

Schall- und erschütterungstechnische  
Untersuchung

Änderung Verkehrsstation Borna (Leipzig)

- Baubedingte Immissionen -

Bericht Nr. 250-6063\_01

im Auftrag der

DB Engineering & Consulting GmbH

Bamberg, im Oktober 2019

Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

Änderung Verkehrsstation Borna (Leipzig)

- Baubedingte Immissionen -

**Bericht-Nr.:** 250-6063\_01

**Datum:** 15.10.2019

**Dieser Bericht ersetzt den:** Bericht Nr. 250-6063 vom 07.06.2019

**Auftraggeber:** DB Engineering & Consulting GmbH  
Salomonstraße 15  
D-04103 Leipzig

**Auftragnehmer:** Möhler + Partner Ingenieure AG  
Beratung in Schallschutz + Bauphysik  
Mußstraße 18  
D-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.Eng. Johannes Lang

## Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung .....	10
2. Örtliche Gegebenheiten .....	11
3. Grundlagen.....	14
3.1 AVV Baulärm.....	14
3.2 Vorbelastung .....	16
3.3 Erschütterung .....	17
3.3.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden .....	17
3.3.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen.....	19
4. Baubetriebsablauf.....	21
4.1 Baudurchführung .....	21
4.2 Maschineneinsatz.....	22
5. Untersuchung zum Baulärm.....	23
5.1 Schallquellen .....	23
5.2 Immissionsorte .....	23
5.3 Schallimmissionen.....	24
5.4 Berücksichtigung der Vorbelastung bei der Beurteilung .....	28
5.5 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms .....	29
5.5.1 Maßnahmen bei der Errichtung der Baustelle .....	29
5.5.2 Maßnahmen an den Baumaschinen.....	30
5.5.3 Verwendung geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren.....	30
5.5.4 Beschränkungen der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer .....	31
5.6 Diskussion von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung.....	32
5.6.1 Information der betroffenen Anwohner .....	32
5.6.2 Überwachung des Baulärms.....	32
5.6.3 Entschädigung betroffener Anwohner .....	32
5.7 Bewertung der Maßnahmen.....	33
6. Erschütterungsschutz .....	35
6.1 Geologie.....	35
6.2 Untersuchungen .....	36
6.2.1 Prognosemodell.....	36
6.2.2 Emission .....	36
6.2.3 Transmission.....	37
6.2.4 Immission .....	37
6.3 Bewertung.....	39
6.4 Minderung der baubedingten Immissionen.....	39
7. Anlagen .....	42

## Abbildungsverzeichnis:

<b>Abbildung 1:</b>	Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahme an der Verkehrsstation Borna (Leipzig) (Quelle: OpenRailwayMap2019).....	11
<b>Abbildung 2:</b>	Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Großen Kreisstadt Borna im Bereich der Baumaßnahme.....	13
<b>Abbildung 3:</b>	Potenzielle Betroffenheiten in der Nachbarschaft am <b>Tag</b> in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung (Aufpunkthöhe 6 m).....	27

## Tabellenverzeichnis:

<b>Tabelle 1:</b>	Zeitkorrekturen nach 6.7.1. AVV Baulärm.....	15
<b>Tabelle 2:</b>	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2.....	18
<b>Tabelle 3:</b>	Anhaltswerte A zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2, Tabelle 1 .....	19
<b>Tabelle 4:</b>	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen .....	20
<b>Tabelle 5:</b>	Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft .....	24
<b>Tabelle 6:</b>	Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden .....	28
<b>Tabelle 7:</b>	Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden unter Berücksichtigung der Vorbelastung.....	29

## 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] DIN ISO 9613-2, „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999
- [4] SoundPLAN Version 8.1: EDV Programm zur Schallimmissionsprognose, SoundPLAN GmbH, 2019
- [5] Urteil des BVerwG 7 A 11.11 vom 10. Juli 2012
- [6] Bauablauf inkl. weiterer Angaben, DB Engineering & Consulting GmbH, übermittelt am 21.05.2019
- [7] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden 2004
- [8] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden 1998
- [9] Maschineneigene Störschallpegel  $L_N$  [dB(A)] von Gleisbaumaschinen, DB Mobility Networks Logistics, Eisenbahnunfallkasse EUK, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Stand: März 2012
- [10] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)
- [11] Gerhard Müller, Michael Möser (Hrsg.): Taschenbuch der technischen Akustik, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Springer Verlag 2004
- [12] Forum Schall, Emissionsdatenkatalog von Bau- und Arbeitsmaschinen, Umweltbundesamt Österreich, Juli 2002
- [13] Baugesetzbuch (BauGB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634)
- [14] Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 18. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2639) geändert worden ist

- [15] 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
- [16] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV), vom 29.08.2002 (BGBl. I S. 3478), die durch Artikel 83 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- [17] Geotechnischer Bericht / Abfallbetrachtung „Verkehrsstation Borna (Leipzig) – Erneuerung Verkehrsstation“, DB Engineering & Consulting GmbH, 07.10.2016
- [18] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [19] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [20] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [21] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013
- [22] Auszug des Flächennutzungsplans der Stadt Borna, übermittelt am 28.05.2019
- [23] Rechtskräftige Bebauungspläne der Stadt Borna, übermittelt am 28.05.2019
- [24] Verkehrsdaten Zustand 2016 für die Strecke 6385 Neukieritzsch – Chemnitz Hbf, DB AG, übermittelt am 21.04.2017

## Zusammenfassung:

Im vorliegenden Bericht wurden die baubedingten Schall- und Erschütterungsimmissionen durch die Baumaßnahmen an der Verkehrsstation Borna für die schutzbedürftige Nachbarschaft ermittelt und bewertet.

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

Im Bereich der Baumaßnahme sorgt insbesondere die Bahnlinie 6385 Neukieritzsch – Chemnitz bereits für eine erhebliche Geräuschvorbelastung. Beim vorliegenden Bauvorhaben ergeben sich jedoch teilweise zu erwartenden baubedingte Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbelastung. Insofern sind selbst unter Berücksichtigung dieser Geräuschvorbelastung insbesondere an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Bebauungen potenzielle Betroffenheiten nicht auszuschließen.

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 z. B. 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.

- Durchführung von Vorbohrungen zur Reduzierung der Dauer und der Intensität der Rammarbeiten
- 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.
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.

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. Das ehemalige Empfangsgebäude (Bahnhofstr. 451), an dem Überschreitungen der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 70 dB(A) am Tag nicht ausgeschlossen werden können, sollte durch umfassende Information in den Bauablauf eingebunden werden.

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

Darüber hinaus können erschütterungsrelevante Bautätigkeiten im vorliegenden Fall entsprechend des Bauablaufs u. a. neben Abbruch-, Verdichtungs-, Bohr- und Stopfarbeiten insbesondere durch Rammarbeiten 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 besonders kritisch 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 40 m nicht auszuschließen.

Der Abstand zwischen Erregerquellen an der Baumaßnahme bzw. der schutzbedürftigen Bebauung kann dabei am ehemaligen Empfangsgebäude (Bahnhofstr. 451) weniger als 40 m betragen. In diesem Gebäude ist zwar keine Wohnnutzung vorhanden, dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass zumindest zeitweise relevante baubedingte Erschütterungsimmissionen auftreten werden.

Infolgedessen ist bei baubedingten Erschütterungen für das o.g. Gebäude mit einem geringeren Abstand als 40 m zur Baumaßnahme ein Schutzmaßnahmenkonzept zweckmäßig, um erhebliche Belästigungen 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 eingesetzt und betrieben werden, dass Erschütterungen weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.
- Durchführung von Vorbohrungen zur Reduzierung der Dauer und der Intensität der Rammarbeiten
- Die Rammarbeiten sind im Abstand von weniger als 10 m zum ehemaligen Empfangsgebäude auf ein technisch notwendiges Minimum zu reduzieren.
- Umfassende Informationsweitergabe im Vorfeld über die Baumaßnahmen, die Dauer, die Erschütterungswirkung etc.
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können.

Aufgrund dessen, dass nicht bekannt ist, welche Bausubstanz das ehemalige Empfangsgebäude (Bahnhofstr. 451) im Detail aufweist, kann eine Überschreitung der Anforderungen der DIN 4150-3 im Hinblick auf den geringen Abstand zu den Rammarbeiten auch unter Berücksichtigung der o.g. Schutzmaßnahmen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Demnach sind darüber hinaus folgende Punkte vorzusehen:

- Durchführung von gebäudetechnischen Beweissicherungen vor bzw. nach Ende der Baumaßnahmen für betroffene Gebäude im Bereich von erschütterungsintensiven Bautätigkeiten
- Überwachung und Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung an o.g. Gebäude.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen infolge der Messergebnisse (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.)

## 1. Aufgabenstellung

Die DB Engineering & Consulting GmbH plant die Änderung der Verkehrsstation bei ca. Bahn-km 7,119 der Strecke 6385 Neukieritzsch – Chemnitz Hbf in Borna (Leipzig). Im Zuge dessen sind schall- und erschütterungstechnische Untersuchungen erforderlich.

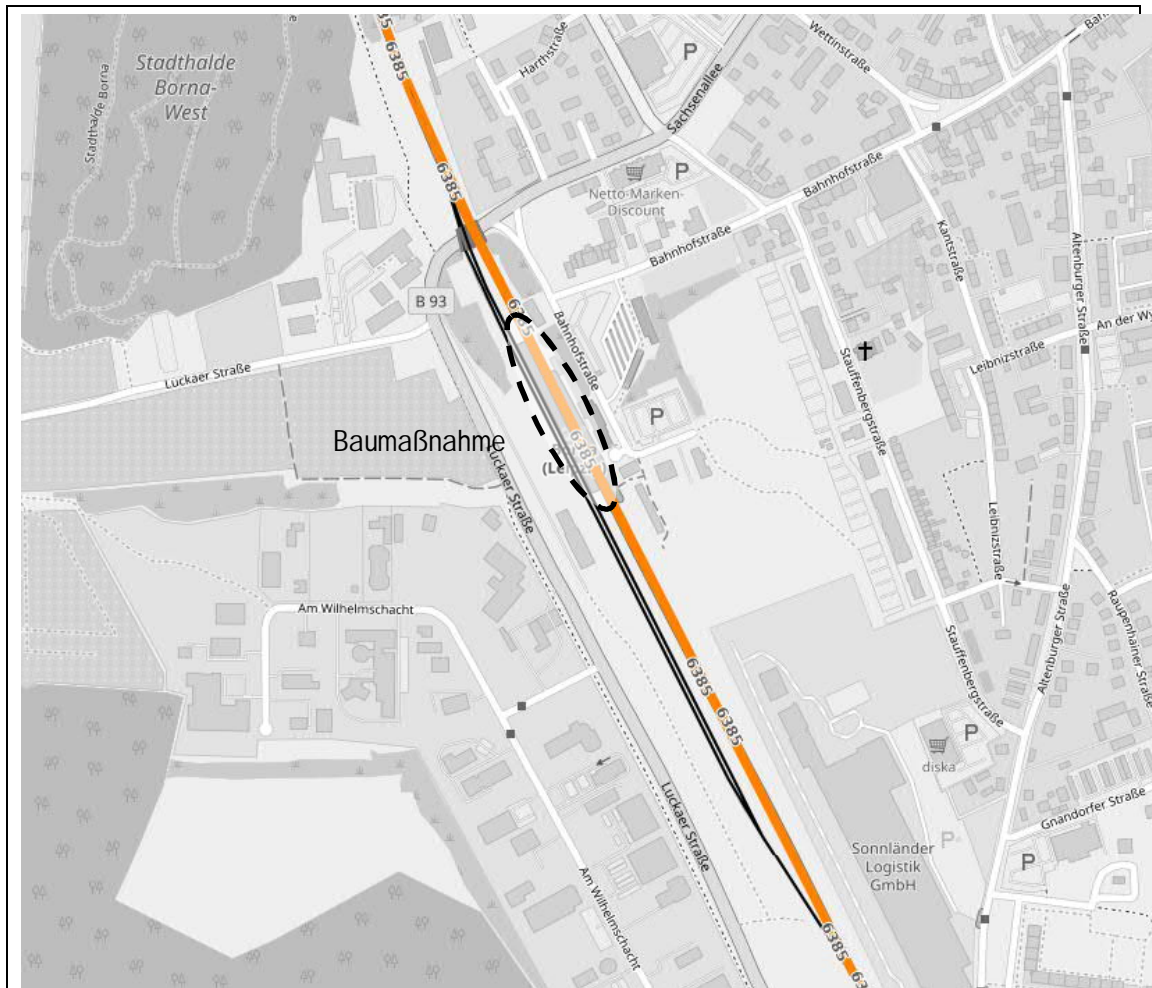
Auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Unterlagen, Aussagen über den Einsatz und die Art der verwendeten Baumaschinen sowie der Kenntnis der Einsatzzeiten soll eine schall- und erschütterungstechnische Untersuchung zur Prognose der zu erwartenden Immissionen aus Baulärm und Bauerschütterungen innerhalb 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 Engineering & Consulting GmbH mit dem Schreiben vom 22.05.2019 beauftragt.

## 2. Örtliche Gegebenheiten

Die geplante Baumaßnahme an der Verkehrsstation Borna befindet sich in ca. Bahn-km 7,119 der Strecke 6385 Neukieritzsch – Chemnitz Hbf (siehe nachfolgende Abbildung 1) in der Großen Kreisstadt Borna im Landkreis Leipzig.



**Abbildung 1:** Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahme an der Verkehrsstation Borna (Leipzig) (Quelle: OpenRailwayMap2019)

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

Bestehende Festsetzungen wurden aus vorhandenen rechtskräftigen Bebauungsplänen 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 [22] abgeglichen.

Es wurden u. a. folgende Bebauungspläne im Bereich der Baumaßnahme berücksichtigt [23]:

- Bebauungsplan „Alter Bahnhof“, 2001
- Bebauungsplan „Kasernengelände Stauffenbergstraße Borna“, 1997
- Bebauungsplan „Gewerbe- und Sondergebiet an der B93“, inkl. Änderungen, 2019
- Bebauungsplan „Kleinsches Gut“, 2005
- Bebauungsplan „Wohngebiet Gnandorf“, 2018

Demzufolge sind im Umfeld der Verkehrsstation Borna (Leipzig) folgende schutzbedürftige Nutzungen vorhanden:

- Westlich der Verkehrsstation befinden sich größtenteils Gewerbegebiete (GE) sowie nördlich der Luckaer Straße auch gemischte Bauflächen (M) bzw. Mischgebiete (MI).
- Östlich der Bahnanlagen liegen ebenfalls gemischte Bauflächen (M) bzw. Mischgebiete (MI) und gewerbliche Bauflächen (G). Im Anschluss daran folgen zudem Wohnbauflächen (W).
- Vereinzelt liegen Sonderbauflächen (SO) und Flächen für den Gemeinbedarf dazwischen.

In nachfolgender Abbildung ist der Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Großen Kreisstadt Borna im Bereich der Baumaßnahme [22] zur übersichtlichen Darstellung der Schutzwürdigkeit der Nachbarschaft dargestellt.



### 3. Grundlagen

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

#### 3.1 AVV Baulärm

Grundlage für die Beurteilung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräuschemissionen von Baustellen ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschemissionen - 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.

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)	Kurgebiete, 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:

<b>Tabelle 1:</b> 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 ( $L_{AFm5}$  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. der AVV Baulärm [2]) werden durch Schallausbreitungsberechnung dargestellt. Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 [3] mit der Software SoundPLAN [4].

### 3.2 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 [5] können jedoch Baulärmimmissionen bis zu den vorhandenen Lärmvorbelastungen ohne „nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG [14] aufgrund der konkreten tatsächlichen Verhältnisse den Anwohnern noch zugemutet werden. Begründet wird dies damit, dass erwartet werden kann, dass die Außenbauteile der jeweiligen Gebäude gegenüber der vorhandenen Verkehrslärmvorbelastung (im o. g. Fall der Straßenverkehr) ohne eine Minderung der Gebrauchsfähigkeit der Wohnungen ausgelegt sind sowie diese Lärmimmissionen nur temporär über eine begrenzte Zeitdauer einwirken werden.

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

Eine Lärmvorbelastung ist im Bereich der Baumaßnahme neben dem Straßenverkehr (u.a. B 93) insbesondere durch den Schienenverkehr der Bahnstrecke 6385 [24] gegeben. Im Einflussbereich dieser Verkehrswege ergibt sich an der schutzbedürftigen Nachbarschaft in unmittelbarer Nähe zur Baumaßnahme eine maximale Geräuschvorbelastung durch Verkehrslärm von bis zu ca. 56/55 dB(A) Tag/Nacht.

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

### 3.3 Erschütterung

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

#### 3.3.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2 [19]. 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 Erschütterungsimmissionen durch baubedingte Erschütterungen wird in Kapitel 6.5.4 der DIN 4150-2 [19] 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 [19] gebietsunabhängig zu bewerten.

Tabelle 2: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2									
Dauer	D ≤ 1 Tage			6 Tage < D ≤ 26 Tage			26 Tage < D < 78 Tage		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	$A_u$	$A_o^{*)}$	$A_r$	$A_u$	$A_o^{*)}$	$A_r$	$A_u$	$A_o^{*)}$	$A_r$
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6

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

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

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

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

Baubedingte Erschütterungen nachts (22:00 bis 6:00 Uhr) werden in Abhängigkeit von der jeweiligen Schutzbedürftigkeit des Einwirkungsortes anhand der Anhaltswerte beurteilt, die nachfolgend dargestellt sind:

<b>Tabelle 3:</b> Anhaltswerte A zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2, Tabelle 1							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A <sub>u</sub>	A <sub>r</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>r</sub>	A <sub>o</sub>
1	Industriegebiete	0,4	0,2	6	0,3	0,15	0,6
2	Gewerbegebiete	0,3	0,15	6	0,2	0,1	0,4
3	Misch-, Dorf- bzw. Kerngebiete	0,2	0,10	5	0,15	0,07	0,3
4	Allgemeine bzw. reine Wohngebiete	0,15	0,07	3	0,1	0,05	0,2
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. Krankenhäuser	0,1	0,05	3	0,1	0,05	0,15

### 3.3.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150, Teil 3 [20]. 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 [20] 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.

### 3.3.2.1 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 [20] werden folglich die messtechnisch erfassten maximalen Schwinggeschwindigkeiten  $v_{\max}$  mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

### 3.3.2.2 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 [20] für die Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen werden in nachfolgender Tabelle dargestellt.

<b>Tabelle 4:</b> Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen			
<b>Zeile</b>	<b>Gebäudeart</b>	<b>Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit <math>v_i</math> in mm/s</b>	
		<b>oberste Gebäude- decke, horizontal</b>	<b>vertikale Decken- schwingungen</b>
<b>1</b>	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
<b>2</b>	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
<b>3</b>	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

## 4. Baubetriebsablauf

### 4.1 Baudurchführung

Die regulär geplante Baudurchführung stellt sich gemäß den übermittelten Rahmenbedingungen [6] wie folgt dar:

#### **Bauphase 1: Vorlaufmaßnahmen**

- Baufeldfreimachung einschl. Vegetationsrückschnitt
- Herstellung BE-Flächen und Baustraßen
- Einbau von Hilfsbrücken im Gleis 1 und Gleis 2 im Bereich der neuen Personenunterführung
- Errichtung von Spundwänden im Bereich der neuen Personenunterführung im Gleis 1 und 2
- Umsetzung von geschützten Pflanzen, Vergrämung Eidechsen

#### **Bauphase 2: Hauptmaßnahme**

- Rückbau der alten Bahnsteiganlagen einschl. Dächer, Beleuchtung und Ausstattung
- Rückbau der Personenunterführung und der Treppenanlagen
- Neubau der Bahnsteiganlagen einschl. Beleuchtung und Ausstattung
- Neubau der Zuwegungen vom Bahnsteig 2/3 (Gleis 2/5) zum Bahnsteig 1 und vom Bahnsteig 1 zum öffentlichen Gehweg bzw. Straße durch die Personenunterführung, über Treppenanlagen und Rampenanlagen
- Anpassung der Anlagen der bahntechnischen Ausrüstung der Strecke 6385 (Leit- und Sicherungstechnik, Elektrifizierung, Stromversorgung)
- Errichtung von Spundwänden im Bereich der neuen Rampe am Gleis 2 (Bahnsteig 2/3)

#### **Bauphase 3: Nachlaufmaßnahmen**

- Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen
- Ausbau der Hilfsbrücken aus dem Gleis 1 und Gleis 2 im Bereich der neuen Personenunterführung
- Einbau PSS und Erneuerung der Gleisanlagen mit Umbauzug im Gleis 1 und Gleis 2 im Bereich der neuen Personenunterführung
- Belastungstopfgänge
- Errichtung der Rampen auf den Bahnsteig 1 am Gleis 1 und am Bahnsteig 2/3 am Gleis 2
- Errichtung und Rückbau aller bauzeitlich erforderlichen Maßnahmen bzw. Baubehelfe

Der Baubeginn ist für das Jahr 2021 vorgesehen. Die Arbeiten sind ausschließlich in der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) vorgesehen. Dabei werden die Hauptbaumaßnahmen (Bauphase 2) während einer 11-wöchigen Totalsperrung in einem Zweischichtsystem durchgeführt. Während der Nachtzeit (20:00 bis 7:00 Uhr) sind zum derzeitigen Stand der Planung keine relevanten Bautätigkeiten vorgesehen.

#### 4.2 Maschineneinsatz

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

- LKW
- Bagger mit Löffelsatz und Abrisszange
- Ramme
- Bohrgerät
- Verdichtungsgerät
- Abbruchmeißel
- Motorkompressor
- Minibagger
- Stopfmaschine
- Umbauzug
- Mobilkran

## 5. Untersuchung zum Baulärm

### 5.1 Schallquellen

Ausgehend von den Bautätigkeiten der Maßnahme in den einzelnen Phasen (siehe Kapitel 4.1) 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 ([7], [8], [9], [12]). 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 Flächenschallquelle nach DIN ISO 9613-2 [3] modelliert.

Für die betroffene Nachbarschaft ergeben sich aus der jeweils vom Fortschritt der Baumaßnahme abhängigen Entfernung der Tätigkeiten unterschiedliche Geräuschimmissionen. Dies kann an den Immissionsorten im Nahbereich der Baustelle um ca. 5 dB(A) höhere oder niedrigere Beurteilungspegel ergeben.

Die detaillierten Eingabedaten sowie die Höhe der angesetzten Schallquellen können der Anlage 1 und 2 entnommen werden.

Da keine nächtlichen Bautätigkeiten vorgesehen sind, kann auf eine gesonderte Betrachtung der Geräuschspitzen gemäß. Nr. 3.1.3. der AVV Baulärm [2] verzichtet werden.

### 5.2 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 2) und wurde den entsprechenden Kategorien der AVV Baulärm (Kapitel 3.1) zugeordnet.

### 5.3 Schallimmissionen

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

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

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

Die dargestellten Beurteilungspegel stellen den Vollbetrieb, d. h. die höchste betriebliche Auslastung innerhalb der Bauabschnitte und Mitwindsituation ( $C_{Met} = 0$ ), dar. 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) bei Annahme einer durchschnittlichen tageszeitlichen Bautätigkeit von über 8 Stunden für ausgewählte Immissionsorte zusammengefasst. Im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) finden keine relevanten Bautätigkeiten statt. Die jeweilige Lage der Immissionsorte ist in der Anlage 3 dargestellt.

<b>Tabelle 5: Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft</b>				
<b>Bau- phase</b>	<b>Vollbetrieb tags über 8 h [dB(A)]</b>			
	<b>Am Wilhelm- schacht 15</b>	<b>Bahnhofstr. 451</b>	<b>Bahnhofstr. 58</b>	<b>Friedrich-List-Str. 3</b>
	IRW = 65 (nach Nr. 3.1.1. b))	IRW = 60 (nach Nr. 3.1.1. c))	IRW = 60 (nach Nr. 3.1.1. c))	IRW = 55 (nach Nr. 3.1.1. d))
Tag	Tag	Tag	Tag	
<b>1</b>	61	<b>75</b>	<b>61</b>	<b>56</b>
<b>2</b>	61	<b>75</b>	<b>61</b>	<b>56</b>
<b>3</b>	55	<b>69</b>	55	50

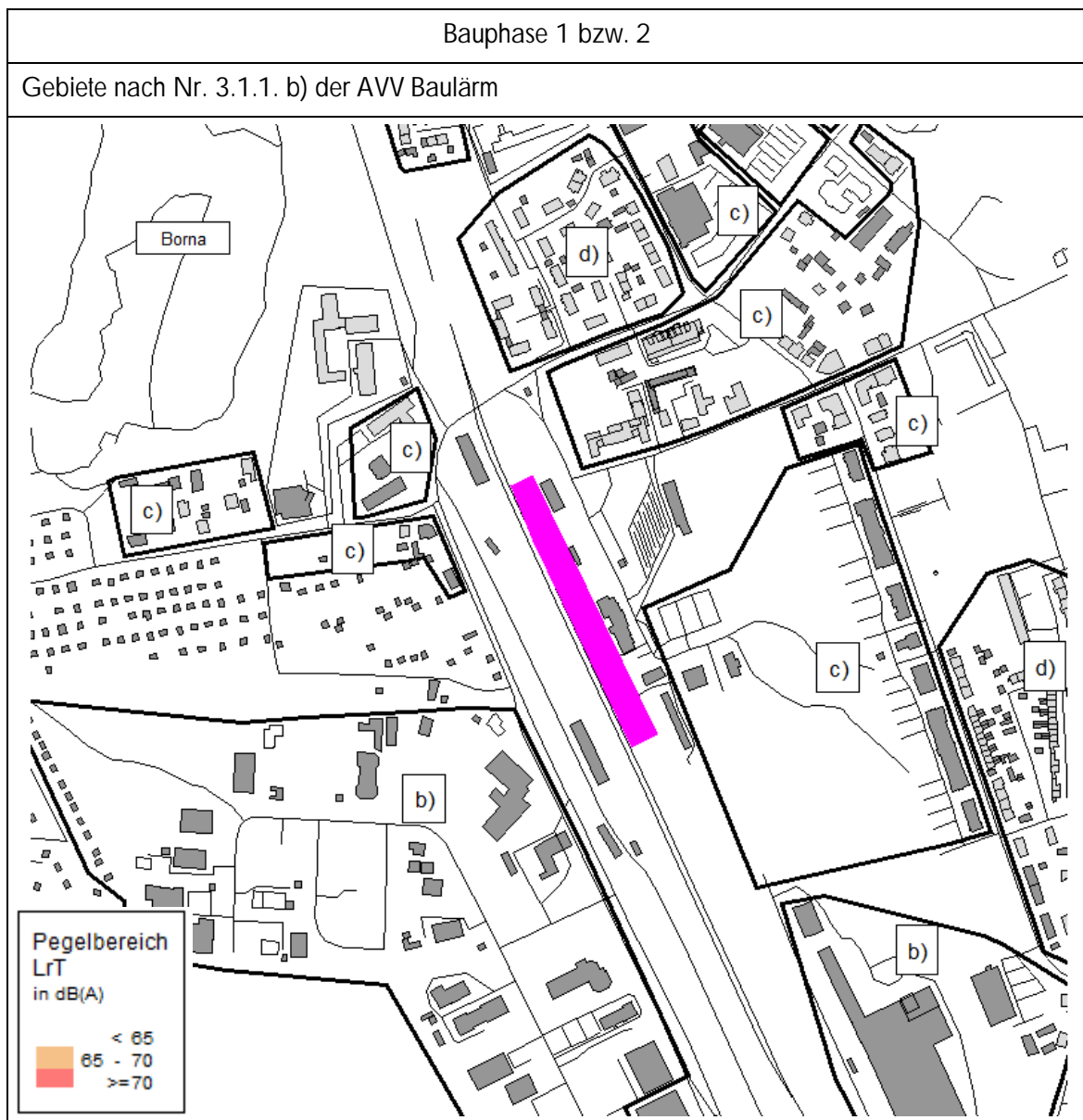
**Fett:** Überschreitung der Immissionsrichtwerte, IRW = Immissionsrichtwert



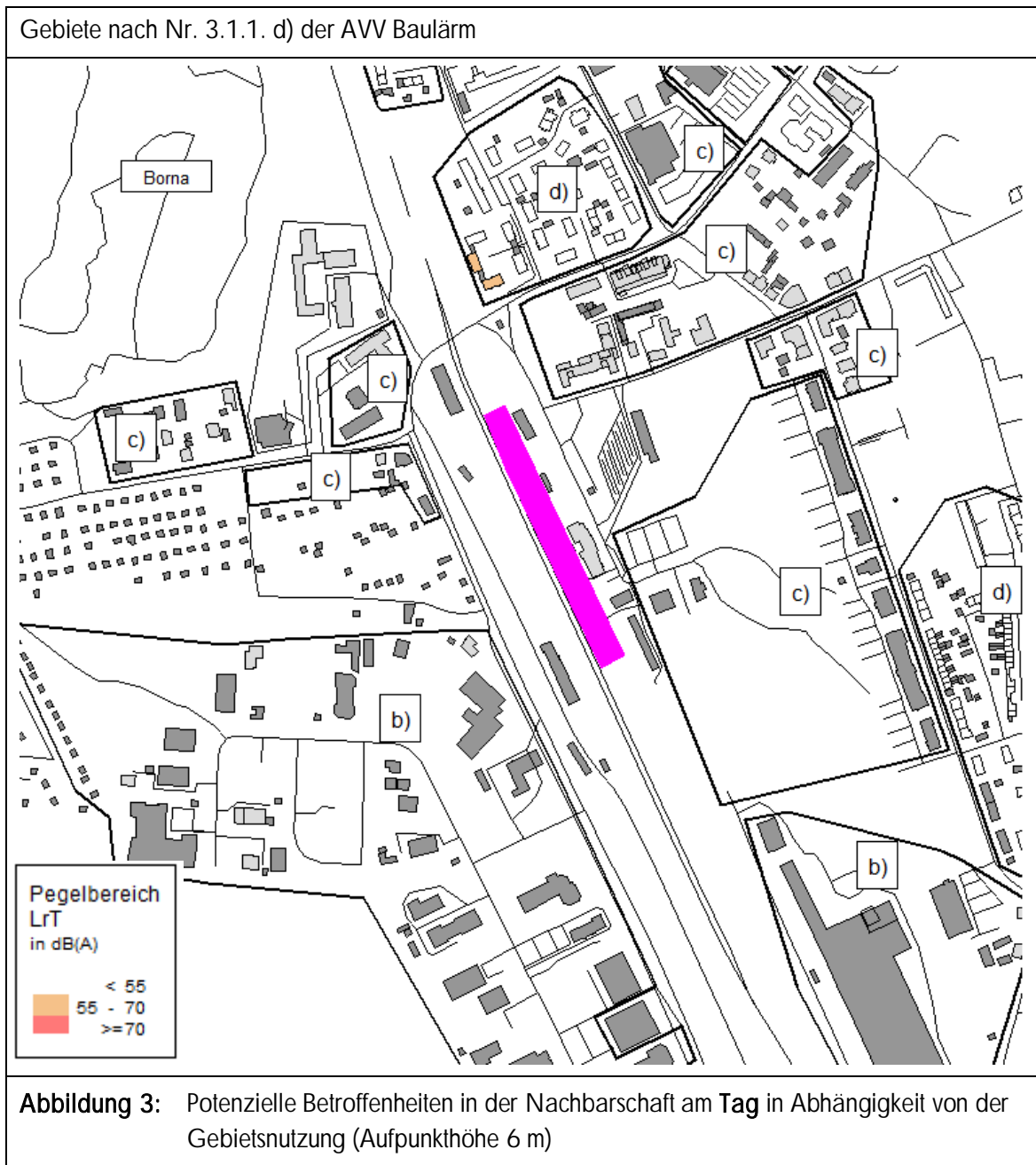
Die Berechnungsergebnisse für die Tagzeit zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle in den Bauphasen 1 und 2 rechnerisch um bis zu ca. 1 dB(A) überschritten werden können. In Bauphase 3 kommt es nicht zu Überschreitungen. In der Nacht finden keine Arbeiten statt.

In der folgenden Abbildungen 3 sind für die schalltechnisch ungünstigste Bauphase (Bauphase 1 bzw. 2) jeweils die Bereiche der von erheblichen Baulärbelastigungen 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 dB(A) am Tag wurden ebenfalls farbig (**rot**) gekennzeichnet.







Die detaillierten Berechnungsergebnisse als Beurteilungspegelkarten lassen sich der Anlage 3 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 dB(A) am Tag angegeben. Dieser Wert wird in der Rechtsprechung unabhängig von der Gebietsnutzung regelmäßig als Anhalt für die „grundrechtliche Zumutbarkeitsschwelle“ angesehen.

<b>Tabelle 6: Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden</b>					
	<b>Gebiete nach Nr. 3.1.1. b)</b>	<b>Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)</b>	<b>Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)</b>	<b>Gesamt</b>	<b>davon oberhalb 70 dB(A)</b>
<b>Bauphase</b>	Tag	Tag	Tag	Tag	Tag
<b>1</b>	--	<5	<5	ca. 5	1
<b>2</b>	--	<5	<5	ca. 5	1
<b>3</b>	--	--	--	--	--

Es sind bei den durchzuführenden Bauarbeiten in den Bauphasen 1 und 2 potenzielle Betroffenheiten an einzelnen Gebäuden im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme nicht auszuschließen.

Eine Überschreitung der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 70 dB(A) am Tag ist am ehemaligen Empfangsgebäude zu erwarten. Dort liegt jedoch keine Wohnnutzung vor.

#### 5.4 Berücksichtigung der Vorbelastung bei der Beurteilung

Auf Basis aktueller Rechtsprechungen [5] können Baulärmimmissionen in Zusammenhang mit den Baumaßnahmen bis zu den vorhandenen Geräuschvorbelastungen ohne „nachteilige Wirkungen“ im Sinne des § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG [14] 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 insbesondere durch den Schienenverkehr bereits eine vorhandene Lärmvorbelastung gegeben, die oberhalb der maßgebenden Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm liegt und somit von der schutzbedürftigen Nachbarschaft hinzunehmen ist.

Unter Berücksichtigung der bereits bestehenden Geräuschvorbelastung reduzieren sich demzufolge ggf. potenzielle Betroffenheiten.

In nachfolgender Tabelle ist die Anzahl der potenziellen Betroffenheiten unter Berücksichtigung der Geräuschvorbelastung dargestellt.

<b>Tabelle 7:</b> Geschätzte Anzahl von potenziell betroffenen Gebäuden unter Berücksichtigung der Vorbelastung				
<b>Bauphase</b>	<b>Gebiete nach Nr. 3.1.1. b)</b>	<b>Gebiete nach Nr. 3.1.1. c)</b>	<b>Gebiete nach Nr. 3.1.1. d)</b>	<b>Gesamt</b>
	Tag	Tag	Tag	Tag
<b>1</b>	--	<5	--	<5
<b>2</b>	--	<5	--	<5
<b>3</b>	--	--	--	--

Die Geräuschvorbelastung liegt an den Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zum Teil oberhalb der baubedingten Schallimmissionen, sodass unter Berücksichtigung der Vorbelastung die potenziellen Betroffenheiten reduziert werden.

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

## 5.5 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms

Wie im Kapitel 5.3 ausgeführt, sind infolge der Baumaßnahmen im Bereich der Verkehrsstation Borna 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 [15] durch die zum Einsatz kommenden Geräte einzuhalten.

### 5.5.1 Maßnahmen bei der Errichtung der Baustelle

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

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

Die Wirksamkeit von mobilen Schallschutzwänden hängt maßgeblich von deren Höhe und dem Abstand zur Schallquelle ab. Grundsätzlich sind mobile Schallschutzwände möglichst nahe 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 Einsatz stationärer (temporärer) Schallschirme (Schallschutzwände, -wälle) stellt bei wandernden oder weiträumigen Baustellen jedoch nur bedingt eine geeignete Möglichkeit zur Lärminderung dar.

Ein vollständiger Schutz der Nachbarschaft erscheint im vorliegenden Fall kaum möglich, da aufgrund der räumlichen Ausdehnung des Baufeldes und der Nachbarschaft sowie der vorliegenden Situation im Bereich der Verkehrsstation und auch der Erreichbarkeit der Baustelle der Errichtung von effektiven temporären Schallabschirmungen Grenzen gesetzt sind. Damit erscheint die Aufstellung von mobilen Schallschutzwänden auch hinsichtlich der Verhältnismäßigkeit nicht praktikabel.

#### 5.5.2 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.

#### 5.5.3 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 geräuscharmere 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 [16] bzw. der Richtlinie 2000/14/EG [15] entsprechen.

Als besonders lärmintensiv sind im vorliegenden Fall u. a. die Rückbauarbeiten zu betrachten. Es ist darauf zu achten, dass eine lärmarme Zerlegung beim Abbruch erfolgt und auch der Verladevorgang lärmarm durchgeführt wird.

Weiterhin sind auch die Verbauarbeiten als besonders lärmintensiv anzusehen. Vor dem Einrammen der Spundwände sind Vorbohrungen vorzusehen, sodass die Dauer des Einbringens einer Spundwandbohle und somit die Schallimmissionen erheblich reduziert werden können. Dadurch werden auch die potenziellen Betroffenheiten verringert.

Bzgl. der Stopfarbeiten ist aus baubetrieblichen Gründen kein Optimierungspotenzial vorhanden.

Leerfahrten sind möglichst zu vermeiden. Weiterhin sind zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen die Baumaschinen stillzulegen, sofern dies den Arbeitsablauf nicht unvertretbar erschwert. Wenn möglich, sind einzusetzende Baugeräte mit Schalldämpfern auszustatten.

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

#### 5.5.4 Beschränkungen der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer

Bezüglich der Dauer und Zeiträume des Betriebs der Bautätigkeiten liegen genaue Angaben vor, denen unter anderem der Bauablaufplan [6] zugrunde liegen. Die sich daraus ergebenden Betrachtungen und Berechnungen beziehen sich daher auf einen uneingeschränkten Betrieb am Tag (7:00 bis 20:00 Uhr). Im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) sind keine Bautätigkeiten vorgesehen.

Sofern die Bautätigkeiten tagsüber auf durchschnittlich 8 Stunden beschränkt werden, kann dies gemäß den Vorgaben der AVV Baulärm mit einer Zeitkorrektur von 5 dB(A) in der Prognose berücksichtigt werden (siehe Kapitel 3.1). Die Beschränkung der durchschnittlichen Betriebsdauer wäre demzufolge eine probate Möglichkeit, um die Lärmbelastung und damit die Anzahl von potenziellen Betroffenheiten zu reduzieren.

Die Beschränkung der durchschnittlichen täglichen 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 wurde bereits berücksichtigt, dass keine Arbeiten in der Nachtzeit stattfinden. Eine weitere Einschränkung ist auch im Hinblick auf die geringe Anzahl an potenziellen Betroffenheiten nicht zweckmäßig.

## 5.6 Diskussion von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung

### 5.6.1 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.

### 5.6.2 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 Arbeiten mit Rückwirkung zur Bauleitung (Lärmmonitoring), könnte das tatsächliche Auftreten von erheblichen Umwelteinwirkungen für die Nachbarschaft auf ein Mindestmaß begrenzt werden.

### 5.6.3 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.

Durch die vorstehend vorgeschlagenen Maßnahmen ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt das Erfordernis von Entschädigungen zwar nicht vollständig auszuschließen, wobei deren letztendliche Notwendigkeit aber durch entsprechende Maßnahmen und die vorliegende Geräuschvorbelastung weitestgehend eingeschränkt werden kann.



## 5.7 Bewertung der 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 Lärmbelastigung 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.

Beim vorliegenden Bauvorhaben ergeben sich jedoch teilweise zu erwartenden baubedingte Schallimmissionen oberhalb der Geräuschvorbelastung. Insofern sind selbst unter Berücksichtigung dieser Geräuschvorbelastung insbesondere an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Bebauungen potenzielle Betroffenheiten nicht auszuschließen.

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 z. B. 32. BImSchV [16]). 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.
- Durchführung von Vorbohrungen zur Reduzierung der Dauer und der Intensität der Rammarbeiten
- 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.
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.

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. Das ehemalige Empfangsgebäude (Bahnhofstr. 451), an dem Überschreitungen der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ von 70 dB(A) am Tag nicht ausgeschlossen werden können, sollte durch umfassende Information in den Bauablauf eingebunden werden.

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

## 6. Erschütterungsschutz

### 6.1 Geologie

Die geologische Situation im Bereich des Bauvorhabens kann dem Geotechnischen Bericht der DB Engineering & Consulting GmbH [17] entnommen werden:

„Geographisch befindet sich das Untersuchungsgebiet in Nordwestsachsen im Bereich der Leipziger Tieflandsbucht, einem flachen Senkungsbecken, das im Tertiär mit Sedimenten aufgefüllt wurde. Die maximal etwa 100 m mächtigen Sedimente bestehen vorwiegend aus Kies, Sand und Ton, Abtragungsprodukten aus dem südlichen Vorland, von S-N gerichteten Flüssen herantransportiert.

Die tertiären Schichten wurden im Quartär von den Ablagerungen der Eiszeit und von den Sedimenten in den gegenwärtigen Flußauen bedeckt. Die eiszeitlichen Ablagerungen bestehen vorwiegend aus Sand, Löß und Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel, in das sich die generell S-N gerichteten Flüsse der Weißen Elster, der Pleiße und der Wylra flache, aber breite Täler eingeschnitten hatten.

Regionalgeologisch [...] sind im Untersuchungsbereich oberflächennah pleistozäne Geschiebelehm-schichten bzw. -mergel sowie Flussschotter mit nordischem und südlichem Material zu erwarten. Darunter folgen im Hangenden des Braunkohleflözes Sande, Kiese und zum Teil Tone aus dem Unteroligozän.

Durch den Bau der Bahnhofs- und Gleisanlagen sind im Bereich des Bahnkörpers und zum Teil seiner anliegenden Flächen anthropogene Auffüllungen zu erwarten. Dabei ist durch den Einbau von zu meist lokal vorkommenden Böden eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen aufgefülltem und gewachsenem Boden nicht immer möglich.

Prinzipiell können sich die Baugrundsichtungen infolge des Überganges der erdgeschichtlichen, geologischen Bildungen regellos miteinander verzahnen, d. h. die Schichtenfolge kann auch regellos wechseln. Des Weiteren sind beträchtliche Mächtigkeitsschwankungen möglich.“

Die geologischen Untergrundverhältnisse können hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht besonders kritisch bewertet werden.

## 6.2 Untersuchungen

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

### 6.2.1 Prognosemodell

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

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

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

mit:

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

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

### 6.2.2 Emission

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

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

### 6.2.3 Transmission

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

Entsprechend der DIN 4150-1 [18] wird die Abnahme der Amplitude der Schwinggeschwindigkeit  $v$  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;
$\alpha$	der Abklingkoeffizient, in $m^{-1}$ , $\alpha \approx 2\pi D / \lambda$ ;
$D$	der Dämpfungsgrad;
$\lambda$	die maßgebende Wellenlänge, in m, $\lambda = c / f$ ;
$c$	die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle, in m/s;
$f$	die Frequenz, in Hz.

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

### 6.2.4 Immission

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

Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten können im vorliegenden Fall entsprechend des Bauablaufs (siehe Kapitel 4.1) durch Ramm-, Abbruch-, Verdichtungs- 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. [11]) herangezogen.

### Verdichtungs-/Abbruch-/Bohrarbeiten

Die Verdichtungs-, Abbruch- und Bohrarbeiten sind ausschließlich im Tagzeitraum vorgesehen. Es wird von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz einer Rüttelplatte, Abbruchgerät und Bohrgerät ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise geringen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen werden die Arbeiten als vergleichsweise unkritisch betrachtet.

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch diese Arbeiten an unmittelbar umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Abstand von weniger als ca. 10 m erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

### Stopfarbeiten

Die Stopfarbeiten sind ausschließlich im Tagzeitraum vorgesehen. Es wird von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz 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 Ramm- und Verdichtungsarbeiten an unmittelbar umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Abstand von weniger als ca. 20 m erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

### Rammarbeiten

Die Rammarbeiten zur Herstellung des Verbaus sind ebenfalls ausschließlich im Tagzeitraum vorgesehen. Es wird von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz einer Ramme ausgegangen. Dabei handelt es sich um eine Baumaßnahme mit einem nicht unerheblichen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen werden die Arbeiten als vergleichsweise nicht unkritisch betrachtet.

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch Rammarbeiten an unmittelbar umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Abstand von weniger als ca. 40 m erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

Aufgrund der vorliegenden örtlichen Gegebenheiten kann nicht auf Rammarbeiten verzichtet werden. Um die Dauer und die Intensität der Rammarbeiten zu reduzieren sind jedoch Vorbohrungen durchzuführen.

### 6.3 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 bzw. Teil 3 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 geotechnischen Gutachtens [17] ist die in Kapitel 6.1 dargelegte geologische Situation im Bereich der Baumaßnahme zu erwarten. Die geologischen Untergrundverhältnisse sind demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht besonders kritisch zu bewerten.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren sind durch die baubedingten Erschütterungen potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150 [19]) bei Gebäuden mit Wohn- und Mischnutzung mit geringerem Abstand als 40 m nicht auszuschließen.

Der Abstand zwischen Erregerquellen an der Baumaßnahme bzw. der schutzbedürftigen Bebauung kann dabei an den nachfolgenden Gebäuden weniger als 40 m betragen:

➤ Bahnhofstraße 451

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

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

### 6.4 Minderung der baubedingten Immissionen

Die Bautätigkeiten 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 [19] 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 Erwartungshaltung in Bezug auf ungestörtes Wohnen, die unter Umständen von der Art des Wohnumfelds abhängig ist
- die Einwirkungsdauer
- die Häufigkeit und Tageszeit des Auftretens und deren Auffälligkeit

Belästigungen sind dabei grundsätzlich nur auszuschließen, wenn die Erschütterungen nicht wahrnehmbar sind. Erhebliche Belästigungen liegen im Allgemeinen nicht vor, wenn die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [19] eingehalten sind. Die Durchführung gebäudetechnischer Beweissicherungen vor bzw. nach der Umsetzung der Baumaßnahme dient zur Feststellung potenzieller Verminderungen des Gebrauchswertes von baulichen Anlagen.

Da die prognostizierten Erschütterungsimmissionen auf Annahmen zum voraussichtlichen Bauablauf basieren, dabei jedoch nur beispielhafte bzw. üblicherweise verwendbare Geräte und Bauverfahren herangezogen werden konnten, erscheinen zeitlich und örtlich 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 unabhängige Maßnahmen ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren  

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmern ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Schall- und 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.
- Durchführung von Vorbohrungen zur Reduzierung der Dauer und der Intensität der Rammarbeiten
- Die Rammarbeiten sind im Abstand von weniger als 10 m zum ehemaligen Empfangsgebäude auf ein technisch notwendiges Minimum zu reduzieren.



- Umfassende Informationsweitergabe im Vorfeld über die Baumaßnahmen, die Dauer, die Erschütterungswirkung etc.
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können.


Aufgrund dessen, dass nicht bekannt ist, welche Bausubstanz das ehemalige Empfangsgebäude (Bahnhofstr. 451) im Detail aufweist, kann eine Überschreitung der Anforderungen der DIN 4150-3 [20] im Hinblick auf den geringen Abstand zu den Rammarbeiten auch unter Berücksichtigung der o.g. Schutzmaßnahmen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Demnach sind darüber hinaus folgende Punkte vorzusehen:

- Durchführung von gebäudetechnischen Beweissicherungen vor bzw. nach Ende der Baumaßnahmen für o.g. Gebäude zur Dokumentation vorhandener Vorschädigungen und zur späteren Abwehr von Schadensersatzansprüchen
- Überwachung und Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch baubegleitende Messungen sowie deren Beurteilung an o.g. Gebäude.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen infolge der Messergebnisse (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.)

Dieses Gutachten umfasst 42 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Bamberg, 15.10.2019

Möhler + Partner  
Ingenieure AG

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

  
i. A. M.Eng. Johannes Lang

## 7. Anlagen

Anlage 1.1 – 1.2: Dokumentation der Eingabedaten

Anlage 2.1: Darstellung der Emissionsansätze

Anlage 3.1 – 3.6: Darstellung der Berechnungsergebnisse

## Anlage 1: Dokumentation der Eingabedaten

**Rechenlaufparameter**

Reflexionsordnung	1
Maximaler Reflexionsabstand zum Empfänger	200 m
Maximaler Reflexionsabstand zur Quelle	50 m
Suchradius	5000 m
Filter:	dB(A)
Toleranz:	0,100 dB
Bodeneffektgebiete aus Straßenoberflächen erzeugen:	Nein
Richtlinien:	
Gewerbe:	ISO 9613-2: 1996
Luftabsorption:	ISO 9613-1
regulärer Bodeneffekt (Kapitel 7.3.1), für Quellen ohne Spektrum automatisch alternativer Bodeneffekt	
Begrenzung des Beugungsverlusts:	
einfach/mehrfach	20,0 dB /25,0 dB
Seitenbeugung: Veraltete Methode (seitliche Pfade auch um Gelände)	
Verwende Glg (Abar=Dz-Max(Agr,0)) statt Glg (12) (Abar=Dz-Agr) für die Einfügedämpfung	
Umgebung:	
Luftdruck	1013,3 mbar
relative Feuchte	70,0 %
Temperatur	10,0 °C
Meteo. Korr. C0(6-22h)[dB]=0,0; C0(22-6h)[dB]=0,0;	
Cmet für Lmax Gewerbe Berechnungen ignorieren:	Nein
Beugungsparameter: C2=20,0	
Zerlegungsparameter:	
Faktor Abstand / Durchmesser	8
Minimale Distanz [m]	1 m
Max. Differenz Bodendämpfung + Beugung	1,0 dB
Max. Iterationszahl	4
Minderung	
Bewuchs:	ISO 9613-2
Bebauung:	ISO 9613-2
Industriegelände:	ISO 9613-2
Bewertung:	AVV Baulärm
Rasterlärnkarte:	
Rasterabstand:	5,00 m
Höhe über Gelände:	6,000 m
Rasterinterpolation:	
Feldgröße =	9x9
Min/Max =	10,0 dB
Differenz =	0,2 dB
Grenzpegel=	40,0 dB

**Rechenlaufbeschreibung**

Rechenart: Rasterlärmkarte  
Titel: 02\_RLK\_BP\_1  
Gruppe:  
Laufdatei: RunFile.runx  
Ergebnisnummer: 6  
Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 4)  
Berechnungsbeginn: 27.05.2019 13:27:20  
Berechnungsende: 27.05.2019 13:35:54  
Rechenzeit: 08:29:687 [m:s:ms]  
Anzahl Punkte: 40000  
Anzahl berechneter Punkte: 40000  
Kernel Version: SoundPLAN 8.1 (13.09.2018) - 64 bit

**Rechenlaufbeschreibung**

Rechenart: Rasterlärmkarte  
Titel: 02\_RLK\_BP\_2  
Gruppe:  
Laufdatei: RunFile.runx  
Ergebnisnummer: 7  
Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 4)  
Berechnungsbeginn: 27.05.2019 13:35:55  
Berechnungsende: 27.05.2019 13:41:05  
Rechenzeit: 05:06:294 [m:s:ms]  
Anzahl Punkte: 40000  
Anzahl berechneter Punkte: 40000  
Kernel Version: SoundPLAN 8.1 (13.09.2018) - 64 bit

**Rechenlaufbeschreibung**

Rechenart: Rasterlärmkarte  
Titel: 02\_RLK\_BP\_3  
Gruppe:  
Laufdatei: RunFile.runx  
Ergebnisnummer: 8  
Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 4)  
Berechnungsbeginn: 27.05.2019 13:41:06  
Berechnungsende: 27.05.2019 13:49:01  
Rechenzeit: 07:52:537 [m:s:ms]  
Anzahl Punkte: 40000  
Anzahl berechneter Punkte: 40000  
Kernel Version: SoundPLAN 8.1 (13.09.2018) - 64 bit

**Rechenlaufbeschreibung**

Rechenart: Rasterlärmkarte  
Titel: 02\_RLK\_SCHIENE  
Gruppe:  
Laufdatei: RunFile.runx  
Ergebnisnummer: 14  
Lokale Berechnung (Anzahl Threads = 8)  
Berechnungsbeginn: 05.06.2019 08:46:18  
Berechnungsende: 05.06.2019 08:56:07  
Rechenzeit: 09:46:920 [m:s:ms]  
Anzahl Punkte: 40000  
Anzahl berechneter Punkte: 40000  
Kernel Version: SoundPLAN 8.1 (13.09.2018) - 64 bit





### Änderung Verkehrsstation Borna (Leipzig)



### Lageplan zum Schallschutz Baulärm

### Zeichenerklärung




Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude

Immissionsort/Schallquelle

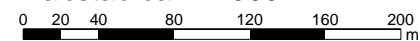
-  Immissionsort
-  Flächenquelle

Gebietsnutzung nach AVV Baulärm

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



Maßstab ca. 1:4000






### Änderung Verkehrsstation Borna (Leipzig)

### Lageplan zum Schallschutz Baulärm












### Zeichenerklärung

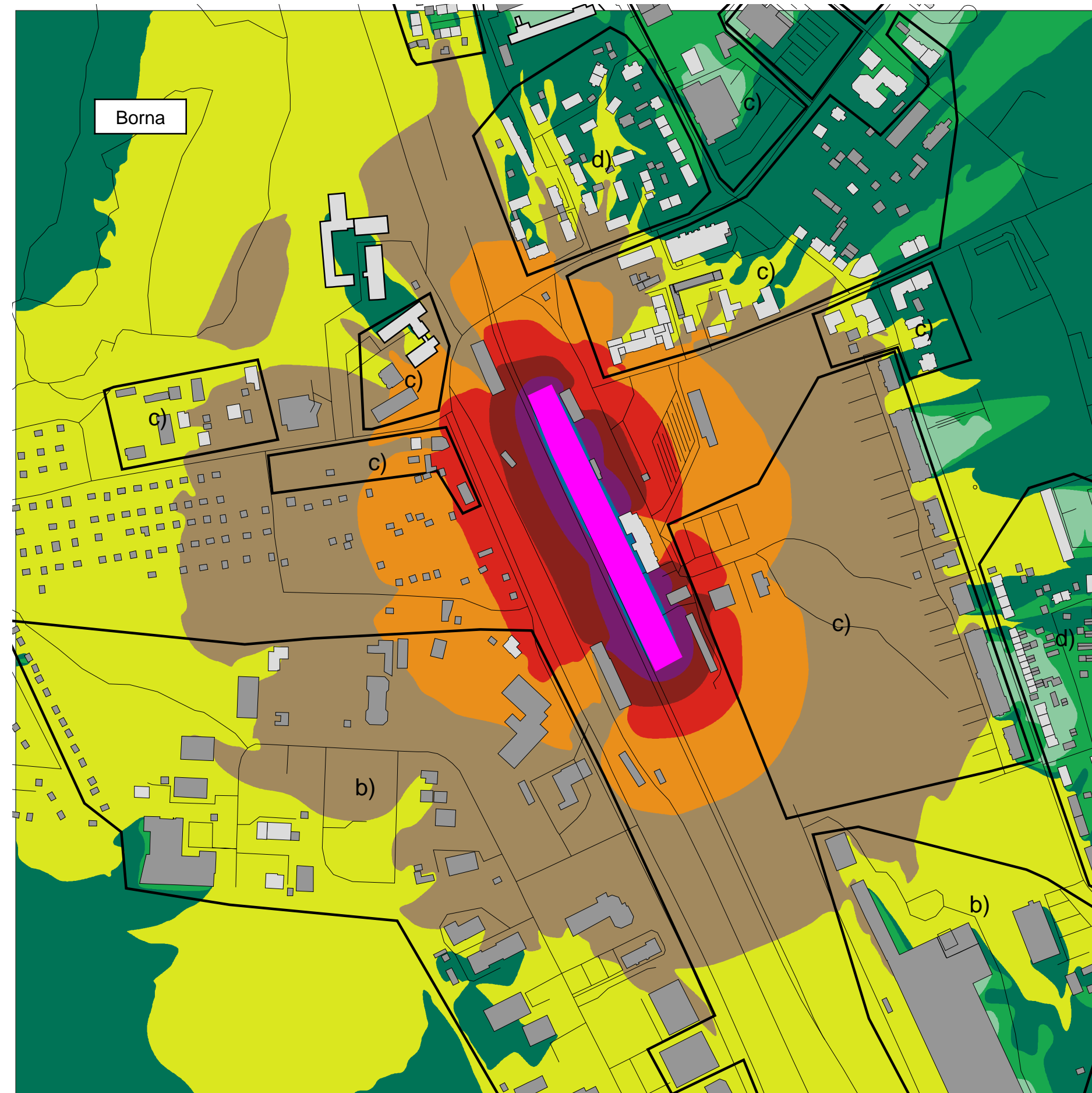
Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Flächenquelle

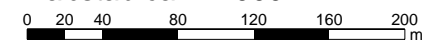
Bauphase 1 (tags)  
h=6 m ü. GOK

Pegelbereich  
LrT  
in dB(A)

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



Maßstab ca. 1:4000








### Änderung Verkehrsstation Borna (Leipzig)

### Lageplan zum Schallschutz Baulärm












### Zeichenerklärung

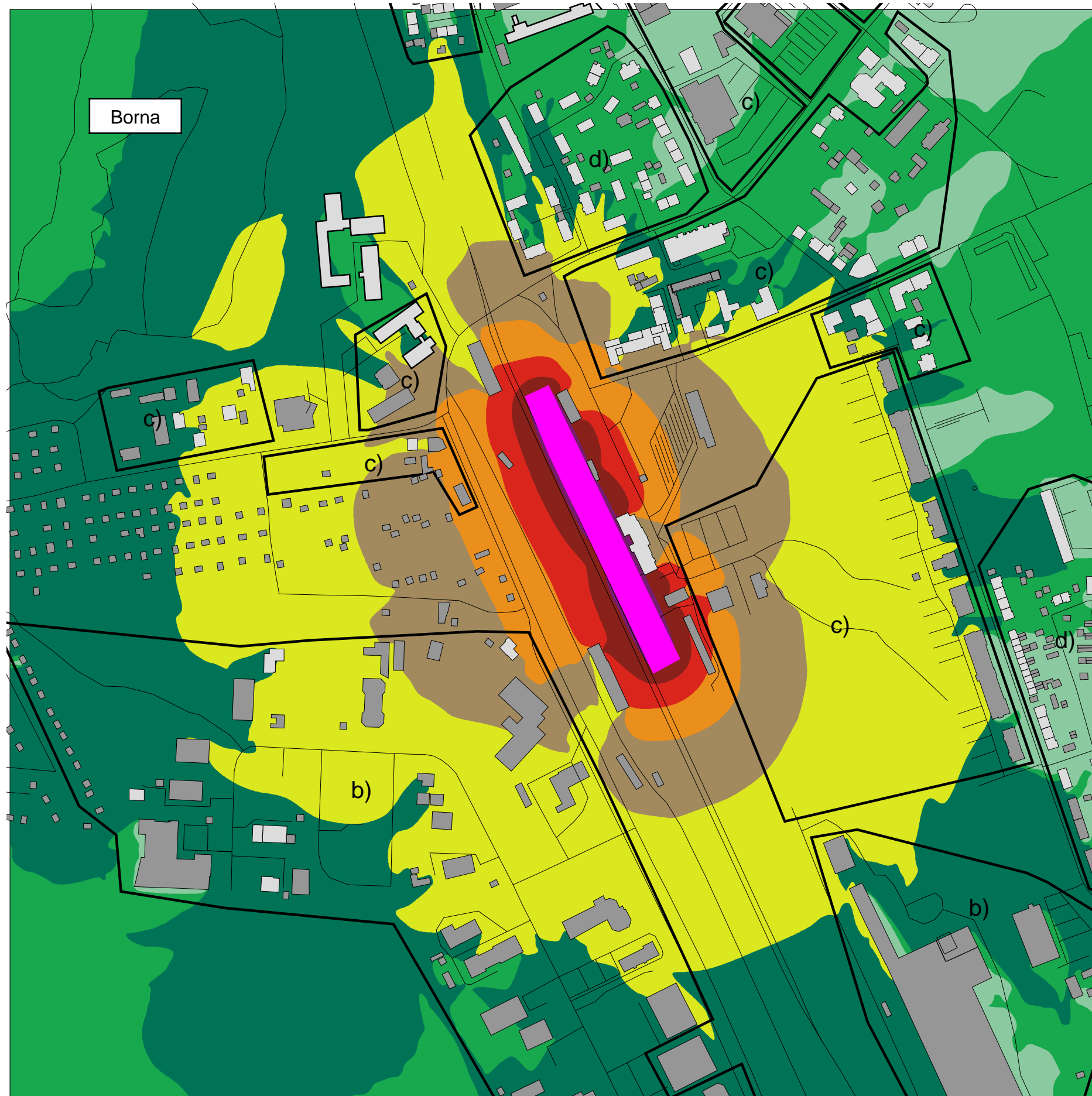
Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Flächenquelle

Bauphase 2 (tags)  
h=6 m ü. GOK

Pegelbereich  
LrT  
in dB(A)

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



Borna

b)

c)

b)

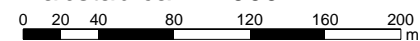
d)

c)

c)

d)

Maßstab ca. 1:4000








### Änderung Verkehrsstation Borna (Leipzig)

### Lageplan zum Schallschutz Baulärm












### Zeichenerklärung

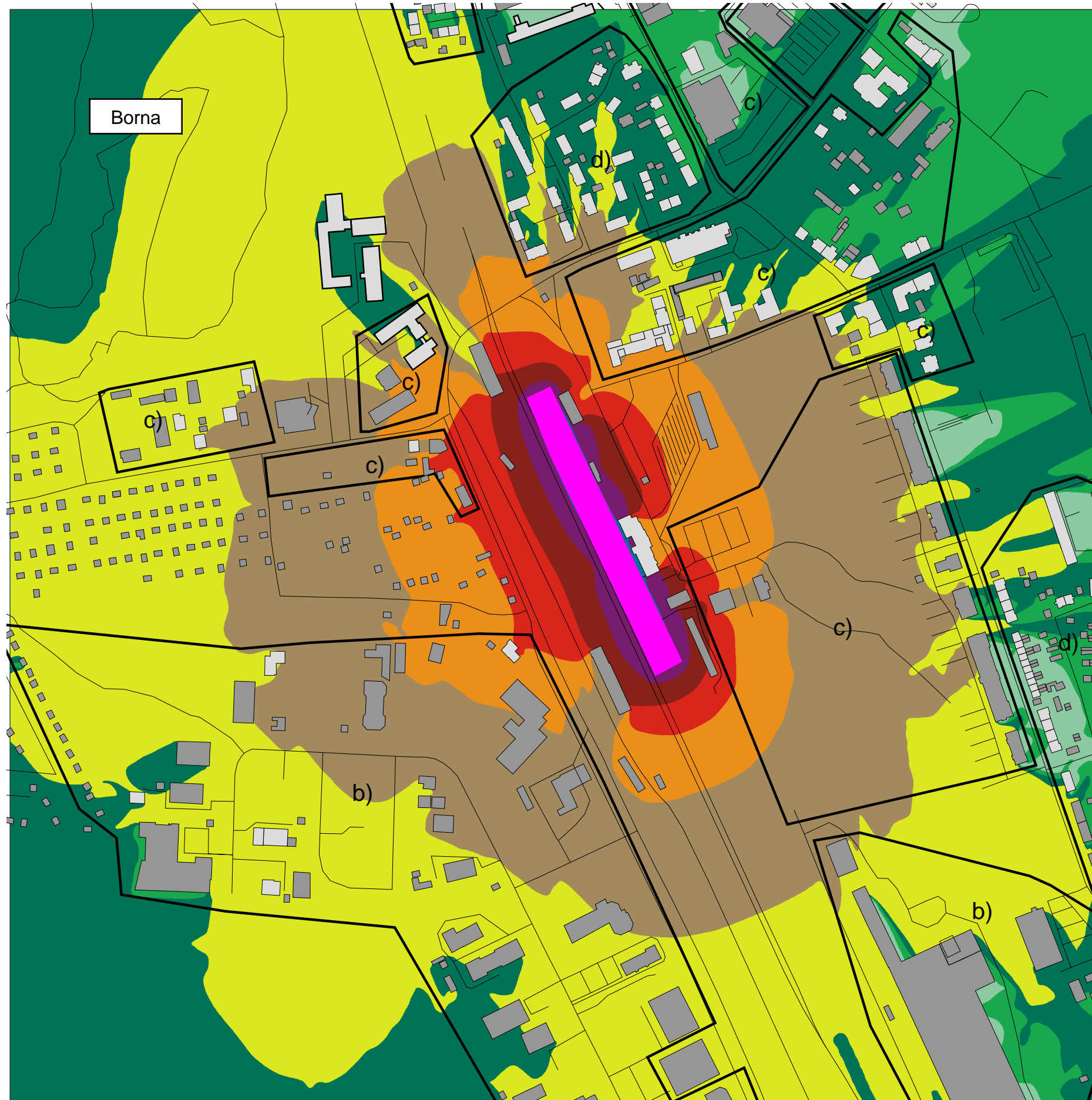
Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Flächenquelle

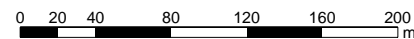
Bauphase 3 (tags)  
h=6 m ü. GOK

Pegelbereich  
LrT  
in dB(A)

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



Maßstab ca. 1:4000








### Änderung Verkehrsstation Borna (Leipzig)

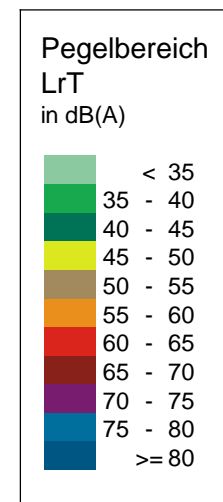
### Lageplan zum Schallschutz Baulärm

### Zeichenerklärung

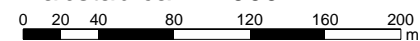
Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Flächenquelle
-  Schiene
-  Brücke

Vorbelastung (tags)  
h=6 m ü. GOK



Maßstab ca. 1:4000








### Änderung Verkehrsstation Borna (Leipzig)

### Lageplan zum Schallschutz Baulärm












### Zeichenerklärung

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Flächenquelle
-  Schiene
-  Brücke

Vorbelastung (nachts)  
h=6 m ü. GOK

Pegelbereich  
LrN  
in dB(A)

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



Maßstab ca. 1:4000

