

**Stadt Heilbronn – Amt für Straßenwesen**

Straße: Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach und L1100 Neckartalstraße

**Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach**

und

L 1100 2-bahniger Ausbau  
HN-Neckargartach – AS HN-Untereisesheim

Projekt - Nr.: 16.016

**- Feststellungsentwurf -  
Deckblätter**

**Unterlage 17.3-n**

**Erschütterungsgutachten (für Bauphase)**

**09. September 2024**

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
Helmut-A.-Müller Straße 1 - 5  
82152 Planegg

Telefon +49(89)85602 0  
Telefax +49(89)85602 111

[www.mbbm-ind.com](http://www.mbbm-ind.com)

M. Sc. Lisanne Meinerzhagen  
Telefon +49(89)85602 3287  
[lisanne.meinerzhagen@mbbm-ind.com](mailto:lisanne.meinerzhagen@mbbm-ind.com)

17. Juni 2024  
M179613/01 Version 2 MNH/BDI

## **Nordumfahrung Heilbronn**

### **Erschütterungen während der Bauarbeiten**

**Bericht Nr. M179613/01**

**Auftraggeber:**

Stadt Heilbronn  
Cäcilienstraße 49  
74072 Heilbronn

**Bearbeitet von:**

M. Sc. Lisanne Meinerzhagen

**Berichtsumfang:**

Insgesamt 45 Seiten

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk,  
Dr. Alexander Ropertz

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>2 Grundlagen</b>	<b>6</b>
<b>3 Ausgangssituation</b>	<b>7</b>
<b>4 Beurteilungsgrundlagen</b>	<b>10</b>
4.1 Erschütterungen	10
4.2 Sekundärer Luftschall (Körperschall)	16
<b>5 Abschätzung der auftretenden Erschütterungen</b>	<b>18</b>
5.1 Verdichtungsarbeiten	19
5.2 Arbeiten mit dem Meißelbagger	23
5.3 Rammarbeiten	26
5.4 Bohrarbeiten	32
5.5 Abschätzung der auftretenden Erschütterungen aufgrund Baustellenverkehr	32
5.6 Zusammenfassung zulässige Abstände	33
<b>6 Ergebnisse für Immissionsorte</b>	<b>34</b>
<b>7 Fallbezogene Beurteilung der Immissionsort</b>	<b>35</b>
7.1 Allgemeines	35
7.2 Beurteilung und Maßnahmendiskussion	36
7.3 Maßnahmenvorschläge	45

## Zusammenfassung

Die Stadt Heilbronn und das Land Baden-Württemberg planen im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens die Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach und den zweibahnigen Ausbau der L 1100 Heilbronn-Neckargartach – Anschlussstelle Heilbronn-Untereiseheim.

Für das Vorhaben wird eine Prognose bzgl. der zu erwartenden Bauerschütterung benötigt. Falls durch diese schädliche Umwelteinwirkungen zu erwarten sind, sollen konkrete Maßnahmenvorschläge unterbreitet werden, die in das Planfeststellungsverfahren aufgenommen werden können. Im Zusammenhang mit den baubedingten Erschütterungsimmissionen soll auch der damit einhergehende sekundäre Luftschall orientierend beurteilt werden.

Im Rahmen einer gutachterlichen Abschätzung wurden die Erschütterungsimmissionen untersucht, welche sich aus den relevanten, erschütterungsintensiven Bautätigkeiten auf die schutzbedürftige Nachbarschaft ergeben.

Beurteilungsrelevante Erschütterungen sind letztlich durch Rammarbeiten, Verdichtungsarbeiten und Meißelarbeiten zu erwarten.

Wie die Ergebnisse zeigen, können unter Annahme eines „Worst-Case“-Ansatzes Gebäudeschäden bis zu einem Abstand von

- Vibrationsplatte (0,5 t): 15 m Massivdecke / 15 m Holzdecke
- Vibrationswalze (5 t): 25 m Massivdecke / 35 m Holzdecke
- Vibrationswalze (20 t): 45 m Massivdecke / 65 m Holzdecke
- Meißelbagger: 35 m Massivdecke / 55 m Holzdecke
- Vibrationsramme: 45 m Massivdecke / 70 m Holzdecke
- Schlagramme: 15 m Massivdecke / 15 m Holzdecke

nicht pauschal ausgeschlossen werden.

Bohrverfahren sind bzgl. der Erschütterungsimmissionen als unkritisch anzusehen. Allerdings kann es im Nahbereich zu Bohrarbeiten zu hörbaren sekundären Luftschallereignissen kommen.

Um den Baubetrieb auch bei geringeren Abständen gewährleisten zu können, empfehlen wir im Vorhinein zur Baumaßnahme Erschütterungsmessung nach DIN 4150 durchzuführen. Dabei sollten die zum Einsatz kommenden Baumaschinen an folgenden kritischen Abstandsbereichen getestet und erschütterungstechnisch bewertet werden:

- Nahbereich Wimpfener Straße 70 und Böllinger Straße 1 – 21
- Nahbereich Böllinger Straße 75
- Nahbereich Konradsberg 3

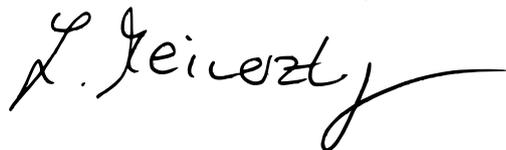
Nachfolgend können die Erschütterungsschutzmaßnahmen für die gesamte Baumaßnahme verifiziert und neu bewertet werden. Es ist wahrscheinlich, dass die kritischen Abstandsbereiche der Prognose aufgrund der Ergebnisse der Erschütterungsmessungen deutlich reduziert werden können.

Alternativ kann bei Unterschreitung der kritischen Abstände für alle genannten Bauverfahren auch ein Erschütterungsmonitoring in repräsentativen Gebäuden zur Überwachung der Anhaltswerte vorgesehen werden.

Um unzumutbare Immissionen zu vermeiden, sollten Arbeiten während des Nachtzeitraums vermieden werden. Im Nahbereich des südwestlich gelegenen Mischgebiets sollten Verdichtungs-, Ramm-, Meißel- und Bohrarbeiten nur während des Tagzeitraums stattfinden. Dies gilt sowohl für die Straßenbauarbeiten, für die Arbeiten am Bauwerk 233 und für die Erstellung der Lärmschutzwand.

Die Ausführungen in Abschnitt 7.2 sind hierbei zu beachten.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



M. Sc. Lisanne Meinerzhagen  
Tel. +49 (0)89 85602-3287

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Heilbronn und das Land Baden-Württemberg planen im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens die Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach und den zweibahnigen Ausbau der L 1100 Heilbronn-Neckargartach – Anschlussstelle Heilbronn-Untereiseheim.

Für das Vorhaben wird eine Prognose bzgl. der zu erwartenden Bauerschütterung benötigt. Falls durch diese schädliche Umwelteinwirkungen zu erwarten sind, sollen konkrete Maßnahmenvorschläge unterbreitet werden, die in das Planfeststellungsverfahren aufgenommen werden können. Im Zusammenhang mit den baubedingten Erschütterungsimmissionen soll auch der damit einhergehende sekundäre Luftschall orientierend beurteilt werden.

Im Rahmen einer gutachterlichen Abschätzung wurden die Erschütterungsimmissionen untersucht, welche sich aus den relevanten, erschütterungsintensiven Bautätigkeiten auf die schutzbedürftige Nachbarschaft ergeben.

Im Folgenden werden die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen entsprechend der derzeitigen Abschätzungen zu den voraussichtlich eingesetzten Baumaschinen und -geräten (siehe Abschnitt 3) ermittelt und entsprechend der DIN 4150-2 [3], -3 [4] beurteilt.

## 2 Grundlagen

Die rechtlichen, fachlichen und technischen Grundlagen basieren auf folgenden Unterlagen:

- [1] DIN 45669-1: Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung; Juni 2020
- [2] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen; Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juli 2001
- [3] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden; Juni 1999
- [4] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Dezember 2016
- [5] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen  
Weblink: [erschuetterungsleitfaden\\_veroeffentlicht\\_stand\\_2018\\_1529053753.pdf](https://www.lai-immissionsschutz.de/erschuetterungsleitfaden_veroeffentlicht_stand_2018_1529053753.pdf) (lai-immissionsschutz.de)
- [6] VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3; Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen, Beurteilung; Mai 1987 (zurückgezogen September 2002)
- [7] VDI-Richtlinie 2719: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen; August 1987
- [8] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – vom 19.08.1970
- [9] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- [10] Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten: Grundlagen – Messergebnisse – Prognosen, M. Achmus, J. Kaiser, F. tom Wörden: Institut für Bau-forschung e.V. Hannover; Bericht 20, 2004
- [11] Erschütterungsuntersuchungen bei Baumaßnahmen, GGU-Fallbeispiel; GGU Gesellschaft für Geophysikalische Untersuchungen mbH, 1995
- [12] Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach und Ausbau der L1100 Neckartalstraße; Übersichtslagepläne – Feststellungsentwurf; Emch+Berger GmbH; September 2023

### 3 Ausgangssituation

Die folgenden erschütterungsrelevanten Bauverfahren bzw. Baumaschinen sind nach aktuellem Planungsstand für den 1. Bauabschnitt der Nordumfahrung geplant:

#### **Talbrücke Wächtelesäcker, Bauwerk 231:**

- Geräte zur Herstellung von Bohrpfählen mit einem Durchmesser von 0,9 m bis 1,2 m
- Verdichtungsarbeiten im Hinterfüllbereich mit kleiner Walze bzw. Rüttelplatte

#### **Feldwegbrücke am Näpfle, Bauwerk 232:**

- Geräte zur Herstellung von Bohrpfählen mit einem Durchmesser von 0,9 m bis 1,2 m
- Verdichtungsarbeiten im Hinterfüllbereich mit kleiner Walze bzw. Rüttelplatte

#### **Unterführung Wimpfener Str., Bauwerk 233:**

- Abbruchbagger mit Abbruchmeißel, Geräte zum Rammen der Verbauten
- Verdichtungsarbeiten im Hinterfüllbereich mit kleiner Walze bzw. Rüttelplatte

#### **Lärmschutzwand:**

- Geräte zur Herstellung von Bohrpfählen mit einem Durchmesser von 0,6 m bis 0,9 m

#### **Straßenbau:**

- Erdarbeiten: Walze (> 16 to) und Rüttelplatte zur Bodenverdichtung
- Rückbau Asphaltflächen: Bagger mit Hydraulikmeißel, Asphaltfräsen
- Neubau Asphaltfläche: Walze, Rüttelplatte
- Neubau Pflasterflächen: Rüttelplatte
- Provisorien: Geräte zum Rammen der Verbauten (insbesondere Bereich Wimpfenerstraße/Neckartalstraße)

In den folgenden Abbildungen sind die oben genannten Bauwerke markiert:



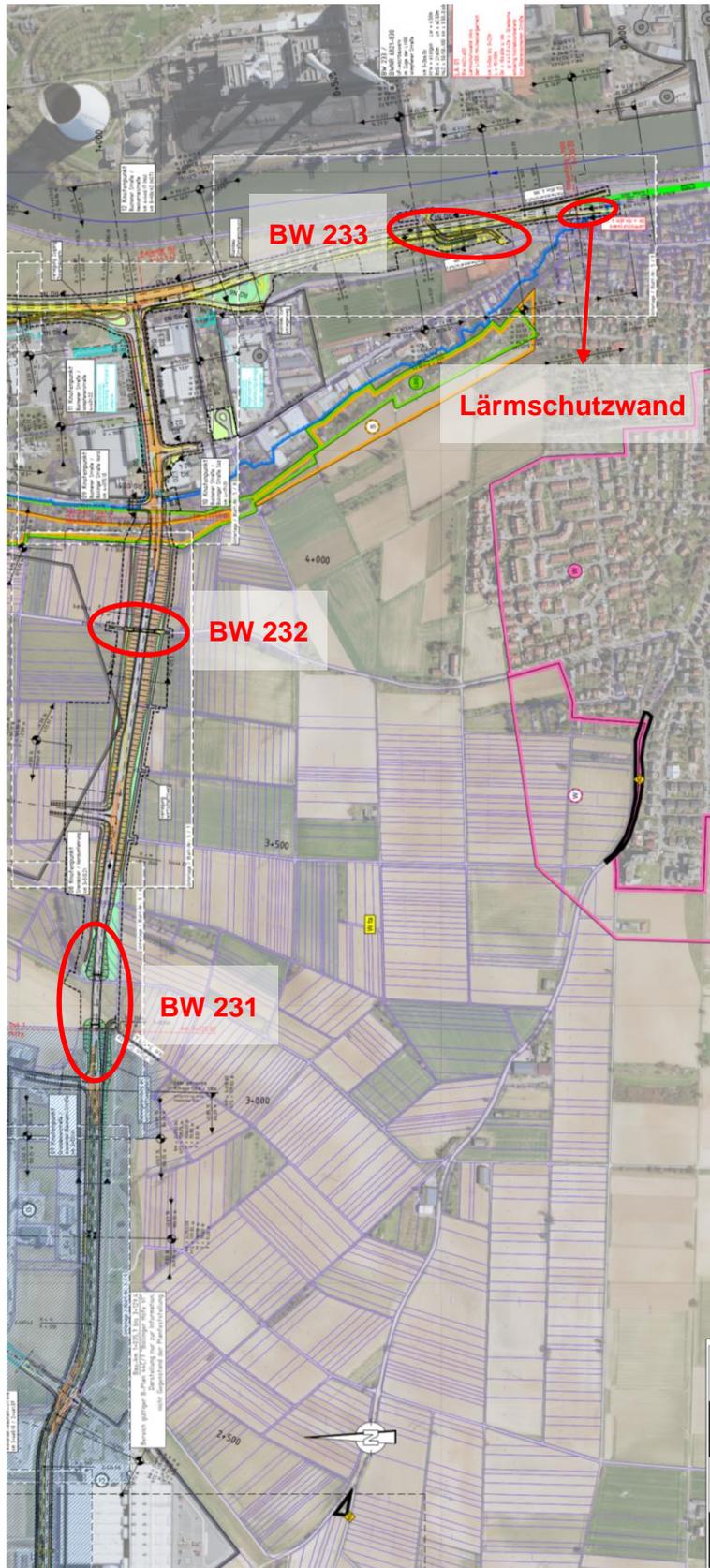


Abbildung 2. Straßenbauarbeiten Ost mit BW 231, BW 232, BW 233 und Lärmschutzwand.

S:\M\Proj\179\M179613\M179613\_01\_Ber\_2D.DOCX:17.06.2024

## 4 Beurteilungsgrundlagen

Entsprechend § 22 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 und Nr. 2 BImSchG sind schädliche Umwelteinwirkungen (beispielsweise Lärm und Erschütterungen) zu verhindern bzw. auf ein Mindestmaß zu beschränken. Als maßgebliche Beurteilungsgrundlage für die Annahme schädlicher Umwelteinwirkungen wird mangels anderweitiger gesetzlicher Konkretisierungen auf die Beurteilungsmaßstäbe der DIN 4150-2 und DIN 4150-3 abgestellt. Dieses Vorgehen entspricht auch den LAI-Hinweisen zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen [5] und ist in der Rechtsprechung anerkannt (BVerwG, Urteil vom 29. Juni 2017, 3 A 1/16, juris. Rn. 104).

### 4.1 Erschütterungen

Die Beurteilung von Erschütterungen, auch aus dem Betrieb von Baustellen, erfolgt entsprechend nach der DIN 4150, Teil 2 (Einwirkung auf Menschen) [3] und der DIN 4150, Teil 3 (Einwirkung auf bauliche Anlagen) [4].

#### 4.1.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen wird die bewertete Schwingstärke  $KB_F(t)$  herangezogen.

Die bewertete Schwingstärke  $KB_F(t)$  ist dabei nach DIN 45669 [1] als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0.125 sec, „FAST“) definiert.

Die Beurteilung erfolgt nach DIN 4150 Teil 2 [3] anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

$KB_{Fmax}$ , die maximale bewertete Schwingstärke

$KB_{FTr}$ , die Beurteilungsschwingstärke

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

Die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse. Sie wird mithilfe eines Taktmaximalwertverfahrens (Taktzeit = 30 sec) ermittelt.

Die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  ergibt sich dabei nach folgender Gleichung:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{T_r}} \quad (1)$$

mit:

$T_r$  = Beurteilungszeit (tags 16 Std., nachts 8 Std.),

$T_e$  = Einwirkzeit,

$KB_{FTm}$  = Taktmaximal-Effektivwert. Dieser ergibt sich aus der Wurzel aus den Mittelwerten der quadrierten Taktmaximalwerte ( $KB_{Fmax}$ -Werte) der Einzelereignisse.

Die Beurteilung erfolgt nach nachstehend beschriebener Vorgehensweise:

Ermittlung der maximalen bewerteten Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  und Vergleich mit den Anhaltswerten  $A_u$  und  $A_o$  nach Tabelle 1:

- Ist  $KB_{Fmax}$  kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert  $A_u$ , dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.
- Ist  $KB_{Fmax}$  größer als der (obere) Anhaltswert  $A_o$ , dann ist die Anforderung nicht eingehalten.
- Ist  $KB_{Fmax}$  größer als  $A_u$ , aber kleiner, höchstens gleich  $A_o$ , gilt die Anforderung dieser Norm dann als eingehalten, wenn die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$  nicht größer als  $A_r$  nach Tabelle 1 ist.

Die in der DIN 4150-2 angegebenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 [3] (Tabelle 1) für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Geschäftspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vgl. Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. Reine Wohngebiete § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. Krankenhäuser, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung – BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 – 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen worden ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Der Charakter eines Gebiets wird anhand der bauplanungsrechtlichen Festsetzungen – soweit vorhanden – ermittelt. Wenn keine bauplanungsrechtlichen Festsetzungen bestehen, sind Gebiete und Anlagen nach ihrer Schutzbedürftigkeit zu beurteilen, vgl. LAI-Hinweise, Abschnitt 3.2 [5]. Weiterhin wird in den LAI-Hinweisen ausgeführt:

„Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Erschütterungsauswirkungen vergleichbar genutzte und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionswerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinander grenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme erforderlich ist. Die Immissionswerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden.“

Für die Beurteilung von Erschütterungen, die durch Baumaßnahmen verursacht werden, gelten Sonderregelungen, siehe DIN 4150-2 Abschnitt 6.5.4 [3] und LAI-Hinweise, Abschnitt 5.2 [5]. Die Norm nennt dabei ein dreistufiges Beurteilungsschema, das auch als Handlungsgrundlage im Vorfeld der Planung dienen kann.

Das Beurteilungsschema weist Anhaltswerte tagsüber für verschiedene Zeitdauern der Einwirkungen (< 1 Tag, 6 bis 26 Tage, 26 bis 78 Tage) aus. Für nachts auftretende Erschütterungen gelten die Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150-2.

Für länger als 78 Tage einwirkende Erschütterungen macht die Norm keine Angaben. Es sollte dann nach den besonderen Gegebenheiten des Einzelfalles individuell beurteilt werden. In der Regel erfolgt dann die Beurteilung anhand der Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150-2 [3]. Unter der Dauer der Erschütterungseinwirkung ist die Anzahl der Tage zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten (nicht die Dauer der Baumaßnahme an sich). Dabei sind Tage mit Erschütterungen, die unter den jeweiligen Werten der Tabelle 1 der DIN 4150-2 [3] für  $A_u$  oder  $A_r$  liegen, nicht mitzuzählen.

Tabelle 2. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 Tabelle 2 [3] für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen.

Dauer	$D < = 1$ Tag			6 Tage < $D < = 26$ Tage			26 Tage < $D < = 78$ Tage		
	$A_u$	$A_0^*)$	$A_r$	$A_u$	$A_0^*)$	$A_r$	$A_u$	$A_0^*)$	$A_r$
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  $A_0 = 6$

Die in Tabelle 2 genannten Stufen klassieren die Einwirkungen folgendermaßen:

- Stufe I:** Bei Unterschreitung ist auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.
- Stufe II:** Bei Unterschreitung ist ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen, falls die nachfolgend genannten Maßnahmen a) bis e) und erforderlichenfalls auch Maßnahme f) ergriffen werden. Bei zunehmender Überschreitung auch dieser Stufe werden mit wachsender Wahrscheinlichkeit erhebliche Belästigungen auftreten.
- Ist zu erwarten, dass Erschütterungseinwirkungen auftreten, die oberhalb der Anhaltswerte der Stufe II liegen, so ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.
- Stufe III:** Zumutbarkeitsschwelle, bei deren Überschreitung die Fortführung von Bauarbeiten nur unter Berücksichtigung und Vereinbarung besonderer Maßnahmen möglich ist.

Die DIN 4150-2 [3] nennt folgende Maßnahmen bzw. Handlungsanleitungen zur Minderung erheblicher Belästigungen:

- a) Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb
- b) Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen
- c) Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.)
- d) Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben
- e) Information der Betroffenen über die Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude
- f) Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude

Die Maßnahmen a) bis e) sind vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme durchzuführen.

#### 4.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Der Teil 3 der Norm DIN 4150 nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Bauschäden im Sinne der Norm<sup>1</sup> nicht zu erwarten sind. Das Überschreiten der genannten Anhaltswerte besagt nicht, dass dann Schäden bereits zwingend auftreten müssen. Je nach Gebäudeart und Dauer der Erschütterungseinwirkungen müssen unterschiedliche Anhaltswerte herangezogen werden, siehe Tabelle 3 und Tabelle 4. Im Gegensatz zur Beurteilung nach DIN 4150-2 [3] (Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden), siehe Abschnitt 4.1.1, wird bei der Beurteilung nach DIN 4150-3 [4] nicht zwischen Bauerschütterungen und Erschütterungen aus anderen Quellen unterschieden, vgl. LAI-Hinweise, Abschnitt 5.1 [5].

Für kurzzeitige Erschütterungseinwirkungen (z. B. Schlagramme) geltende Anhaltswerte sind in Tabelle 3 aufgeführt. Entsprechend der DIN 4150-3 [4] werden Erschütterungen als kurzzeitige Erschütterungen definiert, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen und deren zeitliche Abfolge und Dauer nicht geeignet sind, um in der betroffenen Struktur eine wesentliche Vergrößerung der Schwingungen durch Resonanzerscheinungen zu erzeugen.

---

<sup>1</sup> Bauschäden im Sinne der Norm sind z. B.

- die Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen,
- die Verminderung der Tragfähigkeit von Decken,
- das Abreißen von Trenn- und Zwischenwänden von tragenden Wänden oder Decken,
- das Auftreten von Rissen in Putz von Wänden,
- die Vergrößerung bereits vorhandener Risse in Gebäuden.

Tabelle 3. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3, Tabelle 1.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i,max}$ in mm/s				
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken, vertikal, $i = z$
		Frequenzen				
		< 10 Hz	10 bis 50 Hz	50 bis 100 Hz*	alle Frequenzen	alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 – 40	40 – 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder ihrer Nutzung gleichartige Bauten	5	5 – 15	15 – 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschüt- terungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 – 8	8 – 10	8	20**

\* Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.  
 \*\* Zur Verhinderung leichter Schäden kann eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden

Für stationäre Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude werden die in Tabelle 4 beschriebenen Anhaltswerte genannt.

Tabelle 4. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3, Tabelle 3 [4].

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

\* Zur Verhinderung leichter Schäden kann eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden.

Wenn Bauwerke in Oberschwingungen angeregt werden, können die Höchstwerte auch in anderen Deckenebenen oder in der Fundamentebene auftreten. Für ihre Beurteilung dürfen ebenfalls die Werte der Tabelle 3 der DIN 4150-3 [4] herangezogen werden.

Für alle Gebäude können frequenzunabhängig bei Einwirkungen von Dauererschütterungen auf Decken Schwinggeschwindigkeiten bis zu 10 mm/s in vertikale und 2,5 mm/s in horizontale Schwingrichtung, bei kurzzeitigen Einwirkungen Schwinggeschwindigkeiten bis 20 mm/s in Deckenfeldmitte (vertikale Schwingungsrichtung) und 8 mm/s (horizontale Schwingrichtung) zugelassen werden. Für unter Denkmalschutz stehende Gebäude können zur Verhinderung leichter Schäden deutlich geringere Schwinggeschwindigkeiten zulässig sein.

#### 4.2 Sekundärer Luftschall (Körperschall)

Infolge von Körperschalleinwirkung zum Schwingen angeregte Raumbegrenzungsflächen (Wände, Geschossdecken) strahlen ähnlich Lautsprechermembranen Luftschall ab. Bei ausreichend hohen Pegeln wird dieser „Sekundärluftschall“ vom Menschen hörbar wahrgenommen.

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen aus dem Baubetrieb liegen derzeit weder eingeführte Regelwerke noch verbindliche Richtwerte vor. Es wird daher meist hilfsweise auf Regelwerke, die Anforderungen an Innenraumpegel angeben, und auf die darin genannten Anhaltswerte zur Beurteilung zurückgegriffen.

Anhaltspunkte kann dabei die VDI-Richtlinie 2719 [7] liefern, die Anforderungen an Innenraumpegel für verschiedene Gebäudenutzungen bei von außen eindringenden Geräuschen benennt.

Nach Tabelle 6 der VDI-Richtlinie 2719 [7] sollen die Mittelungspegel ( $\bar{L}_m$ ) für von außen in Aufenthaltsräume eindringende Geräusche die in der nachfolgenden Tabelle 5 angegebenen Anhaltswerte nicht überschreiten. Unterscheiden sich Mittelungspegel und auftretende mittlere Maximalpegel um mehr als 10 dB, so ist nach den Anforderungen an den mittleren Maximalpegel  $\bar{L}_{max}$  zu beurteilen.

Tabelle 5. Anhaltswerte für Innenschallpegel nach VDI-Richtlinie 2719 [7].

Zeile	Raumart, Nutzungszeit	Gebiet	Mittelungspegel $\bar{L}_m$ in dB(A) *	Mittlerer Maximalpegel $\bar{L}_{max}$ in dB(A) *
1	Schlafräume, nachts (lauteste Nachtstunde zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr)	reine und allgemeine Wohngebiete	25 – 30	35 – 40
		sonstige Gebiete	30 – 35	40 – 45
2	Wohnräume tagsüber	reine und allgemeine Wohngebiete	30 – 35	40 – 45
		sonstige Gebiete	35 – 40	45 – 50
3	Kommunikations- und Arbeits- räume tagsüber:  Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Kon- ferenz- und Vortragsräume, Arzt- praxen, Operationsräume, Kirchen, Aulen  Büros für mehrere Personen  Großraumbüros, Gaststätten, Schalträume, Läden		30 – 40	40 – 50
			35 – 45	45 – 55
			40 – 50	50 – 60

\* Der jeweils höhere Wert stellt die Mindestanforderung dar. Der mittlere Maximalpegel  $\bar{L}_{max}$  in dB ist das energetische Mittel der Schallpegelspitzen.

Da Baustellengeräusche nur über begrenzte Zeiten anliegen, ist es fachlich zu vertreten, die Anforderung an den sekundären Luftschall an die einzuhaltenden Innenraumpegel auf die Mindestanforderung der VDI Richtlinie 2719 [7] abzustellen. Es ergeben sich damit folgende Anforderungen für den sekundären Luftschall:

$$\text{tags } (L_m/L_{max}): 40/50 \text{ dB(A)}$$

Bei kurzzeitigen Geräuschspitzen, die insgesamt auch nicht häufig auftreten, können dann während der Tagzeit analog der Vorgehensweise der AVV Baulärm [8] die Anforderungen für die Tagzeit ausschließlich auf die Mittelungspegel abgestellt werden.

## 5 Abschätzung der auftretenden Erschütterungen

Die Abschätzung der auftretenden Erschütterungen erfolgt im Rahmen eines „Worst-Case“-Ansatzes. Dies betrifft insbesondere die Annahmen zu den Bodeneigenschaften bzw. Bodenausbreitungsbedingungen und die Parameterwahl der im Folgenden erläuterten Prognosemodelle für die verschiedenen Bauverfahren. So werden für die empirischen Prognoseformeln nach [10] Ansätze mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von lediglich  $P = 5 \%$  gewählt. Die gewählten (Leistungs-)Ansätze der Baumaschinen gewährleisten einen typischen Arbeitsablauf.

Zum jetzigen Planungsstand werden die unter Abschnitt 3 zusammengefassten Bautätigkeiten angesetzt. Wenn weitere erschütterungstechnisch relevante Baumaßnahmen vorgesehen werden, müssen diese ebenfalls erschütterungstechnisch untersucht werden.

Die maximalen Erschütterungswerte treten in der Regel auf Gebäudedecken auf. Da die für die Bauverfahren verwendeten Prognosemodelle bzw. Erfahrungswerte ggf. Erschütterungen im Freifeld prognostizieren oder beschreiben, werden diese Freifeldwerte mit Faktoren beaufschlagt, die die Erschütterungsausbreitung vom Freifeld auf die Fundamentbereiche und vom Fundament in die Obergeschosse berücksichtigen.

Beim Übergang von Erschütterungen vom Freifeld auf die Fundamentbereiche von Gebäuden kommt es i. d. R. zu einer Verminderung der Erschütterungen. Eine genaue Abnahme kann nur messtechnisch erfasst werden. Im Rahmen der „Worst-Case“-Prognose und im Sinne der Anwohner wird daher für die zu erwartenden Erschütterungen in den Gebäudefundamenten von den prognostizierten Freifeldwerten ausgegangen.

Bei der Ausbreitung der Erschütterungen innerhalb eines Gebäudes kommt es üblicherweise zwischen den Fundamentbereichen und den Bauteilen in den Obergeschossen zu einer Erhöhung der Erschütterungswerte. Die Erhöhung ist abhängig davon, inwieweit sich Bauteile resonanzartig anregen lassen. Bei impulsartigen Erschütterungen kommt es nicht zu wesentlichen Resonanzerscheinungen. Es kann daher eine Erhöhung der Erschütterungen um den Faktor 1,5 angenommen werden. Bei Dauererschütterungen (z. B. Verdichtungsarbeiten) können Resonanzerscheinungen auftreten, weshalb die Freifeld- bzw. Fundamentwerte je nach Anregungsart mit dem Faktor 5,0 bis 10,0 für Massivdecken und 10,0 bis 15,0 für Holzdecken verrechnet werden (vgl. [10]).

Dabei sind die höchsten Faktoren anzunehmen, wenn die Anregungsfrequenz der Baugeräte mit der Eigenfrequenz des Bauteils zusammenfällt. Im Rahmen der „Worst-Case“-Prognose werden für die Beurteilung von Gebäudeschäden die höchsten Faktoren berücksichtigt. Aufgrund des Umstandes, dass das hiesige Vorhaben aus Gründen eines öffentlichen Interesses und einer anzustrebenden wirtschaftlichen Realisierung zu betrachten ist, werden für die Beurteilung von unzumutbaren Erschütterungen für Menschen in Gebäuden nicht die höchsten Faktoren, jedoch ebenfalls Faktoren im oberen Drittel angesetzt (7,0 Massivdecke, 10,0 Holzdecke).

## 5.1 Verdichtungsarbeiten

### 5.1.1 Abschätzung der Erschütterungen auf dem Gebäudefundament

Verdichtungsarbeiten, die im Rahmen der Herstellung der Baustraßen bzw. Lagerungsflächen stattfinden, können in der Nachbarbebauung zu störenden Erschütterungen führen. Die sich daraus ergebenden Schwingschnellen können anhand eines Prognosemodells mit Hilfe des Leitfadens des Instituts für Bauforschung e. V. Hannover [10] ermittelt werden, welcher einen indirekten proportionalen Zusammenhang zwischen Schwingschnelle und Abstand vorgibt.

Der ungünstigste Wert der Schwingschnelle aus Verdichtungsarbeiten auf dem Gebäudefundament ergibt sich zu:

$$v_F = 9,72 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$$

Dabei ist:

$G$  = Gewicht der Vibrationsplatte bzw. -walze in t

$r$  = Abstand zur nächsten Bebauung in m

### 5.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen – Abschätzung der maximalen Schwingschnellen

Die maximalen Schwingschnellen auf Massiv- bzw. Holzdecken, die mit Hilfe des o. g. Prognosemodells berechnet wurden, sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6. Schwingschnelle (Massiv / Holz) in Abhängigkeit vom Abstand zur Beurteilung nach DIN 4150-3.

Abstand in m	Anhaltswert mm/s	Schwingschnelle in mm/s		
		Vibrationsplatte (0,5 t)	Kleine Walze (5 t)	Große Walze (20 t)
15	10	4,6 / 6,9	14,5 / 21,7	29,0 / 43,5
20	10	3,4 / 5,2	10,9 / 16,3	21,7 / 32,6
50	10	1,4 / 2,1	4,4 / 6,5	8,7 / 13,0
100	10	0,7 / 1,0	2,2 / 3,3	4,4 / 6,5

Ab einem Abstand von ca. 65 m kann auch der strengste Anhaltswert der Schwingschnelle für Wohngebäude nach DIN 4150-3 mit Holzdecken bei Benutzung einer großen Walze (20 t) eingehalten werden. Bei Benutzung einer kleinen Walze (5 t) ist ein Abstand von ca. 35 m ausreichend, um Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 auszuschließen. Für die Vibrationsplatte (0,5 t) ist ein Abstand von ca. 15 m ausreichend. Für Massivbauweise ergeben sich noch geringere Abstände, siehe Tabelle 6. Für unter Denkmalschutz stehende Gebäude kann ein deutlich größerer Abstand notwendig werden, um Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 auszuschließen zu können.

Können die Abstände nicht eingehalten werden, sind weitere Untersuchungen im Rahmen von erschütterungsarmen Bauverfahren (z. B. Vibrationsplatte) oder Testmessungen entsprechend Abschnitt 4.1.1 durchzuführen. Eine Anpassung der Erregerfrequenz sowie das Vermeiden des An- und Abfahrens in unmittelbarer Nähe zur betroffenen Bebauung können die anliegenden Erschütterungsimmissionen reduzieren, vgl. LAI-Hinweise zu Bodenverdichtern, Anhang [5].

### 5.1.3 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden – Abschätzung der maximalen Betriebsdauer der Verdichtungsarbeiten

Die maximal zulässigen Einwirkzeiten für Verdichtungsarbeiten in verschiedenen Abständen, die mit Hilfe des Prognosemodells nach [10] berechnet worden sind, sind in Tabelle 7 und Tabelle 8 unter Berücksichtigung der drei Beurteilungsstufen (Abschnitt 4.1.1) dargestellt. Es sind jeweils die Schwingschnellen für die oberste Geschossdecke als Holzbalkendecke und als Betondecke aufgeführt. Die maximale Einwirkungsdauer wurde mit bis zu 26 Tage angenommen. Die maximale Betriebsdauer für den Tagzeitraum beträgt 16 h, entsprechend DIN 4150-2.

Tabelle 7. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Beton.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Vibrationsplatte (0,5 t)	Kleine Walze (5 t)	Große Walze (20 t)
			Stufe I / II / III	
15	<i>bis 26 Tage</i>	0,5/ 2,0/ 2,7	0,0/ 0,0/ 0,0	0,0/ 0,0/ 0,0
50	<i>bis 26 Tage</i>	5,4/ 16/ 16	0,5/ 2,2/ 6,0	0,1/ 0,5/ 1,5
100	<i>bis 26 Tage</i>	16/ 16/ 16	2,2/ 8,7/ 16	0,5/ 2,2/ 6,0
200	<i>bis 26 Tage</i>	16/ 16/ 16	8,7/ 16/ 16	2,2/ 8,7/ 16
500	<i>bis 26 Tage</i>	16/ 16/ 16	16 / 16/ 16	13,6/ 16/ 16

Tabelle 8. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Holz.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Vibrationsplatte (0,5 t)	Kleine Walze (5 t)	Große Walze (20 t)
			Stufe I / II / III	
15	<i>bis 26 Tage</i>	0,2/ 1,0/ 2,7	0,0/ 0,0/ 0,0	0,0/ 0,0/ 0,0
50	<i>bis 26 Tage</i>	2,7/ 10,6/ 16	0,3/ 1,1/ 3,0	0,1/ 0,3/ 0,7
100	<i>bis 26 Tage</i>	10,6/ 16/ 16	1,1/ 4,2/ 11,8	0,3/ 1,1/ 3,0
200	<i>bis 26 Tage</i>	16/ 16/ 16	4,2/ 16/ 16	1,1/ 4,2/ 11,8
500	<i>bis 26 Tage</i>	16/ 16/ 16	16/ 16/ 16	6,6/ 16/ 16

Ausgehend von einer Einwirkungsdauer von 8 Stunden, während eines 10-h-Arbeits-tages können die Anhaltswerte der DIN 4150-2 ab einem Abstand von ca. 275 m zwischen Bauarbeiten mit großer Walze (20 t) und nächstgelegener Bebauung unter Berücksichtigung der Vorabinformation der Anlieger nach Beurteilungsstufe II (Abschnitt 4.1.1) sowohl für Massiv- als auch für Holzbalkendecken eingehalten werden. Dies gilt für den Betrieb der kleinen Walze (4 t) schon ab ca. 135 m Abstand zur nächstgelegenen Bebauung und für den Betrieb der Vibrationsplatte (0,5 t) schon ab ca. 45 m Abstand.

Wenn der Abstand zwischen Bauarbeiten und der nächsten Bebauung geringer als oben angegeben ausfällt, sollte zunächst festgestellt werden, ob es sich bei der schützenswerten Bebauung um einen Massiv- oder Holzbau handelt. Bei Massivbauweise können die Abstände nochmals verringert werden. Werden die einzu-haltenden Abstände unterschritten, sind entweder erschütterungsarme Verdichtungs-verfahren (z. B. Vibrationsplatte) in Erwägung zu ziehen oder die tatsächlich anste-henden Erschütterungen messtechnisch zu überwachen.

Eine Anpassung der Erregerfrequenz sowie das Vermeiden des An- und Abfahrens in unmittelbarer Nähe zur betroffenen Bebauung können die anliegenden Erschütte-rungsimmissionen reduzieren, vgl. LAI-Hinweise zu Bodenverdichtern, Anhang [5]. Da es sich im Vorliegenden um eine „Worst-Case“-Prognose handelt, können im Rahmen von Testmessungen exakte Schwingungswerte ermittelt werden, die unter Umständen geringere Abstände zulassen.

#### 5.1.4 Zusammenfassende Beurteilung der Verdichtungsarbeiten

Die Abstandsbereiche sind in Tabelle 9 und

Tabelle 10 aufgeführt und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bereich 1: Alle Anhaltswerte der DIN 4150-2 [3] und -3 [4] werden eingehalten. Es müssen keine Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen durchgeführt werden.
- Bereich 2: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe I. Maßnahmen a) bis e) (wenn möglich f)) nach (Abschnitt 4.1.1) zur Information der Anlieger sind zu treffen.
- Bereich 3: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II. Es ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist, z. B. Vibrationsplatte.
- Bereich 4: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe III. Nur unter Berücksichtigung und Vereinbarung besonderer Maßnahmen möglich. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Vibrationsplatte.
- Bereich 5: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 für Wohn-gebäude. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Vibrationsplatte.

Tabelle 9. Kritische Abstände zwischen Verdichtungsarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Massivbau.

Bereich	Abstand $a$ in m <sup>2</sup>		
	Vibrationsplatte (0,5 t)	Kleine Walze (5 t)	Große Walze (20 t)
1	$a \geq 60$	$a \geq 190$	$a \geq 400$
2	$a < 60$	$a < 190$	$a < 400$
3	$a < 30$	$a < 100$	$a < 200$
4	$a < 20$	$a < 60$	$a < 120$
5	$a < 15$	$a < 25$	$a < 45$

Tabelle 10. Kritische Abstände zwischen Verdichtungsarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Holzbau.

Bereich	Abstand $a$ in m <sup>3</sup>		
	Vibrationsplatte (0,5 t)	Kleine Walze (5 t)	Große Walze (20 t)
1	$a \geq 90$	$a \geq 275$	$a \geq 550$
2	$a < 90$	$a < 275$	$a < 550$
3	$a < 45$	$a < 135$	$a < 275$
4	$a < 25$	$a < 80$	$a < 170$
5	$a < 15$	$a < 35$	$a < 65$

Da es sich im vorliegenden Prognosemodell um eine "Worst-Case"-Abschätzung für Verdichtungsarbeiten handelt, empfiehlt sich eine Überprüfung der tatsächlichen Schwingschnellen im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung vor Ort zu Beginn der Bauarbeiten. Es besteht die Möglichkeit, dass die gemessenen Schwingschnellen geringer sind als die prognostizierten, wodurch einzuhaltende Abstände verringert werden könnten.

<sup>2</sup> Der Abstand  $a$  wurde unter Berücksichtigung eines 8-Stunden-Arbeitstages bzw. einer 8-stündigen Erschütterungseinwirkung am Immissionsort ermittelt.

<sup>3</sup> Der Abstand  $a$  wurde unter Berücksichtigung eines 8-Stunden-Arbeitstages bzw. einer 8-stündigen Erschütterungseinwirkung am Immissionsort ermittelt.

## 5.2 Arbeiten mit dem Meißelbagger

### 5.2.1 Abschätzung der Erschütterungen auf dem Gebäudefundament

Meißelarbeiten, die im Rahmen von Fundamentrückbauarbeiten stattfinden, können in der Nachbarbebauung zu störenden Erschütterungen führen. Die sich daraus ergebenden Schwingschnellen können anhand eines Prognosemodells mit Hilfe des Leitfadens des Instituts für Bauforschung e. V. Hannover [10] ermittelt werden, welcher einen indirekten proportionalen Zusammenhang zwischen Schwingschnelle und Abstand vorgibt.

Es wird dabei von folgenden Eingangsdaten des Meißelbaggers ausgegangen:

Masse Hammer:	1,6 t ... 2,0 t
Schlagzahl:	490 min <sup>-1</sup> ... 630 min <sup>-1</sup>
Schlagenergie:	3.920 J
Masse Bagger:	23 t ... 29 t
Leistung Bagger:	118 kW ... 142 kW

Dabei handelt es sich um eine harmonische Anregung im Frequenzbereich von 8 bis 10,5 Hz.

Der ungünstigste Wert der Schwingschnelle aus Meißelarbeiten ergibt sich zu:

$$v_F = K_E \cdot \frac{\sqrt{E}}{r^n}$$

Dabei ist:

$E$  Schlagenergie in J

$r$  Abstand zur nächsten Bebauung in m

$K_E, n$  empirische Größen, Ermittlung aus Erfahrungswerten

Im vorliegenden Fall wird  $K_E = 18,52 \frac{mm}{s} \frac{m^n}{\sqrt{kNm}}$  und  $n = 1$  angesetzt. Mit dieser Konstanten wird gemäß [10] die resultierende Schwinggeschwindigkeit  $v_F$  auf einem Gebäudefundament zu 97,5 % eingehalten.

### 5.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen – Abschätzung der maximalen Schwing-schnellen

Die maximalen Schwingschnellen auf Massiv- bzw. Holzdecken, die mit Hilfe des o. g. Prognosemodells berechnet wurden, sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Tabelle 11: Schwingschnelle für Beton- und Holzdecken in Abhängigkeit vom Abstand zur Beurteilung nach DIN 4150-3.

Abstand in m	Anhaltswert mm/s	Schwingschnelle in mm/s	
		Beton	Holz
15	10	24,5	36,7
20	10	18,3	27,5
50	10	7,3	11,0
100	10	3,7	5,5

Ab einem Abstand von 55 m kann auch der strengste Anhaltswert der Schwing-schnelle für Wohngebäude nach DIN 4150-3 mit Holzdecken eingehalten werden. Für Massivbauweise ergeben sich noch geringere Abstände, siehe Tabelle 11. Für unter Denkmalschutz stehende Gebäude kann ein deutlich größerer Abstand notwendig werden, um Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 ausschließen zu können.

Können die Abstände nicht eingehalten werden, sind weitere Untersuchungen im Rahmen von erschütterungsarmen Bauverfahren oder Testmessungen entsprechend Abschnitt 4.1.1 durchzuführen.

### 5.2.3 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden – Abschätzung der maximalen Betriebsdauer der Meißelarbeiten

Die maximal zulässigen Einwirkzeiten für Meißelarbeiten in verschiedenen Abständen, die mit Hilfe des Prognosemodells nach [10] berechnet worden sind, sind in Tabelle 12 unter Berücksichtigung der drei Beurteilungsstufen (siehe Abschnitt 4.1.1) dargestellt. Es sind jeweils die Schwingschnellen für die oberste Geschossdecke als Holzbalkendecke und als Betondecke aufgeführt. Die maximale Einwirkungs-dauer wurde mit bis zu 26 Tage angenommen. Die maximale Betriebsdauer für den Tag-zeitraum beträgt 16 h, entsprechend DIN 4150-2.

Tabelle 12: Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Massivdecke		Holzdecke	
		Stufe I / II / III		Stufe I / II / III	
15	bis 26 Tage	0/ 0,1/ 0,2		0,0/ 0/ 0,1	
50	bis 26 Tage	0,2/ 0,6/ 1,8		0,1/ 0,3/ 0,9	
100	bis 26 Tage	0,6/ 2,6/ 7,1		0,3/ 1,3/ 3,5	
200	bis 26 Tage	2,6/ 10,3/ 16		1,3/ 5,0/ 14,0	
500	bis 26 Tage	16/ 16/ 16		7,9/ 16/ 16	

Ausgehend von einer Einwirkungsdauer von 8 Stunden während eines 10-h-Arbeits-tages können die Anhaltswerte der DIN 4150-2 ab einem Abstand von ca. 250 m zwischen Bauarbeiten und nächstgelegener Bebauung unter Berücksichtigung der Vorabinformation der Anlieger nach Beurteilungsstufe II (siehe Abschnitt 4.1.1) sowohl für Massiv- als auch für Holzbalkendecken eingehalten werden.

Wenn der Abstand zwischen Bauarbeiten und der nächsten Bebauung geringer als oben angegeben ausfällt, sollte zunächst festgestellt werden, ob es sich bei der schützenswerten Bebauung um einen Massiv- oder Holzbau handelt. Bei Massivbauweise können die Abstände nochmals verringert werden (auf ca. 180 m). Werden die einzuhaltenden Abstände unterschritten, sind die tatsächlich anstehenden Erschütterungen mit Hilfe von Messungen während Test-Meißelarbeiten festzustellen. Da es sich im Vorliegenden um eine „Worst-Case“-Prognose handelt, können im Rahmen von Testmessungen bzw. einem Schwingungsmonitoring exakte Schwingungswerte ermittelt werden, die unter Umständen geringere Abstände zulassen.

#### 5.2.4 Zusammenfassende Beurteilung der Meißelarbeiten

Die Abstandsbereiche sind in Tabelle 13 aufgeführt und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bereich 1: Alle Anhaltswerte der DIN 4150-2 [3] und -3 [4] werden eingehalten. Es müssen keine Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen durchgeführt werden.
- Bereich 2: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe I. Maßnahmen a) bis e) (wenn möglich f)) nach Abschnitt 4.1.1 zur Information der Anlieger sind zu treffen.
- Bereich 3: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II. Es ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.
- Bereich 4: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe III. Nur unter Berücksichtigung und Vereinbarung besonderer Maßnahmen möglich. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen.
- Bereich 5: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 für Wohngebäude. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen.

Tabelle 13: Kritische Abstände zwischen Meißelarbeiten und nächstgelegendem Immissionsort für Beton- und Holzdecken.

Bereich	Abstand $a$ in m <sup>4</sup>	
	Beton	Holz
1	$a \geq 350$	$a \geq 500$
2	$a < 350$	$a < 500$
3	$a < 180$	$a < 250$
4	$a < 105$	$a < 150$
6	$a < 35$	$a < 55$

Da es sich im vorliegenden Prognosemodell um eine „Worst-Case“-Abschätzung handelt, empfiehlt sich eine Überprüfung der tatsächlichen Schwingschnellen im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung vor Ort zu Beginn der Bauarbeiten. Es besteht die Möglichkeit, dass die gemessenen Schwingschnellen geringer sind als die prognostizierten, wodurch einzuhaltende Abstände verringert werden könnten.

### 5.3 Rammarbeiten

#### 5.3.1 Abschätzung der Erschütterungen auf dem Gebäudefundament

Rammarbeiten, die im Rahmen der Baugrubenherstellung stattfinden, können in der Nachbarbebauung zu störenden Erschütterungen führen. Die sich daraus ergebenden Schwingschnellen können anhand eines Prognosemodells mit Hilfe des Leitfadens des Instituts für Bauforschung e. V. Hannover [10] ermittelt werden, welcher einen indirekten proportionalen Zusammenhang zwischen Schwingschnelle und Abstand vorgibt.

<sup>4</sup> Der Abstand  $a$  wurde unter Berücksichtigung eines 8-Stunden-Arbeitstages bzw. einer 8-stündigen Erschütterungseinwirkung am Immissionsort ermittelt.

Der ungünstigste Wert der Schwingschnelle aus Rammarbeiten ergibt sich zu:

$$\text{Vibrationsramme (Enk 4):} \quad v_F = 16,66 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r}$$

$$\text{Schlagramme Dieselbär:} \quad v_F = 3,58 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r}$$

mit:

$r$  = Abstand zur nächsten Bebauung in m

$E$  = Schlagenergie der Schlagramme in kNm,  $E = 67$  kNm

$E$  = Energie nach Energieklasse 4 der Vibrationsramme in kNm,  $E = 7,9$  kNm

Wir empfehlen, Rammen einzusetzen, die dem neusten Stand der Technik entsprechen. Die Arbeitsfrequenz der Vibrationsramme sollte nach Möglichkeit bei größer 35 Hz liegen. Während des Anfahrens sollte keine Lastübertragung stattfinden (unwuchtfreies An- und Ablaufen), damit die Gebäuderesonanzen, insbesondere die Deckenresonanzen nicht angeregt werden, vgl. LAI-Hinweise zu Vibrationsrammen, Anhang [5]. Wir empfehlen daher HFV-Vibratoren (high frequency variable).

*Hinweis:*

Oben genannte Voraussetzungen an die Rammen sollten in der Ausschreibung der Tiefbauarbeiten berücksichtigt werden.

### 5.3.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen – Abschätzung der maximalen Schwingschnellen

Die maximalen Schwingschnellen auf Massiv- bzw. Holzdecken, die mit Hilfe des o. g. Prognosemodells berechnet wurden, sind in Tabelle 14 aufgeführt.

Tabelle 14: Schwingschnelle (Beton/ Holz) in Abhängigkeit vom Abstand zur Beurteilung nach DIN 4150-3.

Abstand in m	Anhaltswert in mm/s Wohnen	Rammarbeiten in mm/s	
		Vibrationsramme	Schlagramme Dieselbär
15	10	31,2 / 46,8	5,9 / 9,8
20	10	23,4 / 35,1	4,4 / 7,3
50	10	9,4 / 14,1	1,8 / 2,9
100	10	4,7 / 7,0	0,9 / 1,5

Ab einem Abstand von ca. 70 m kann auch der strengste Anhaltswert der Schwinggeschwindigkeit für Wohngebäude nach DIN 4150-3 mit Holzdecken bei Benutzung einer Vibrationsramme eingehalten werden. Für den Dieselmotor ist ein Abstand von 15 m ausreichend. Für Massivbauweise ergeben sich noch geringere Abstände, siehe Tabelle 14. Für unter Denkmalschutz stehende Gebäude kann ein deutlich größerer Abstand notwendig werden, um Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 auszuschließen zu können.

Können die Abstände nicht eingehalten werden, sind weitere Untersuchungen im Rahmen von erschütterungsarmen Bauverfahren (z. B. Bohrpfähle) oder Testmessungen entsprechend Abschnitt 4.1.1 durchzuführen. Durch Spülverfahren oder durch Vorbohren können Erschütterungsimmissionen reduziert werden, vgl. LAI-Hinweise zu Vibrationsrammen, Anhang [5].

### 5.3.3 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden – Abschätzung der maximalen Betriebsdauer der Rammarbeiten

Die maximal zulässigen Einwirkzeiten für Rammarbeiten in verschiedenen Abständen, die mit Hilfe des Prognosemodells nach [10] berechnet worden sind, sind in Tabelle 15 und Tabelle 16 unter Berücksichtigung der drei Beurteilungsstufen (siehe Abschnitt 4.1.1) dargestellt. Es sind jeweils die Schwingschnellen für die oberste Geschossdecke als Holzbalkendecke und als Betondecke aufgeführt. Die maximale Einwirkungsdauer wurde mit bis zu 26 Tage (s. Tabelle 2) angenommen, da davon auszugehen ist, dass der Baustellenfortschritt groß genug ist, damit nach 26 Tagen keine beurteilungsrelevanten Erschütterungseinwirkungen für die Anwohner bestehen. Die maximale Betriebsdauer für den Tagzeitraum beträgt 16 h, entsprechend DIN 4150-2 [3].

Tabelle 15: Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Beton.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Vibrationsramme	Schlaghammer
			Dieselbär
Stufe I/ II/ III			
15	bis 26 Tage	0/ 0/ 0	0,1/ 0,6/ 1,6
50	bis 26 Tage	0,1/ 0,5/ 1,3	1,6/ 6,5/ 18
100	bis 26 Tage	0,5/ 1,9/ 5,2	6,5/ 16/ 16
200	bis 26 Tage	1,9/ 7,5/ 16	16/ 16/ 16
500	bis 26 Tage	11,7/ 16/ 16	16/ 16/ 16

Tabelle 16: Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Holz.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Vibrationsramme	Schlaghammer
			Dieselbär
Stufe I/ II/ III			
15	bis 26 Tage	0/ 0/ 0	0/ 0/ 0
50	bis 26 Tage	0/ 0/ 0	0,6/ 2,3/ 6,5
100	bis 26 Tage	0,2/ 0,9/ 2,5	2,3/ 9,4/ 16
200	bis 26 Tage	0,9/ 3,7/ 10,2	9,4/ 16/ 16
500	bis 26 Tage	5,7/ 16/ 16	16/ 16/ 16

Ausgehend von einer tatsächlichen Erschütterungseinwirkungsdauer von 8 Stunden innerhalb eines zulässigen 10-h-Arbeitstages können die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [3] ab einem Abstand von ca. 300 m zwischen Bauarbeiten mit Vibrationsramme und nächstgelegener Bebauung unter Berücksichtigung der Vorabinformation der Anlieger nach Beurteilungsstufe II (siehe Abschnitt 4.1.1) sowohl für Massiv- als auch für Holzbalkendecken eingehalten werden. Dies gilt für den Dieselbär ab ca. 90 m Abstand zur nächstgelegenen Bebauung.

Wenn der Abstand zwischen Bauarbeiten und der nächsten Bebauung geringer als oben angegeben ausfällt, sollte zunächst festgestellt werden, ob es sich bei der schützenswerten Bebauung um einen Massiv- oder Holzbau handelt. Bei Massivbauweise können die Abstände nochmals verringert werden. Werden die einzuhaltenen Abstände unterschritten, sind entweder erschütterungsarme Verbauverfahren (z. B. Bohrpfähle) in Erwägung zu ziehen oder die tatsächlich anstehenden Erschütterungen mit Hilfe von Messungen während Testrammungen festzustellen. Durch Spülverfahren oder durch Vorbohren können Erschütterungsimmissionen reduziert werden, vgl. LAI-Hinweise zu Vibrationsrammen, Anhang [5]. Da es sich im Vorliegenden um eine „Worst-Case“-Prognose handelt, können im Rahmen von Testmessungen exakte Schwingungswerte ermittelt werden, die unter Umständen geringere Abstände, bzw. längere Einsatzzeiten der Ramme zulassen. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Angaben nur für eine kontinuierliche Erschütterungseinwirkung gelten. Erfahrungsgemäß können innerhalb eines 10-h-Arbeitstages nur maximal 8 h tatsächlich gerammt werden. Selbst dies ist konservativ angesetzt, da in der Regel aufgrund von Pausen und Umrüstzeiten der Rammen nie eine durchgehende Erschütterungseinwirkung über 8 h vorliegt. Somit können auch die Abstände im Regelbetrieb deutlich geringer ausfallen. Dies ist allerdings entsprechend den tatsächlichen Einwirkzeiten anzupassen.

#### **5.3.4 Zusammenfassende Beurteilung der Rammarbeiten**

Die Abstandsbereiche sind in Tabelle 17 und Tabelle 18 aufgeführt und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bereich 1: Alle Anhaltswerte der DIN 4150-2 [3] und -3 [4] werden eingehalten. Es müssen keine Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen durchgeführt werden.
- Bereich 2: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe I. Maßnahmen a) bis e) (wenn möglich f)) nach Abschnitt 4.1.1 zur Information der Anlieger sind zu treffen.
- Bereich 3: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II. Es ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist, z. B. Verbau mit Bohrpfählen.
- Bereich 4: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe III. Nur unter Berücksichtigung und Vereinbarung besonderer Maßnahmen möglich. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Verbau mit Bohrpfählen.
- Bereich 5: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 für Wohngebäude. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Verbau mit Bohrpfählen.

Tabelle 17: Kritische Abstände zwischen Rammarbeiten und nächstgelegendem Immissionsort, Massivbau.

Bereich	Abstand $a$ in m <sup>/5/</sup>	
	Vibrationsramme	Schlagramme Dieselbär
1	$a \geq 420$	$a \geq 110$
2	$a < 420$	$a < 110$
3	$a < 210$	$a < 55$
4	$a < 125$	$a < 35$
5	$a < 45$	$a < 15$

Tabelle 18: Kritische Abstände zwischen Rammarbeiten und nächstgelegendem Immissionsort, Holzbau.

Bereich	Abstand $a$ in m <sup>/6/</sup>	
	Vibrationsramme	Schlagramme Dieselbär
1	$a \geq 600$	$a \geq 180$
2	$a < 600$	$a < 180$
3	$a < 300$	$a < 90$
4	$a < 180$	$a < 55$
5	$a < 70$	$a < 15$

Da es sich im vorliegenden Prognosemodell um eine „Worst-Case“-Abschätzung handelt, empfiehlt sich eine Überprüfung der tatsächlichen Schwingschnellen im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung vor Ort zu Beginn der Bauarbeiten. Es besteht die Möglichkeit, dass die gemessenen Schwingschnellen geringer sind als die prognostizierten, wodurch einzuhaltende Abstände verringert werden könnten.

#### 5.4 Bohrarbeiten

Im Rahmen von Bohrarbeiten ist erfahrungsgemäß mit vergleichsweise hohen Anteilen hochfrequenter Schwingungsemissionen zu rechnen. Dies bedeutet, dass im Vergleich zu den zuvor beschriebenen und beurteilten (tieferfrequenten) Baumaßnahmen von deutlich geringeren, meist nicht spürbaren Erschütterungsemissionen ausgegangen werden kann. Daher wird diese Maßnahme (Bohren) im Allgemeinen als erschütterungsarmes/erschütterungsfreies Bauverfahren bezeichnet.

Die hohen Frequenzanteile haben allerdings zur Folge, dass ein hoher Körperschall bzw. in den Gebäuden ein hörbarer sekundärer Luftschall verursacht wird. Die Prognose des sekundären Luftschall ist deutlich komplexer als die Prognose der Erschütterungen, da unter anderem die maßgeblichen Frequenzanteile bekannt sein müssen, um ein belastbares Ergebnis prognostizieren zu können. Dies bedeutet, dass genaue spektrale Informationen zu Quelle, dem Ausbreitungsweg und den Bauteileigenschaften des zu beurteilenden Gebäudes bekannt sein müssen. Dies ist dementsprechend nicht ohne einen messtechnischen Input zu quantifizieren.

Da allerdings das Erdreich Tiefpasseigenschaften aufweist und somit hohe Frequenzanteile stärker auf ihrem Ausbreitungsweg gedämpft werden, sind hohe sekundäre Luftschallpegel in der Regel auf den Nahbereich zu einer Baustelle begrenzt. Daher sollten Bohrarbeiten im Nahbereich zu Wohngebäuden nur im Tagzeitraum stattfinden, um unzumutbare Immissionen nicht annehmen zu müssen.

#### 5.5 Abschätzung der auftretenden Erschütterungen aufgrund Baustellenverkehr

Aufgrund von Schwerlastverkehr kann es zu spürbaren Erschütterungen in den an die Baustraßen angrenzenden Gebäuden kommen. Durch luftbereifte und gefederte Fahrzeuge sind jedoch in der Regel keine erheblichen Erschütterungsbelastungen bzw. Überschreitungen der Anhaltswerte zu erwarten. Um dies zu gewährleisten, sollten sich die Straßen während der kompletten Bauzeit in einem gut befahrbaren Zustand befinden. Dies muss gegebenenfalls durch Räum- bzw. Reinigungsfahrzeuge und Straßeninstandhaltungsmaßnahmen gewährleistet werden.

- 
- <sup>5</sup> Der Abstand  $a$  wurde unter Berücksichtigung eines 8-Stunden-Arbeitstages bzw. einer 8-stündigen Erschütterungseinwirkung am Immissionsort ermittelt.
  - <sup>6</sup> Der Abstand  $a$  wurde unter Berücksichtigung eines 8-Stunden-Arbeitstages bzw. einer 8-stündigen Erschütterungseinwirkung am Immissionsort ermittelt.

## 5.6 Zusammenfassung zulässige Abstände

In Tabelle 19 sind die einzuhaltenden Abstände für verschiedene Betriebsdauern der Baugeräte aufgeführt. Die Abstände zielen auf eine Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 [3] der Beurteilungsstufe II ab.

Tabelle 19. Abstandsbereich für zulässige Betriebsdauer der Baugeräte.

Baugerät	Abstand a in [m] zwischen Baugerät und Bebauung Massiv-/ Holzbalkendecke			
	Betriebsdauer bis 2 h	Betriebsdauer bis 4 h	Betriebsdauer bis 6 h	Betriebsdauer bis 8 h
Vibrationswalze (20 t)	<100/ 140	< 140/ 200	< 170/ 240	< 200/ 275
Vibrationswalze (5 t)	< 50/ 70	< 70/ 100	< 85/ 120	< 100/ 135
Vibrationsplatte	< 15/ 20	<20/ 30	<25/ 40	< 30/ 45
Meißelbagger	< 90/ 130	< 120/ 180	< 150/ 220	< 180/ 250
Vibrationsramme	< 100/ 150	< 150/ 210	< 180/ 260	< 210/ 300
Schlagramme	< 30/ 45	< 40/ 65	< 50/ 80	< 55/ 90

Die Abstände zur Vermeidung von Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können wie folgt zusammengefasst werden:

- Vibrationsplatte (0,5 t): 15 m Massivdecke/15 m Holzdecke
- Vibrationswalze (5 t): 25 m Massivdecke/35 m Holzdecke
- Vibrationswalze (20 t): 45 m Massivdecke/65 m Holzdecke
- Meißelbagger: 35 m Massivdecke/55 m Holzdecke
- Vibrationsramme: 45 m Massivdecke/70 m Holzdecke
- Schlagramme: 15 m Massivdecke/15 m Holzdecke

Bei Unterschreitung der kritischen Abstände kann für alle genannten Bauverfahren alternativ auch ein Erschütterungsmonitoring in repräsentativen Gebäuden zur Überwachung der Anhaltswerte vorgesehen werden.

## 6 Ergebnisse für Immissionsorte

Folgende Immissionsorte werden aufgrund Ihrer Nähe zur Baumaßnahme zur Beurteilung herangezogen:

Tabelle 20. Betrachtete Immissionsorte und korrespondierende Abstände zur Baumaßnahme.

<b>Immissionsort</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Adresse in 74078 Heilbronn</b>	<b>Nutzung</b>	<b>Abstand zur Baumaßnahme [m]</b>	<b>Relevante Baumaßnahme</b>
IO 01	Grundäckerstraße 31	GE	ca. 120	BW 231
IO 02	Böllinger Str. 1-43	MI	ca. 55-300	BW 233
IO 03	Obereisesheimer Str. 25-37	MI	ca. 150-300	BW 233
IO 04	Wimpfener Str. 13-70	MI	ca. 55-300	BW 233
IO 05	Schultheiß-Pfau Str. 2, 4, 6, 8, 10, 12	MI	ca. 280-300	BW 233
IO 06	Zückwolfstraße 1-17	MI	ca. 230-300	BW 233
IO 07	Hirschstraße 12-44	MI	ca. 115-300	BW 233
IO 08	Rolandstraße 1-31	MI	ca. 120-260	BW 233
IO 09	Wimpfener Str. 54, 58, 60, 66, 68	MI	ca. 8-12	Lärmschutzwand
IO 10	Obereisesheimer Str. 37	MI	ca. 10	Lärmschutzwand
IO 11	Konradsberg 1-6	-	ca. 50-215	Straßenbauarbeiten
IO 12	Franz-Reichle-Str. 2-20	GE	ca. 30-275	Straßenbauarbeiten
IO 13	Pfaffenstr. 175	GE	ca. 175	Straßenbauarbeiten
IO 14	Böllingerstr. 1-75	MI/GE	ca. 15-220	Straßenbauarbeiten
IO 15	Wimpfener Str. 125	GE	ca. 30	Straßenbauarbeiten
IO 16	Buchenerstr. 1-5	GE	ca. 15-25	Straßenbauarbeiten
IO 17	Mosbacherstr. 4-9	GE	ca. 65-200	Straßenbauarbeiten
IO 18	Rolandstr. 1-31	MI	ca. 150-260	Straßenbauarbeiten
IO 19	Wimpfener Str. 10-70	MI	ca. 15-220	Straßenbauarbeiten
IO 20	Zückwolfstr. 1-17	MI	ca. 130-230	Straßenbauarbeiten
IO 21	Schultheiß-Pfau Str. 1-13	MI	ca. 170-230	Straßenbauarbeiten
IO 22	Feurerstr. 1-16	MI	ca. 210-260	Straßenbauarbeiten
IO 23	Obereisesheimer Str. 11-37	MI	ca. 30-240	Straßenbauarbeiten
IO 24	Brückenstr. 1	MI	ca. 250	Straßenbauarbeiten
IO 25	Frankenbacher Str. 2, 4, 6, 8, 10	MI	ca. 260-275	Straßenbauarbeiten
IO 26	Hirschstr. 4-44	MI	ca. 230-260	Straßenbauarbeiten

Tabelle 21. Relevante Immissionsorte zur Betrachtung von Gebäudeschäden nach DIN 4150-3.

<b>Immissionsort</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Adresse</b>	<b>Nutzung</b>	<b>Abstand zur Baumaßnahme [m]</b>	<b>Relevante Baumaßnahme</b>
IO 02	Böllinger Str. 5-15, 74078 Heilbronn	MI	ca. 55-70 m	BW 233
IO 04	Wimpfener Str. 68, 70 74078 Heilbronn	MI	ca. 55-70 m	BW 233
IO 11	Konradsberg 3	-	ca. 50	Straßenbauarbeiten
IO 12	Franz-Reichle-Str. 9	GE	ca. 30	Straßenbauarbeiten
IO 14	Böllingerstr. 1-3, 75	MI/GE	ca. 10-65	Straßenbauarbeiten
IO 15	Wimpfener Str. 125	GE	ca. 30	Straßenbauarbeiten
IO 16	Buchenerstr. 1-5	GE	ca. 15-25	Straßenbauarbeiten
IO 19	Wimpfener Str. 17, 19, 21, 23, 25, 42-70	MI	ca. 15-65	Straßenbauarbeiten
IO 23	Obereisesheimer Str. 37	MI	ca. 30	Straßenbauarbeiten

## 7 Fallbezogene Beurteilung der Immissionsort

### 7.1 Allgemeines

Grundsätzlich wird im Rahmen der Beurteilung höchstes Augenmerk auf die Vermeidung von Gebäudeschäden und einer unzumutbaren Erschütterungsbelastung für den Menschen in Gebäuden gelegt. Hierzu werden nachfolgend entsprechende Maßnahmen definiert.

Bezüglich der Zumutbarkeit der Erschütterungsbelastung für den Menschen wird im vorliegenden Fall die Einhaltung der DIN 4150-2 [3] Tabelle 2, Stufe II angestrebt. In der Maßnahmenbeschreibung werden dementsprechend auch Vorschläge zur Einhaltung der Stufe II ausgewiesen. Entsprechend sind die Maßnahmen a) bis e) (s. Absatz 4.1.1) im Rahmen des Vorhabens umzusetzen. Reichen technische Lösungen nicht aus, um die Einhaltung der Anhaltswerte nach Stufe II sicherzustellen, wird als Rückfallebene die Stufe III zur Beurteilung herangezogen.

Aufgrund des Umstandes, dass das hiesige Vorhaben aus Gründen eines öffentlichen Interesses und einer anzustrebenden wirtschaftlichen Realisierung zu betrachten ist, wird nicht eine pauschale Einhaltung der Stufe II anvisiert. Erst bei einer Überschreitung der Stufe III gelten die Erschütterungseinwirkungen als nicht mehr zumutbar. Da den Einwirkungsbereichen/Prognoseergebnissen eine „Worst-Case“-Prognose zugrunde liegt, ist ohnehin davon auszugehen, dass selbst die Abstände zu Stufe III einen gewissen Puffer bezüglich zumutbarer Erschütterungseinwirkungen beinhalten.

## 7.2 Beurteilung und Maßnahmendiskussion

Nachfolgen wird eine exemplarische Beurteilung für die Immissionsorte durchgeführt, dabei wird davon ausgegangen, dass kein Gebäude denkmalgeschützt ist. Für alle Bauarbeiten werden die maßgeblichen Immissionsorte beurteilt. Die daraus bedingten Maßnahmen gelten auch für die entfernter gelegenen Immissionsorte (siehe nachfolgende Tabelle). Im Nahbereich des südöstlich gelegenen Mischgebiets sowie der Gebäude am Konradsberg sollten Verdichtungs-, Ramm-, Meißel- und Bohrarbeiten nur während des Tagzeitraums stattfinden. Dies gilt sowohl für die Straßenbauarbeiten, für die Arbeiten am Bauwerk 233 und für die Erstellung der Lärmschutzwand.

Hinweis:

Die unten benannte „effektive Arbeitszeit“ beschreibt die Zeiten, zu denen erschütterungsinduzierende Baugeräte tatsächlich im Einsatz sind und während des Betriebs spürbare Erschütterungen ( $KB_{F_{max}} > 0,1$ ) verursachen. Vor- und nachbereitenden Tätigkeiten, während die entsprechenden Maschinen nicht im Einsatz sind, fallen beispielsweise nicht darunter. In der Regel kann selbst bei Einschränkung der „effektiven Arbeitszeit“ eine für den Baubetrieb übliche Einsatzzeit der betreffenden Geräte erreicht werden.

Für manche Gebäude werden Maßnahmvorschläge durch näherliegende Gebäude bedingt. Das bedeutet, dass durch Einhaltung der Maßnahmen der näherliegenden Gebäude keine weiteren Maßnahmen für die entfernter gelegenen Gebäude mehr umgesetzt werden müssen, da die Prognose einen „Worst-Case“-Ansatz verfolgt.

Immissionsort		
Nr.	Adresse	Beurteilung
IO 01	Grundäckerstraße 31	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann bei Vorliegen von Holzbalkendecken im Rahmen von Verdichtungsarbeiten mit kleiner Walze hingegen nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner bzw. Nutzer wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, im Bereich des Gebäudes auf kleineres Verdichtungsgerät bzw. eine Fräse auszuweichen. Alternativ ist die effektive Arbeitszeit der Walze auf 6 h/Tag (Holzbalkendecken) zu begrenzen. Ist eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.
IO 02	Böllinger Str. 1-43, 74078 Heilbronn	Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können in der Böllinger Str. 5-15 im Rahmen von Rammarbeiten mit Vibrationsramme nicht pauschal ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Gebäudeschäden wird empfohlen auf alternative Rammverfahren (Schlagramme) oder Bohrverfahren auszuweichen. Alternativ müssen die Rammarbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings überwacht werden.  Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungsarbeiten mit kleiner Walze, Meißelarbeiten und Rammarbeiten mit Vibrationsramme ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) auszuweichen. Bzgl. der Meißelarbeiten wird empfohlen, auf eine Fräse auszuweichen. Bzgl. der Rammarbeiten wird empfohlen, auf alternative Rammverfahren (Schlagramme) oder Bohrverfahren auszuweichen. Alternativ sind die effektiven Arbeitszeiten des Meißelbaggers und der Vibrationsramme auf 0,5 h/Tag und die effektive Arbeitszeit der kleinen Walze auf 1,5 h/Tag (Holzbalkendecke) und 2 h/Tag (Massivdecke) zu begrenzen. Ist eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.
IO 03	Obereisesheimer Str. 25-37	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.

Immissionsort		
Nr.	Adresse	Beurteilung
IO 04	Wimpfener Str. 13-70	<p>Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können in der Wimpfener Str. 68 und 70 im Rahmen von Rammarbeiten mit Vibrationsramme nicht pauschal ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Gebäudeschäden wird empfohlen, auf alternative Rammverfahren (Schlagramme) oder Bohrverfahren auszuweichen. Alternativ müssen die Rammarbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings überwacht werden.</p> <p>Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungsarbeiten mit kleiner Walze, Meißelarbeiten und Rammarbeiten mit Vibrationsramme ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) auszuweichen. Bzgl. der Meißelarbeiten wird empfohlen, auf eine Fräse auszuweichen. Bzgl. der Rammarbeiten wird empfohlen, auf alternative Rammverfahren (Schlagramme) oder Bohrverfahren auszuweichen. Alternativ sind die effektiven Arbeitszeiten des Meißelbaggers und der Vibrationsramme auf 0,5 h/Tag und die effektive Arbeitszeit der kleinen Walze auf 1,5 h/Tag (Holzbalkendecke) und 2 h/Tag (Massivdecke) zu begrenzen. Ist eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.</p> <p>Für die Wimpfener Str. 13-66 werden Maßnahmen durch näher gelegene Gebäude bedingt.</p>
IO 05	Schultheiß-Pfau Str. 2, 4, 6, 8, 10, 12	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 06	Zückwolfstraße 1-17	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 07	Hirschstraße 12-44	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 08	Rolandstraße 1-31	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 09	Wimpfener Str. 54, 58, 60, 66, 68	Weder Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 noch eine Überschreitung nach DIN 4150, Tabelle 2 Stufe II muss im Rahmen der Bohrpfahlerstellung angenommen werden. Allerdings kann es zu hörbaren sekundären Luftschallereignissen kommen. Um unzumutbare Immissionen zu vermeiden, sollten Arbeiten während des Nachtzeitraums vermieden werden.
IO 10	Obereisesheimer Str. 37	Weder Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 noch eine Überschreitung nach DIN 4150, Tabelle 2 Stufe II muss im Rahmen der Bohrpfahlerstellung angenommen werden. Allerdings kann es zu hörbaren sekundären Luftschallereignissen kommen. Um unzumutbare Immissionen zu vermeiden, sollten Arbeiten während des Nachtzeitraums vermieden werden.

Immissionsort		
Nr.	Adresse	Beurteilung
IO 11	Konradsberg 1-6	<p>Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können am Konradsberg 3 im Rahmen von Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze nicht pauschal ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Gebäudeschäden wird empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät auszuweichen. Alternativ müssen die Verdichtungsarbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings überwacht werden.</p> <p>Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) auszuweichen. Bzgl. der Meißelarbeiten wird empfohlen, auf eine Fräse auszuweichen. Alternativ sind die effektiven Arbeitszeiten der großen Walze und des Meißelbaggers auf 0,5 h/Tag und die effektive Arbeitszeit der kleinen Walze auf 1 h/Tag (Holzbalkendecke) und 2 h/Tag (Massivdecke) zu begrenzen. Ist eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.</p> <p>Für den Konradsberg 2 werden Maßnahmen durch näher gelegene Gebäude bedingt.</p>
IO 12	Franz-Reichle-Str. 2-20	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 13	Pfaffenstr. 175	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 14	Böllingerstr. 1-75	<p>Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können in der Böllingerstr. 1-3 im Rahmen von Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze nicht pauschal ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden hier jedoch durch näher gelegene Gebäude bedingt. In der Böllingerstr. 75 können Gebäudeschäden auch im Rahmen von Verdichtungsarbeiten mit kleinem Verdichtungsgerät und Meißelarbeiten nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Gebäudeschäden in der Böllingerstr. 75 wird empfohlen, auf kleines Verdichtungsgerät bzw. eine Fräse auszuweichen und während der Verdichtungsarbeiten ein Erschütterungsmonitoring durchzuführen.</p> <p>Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) auszuweichen. Bzgl. der Meißelarbeiten wird empfohlen, auf eine Fräse auszuweichen. Trotz Einsatz von kleinem Verdichtungsgerät können unzumutbare Erschütterungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II in der Böllingerstr. 75 nicht ausgeschlossen werden. Daher müssen dort Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.</p> <p>Für die Böllingerstr. 1-74 werden Maßnahmen durch näher gelegene Gebäude bedingt.</p>

Immissionsort		
Nr.	Adresse	Beurteilung
IO 15	Wimpfener Str. 125	<p>Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können in der Wimpfener Str. 125 im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten nicht pauschal ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Gebäudeschäden wird empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) bzw. eine Fräse auszuweichen. Alternativ müssen die Verdichtungs- und Meißelarbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings überwacht werden.</p> <p>Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) auszuweichen. Bzgl. der Meißelarbeiten wird empfohlen, auf eine Fräse auszuweichen. Alternativ sind die effektiven Arbeitszeiten der kleinen Walze und des Meißelbaggers auf 0,5 h/Tag und die effektive Arbeitszeit der Vibrationsplatte auf 4 h/Tag (Holzbalkendecke) und 8 h/Tag (Massivdecke) zu begrenzen. Eine große Walze sollte in diesem Bereich nicht zum Einsatz kommen. Ist eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.</p>
IO 16	Buchenerstr. 1-5	<p>Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können in der Buchenerstr. 1-5 im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Gebäudeschäden wird empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) bzw. eine Fräse auszuweichen. Alternativ müssen die Verdichtungs- und Meißelarbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings überwacht werden.</p> <p>Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) auszuweichen. Bzgl. der Meißelarbeiten wird empfohlen, auf eine Fräse auszuweichen. Die effektiven Arbeitszeiten der Vibrationsplatte müssen zusätzlich auf 2h/Tag begrenzt werden. Ist ein Ausweichen auf kleines Verdichtungsgerät und eine Fräse sowie eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.</p>

Immissionsort		
Nr.	Adresse	Beurteilung
IO 17	Mosbacherstr. 4-9	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten hingegen nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner bzw. Nutzer wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, im Bereich der Gebäude auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) bzw. eine Fräse auszuweichen. Alternativ ist die effektive Arbeitszeit der kleinen Walze auf 2 h/Tag (Holzbalkendecken) bzw. auf 4 h/Tag (Massivdecke), der großen Walze auf 0,5 h/Tag (Holzbalkendecken) bzw. auf 1 h/Tag (Massivdecke) und des Meißelbaggers auf 0,5 h/Tag zu begrenzen. Ist eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.
IO 18	Rolandstr. 1-31	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 19	Wimpfener Str. 10-70	Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können in der Wimpfenerstr. 17, 19, 21, 23, 25, 42-70 im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Gebäudeschäden wird empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) bzw. eine Fräse auszuweichen. Alternativ müssen die Verdichtungs- und Meißelarbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings überwacht werden.  Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) auszuweichen. Bzgl. der Meißelarbeiten wird empfohlen, auf eine Fräse auszuweichen. Die effektive Arbeitszeiten der Vibrationsplatte müssen zusätzlich auf 2h/Tag begrenzt werden. Ist ein Ausweichen auf kleines Verdichtungsgerät und eine Fräse sowie eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.  Für die übrigen Gebäude der Wimpfener Str. werden Maßnahmen durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 20	Zückwolfstr. 1-17	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 21	Schultheiß-Pfau Str. 1-13	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 22	Feurerstr. 1-16	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.

Immissionsort		
Nr.	Adresse	Beurteilung
IO 23	Obereisesheimer Str. 11-37	<p>Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können in der Obereisesheimer Str. 37 im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Gebäudeschäden wird empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) bzw. eine Fräse auszuweichen. Alternativ müssen die Verdichtungs- und Meißelarbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings überwacht werden.</p> <p>Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann im Rahmen von Verdichtungs- und Meißelarbeiten ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird bzgl. der Verdichtungsarbeiten empfohlen, auf kleineres Verdichtungsgerät (Vibrationsplatte) auszuweichen. Bzgl. der Meißelarbeiten wird empfohlen, auf eine Fräse auszuweichen. Alternativ sind die effektiven Arbeitszeiten der kleinen Walze und des Meißelbaggers auf 0,5 h/Tag und die effektive Arbeitszeit der Vibrationsplatte auf 4 h/Tag (Holzbalkendecke) und 8 h/Tag (Massivdecke) zu begrenzen. Eine große Walze sollte in diesem Bereich nicht zum Einsatz kommen. Ist eine zeitliche Begrenzung nicht möglich, ist ein geeigneter Nachweis zu führen, dass die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 eingehalten werden können. Alternativ müssen Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.</p> <p>Für die übrigen Gebäude der Wimpfener Str. werden Maßnahmen durch näher gelegene Gebäude bedingt.</p>
IO 24	Brückenstr. 1	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 25	Frankenbacher Str. 2, 4, 6, 8, 10	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.
IO 26	Hirschstr. 4-44	Maßnahmen werden durch näher gelegene Gebäude bedingt.

In den zwei folgenden Abbildungen sind die Einwirkungsbereiche prinzipiell dargestellt. Dabei beschreibt rot den Einwirkungsbereich, in dem Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 und gelb den Einwirkungsbereich, in dem unzumutbare Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II nicht ausgeschlossen werden können.



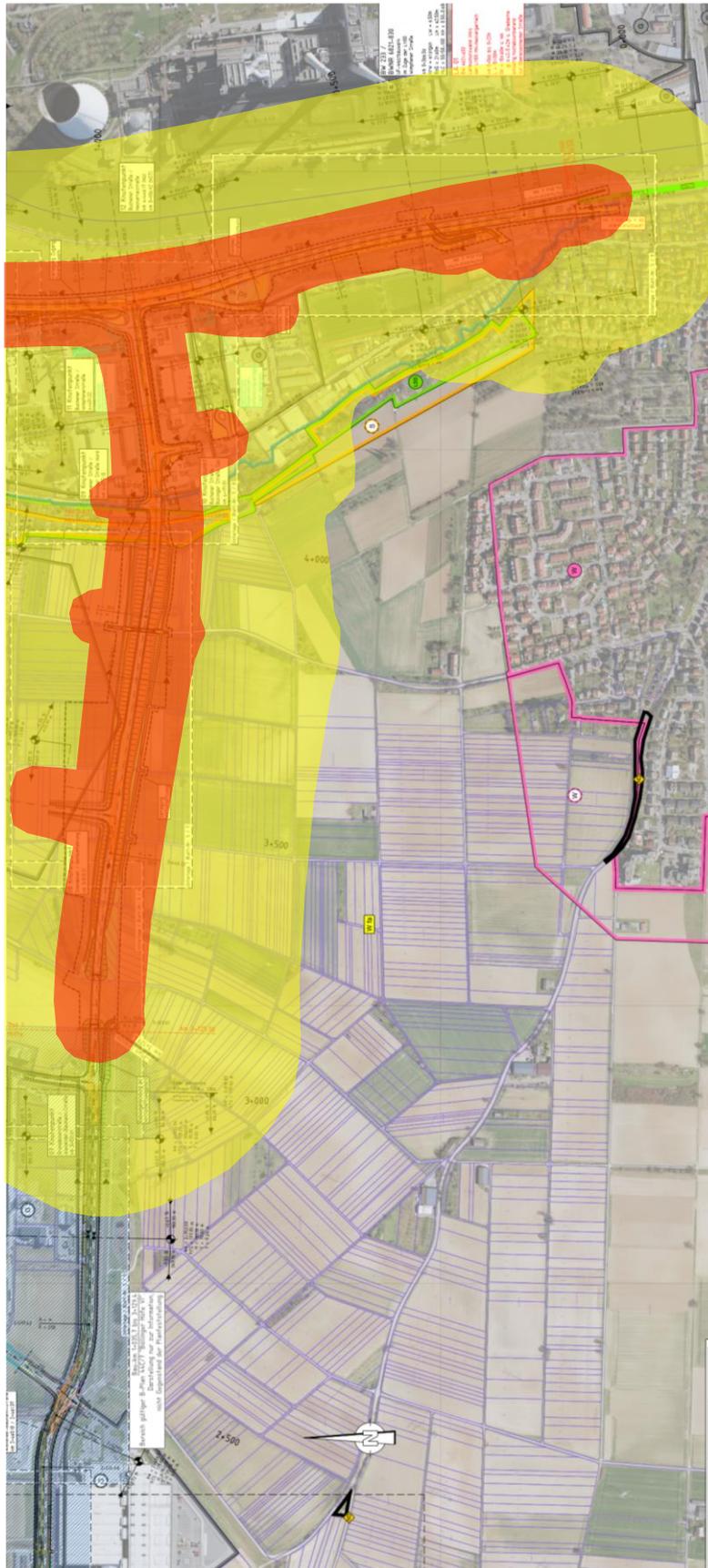


Abbildung 4. Prinzipische Skizze Einwirkungsbereiche West.

### 7.3 Maßnahmenvorschläge

Wie in der vorliegenden Untersuchung beschrieben, werden Abstandsbereiche zwischen Baumaßnahmen und Gebäuden definiert, bei deren Einhaltung nicht mit Gebäudeschäden bzw. einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung gerechnet werden muss. Um den Baubetrieb auch bei geringeren Abständen gewährleisten zu können, empfehlen wir im Vorhinein zur Baumaßnahme Erschütterungsmessung nach DIN 4150 durchzuführen. Dabei sollten die zum Einsatz kommenden Baumaschinen an folgenden kritischen Abstandsbereichen getestet und erschütterungstechnisch bewertet werden:

- Wimpfener Straße 70 und Böllinger Straße 1 – 21
- Böllinger Straße 75
- Konradsberg 3

Nachfolgend können die Erschütterungsschutzmaßnahmen für die gesamte Baumaßnahme verifiziert und neu bewertet werden. Es ist wahrscheinlich, dass die kritischen Abstandsbereiche der Prognose aufgrund der Ergebnisse der Erschütterungsmessungen deutlich reduziert werden können.

Alternativ kann bei Unterschreitung der kritischen Abstände für alle genannten Bauverfahren auch ein Erschütterungsmonitoring in repräsentativen Gebäuden zur Überwachung der Anhaltswerte vorgesehen werden.

Des Weiteren gilt: Um unzumutbare Immissionen zu vermeiden, sollten Arbeiten während des Nachtzeitraums vermieden werden. Im Nahbereich des südwestlich gelegenen Mischgebiets sollten Verdichtungs-, Ramm-, Meißel- und Bohrarbeiten nur während des Tagzeitraums stattfinden. Dies gilt sowohl für die Straßenbauarbeiten, für die Arbeiten am Bauwerk 233 und für die Erstellung der Lärmschutzwand.