] mit einer auf dieses Regelwerk bezogenen Referenzeinstellung des Programms innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen richtig gelöst werden.

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1

Außerdem versichert er, dass die verwendete Software die Anforderungen der ISO/TR 17534-3:2015 "Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1" [3] erfüllt.

Wölfel
Engineering GmbH + Co. KG
Max-Planck-Straße 15
42699 Solingen
19.9.2017 i. v. Dennis Kuttke
Ort, Datum, Unterschrift

QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015)

Das Programm ermöglicht in der Referenzeinstellung

Tabelle 1 — QSI- Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015) [1]

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja ^a	eingeschränkt ^a	nein ^a
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für eine Fahrzeugeinheit nach Gl. 1 und Beiblatt 1 und 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für mehrere Fahrzeugeinheiten nach Gl. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für punkt-, linien- und flächenförmige Quellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3, Gl. 4 bzw. Gl. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Bildung von Teilstücken so, dass bei Halbierung aller Teilstücke bzw. Teilflächen der Immissionsanteil nach Gl. 29 für alle Beiträge am jeweiligen Immissionsort sich um weniger als 0,1 dB verändert.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Schalleistungspegels für Teilstücke k_s bzw. Teilflächen k_f nach Gl. 6 bzw. Gl. 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
das Richtwirkungsmaß nach Kap. 3.5.1 und Gl. 8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
das Raumwinkelmaß nach Kap. 3.5.2 und Gl. 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Fahrzeugarten und der Anzahl der Achsen von Eisenbahnen nach Tab. 3 sowie nach Beiblatt 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 und Gl. 2 unter Berücksichtigung der Verkehrsdaten für Eisenbahnen nach Tab. 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Schallquellenhöhe nach Tab. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit von Eisenbahnen nach Tab. 6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten von Eisenbahnen nach Tab. 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Schallminderungstechniken am Gleis nach Tab. 8;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Brücken nach Tab. 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Punktschallquellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3 unter Berücksichtigung der Schallquellen nach Tab. 10 und Beiblatt 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Linenschallquellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 4 unter Berücksichtigung der Schallquellen nach Tab. 10 und Beiblatt 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Rangier- und Umschlagbahnhöfe nach Gl. 1, Gl. 3 und Gl. 4 unter Berücksichtigung der Auffälligkeiten von Geräuschen nach Tab. 11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja ^a	eingeschränkt ^a	nein ^a
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Fahrzeugarten und Anzahl der Achsen von Straßenbahnen nach Tab. 12 und sowie nach Beiblatt 2;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Schallquellenhöhe von Straßenbahnen nach Tab. 13;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit für Straßenbahnen nach Tab. 14;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten von Straßenbahnen nach Tab. 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Brücken bei Straßenbahnen nach Tab. 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch geometrische Ausbreitung nach Gl. 11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Luftabsorption nach Gl. 12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Bodenabsorption über Boden nach Gl. 14 und Gl. 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Reflexion über Wasser nach Gl. 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Bodeneinfluss nach Gl. 13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Hindernissen nach den Vorgaben der Gl. 17 und Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch seitliche Beugung nach Gl. 18 und Gl. 21 mit $C_2=20$ für flächenhafte Bahnanlagen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch seitliche Beugung nach Gl. 18 und Gl. 21 mit $C_2=40$ für Bahnstrecken	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Beugung über ein Hindernis nach Gl. 19 und Gl. 21 mit $C_2=20$ für flächenhafte Bahnanlagen nach Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Beugung über ein Hindernis nach Gl. 19 und Gl. 21 mit $C_2=40$ für Bahnstrecken nach Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Abschirmung durch Hindernisse durch Berechnung von z entsprechend Gl. 26 in Verbindung mit Bild 7 ^a .	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Pegelkorrektur für reflektierende Schallschutzwände nach Gl. 20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Abschirmung durch niedrige Schallschutzwände nach Kap. 6.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Pegelerhöhung durch Reflexionen nach Kap. 6.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Reflektoren nach der Bedingung gemäß Gl. 27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung des Absorptionsverlustes an Wänden nach Tab. 18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Reflexionen bis einschließlich der 3. Ordnung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung der Schallimmission an einem Immissionsort nach Gl. 29 und Gl. 30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des äquivalenten Dauerschalldruckpegels für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht nach Gl. 31 und Gl. 32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Eisenbahnen nach Gl. 33 und Gl. 34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 35 und Gl. 36	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Straßenbahnen nach Gl. 37 und Gl. 38	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung der Regelung nach §43 Absatz 1, Satz 2 und 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 02. Juli 2013	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

^a Zutreffendes ankreuzen, ggfs. mit Kennzahl bezeichnen und auf Beiblatt erläutern.

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1**Literaturhinweise**

- [1] Anlage 2 der 16. BImSchV in der Fassung vom 1. Januar 2015, Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)¹⁾
- [2] Erläuterungen zur Anlage 2 der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03); Teil 1: Erläuterungsbericht, Stand 19. Dezember 2014 und Teil 2: Testaufgaben, Stand 17. April 2015²⁾
- [3] ISO/TR 17534-3:2015, Acoustics -- Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1, ISO, Geneva

1) zu beziehen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18, Invalidenstraße 44, 10115 Berlin; http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/statf_xav#_bgbl_%2F%2F*%5B%40atr_id%3D%27bgbl114s2269.pdf%27%5D_1419325978127

2) zu beziehen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18, Invalidenstraße 44, 10115 Berlin; http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Schiene/verkehrslarmschutzvo-schall-03-testaufgaben.pdf?__blob=publicationFile