

Schall- und erschütterungstechnische  
Untersuchung

Stationsoffensive  
Neubau Verkehrsstation Isenbüttel

- Baubedingte Immissionen -

Bericht Nr. 250-6831-4

im Auftrag der

DB Station&Service AG

Bamberg, im März 2023

## Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung

Stationsoffensive, Neubau Verkehrsstation Isenbüttel

- Baubedingte Immissionen -

Bericht-Nr.: 250-6831-4

Datum: 30.03.2023

Auftraggeber: DB Station&Service AG  
Regionalbereich Nord  
Rundestraße 11  
30161 Hannover

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG  
Mußstraße 18  
D-96047 Bamberg  
T + 49 951 160 952 – 0  
F + 49 951 160 952 – 99  
[www.mopa.de](http://www.mopa.de)  
[info@mopa.de](mailto:info@mopa.de)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Volker Scherbel  
Ing. Inés Sanz Rubiales

## Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung .....	7
2. Grundlagen.....	8
2.1 Schall .....	8
2.2 Erschütterungen.....	12
3. Örtliche Gegebenheiten .....	16
4. Baubetriebsablauf .....	18
4.1 Baudurchführung .....	18
4.2 Bauzeiten .....	19
4.3 Maschineneinsatz.....	19
5. Schallschutz.....	20
5.1 Schallemissionen.....	20
5.2 Schallimmissionen.....	21
5.3 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms .....	25
5.4 Diskussion von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung.....	27
5.5 Bewertung der Maßnahmen.....	29
6. Erschütterungsschutz .....	31
6.1 Geologie.....	31
6.2 Untersuchungen .....	31
6.3 Prognosemodell .....	31
6.4 Bewertung.....	33
7. Zusammenfassung.....	35
8. Anlagen .....	37

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Übersichtslageplan im Bereich der Baumaßnahme (Quelle: OpenRailwayMap, 2023).....	16
<b>Abbildung 2:</b>	Prognostizierte Anwesen in der Nachbarschaft mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm am Tag in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung.....	24

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	Zeitkorrekturen nach 6.7.1 AVV Baulärm .....	9
<b>Tabelle 2:</b>	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2 .....	13
<b>Tabelle 3:</b>	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach Tab. 1 der DIN 4150-2 .....	14
<b>Tabelle 4:</b>	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen.....	15
<b>Tabelle 5:</b>	Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft.....	22
<b>Tabelle 6:</b>	Prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm.....	22

## Grundlagenverzeichnis

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BIm-SchG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) geändert worden ist
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm), vom 19. August 1970 (BAnz. Nr. 160)
- [3] DIN ISO 9613-2, „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999
- [4] IMMI Version 2020: EDV-Programm zur Schallimmissionsprognose, Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, 2020
- [5] Urteil des BVerwG 7 A 11.11 vom 10. Juli 2012
- [6] Digitale Planunterlagen und Angaben zum Bauablauf, DB Station&Service AG, Stand März 2023
- [7] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2004
- [8] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden 1998
- [9] Maschineneigene Störschallpegel  $L_N$  [dB(A)] von Gleisbaumaschinen, DB Mobility Networks Logistics, Eisenbahnunfallkasse EUK, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Stand: November 2012
- [10] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist
- [11] Flächennutzungsplan bzw. rechtskräftige Bebauungspläne der Gemeinde Isenbüttel, <https://webgis.regionalverband-braunschweig.de> bzw. <https://www.isenbuettel.de/bauen/bebauungsplaene/isenbuettel/?L=0>, Abruf am 28.02.2023
- [12] Gerhard Müller, Michael Möser (Hrsg.): Taschenbuch der technischen Akustik, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Springer Verlag 2004
- [13] Forum Schall, Emissionsdatenkatalog von Bau- und Arbeitsmaschinen, Umweltbundesamt Österreich, Januar 2022

- [14] Baugesetzbuch (BauGB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. I Nr. 6) geändert worden ist
- [15] Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 15 Absatz 1 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2154) geändert worden ist
- [16] 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
- [17] Richtlinie 2005/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2005 zur Änderung der Richtlinie 2000/14/EG über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen
- [18] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV), vom 29.08.2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 14 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist
- [19] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Dezember 2022
- [20] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [21] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [22] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013
- [23] „Baugrunderkundung, Baugrundbeurteilung und geotechnische Beratung Stationsoffensive BS, WOB, WF, SZ, Los 2, Isenbüttel“, Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, 17.06.2022

## 1. Aufgabenstellung

Die DB Station&Service AG plant im Zuge der Maßnahme „Stationsoffensive Regionalverband Großraum Braunschweig“ den Neubau der Verkehrsstation (Vst) Isenbüttel mit der Errichtung eines Außenbahnsteigs.

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

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

Mit der Durchführung der schall- und erschütterungstechnischen Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG von der DB Station&Service AG mit dem Schreiben vom 20.08.2021 beauftragt.

## 2. Grundlagen

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

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

### 2.1 Schall

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

#### 2.1.1 AVV Baulärm

Die AVV Baulärm gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Nach der AVV Baulärm werden folgende Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft festgesetzt:

„...“

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

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



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

<b>Tabelle 1: Zeitkorrekturen nach 6.7.1 AVV Baulärm</b>		
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 Schallleistungs-Wirkpegel von den berechneten Schallimmissionen (sog. Wirkpegel) abgezogen werden.

Bei den Schallleistungs-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 Impulzzuschlag 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 jedoch 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 AVV Baulärm [2] Nr. 6.6) werden durch Schallausbreitungsberechnung dargestellt. Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 [3] mit der Software IMMI [4].

### 2.1.2 Vorbelastung

Entsprechend Ziffer 4.1 der AVV Baulärm 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 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 Abs. 2 Satz 2 VwVfG gehen nur von solchen baustellenbedingten Geräuschimmissionen aus, die dem Einwirkungsbereich mit Rücksicht auf dessen durch die Gebietsart und die konkreten tatsächlichen Verhältnisse bestimmte Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit nicht mehr zugemutet werden können. Für die Gebietsart ist dabei von der bebauungsrechtlich geprägten Situation der betroffenen Grundstücke (im Einwirkungsbereich) auszugehen, für die tatsächlichen Verhältnisse spielen insbesondere Geräuschvorbelastungen eine wesentliche Rolle...“

Eine vorhandene Vorbelastung „im natürlichen Wortsinn“ kann dementsprechend die Zumutbarkeitsschwelle 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 [15] 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 (in o. g. Urteil der Straßenverkehr) ohne eine Minderung der Gebrauchsfähigkeit der Wohnungen ausgelegt sind sowie diese Lärmimmissionen nur temporär über eine begrenzte Zeitdauer einwirken werden.

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

Eine Lärmvorbelastung ist im Untersuchungsbereich insbesondere durch den Verkehrslärm der Bahnlinie 1902 gegeben. Im Einflussbereich dieses Verkehrsweges ist nicht zu erwarten, dass die Geräuschvorbelastung an der nächstgelegenen Bebauung zur Baumaßnahme oberhalb der baubedingten Schallimmissionen liegt. Es ist demnach keine relevante Vorbelastung vorhanden, daher wird eine Berücksichtigung bei der Beurteilung nicht weiterverfolgt.

### 2.1.3 Grundrechtliche Zumutbarkeitsschwelle

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

## 2.2 Erschütterungen

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  $v_i$ .

### 2.2.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungsimmersionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2 [20]. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

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

Die Beurteilung erfolgt dabei anhand folgender zwei Beurteilungsgrößen:

- maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$   
Die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke  $KB_f(t)$ , der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt und der zu untersuchenden Ursache zuzuordnen ist.
- Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$   
Die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$  berücksichtigt die Dauer und die Häufigkeit des Auftretens von Erschütterungen. Hinsichtlich der Dauer der Erschütterungsereignisse werden jeweils 30-s-Takte (Taktmaximalwertverfahren) gebildet.

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

- Ist  $KB_{Fmax}$  kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert  $A_u$ , dann sind die Anforderungen der Norm eingehalten.
- Ist der  $KB_{Fmax}$  größer als der (obere) Anhaltswert  $A_o$ , dann sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.
- Ist  $KB_{Fmax}$  größer als der untere Anhaltswert  $A_u$  und kleiner als der obere Anhaltswert  $A_o$ , gilt die Anforderung der Norm als eingehalten, wenn der  $KB_{FTr}$  kleiner als der Anhaltswert  $A_r$  ist. Ist der  $KB_{FTr}$  größer als der Anhaltswert  $A_r$ , gilt die Anforderung der Norm als nicht eingehalten.

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

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch baubedingte Erschütterungen wird in Kapitel 6.5.4 der DIN 4150-2 [20] 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 [20] gebietsunabhängig zu bewerten.

<b>Tabelle 2:</b> Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2									
<b>Dauer</b>	<b>D ≤ 1 Tage</b>			<b>6 Tage &lt; D ≤ 26 Tage</b>			<b>26 Tage &lt; D &lt; 78 Tage</b>		
<b>Spalte</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anhaltswerte</b>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub> *)	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub> *)	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub> *)	A <sub>r</sub>
<b>Stufe I</b>	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
<b>Stufe II</b>	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
<b>Stufe III</b>	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6

\*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A<sub>o</sub> = 6

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

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

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

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

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

### 2.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150, Teil 3 [21]. 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
- Verminderung der Tragfähigkeit von Decken und anderen Bauteilen

Bei Wohngebäuden, in ihrer Nutzung gleichartigen Bauten oder besonders erschütterungsempfindlichen Gebäuden nach Tabelle 1, 4 oder B.1, jeweils Zeilen 2 und 3 der DIN 4150, Teil 3 [21] ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.

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

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

### Beurteilungsverfahren

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

Werden beispielsweise Verbauträger gerammt, Bauwerke abgebrochen, Flächen verdichtet etc., ist vom Belastungsfall durch Dauererschütterungen auszugehen. Bei der Beurteilung nach der DIN 4150-3 [21] werden folglich die messtechnisch erfassten maximalen Schwinggeschwindigkeiten  $v_{\max}$  mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

### Anhaltswerte zur Beurteilung

Einwirkungen auf bauliche Anlagen werden mittels der unbewerteten Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  bewertet. In Abhängigkeit von der Gebäudeart erfolgt die Beurteilung nach unterschiedlich hohen Anhaltswerten. Die Zuordnung der Gebäude erfolgt grundsätzlich durch Inaugenscheinnahme. Die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150-3 [21] für die Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen werden in nachfolgender Tabelle dargestellt.

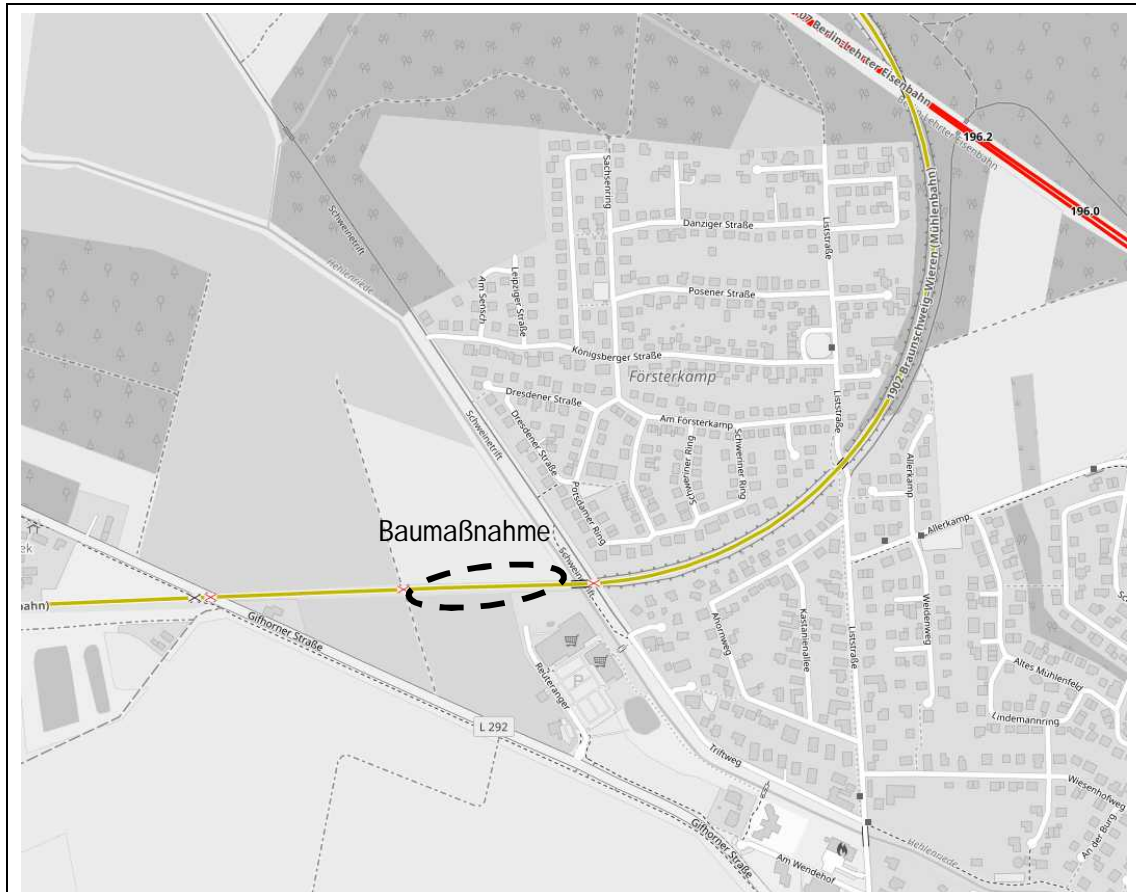
<b>Tabelle 4: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen</b>			
<b>Zeile</b>	<b>Gebäudeart</b>	<b>Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit <math>v_i</math> in mm/s</b>	
		<b>oberste Gebäude- decke, horizontal</b>	<b>vertikale Decken- schwingungen</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

Werden die Anhaltswerte eingehalten oder unterschritten, ist davon auszugehen, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG [1] vorliegen.

### 3. Örtliche Gegebenheiten

Die Maßnahme ist bei ca. Bahn-km 28,9 der Bahnstrecke 1902 Braunschweig – Gifhorn (siehe nachfolgende Abbildung 1) im nordwestlichen Bereich von Isenbüttel vorgesehen.



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

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



Bestehende Festsetzungen wurden aus vorhandenen rechtskräftigen Bebauungsplänen [11] 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 [11] abgeglichen.

Demzufolge sind im Umfeld der Baumaßnahme folgende schutzbedürftige Nutzungen vorhanden:

- Im unmittelbaren Umfeld der Baumaßnahme befinden sich südlich der Bahnlinie zunächst gewerbliche Bauflächen (G) bzw. Gewerbegebiete (GE) sowie Sondergebiete (SO), die nach Nr. 3.1.1. b) der AVV Baulärm einzustufen sind.
- Darüber hinaus sind östlich der Baumaßnahme ab einer Entfernung von über 60 m große Wohnbauflächen (W) bzw. allgemeine Wohngebiete (WA) vorhanden, die nach Nr. 3.1.1. d) der AVV Baulärm zu betrachten sind.
- Zudem folgt ab einer Entfernung von über 400 m in östlicher Richtung auch ein reines Wohngebiet (WR), das nach Nr. 3.1.1. e) der AVV Baulärm einzustufen ist.
- Im Weiteren folgen gemischte Bauflächen (M) bzw. Dorfgebiete (MD) und Mischgebiete (MI), die nach Nr. 3.1.1. c) der AVV Baulärm zu behandeln sind.

## 4. Baubetriebsablauf

### 4.1 Baudurchführung

Auf Basis des Bauablaufplans [6] stellt sich die Untergliederung in schalltechnisch relevante Bauphasen aufgrund der zeitlichen Abfolge der Arbeiten wie folgt dar:

#### **Bauphase 0.1 – Vorbereitende Maßnahmen** (Dauer ca. 16 Tage):

- Rückschnitt Vegetation
- Baufeldfreimachung
- Baustelleneinrichtung

#### **Bauphase 1 – Bahnsteigneubau einschließlich Spundwand** (Dauer ca. 24 Tage):

- Einbringen Spundwand
- Herstellen Kopfbalken inkl. Aushärtezeit
- Neubau Bahnsteigkante (L = 115 m)
- Hinterfüllung Bahnsteigkante
- Herstellung Böschung, Auffüllung
- Herstellung Kabeltiefbau
- Herstellung Entwässerungsanlagen
- Herstellung Schottertragschicht
- Aufbau Beleuchtungsmaste
- Pflasterarbeiten
- Fertigstellung Bahnsteigbelag

#### **Bauphase 2 – Herstellung Zuwegung** (Dauer ca. 16 Tage):

- Herstellung Treppen
- Herstellung Rampe

**Bauphase 3-4 – Restarbeiten** (Dauer ca. 47 Tage):

- Montage Geländer
- Ausstattung / Beschilderung
- 50-Hz-Anlagen
- TK-Anlagen
- BE-Fläche räumen

**4.2 Bauzeiten**

Die Arbeiten finden ausschließlich im Zeitraum Tag (7:00 bis 20:00 Uhr) statt. Arbeiten im Zeitraum Nacht (20:00 bis 7:00 Uhr) sind nicht vorgesehen.

**4.3 Maschineneinsatz**

Es werden zur Durchführung der Bautätigkeiten u. a. folgende Maschinen in Ansatz gebracht:

- (Zweiwege-)Bagger
- LKW
- Betonmischer/-pumpe/-rüttler
- Plattenrüttler
- Ramme
- Mobilkran
- Kettensäge
- Trennschleifer

## 5. Schallschutz

### 5.1 Schallemissionen

Ausgehend von den Bautätigkeiten der Maßnahmen in den einzelnen Bauphasen (siehe Kap. 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], [13]). 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 [3] modelliert.

Für die betroffene Nachbarschaft ergeben sich aus der jeweils vom Fortschritt der Baumaßnahmen 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 den Anlagen 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 Schallimmissionen

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

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

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 3 dokumentiert.

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

In folgender Tabelle sind die Berechnungsergebnisse für den Beurteilungszeitraum Tag (7:00 – 20:00 Uhr) bei Annahme einer durchschnittlichen tageszeitlichen Bautätigkeit von über 8 Stunden für ausgewählte Immissionsorte zusammengefasst. Im Beurteilungszeitraum Nacht (20:00 – 7:00 Uhr) finden keine Bautätigkeiten statt.

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

<b>Tabelle 5:</b> Beurteilungspegel an ausgewählten Immissionsorten in der Nachbarschaft			
<b>BP</b>	<b>Durchschnittliche Betriebsdauer tags über 8 h [dB(A)]</b>		
	<b>Potsdamer Ring 25</b> <b>IRW = 55 dB(A)</b> <b>(nach 3.1.1. d) [2])</b>	<b>Triftweg 20</b> <b>IRW = 55 dB(A)</b> <b>(nach 3.1.1. d) [2])</b>	<b>Gifhorner Str. 4</b> <b>IRW = 60 dB(A)</b> <b>(nach 3.1.1. c) [2])</b>
	Tag	Tag	Tag
<b>0.1</b>	49	45	37
<b>1</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	52
<b>2</b>	55	51	43
<b>3-4</b>	51	47	39

**Fett:** Überschreitung des Immissionsrichtwerts; IRW = Immissionsrichtwert, BP = Bauphase

Die Berechnungsergebnisse für die Tagzeit zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle in der Bauphase 1 rechnerisch um bis zu ca. 9 dB(A) überschritten werden können. In den weiteren Bauphasen können die Immissionsrichtwerte eingehalten werden.

In der Nachtzeit finden keine Arbeiten statt.

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

In der nachfolgenden Tabelle ist in Abhängigkeit von der jeweiligen Bauphase und der Schutzbedürftigkeit der Nachbarschaft die prognostizierte Anzahl der Gebäude mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm dargestellt. Zusätzlich ist informativ die Anzahl der Gebäude mit Beurteilungspegeln oberhalb von 70 dB(A) am Tag angegeben.

<b>Tabelle 6:</b> Prognostizierte Anzahl von Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm					
<b>Bau- phase</b>	<b>Gebiete nach AVV Baulärm Nr. 3.1.1.</b>			<b>Gesamt</b>	<b>davon ≥ 70 dB(A)</b>
	<b>c) Tag</b>	<b>d) Tag</b>	<b>e) Tag</b>		
<b>0.1</b>	--	--	--	--	--
<b>1</b>	--	ca. 40	--	ca. 40	--
<b>2</b>	--	--	--	--	--
<b>3-4</b>	--	--	--	--	--

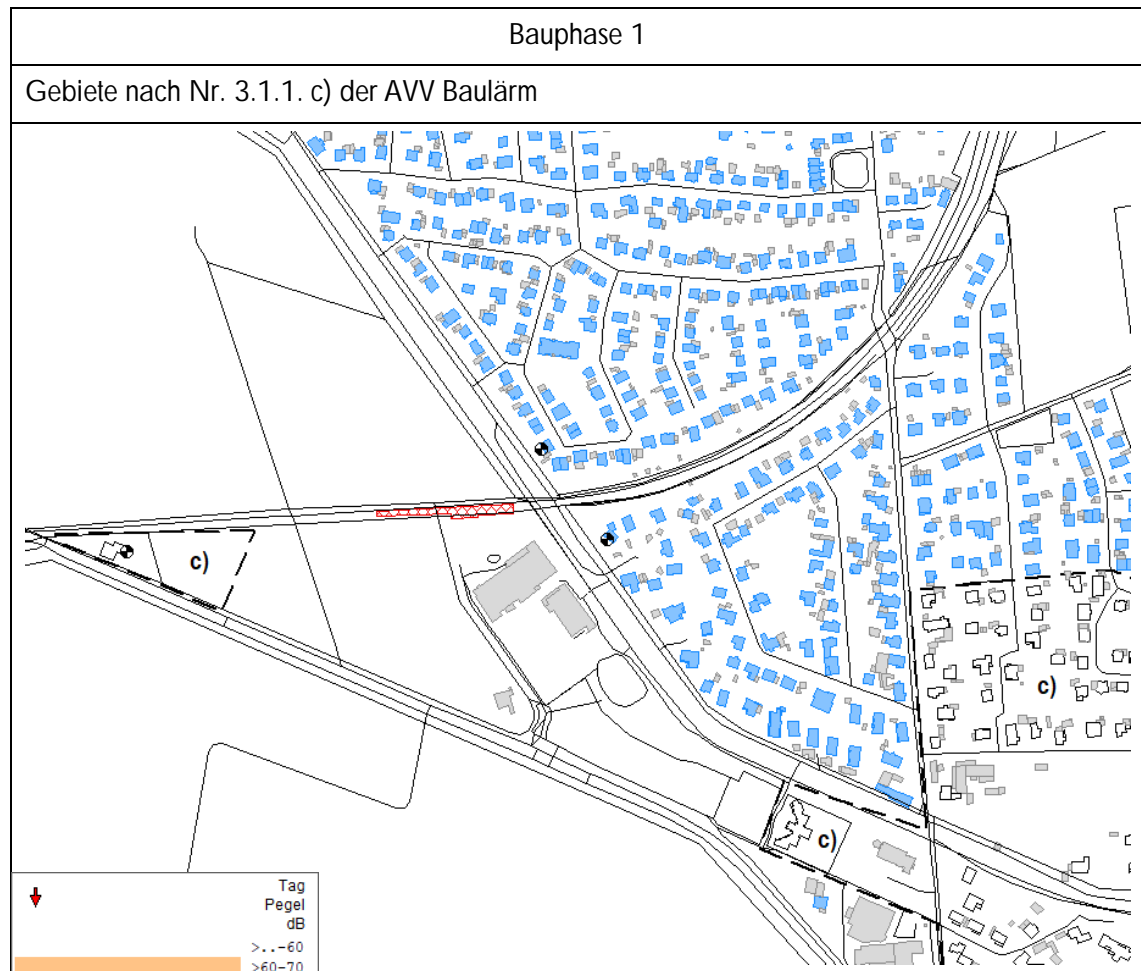
Demzufolge sind am Tag in der Bauphase 1 an bis zu ca. 40 Gebäuden im Umfeld der Baumaßnahme Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zu erwarten.

Die Überschreitungen treten nicht während der gesamten Bauzeit auf, sondern v.a. für die Dauer von geräuschintensiven Bautätigkeiten (Rammarbeiten), die nur an ca. 3 Tagen stattfinden werden.

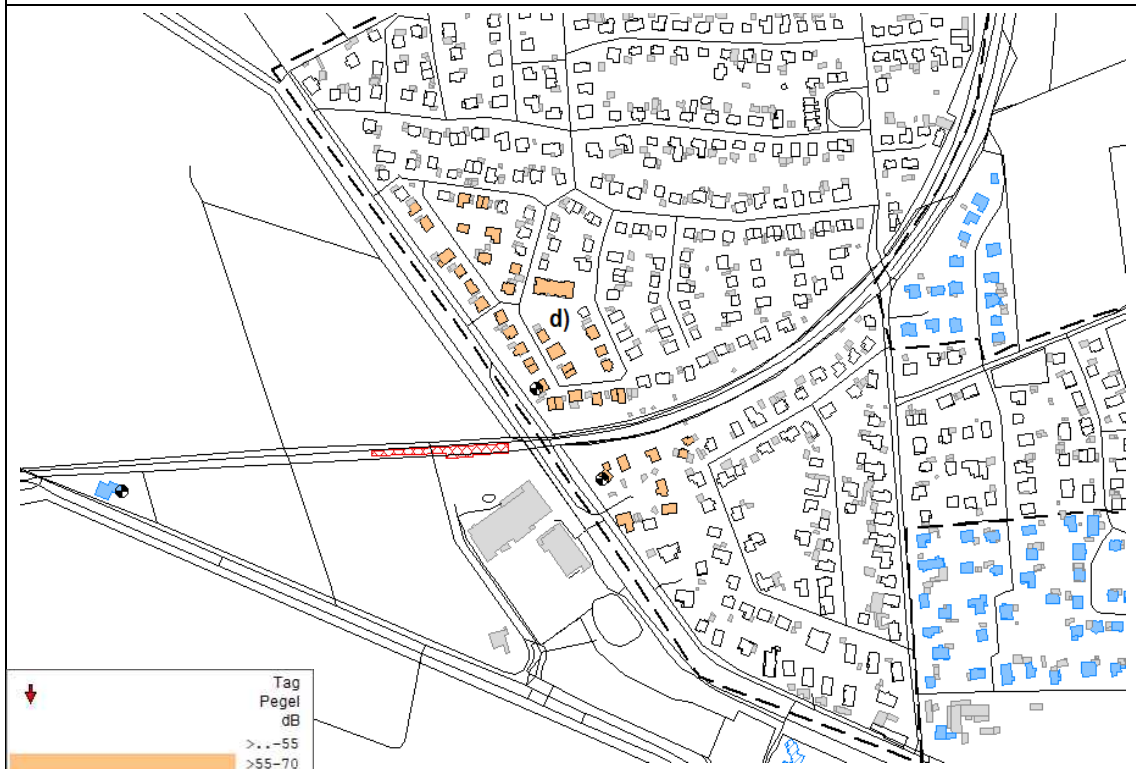
Eine Überschreitung der „grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle“ ab 70 dB(A) am Tag ist für keine der Bauphasen zu erwarten.

In den folgenden Abbildungen sind für die schalltechnisch ungünstigste Bauphase (Bauphase 1) jeweils die Bereiche der von erheblichen Baulärmbelastigungen betroffenen Nachbarschaft dargestellt.

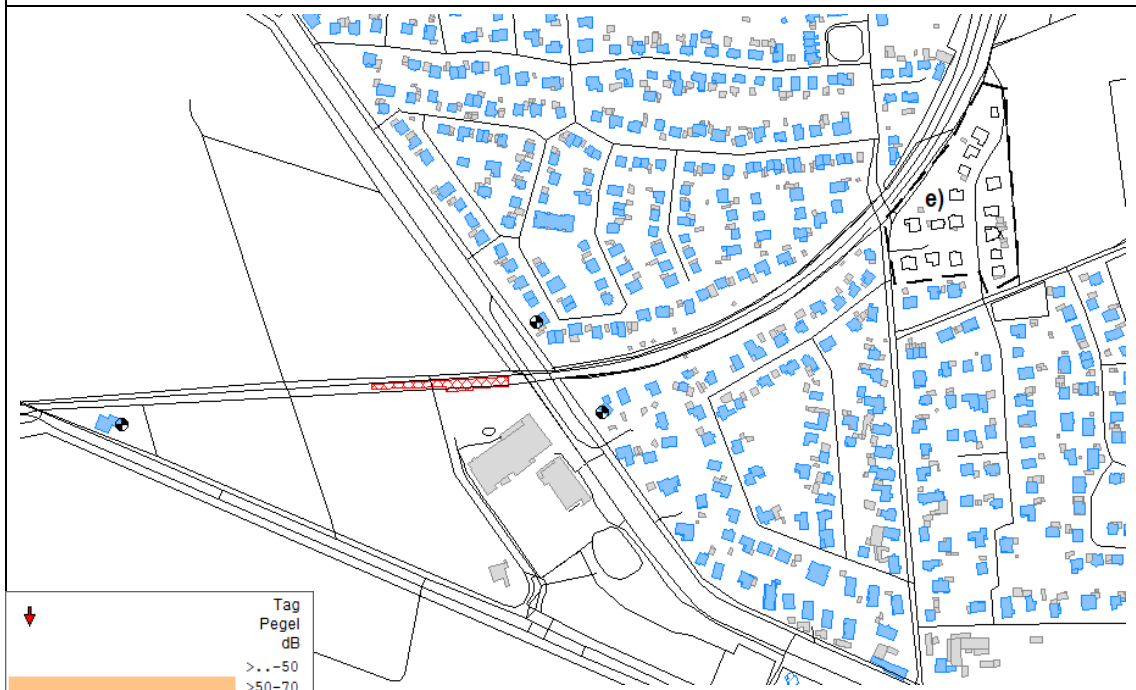
Die Gebäude, an denen während des Baubetriebs Überschreitungen des entsprechend der Gebietsnutzung maßgeblichen Immissionsrichtwertes zu erwarten sind, wurden farbig (**orange**) gekennzeichnet.



## Gebiete nach Nr. 3.1.1. d) der AVV Baulärm



## Gebiete nach Nr. 3.1.1. e) der AVV Baulärm



**Abbildung 2:** Prognostizierte Anwesen in der Nachbarschaft mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm am Tag in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung



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

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

### 5.3 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms

#### 5.3.1 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 ortsgebunden, d. h. an einem festen Standort, eingesetzt werden können und auf der gesamten Baufläche agieren.

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

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 Gebäude mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte 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 und lückenlos an der maßgeblichen Geräuschquelle zu positionieren, um eine hohe Wirksamkeit zu erzielen. Zudem ist eine ausreichende Überstandslänge zum Arbeitsgerät (mindestens jeweils ca. 20 m) zu beachten.

Der Einsatz von mobilen Schallschutzwänden erscheint insbesondere im Hinblick auf die technische Machbarkeit infolge der örtlichen Gegebenheiten (Damm- und Bachlauf, Gleisanlagen) sowie aufgrund der notwendigen Zuwegung zur Baustelle nur eingeschränkt möglich, sodass hieraus keine relevante Wirksamkeit zu erwarten ist.

### 5.3.2 Maßnahmen an den Baumaschinen

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

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

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

### 5.3.3 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 sind 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 geplanten Maßnahmen 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 [18] bzw. der Richtlinien 2000/14/EG [16] und 2005/88/EG [17] entsprechen.

Als besonders lärmintensiv sind im vorliegenden Fall u. a. die Rammarbeiten zum Einbringen der Spundwand anzusehen. Zur Reduzierung der baubedingten Schallimmissionen besteht die Möglichkeit vor dem Einrammen der Spundwand den Untergrund vorzubohren, so dass die Dauer und die Intensität der Rammarbeiten reduziert werden können. Sofern vollständig auf Rammarbeiten verzichtet werden kann und alternativ das Bohrverfahren o.ä. zum Einsatz kommt, könnte eine Reduzierung der Schallimmissionen um ca. 5 dB(A) erzielt werden. In der weiteren Planung ist dementsprechend zu prüfen, ob anstelle der Rammarbeiten ein alternatives Verfahren zum Einbringen der Verbauten eingesetzt werden kann.

Zudem können auch beim Verdichten im Rahmen der Pflasterarbeiten relevante Schallimmissionen auftreten. Zur Reduzierung wäre der Einsatz einer Rüttelunterlage für den Plattenrüttler zu prüfen.

#### 5.3.4 Beschränkung der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer

Bezüglich der Dauer und Zeiträume des Baubetriebs liegen detaillierte Angaben vor [6]. Die sich daraus ergebenden Betrachtungen und Berechnungen beziehen sich daher auf einen uneingeschränkten Betrieb am Tag (7:00 – 20:00 Uhr). Insofern wurde hier bisher keine Zeitkorrektur der Wirkpegel vorgenommen. In der Nacht (20:00 – 7:00 Uhr) sind keine Arbeiten vorgesehen.

Sofern die Bautätigkeiten tags auf durchschnittlich 8 Stunden beschränkt werden, kann dies gemäß den Vorgaben der AVV Baulärm mit einer Zeitkorrektur von 5dB(A) in der Prognose berücksichtigt werden (s. a. Kap. 2.1).

Eine Betriebsdauerbeschränkung wäre demzufolge eine probate Möglichkeit, um die Lärmbelastung und damit die Anzahl an Gebäuden mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zu reduzieren.

Die Beschränkung der Betriebsdauer würde jedoch dazu führen, dass die Bauzeit gegenüber dem vorliegenden Baukonzept erhöht wird. Eine vollständige Lösung der potenziellen Betroffenheiten ist damit zudem nicht möglich. Daher ist im vorliegenden Fall eine Einschränkung aus baubetrieblichen Gründen und im Hinblick auf eine Verhältnismäßigkeit nicht praktikabel.

### 5.4 Diskussion von Maßnahmen zur Konfliktbewältigung

#### 5.4.1 Organisatorische Maßnahmen

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

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

#### 5.4.2 Information der betroffenen Anwohner

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

- 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.);

#### 5.4.3 Überwachung des Baulärms

Bei den angegebenen Beurteilungspegeln handelt es sich um Prognosewerte bei einem angenommenen Vollbetrieb, die einen Anhalt für das Vorliegen von erheblichen Umwelteinwirkungen durch Baulärm geben sollen. Durch eine stichprobenhafte oder 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 Minimum begrenzt werden.

#### 5.4.4 Entschädigung betroffener Anwohner

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

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 weitestgehend eingeschränkt werden kann.

## 5.5 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 von 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 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 der spezifischen Dauer, Art und Intensität der Arbeiten sowie auch 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. Im Bereich der Baumaßnahme ist jedoch keine relevante Geräuschvorbelastung gegeben, die oberhalb der baubedingten Schallimmissionen liegt.

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

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren  
Durch das beauftragte Bauunternehmen sind ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einzusetzen, die hinsichtlich ihrer Schallemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe 32. BImSchV [18]).
- Baustellen sind zur vollständigen Erfüllung des Vermeidungs- und Minimierungsgebots zu planen, einzurichten und zu betreiben.

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

- Umfassende Information der betroffenen Anwohner über Art und Umfang der Bautätigkeiten.
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen.
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können.
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.
- Vermeidung von Leerfahrten und Abschaltung von Motoren zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).

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

## 6. Erschütterungsschutz

### 6.1 Geologie

Die geologische Situation bzw. der Baugrundaufbau im Bereich des Bauvorhabens kann der Baugrunderkundung, Baugrundbeurteilung und geotechnischen Beratung der GGU mbH [23] entnommen werden.

„Hier stehen bis in eine Tiefe von 2,00 bzw. 2,30 m Auffüllungen aus schwach schluffigen, schwach kiesigen Sanden mit Fremdbestandteilen (Ziegel- und Betonreste) an. (...)“

Der Bahndamm (KRB 4) besteht aus aufgefüllten z.T. schwach schluffigen Sanden die am Top Schotter und Kiese enthalten (...)“

Der gewachsene Boden besteht im Untersuchungsgebiet aus meist schwach schluffigen Sanden (...) Lediglich oberflächennah sind die gewachsenen Sande aufgelockert. (...)“

In der KRB 1 und KRB 5 wurde ab 6,40 bzw. 5,60 m Tiefe Geschiebelehm mit steifer bis halbfester Konsistenz erbohrt.“

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

### 6.2 Untersuchungen

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

### 6.3 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 [22]:

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

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.

### 6.3.1 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 den Angaben zum geplanten Baubetriebsablauf entnommen werden.

### 6.3.2 Transmission

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

Entsprechend der DIN 4150-1 [19] wird die Abnahme der Amplitude der Schwinggeschwindigkeit  $v$  näherungsweise durch folgende Gleichung beschrieben:

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

mit:

- $v$  die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s;
- $v_1$  die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s in der Entfernung  $R_1$ ;
- $R_1$  der Bezugsabstand, in m;
- $R$  die Entfernung von der Quelle, in m;
- $n$  der Exponent, der von Wellenart, Quellengeometrie und Art der Schwingung abhängt;
- $\alpha$  der Abklingkoeffizient, in  $m^{-1}$ ,  $\alpha \approx 2 \pi D_B / \lambda$
- $D_B$  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.



### 6.3.3 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. 4.1) durch Verdichtungs- sowie Rammarbeiten erwartet werden. Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben zu den erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben (u. a. [12]) herangezogen.

#### Verdichtungsarbeiten

Die Verdichtungsarbeiten sind im Tageszeitraum vorgesehen. Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz eines Plattenrüttlers ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise geringen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsmissionen werden die Arbeiten als vergleichsweise unkritisch betrachtet.

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

#### Rammarbeiten

Die Rammarbeiten sind im Tageszeitraum vorgesehen. Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz einer Ramme zum Herstellen der Spundwand ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise hohen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsmissionen werden die Rammarbeiten als vergleichsweise nicht unkritisch betrachtet.

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch Rammarbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Korridor von ca. 40 m zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

### 6.4 Bewertung

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

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

Entsprechend der Baugrunderkundung, Baugrundbeurteilung und geotechnischen Beratung [23] ist die in Kapitel 6.1 dargelegte geologische Situation im Umfeld der Baumaßnahme an der Vst Isenbüttel zu erwarten. Die geologischen Untergrundverhältnisse sind demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht besonders kritisch zu bewerten.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren können durch die baubedingten Erschütterungen Überschreitungen der Anhaltswerte für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150 [20]) bei Gebäuden mit Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen mit geringerem Abstand als 40 m gegeben sein.

Der Abstand zwischen den jeweiligen Erregerquellen an der Baumaßnahme bzw. der schutzbedürftigen Bebauung beträgt an keinem Gebäude weniger als 60 m.

Demzufolge werden keine relevanten baubedingten Erschütterungsimmissionen auftreten. Auch etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 sind aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten.

Infolgedessen ist bei baubedingten Erschütterungen kein Schutzmaßnahmenkonzept notwendig.

## 7. Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden die baubedingten Schall- und Erschütterungsimmissionen durch die Baumaßnahme zum Neubau der Vst Isenbüttel für die schutzbedürftige Nachbarschaft ermittelt und bewertet.

Die Untersuchungen zu den baubedingten Schallimmissionen kommen zu dem Ergebnis, dass basierend auf den zur Verfügung gestellten Angaben prognostizierte Beurteilungspegel oberhalb der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm gegeben sind.

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

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen  
Durch das beauftragte Bauunternehmen sind ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einzusetzen, die hinsichtlich ihrer Schallemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe 32. BImSchV)
- Baustellen sind zur vollständigen Erfüllung des Vermeidungs- und Minimierungsgebots zu planen, einzurichten und zu betreiben.

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

- Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb.
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen.
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können.
- Umfangreiche Instruktion der Arbeiter und insbesondere der Maschinenführer auf der Baustelle.
- Vermeidung von Leerfahrten und Abschaltung von Motoren zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).

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

Darüber hinaus können erschütterungsrelevante Bautätigkeiten im vorliegenden Fall entsprechend dem Bauablauf durch Ramm- sowie Verdichtungsarbeiten erwartet werden.

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 Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen mit geringerem Abstand als 40 m nicht auszuschließen.

Der Abstand zwischen den jeweiligen Erregerquellen an der Baumaßnahme bzw. der schutzbedürftigen Bebauung beträgt an keinem Gebäude weniger als 60 m.

Demzufolge werden keine relevanten baubedingten Erschütterungsimmissionen auftreten. Auch etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 sind aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten.

Infolgedessen ist bei baubedingten Erschütterungen kein Schutzmaßnahmenkonzept notwendig.

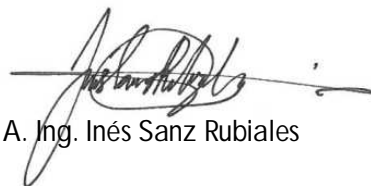
Dieser Untersuchungsbericht umfasst 37 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung der Untersuchung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Bamberg, den 30.03.2023

Möhler + Partner  
Ingenieure AG



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



i. A. Ing. Inés Sanz Rubiales

## 8. Anlagen

Anlage 1: Dokumentation der Eingabedaten

Anlage 2: Darstellung der Emissionsansätze

Anlage 3: Darstellung der Berechnungsergebnisse

## Anlage 1: Dokumentation der Eingabedaten

## Allgemeines:

Arbeitsbereich				
Koordinatensystem:	UTM (Streifenbreite 6°), nördliche Hemisphäre			
Koordinatendatum:	ETRS89 (Europa), geozentrisch, GRS80			
Meridianstreifen:	0			
	von ...	bis ...	Ausdehnung	Fläche
x /m	588620,00	613190,00	24570,00	156.02 km²
y /m	5807660,00	5814010,00	6350,00	
z /m	-10,00	70,00	80,00	
Geländehöhen in den Eckpunkten				
xmin / ymax (z4)	0,00	xmax / ymax (z3)	0,00	
xmin / ymin (z1)	0,00	xmax / ymin (z2)	0,00	

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

Teilstück-Kontrolle				
Teilstück-Kontrolle nach Schall 03:	Ja	Ja		
Teilstück-Kontrolle auch für andere Regelwerke:	Nein	Nein		
Beschleunigte Iteration (Näherung):	Nein	Nein		
Geforderte Genauigkeit /dB:	0,1	0,1		
Zwischenergebnisse anzeigen:	Nein	Nein		

Parameter der Bibliothek: ISO 9613	"Referenzeinstellung"	
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	

## Schallquellen:

Flächen-SQ /ISO 9613 (1)									BP 0.1
FLQi001	Bezeichnung	FIQ_BP1	Wirkradius /m						5000,00
	Gruppe	007_FLQ_BP 0.1	D0						0,00
	Knotenzahl	9	Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	305,71	Emission ist	Schallleistungspegel (Lw)					
	Länge /m (2D)	305,35	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
	Fläche /m²	1200,20		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
			Tag	100,00	-	-	100,00	69,21	
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00		
Flächen-SQ /ISO 9613 (1)									BP 1
FLQi005	Bezeichnung	FIQ_BP2	Wirkradius /m						5000,00
	Gruppe	007_FLQ_BP 1	D0						0,00
	Knotenzahl	9	Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	305,71	Emission ist	Schallleistungspegel (Lw)					
	Länge /m (2D)	305,35	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
	Fläche /m²	1200,20		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
			Tag	115,00	-	-	115,00	84,21	
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00		
Flächen-SQ /ISO 9613 (1)									BP 2
FLQi003	Bezeichnung	FIQ_BP3	Wirkradius /m						5000,00
	Gruppe	007_FLQ_BP 2	D0						0,00
	Knotenzahl	9	Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	305,71	Emission ist	Schallleistungspegel (Lw)					
	Länge /m (2D)	305,35	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
	Fläche /m²	1200,20		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
			Tag	106,00	-	-	106,00	75,21	
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00		
Flächen-SQ /ISO 9613 (1)									BP 3-4
FLQi002	Bezeichnung	FIQ_BP4	Wirkradius /m						5000,00
	Gruppe	007_FLQ_BP 3-4	D0						0,00
	Knotenzahl	9	Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	305,71	Emission ist	Schallleistungspegel (Lw)					
	Länge /m (2D)	305,35	Emi.Variante	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
	Fläche /m²	1200,20		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
			Tag	102,00	-	-	102,00	71,21	
			Nacht	-99,00	-	-	-99,00		

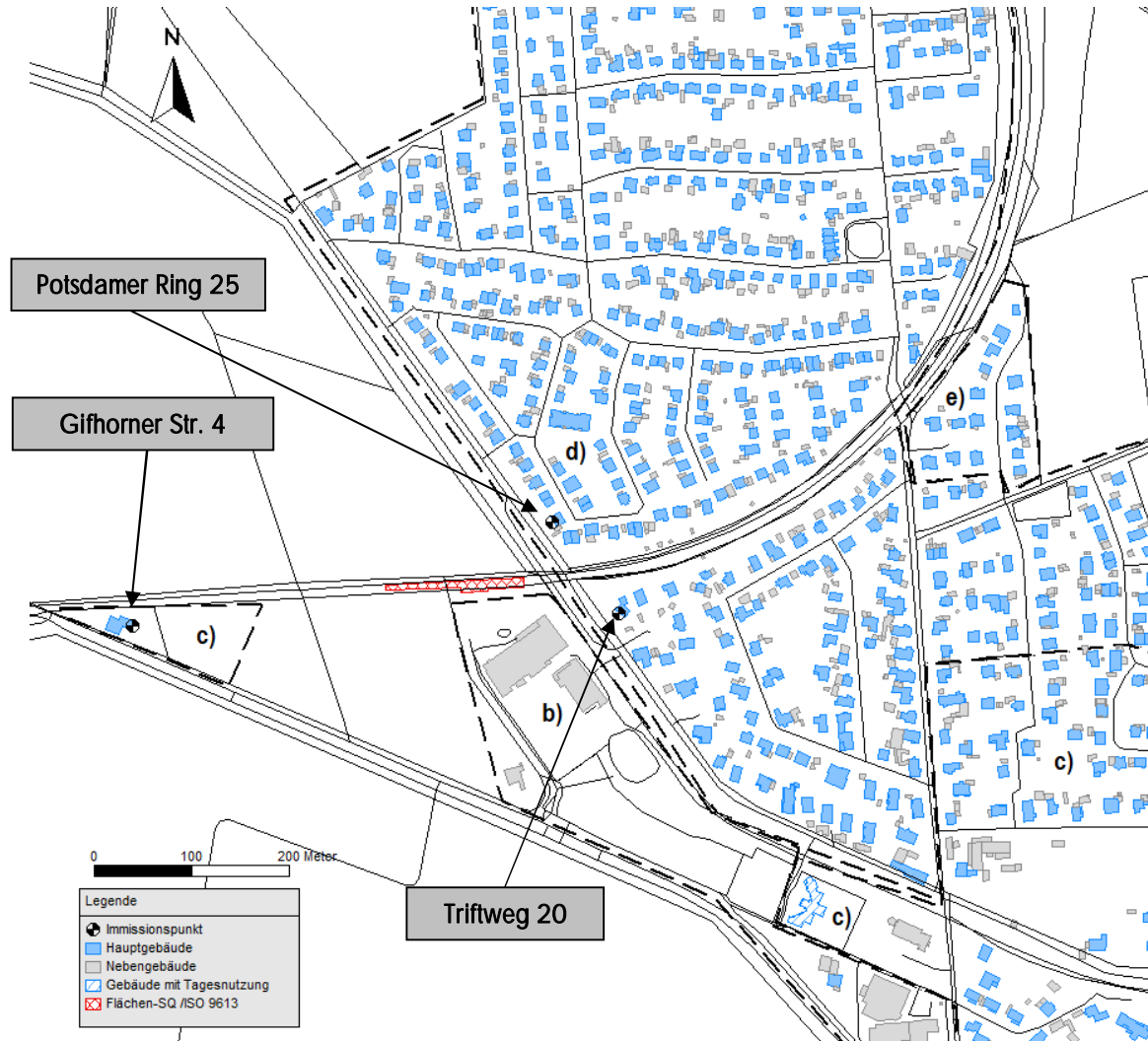
## Anlage 2: Darstellung der Emissionsansätze

Baulärm Emissionen												
Bauphase bzw. Bautätigkeit	Durchzuführende Arbeiten	Maschinenbetrieb	Dauerpegel	Spitzenpegel	Impulsschlag	Tonhaltigkeitsschlag	Auslastung	Wirkpegel Arbeitsvorgang	Wirkpegel Bauphase (zusammengefasst im Beurteilungszeitraum)			
			$L_{W\text{Dauer}}$ [dB]	$L_{W\text{Anmax}}$ [dB]	$K_1$ [dB]	$K_T$ [dB]	Tag [%]	Tag [dB]	Nacht [dB]			
<b>Bauphase 0.1</b> Vorbereitende Maßnahmen (ca. 16 Tage)	Rückschnitt Vegetation Baufeldfreimachung Baustelleneinrichtung	Minibagger 3,3t mit Tieföffel	95	104	3	0	25	92	100			
		LKW	98	98	0	0	50	95				
		Zweibegebagger	100	100	0	0	25	94				
		Kettensäge	105	111	3	0	5	95				
<b>Bauphase 1</b> Bahnsteigneubau einschließlich Spundwand (ca. 24 Tage)	Einbringen Spundwand Herstellen Kopfbalken inkl. Aushärtezeit Neubau Bahnsteigkante (L = 115 m) Hinterfüllung Bahnsteigkante Herstellung Böschung, Auffüllung Herstellung Kabeltiefbau Herstellung Entwässerungsanlagen Herstellung Schottertragschicht Aufbau Beleuchtungsmaße Pflasterarbeiten Fertigstellung Bahnsteigbelag	Radlader	100	110	5	0	20	98	115			
		LKW	98	98	0	0	50	95				
		Bagger mit Tieföffel	101	107	3	0	25	97				
		Zweibegebagger	100	100	0	0	25	94				
		Vibrationsramme (Hydraulik-Ramme)	126	129	1	0	5	114				
		Mobilkran	104	118	3	0	10	98				
		Plattentrüttler	104	111	5	0	15	101				
		Transportbetonmischer	101	101	2	0	10	92				
		Betonpumpe	104	119	3	0	10	97				
		Flaschenrüttler (Innenrüttler)	107	107	3	3	5	99				
		Trennschleifscheibe	117	119	2	0	5	105				
<b>Bauphase 2</b> Herstellung Zuwegung (ca. 16 Tage)	Herstellung Treppen Herstellung Rampe	Radlader	100	110	5	0	20	98	106			
		LKW	98	98	0	0	50	95				
		Bagger mit Tieföffel	101	107	3	0	25	97				
		Zweibegebagger	100	100	0	0	25	94				
		Plattentrüttler	104	111	5	0	10	99				
<b>Bauphasen 3-4</b> Restarbeiten (ca. 47 Tage)	Montage Geländer Ausstattung / Beschilderung 50-Hz-Anlagen TK-Anlagen BE-Fläche räumen	Radlader	100	110	5	0	20	98	102			
		LKW	98	98	0	0	50	95				
		Bagger mit Tieföffel	101	114	3	0	25	97				
		Zweibegebagger	100	100	0	0	25	94				



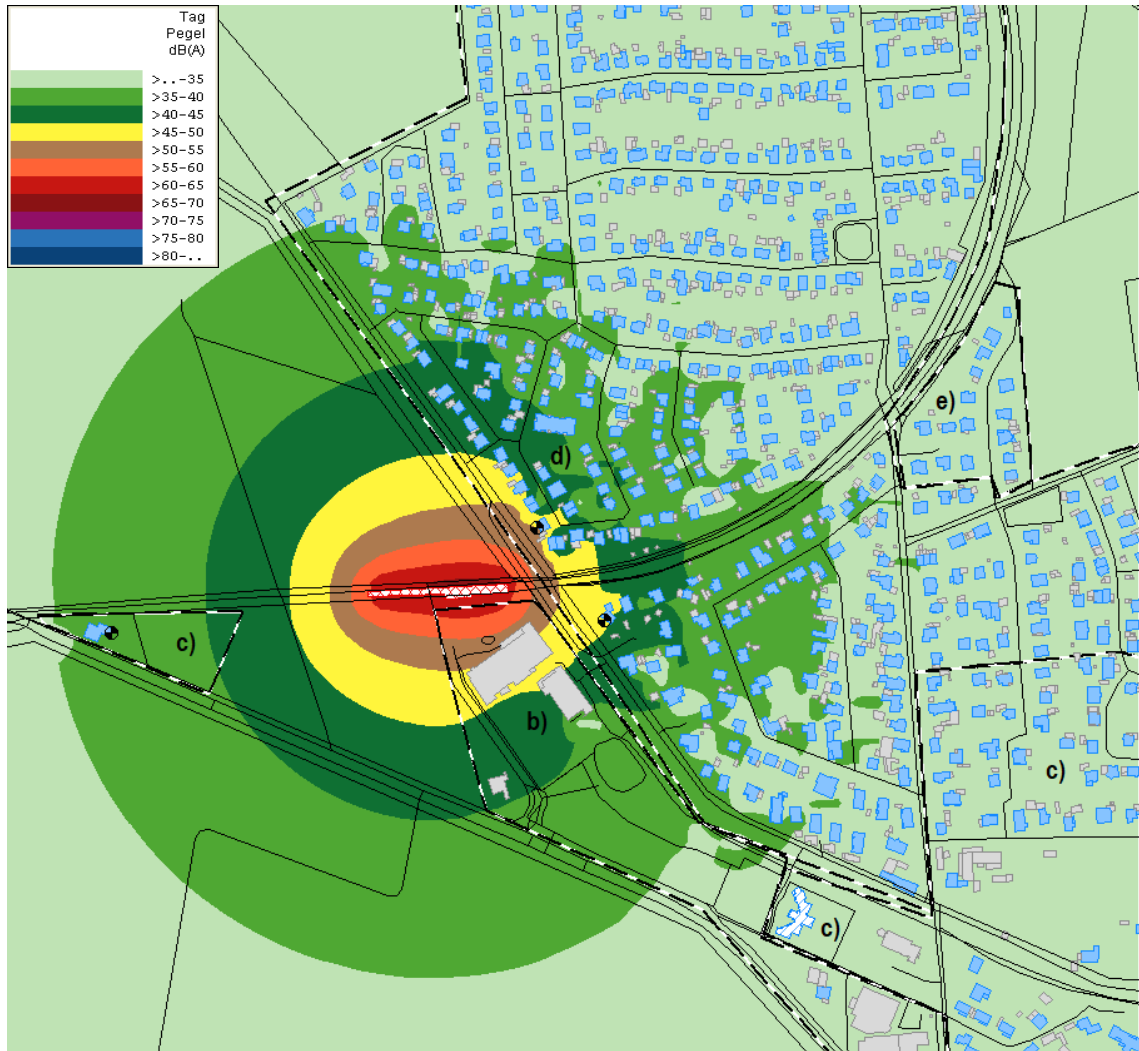
## Anlage 3: Darstellung der Berechnungsergebnisse

Darstellung der ausgewählten Immissionspunkte:



Bauphase 0.1 (tags):

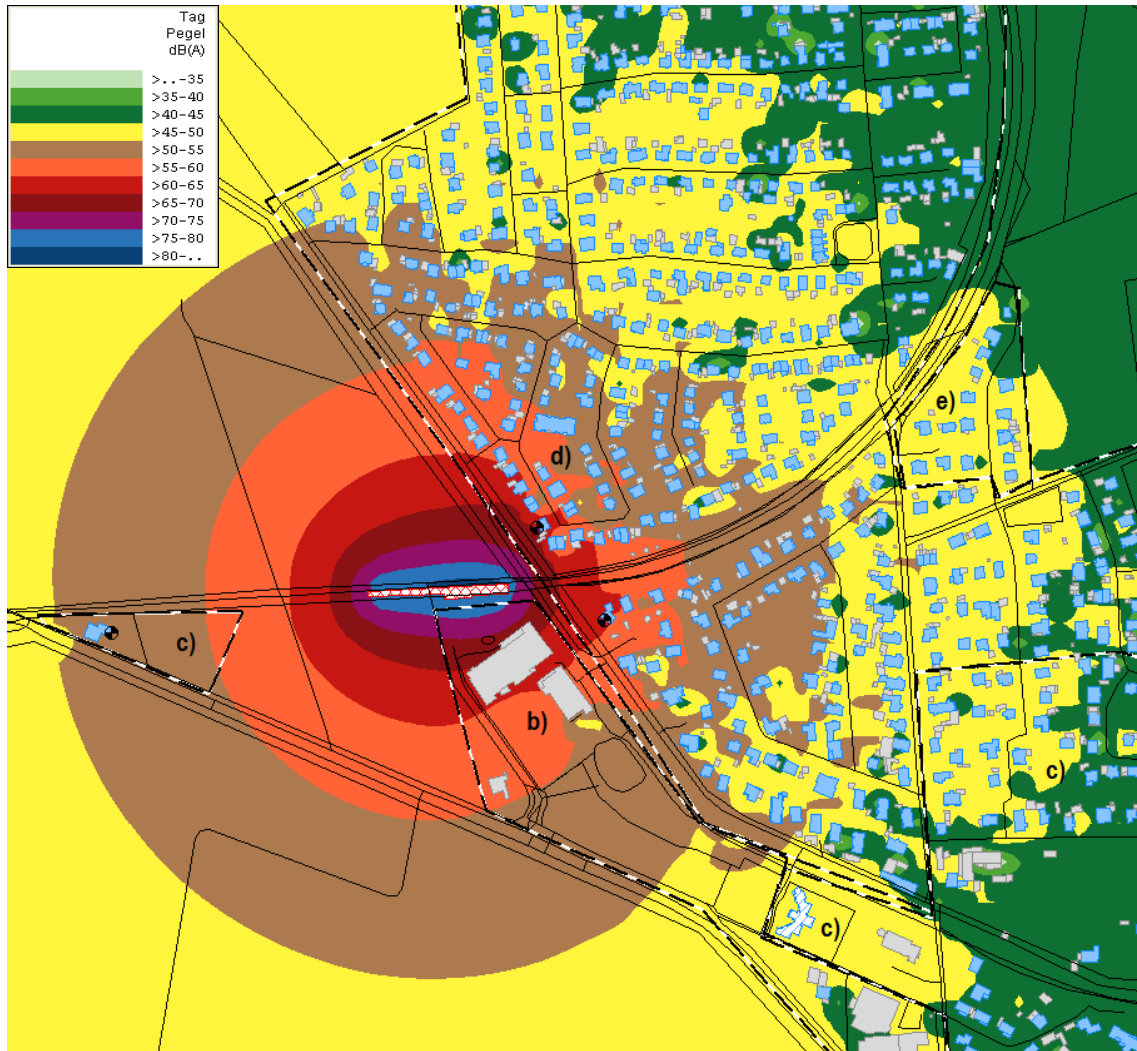
Beurteilungspegelkarte,  $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



Bauphase 0.1		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt003	Potsdamer Ring 25_EG	55,0	47,1	40,0	-
IPkt004	Potsdamer Ring 25_OG	55,0	48,7	40,0	-
IPkt023	Triftweg 20_EG	55,0	44,3	40,0	-
IPkt051	Gifhorner Str. 4_EG	60,0	36,4	45,0	-
IPkt052	Gifhorner Str. 4_OG	60,0	36,6	45,0	-

Bauphase 1 (tags):

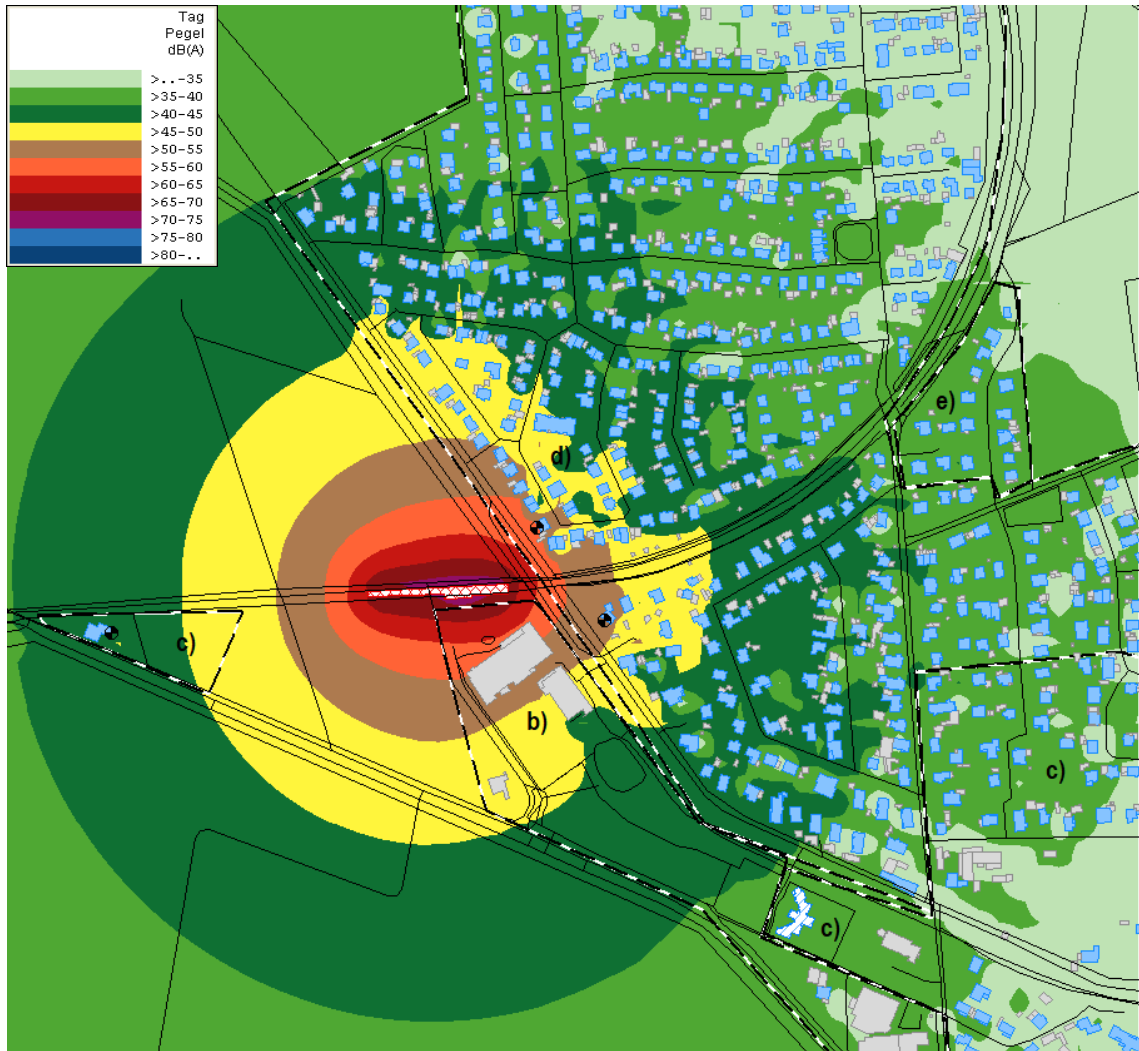
Beurteilungspegelkarte, h = 6 m ü. GOK



Bauphase 1		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt003	Potsdamer Ring 25_EG	55,0	62,1	40,0	-
IPkt004	Potsdamer Ring 25_OG	55,0	63,7	40,0	-
IPkt023	Triftweg 20_EG	55,0	59,3	40,0	-
IPkt051	Gifhorner Str. 4_EG	60,0	51,4	45,0	-
IPkt052	Gifhorner Str. 4_OG	60,0	51,6	45,0	-

Bauphase 2 (tags):

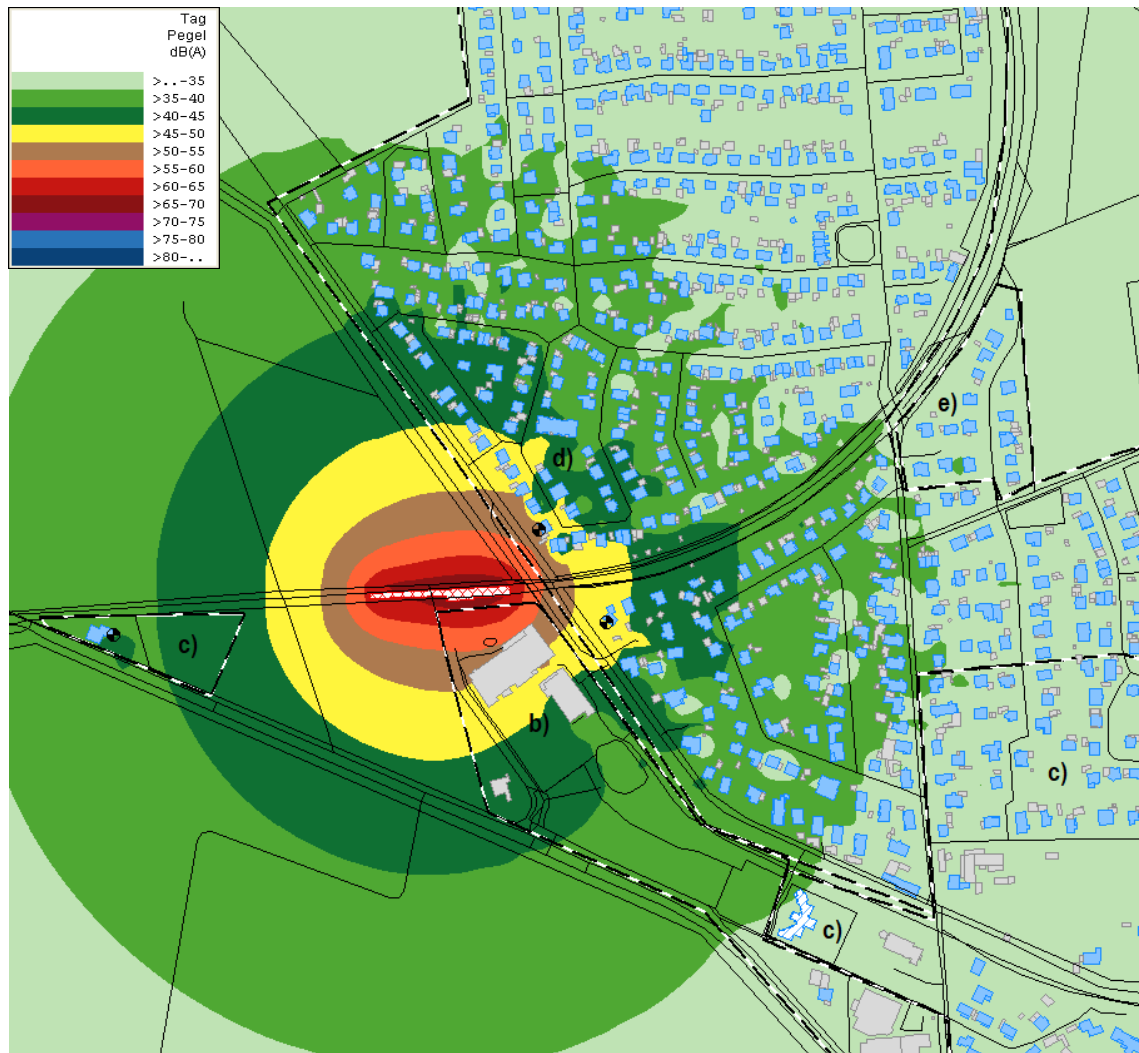
Beurteilungspegelkarte,  $h = 6 \text{ m ü. GOK}$



Bauphase 2		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt003	Potsdamer Ring 25_EG	55,0	53,1	40,0	-
IPkt004	Potsdamer Ring 25_OG	55,0	54,7	40,0	-
IPkt023	Triftweg 20_EG	55,0	50,3	40,0	-
IPkt051	Gifhorner Str. 4_EG	60,0	42,4	45,0	-
IPkt052	Gifhorner Str. 4_OG	60,0	42,6	45,0	-

Bauphase 3-4 (tags):

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



Bauphase 3-4		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		Tag		Nacht	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt003	Potsdamer Ring 25_EG	55,0	49,1	40,0	-
IPkt004	Potsdamer Ring 25_OG	55,0	50,7	40,0	-
IPkt023	Triftweg 20_EG	55,0	46,3	40,0	-
IPkt051	Gifhorner Str. 4_EG	60,0	38,4	45,0	-
IPkt052	Gifhorner Str. 4_OG	60,0	38,6	45,0	-