

Auftraggeber: Rhein-Neckar-Verkehr GmbH

Infrastruktur – Abt. Planung

Möhlstraße 27

68165 Mannheim

Objekt: Abstellanlage und Betriebswerkstatt Käfertal in Mannheim

Titel: Schwingungs- und Schalltechnische Untersuchung

Teil 4: Stellungnahme zu den Erschütterungsimmissionen der geplanten Bautätigkeiten

Auftrag-Nr.: 23-7048/4

Erstfassung: 01.09.2023

Umfang: 17 Dokumentseiten inkl. Verzeichnisse und Deckblatt
- Anlagen

Bearbeitet:
Essen, den 01.09.2023

Geprüft und freigegeben:
Essen, den 01.09.2023

FCP IBU GmbH
Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
0201-87445-0
01.09.2023

FCP IBU GmbH
Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
0201-87445-0

Dipl.-Ing. Udo Lenz

Dr.-Biol. Marina Anissimova

Referenz / Auftrag-Nr.:
23-7048/4
Dateiname:
23-7048-G4 Betriebshof.docx



ÄNDERUNGSINDEX

Index	Datum	Bearbeitet	Freigegeben	Bemerkungen

ZUSAMMENFASSUNG

Allgemeiner Hinweis: Die Anlagennummern beziehen sich auf die Anlagen innerhalb der Anlage 15.1.8.

Die Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (rnv) plant eine Erweiterung des Betriebshofes Käfertal in Mannheim. Entstehen sollen eine Betriebswerkstatt, eine neue Abstellhalle und die zugehörige Infrastruktur. Im Hinblick auf die notwendige Genehmigung der Baumaßnahme ist eine schall- und schwingungstechnische Untersuchung zur Beurteilung der während der Bautätigkeiten zu erwartenden Luftschall-, Körperschall- und Erschütterungsimmissionen durchzuführen. Hiermit wurde die FCP IBU GmbH beauftragt.

Nach derzeitiger Kenntnis ist davon auszugehen, dass die Erschütterungsimmissionen der geplanten Bautätigkeiten im Sinne der DIN 4150 Teil 2 zu keinen erheblichen Belästigungen führen. Weiterhin ist nicht zu erwarten, dass durch direkte Erschütterungseinwirkungen Schädigungen an den Gebäuden eintreten. Vorausgesetzt wird, dass die Anwohner über die geplanten Bautätigkeiten in ausreichender Weise informiert werden. Weiterhin wird eine Begutachtung der Gebäude durch einen Bausachverständigen vor Aufnahme der Bautätigkeiten empfohlen.

INHALTSVERZEICHNIS

Änderungsindex.....	ii
Zusammenfassung	iii
1 Aufgabenstellung	1
2 Grundlagen.....	2
2.1 Planungsunterlagen.....	2
2.2 Lage und Gebietsausweisung.....	2
2.3 Bautätigkeiten.....	2
3 Immissionskennwerte	3
3.1 Erschütterungen	3
3.2 Körperschall.....	3
4 Beurteilungskriterien	4
4.1 Vorbemerkung	4
4.2 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden	4
4.3 Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke	7
4.4 Körperschalleinwirkungen auf Menschen.....	10
5 Beurteilung	12
6 Schutzmassnahmen	13

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (rnv) plant eine Erweiterung des Betriebshofes Käfertal in Mannheim. Entstehen sollen eine Betriebswerkstatt, eine neue Abstellhalle und die zugehörige Infrastruktur. Im Hinblick auf die notwendige Genehmigung der Baumaßnahme ist eine schall- und schwingungstechnische Untersuchung zur Beurteilung der während der Bautätigkeiten zu erwartenden Luftschall-, Körperschall- und Erschütterungsimmissionen durchzuführen. Hiermit wurde die FCP IBU GmbH beauftragt.

Dem Bericht Teil 2 vom 25.08.2023 (Anlage 15.1.6) ist die Beurteilung der Luftschallimmissionen zu entnehmen. Der vorliegende Bericht enthält die Beurteilung der Körperschall- und Erschütterungsimmissionen.

2 GRUNDLAGEN

2.1 PLANUNGSUNTERLAGEN

Die folgenden Unterlagen wurden für die schwingungstechnische Untersuchung herangezogen:

[U1] FCP IBU GmbH Schalltechnisches Gutachten 2020 007 082-G1bmA.pdf vom 12.11.2021: Berechnung der Schallimmissionen an der umliegenden Bebauung aus den Betriebsgeräuschen und Beurteilung der Pegel anhand der Immissionsrichtwerte der TA Lärm für das Objekt *Abstellanlage und Betriebswerkstatt Käfertal* in Mannheim;

[U2] Angaben zur Art und Durchführung der Bautätigkeiten, übergeben mit Mails vom 21.08.23 und 22.08.23, und im Telefonat vom 22.08.23.

2.2 LAGE UND GEBIETSAUSWEISUNG

Die nordwestlich der Gleisanlage gelegene Bebauung befindet sich in einem Allgemeinen Wohngebiet. Bei der südöstlich der Gleisanlage gelegenen Bebauung handelt es sich um Gebäude des bestehenden Bahnhofs bzw. Betriebshofs des Rhein-Neckar-Verkehrs sowie gewerblicher Anlagen, die sich in einem Gewerbegebiet befinden.

2.3 BAUTÄTIGKEITEN

Die meisten üblicherweise stattfindenden Bautätigkeiten führen zu keiner besonderen Schwingungsanregung und damit auch nicht zu entsprechenden Immissionen in der Nachbarschaft. Für die auf dem Gelände durchzuführenden Straßen- und Gleisbauarbeiten ist die Durchführung von Verdichtungsarbeiten erforderlich, die auf einer dynamischen Anregung des Untergrundes beruhen und damit unvermeidlich sind. Für den Bereich Betriebshof Käfertal ist in diesem Zusammenhang derzeit von folgendem Geräteeinsatz auszugehen:

- Abbrucharbeiten mit Bagger und Meißel
- Verdichten von Tragschichten mittels Vibrationswalze
- Verdichten des Schotters mit Vibrationswalze oder Rüttelplatte
- Stopfen mit Stopfmaschine
- Rammen von Stahlprofilen.

Alle weiteren Bautätigkeiten sind als nicht schwingungsrelevant anzusehen.

3 IMMISSIONSKENNWERTE

3.1 ERSCHÜTTERUNGEN

Erschütterungen bezeichnen mechanische Schwingungen. Die physikalische Größe, die zur Beschreibung der Erschütterungseinwirkungen überwiegend verwendet wird, ist die Schwinggeschwindigkeit.

Im Umfeld von Baustellen sind Erschütterungen z. B. durch Verdichtungs-, Ramm-, oder Abbrucharbeiten oft unvermeidbar. Die hiervon ausgehenden Erschütterungen breiten sich über den Baugrund aus und vermindern sich mit zunehmendem Abstand. Bauwerke im Einwirkungsbereich werden von den Erschütterungen am Fundament erfasst und ebenfalls zu Schwingungen angeregt, die sich innerhalb der Gebäude aufgrund deren dynamischer Eigenschaften verstärken oder abschwächen können. Diese Erschütterungen können von Menschen wahrgenommen werden, wenn eine bestimmte Fühlbarkeitsschwelle überschritten wird.

3.2 KÖRPERSCHALL

Als Körperschall werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen im Hörbereich in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten. Die messbaren Körperschallsignale sind die Schwinggeschwindigkeit v des angeregten Mediums in mm/s und der vom Medium abgestrahlte Schallwechseldruck p in N/m² (Sekundärluftschall oder auch Körperschall-Schalldruckpegel). Der aus der Körperschallübertragung entstehende Innenraumpegel (Sekundärluftschall) wird als hörbarer Luftschall dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen mit der sogenannten A-Bewertung nach DIN 45633 der Signale angepasst. Dieser Schallpegel wird zur Beurteilung der Körperschallimmissionen herangezogen.

4 BEURTEILUNGSKRITERIEN

4.1 VORBEMERKUNG

Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen von Bautätigkeiten sind die „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“ vom 6. März 2018 der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz heranzuziehen (LAI-Hinweise). Die LAI-Hinweise beziehen sich auf die Regelung der DIN 4150 – Erschütterungen im Bauwesen – und verwendet die dort festgelegten Kennwerte „Schwinggeschwindigkeit, bewertete Schwingstärke und Beurteilungs-Schwingstärke“. In den LAI-Hinweisen werden Immissionswerte definiert, die die Grenze zur Schädlichkeit von Erschütterungsimmissionen definieren. Diese Werte entsprechen den Anhaltswerten der DIN 4150 – Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden und Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen. Im Weiteren wird im Hinblick auf die Beurteilung der Erschütterungen Bezug auf die DIN 4150 genommen.

4.2 ERSCHÜTTERUNGSEINWIRKUNGEN AUF MENSCHEN IN GEBÄUDEN

In der DIN 4150, Teil 2, von Juni 1999 - Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden - sind Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen zusammengestellt. Ebenso sind Beurteilungsverfahren und Anhaltswerte für durch Baustellen verursachte Erschütterungsimmissionen festgelegt.

Die Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen zur Tagzeit erfolgt in drei Stufen:

- Eine untere Stufe I, bei deren Unterschreitung auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist.
- Eine mittlere Stufe II, bei deren Unterschreitung ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist, falls Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen 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.
- Eine obere Stufe III, bei deren Überschreitung die Einwirkungen unzumutbar sind. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

Anhaltswerte für diese drei Stufen sind in Tabelle 1 (Tabelle 2 der DIN 4150-2 (2)) für verschiedene Einwirkungsauern D zusammengestellt. Dabei wird auf eine Unterteilung nach Baugebietsarten weit gehend verzichtet.

Dauer	$D \leq 1\text{Tag}$			6 Tage < $D \leq 26$ Tage			26 Tage < $D \leq 78$ Tage		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A_u	A_o^*	A_r	A_u	A_o^*	A_r	A_u	A_o^*	A_r
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	1,0	5	0,6

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

Tabelle 1: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen (Tabelle 2 DIN 4150-2, (2))

Für die Erschütterungseinwirkungsauern zwischen 1 Tag und 6 Tagen dürfen die Werte aus Tabelle 1 interpoliert werden.

Für die Beurteilung ist zunächst die maximale bewertete Schwingstärke (KB_{Fmax}) heranzuziehen und mit den Anhaltswerten A_u und A_o zu vergleichen:

$$\begin{aligned}
 KB_{Fmax} \leq A_u &\rightarrow \text{Richtwert eingehalten} \\
 KB_{Fmax} > A_o &\rightarrow \text{Richtwert überschritten}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Falls KB_{Fmax} zwischen A_u und A_o liegt, ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} nach Gleichung 2 zu ermitteln (2):

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \sqrt{\frac{T_e}{T_r}}
 \tag{2}$$

T_r	Beurteilungszeit (Tag 16 h, Nacht 8 h)
T_e	Einwirkungszeit
KB_{FTm}	Taktmaximal-Effektivwert während der Einwirkzeit

Für die Beurteilung gilt dann:

$$A_u < KB_{Fmax} \leq A_o \text{ und } KB_{FTr} \leq A_r \rightarrow \text{Richtwert eingehalten}
 \tag{3}$$

Im Falle der Durchführung erschütterungsrelevanter Arbeiten im Nachtzeitraum gelten die Nacht-Anhaltswerte nach Tabelle 2 (Tabelle 1 der DIN 4150-2 (2)).

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche 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 (vergleiche 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 (vergleiche reines Wohngebiet § 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. in Krankenhäusern, in 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 bis 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 ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Tabelle 2: Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2

4.3 ERSCHÜTTERUNGSEINWIRKUNGEN AUF BAUWERKE

Die Einwirkung von Erschütterungen auf Gebäude wird nach heutigem Stand der Technik auf der Grundlage der DIN 4150, Teil 3, "Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf bauliche Anlagen", Ausgabe Dezember 2016, beurteilt.

Diese Norm enthält Angaben für die Ermittlung und Beurteilung der durch Erschütterungen verursachten Einwirkungen auf bauliche Anlagen, die für vorwiegend ruhende Beanspruchung bemessen sind, soweit solche Angaben nicht in anderen Normen oder Richtlinien gegeben sind. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht eintreten.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne dieser Norm sind z. B.:

- Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen,
- Verminderung der Tragfähigkeit von Decken.

Bei Gebäuden nach Tabelle 3 (Tabelle 1 der DIN 4150-3), Zeilen 2 und 3, ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.

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

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

Kurzzeitige Erschütterungen (Abschnitt 5 der Norm)

Aus zahlreichen Messungen der Schwinggeschwindigkeit an Gebäudefundamenten wurden Erfahrungswerte gewonnen, die einen Anhalt für die Beurteilung kurzzeitiger Gesamtbauwerkserschütterungen geben. Für diese Beurteilung wird der größte Wert der drei Einzelkomponenten (vertikale und horizontale Schwingrichtung) der Schwinggeschwindigkeit v_i am Fundament herangezogen. Für die Beurteilung geben darüber hinaus die Schwingungen in der Ebene der obersten Decke, die auf den Außenwänden aufliegt, wesentliche Hinweise.

In der Tabelle 3 (Tabelle 1 der DIN 4150-3) sind für die verschiedenen Gebäudearten Anhaltswerte für v_i am Fundament und in der obersten Deckenebene angegeben. Die Anhaltswerte gelten für Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet

ist, um in der betroffenen Struktur Resonanz zu erzeugen. Anderenfalls sind die Erschütterungen als stationäre Bauwerksschwingungen anzusehen und zu beurteilen.

Wenn die Anhaltswerte nach Tabelle 3 eingehalten werden, treten Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, deren Ursachen auf direkte Erschütterungseinwirkungen zurückzuführen wären, nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden trotzdem Schäden beobachtet, ist davon auszugehen, dass andere Ursachen für diese Schäden maßgebend sind.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s				
		Fundament alle Richtungen			Deckenebene des obersten Vollgeschosses	Decken vertikal
		< 10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 *) Hz	alle Frequenzen	
1	Gewerbl. genutzte Bauten, Industriebauten und ähnl. 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 Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 u.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.						

Tabelle 3: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke (Tabelle 1 der DIN 4150-3)

Wenn bei kurzzeitigen Erschütterungen Deckenschwingungen auftreten, ist für $v \leq 20$ mm/s in vertikaler Messrichtung am Ort der größten Schwinggeschwindigkeit - dies ist im Allgemeinen in Deckenmitte - eine Verminderung des Gebrauchswertes der Decken nicht zu erwarten.

Dauererschütterungen (Abschnitt 6 der Norm)

In der Tabelle 4 (Tabelle 2 der DIN 4150-3) sind für die verschiedenen Gebäudearten Anhaltswerte für den größeren Wert der beiden horizontalen Einzelkomponenten v_i in der obersten Deckenebene angegeben.

Werden die Anhaltswerte nach Tabelle 4 eingehalten, treten Schäden nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden diese Werte überschritten, so folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen.

Wenn Bauwerke in Oberschwingungen angeregt werden, können die Höchstwerte auch in anderen Deckenebenen oder in der Fundamentebene auftreten. Für ihre Beurteilung dürfen ebenfalls die Anhaltswerte nach Tabelle 4 herangezogen werden.

Für die Verwendung anderer Referenzpunkte bedarf des besonderen Nachweises.

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

Tabelle 4: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke (Tabelle 2 der DIN 4150-3)

Bei Bauteilschwingungen wie Geschossdecken- und Wandschwingungen darf die dynamische Belastung durch Dehnungsmessungen am schwingenden Bauteil bzw. durch Berechnung ermittelt werden.

Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschossdecken in Gebäuden nach Tabelle 3, Zeilen 1 und 2 erfahrungsgemäß nicht zu Schäden, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen sind. Diese Schwingungen sind sehr stark spürbar. Bei Gebäuden nach Tabelle 4, Zeile 3 kann kein Anhaltswert angegeben werden.

Etwa auftretende leichte Schäden können nicht ohne weiteres der dynamischen Belastung zugeordnet werden, es müssen vielmehr die näheren Umstände untersucht werden.

4.4 KÖRPERSCHALLEINWIRKUNGEN AUF MENSCHEN

Derzeit existiert keine gesetzliche Festlegung oder ein sonstiges Regelwerk zur Beurteilung von Körperschallimmissionen durch Baustellen. Hilfsweise kann eine Beurteilung in Anlehnung an die 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 herangezogen werden. Unter Abschnitt 6.2 der TA Lärm sind Immissionsrichtwerte für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden bei Körperschallübertragungen festgelegt. Die Beurteilungspegel für schutzbedürftige Räume dürfen folgende Richtwerte nicht überschreiten:

- tags: 35 dB(A)
- nachts: 25 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 10 dB(A) überschreiten. Die Beurteilungszeiten ergeben sich nach TA Lärm zu

- tags: 06:00 – 22:00 Uhr
- nachts: 22:00 – 06:00 Uhr

Für die Nachtzeit ist der höchste auf eine volle Nachtstunde bezogene Beurteilungspegel maßgebend.

Für Wohngebiete ist bei der Ermittlung des Beurteilungspegels "Tagzeit" für bestimmte Zeiträume ein Pegelzuschlag von 6 dB zu berücksichtigen. Weitere Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit sind bei der Berechnung des Beurteilungspegels gegebenenfalls zu berücksichtigen.

Beim Auftreten tieffrequenter Geräusche sind die Festlegungen der DIN 45680 – Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft- zu beachten.

Zu beachten ist, dass laut der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) die Tagzeit, abweichend von der TA Lärm, auf den Zeitraum 07:00 – 20:00 Uhr begrenzt ist. Bei prognostizierter Überschreitung der hilfsweise herangezogenen Immissionsrichtwerte der TA Lärm ist zu prüfen, ob verhältnismäßige Maßnahmen zur Geräuschkinderung angeordnet werden können.

5 BEURTEILUNG

Die Abstände der **angrenzenden Wohnbebauung** der Bahnhofstraße, Birkenauer Straße und Am Rebstock zu den Bautätigkeiten auf dem Betriebshof sind relativ groß. Lediglich zu den Gebäuden des südlich gelegenen Teils der Rebenstraße befinden sich Teile der Baustelle in unmittelbarer Nähe. Eine Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 tritt erfahrungsgemäß nicht ein. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass eine Schädigung der Anliegergebäude durch direkte Erschütterungseinwirkung ausgeschlossen ist. Unabhängig davon wird empfohlen, eine bauliche Beweissicherung vorzunehmen, da auf Grund erschütterungsintensiver Bautätigkeiten an Bauteilen mit nicht erkannten Vorschäden eine spätere Schädigung, trotz sehr geringer Erschütterungseinwirkung, nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen werden im Falle der Nachtarbeit voraussichtlich eingehalten. Lediglich im südlichen Teil der Rebenstraße ist auf Grund des sehr geringen Abstandes von einer Überschreitung auszugehen, sofern erschütterungsrelevante Bautätigkeiten in dem Bereich erfolgen.

Für die Tagzeit gilt, dass Erschütterungsimmissionen im Bereich der Anhaltswerte der Stufen II und im Bereich der südlichen Rebenstraße bis maximal der Stufe III zu erwarten sind. Diese Erschütterungsimmissionen führen im Sinn DIN 4150-2 zu keinen erheblichen Belästigungen.

Für die Körperschallimmissionen gilt, dass tagsüber keine Überschreitung der Orientierungswerte nach der TA Lärm zu erwarten sind. Im Falle der Durchführung von Nacharbeiten kann davon ausgegangen werden, dass nur in Gebäuden mit einem Abstand von weniger als 10 Meter zur Emissionsquelle möglicherweise eine Überschreitung eintritt.

Die **gewerbliche Bebauung** befindet sich in unmittelbarer Nähe zu den geplanten Bautätigkeiten. Insofern sind bei entsprechenden Tätigkeiten deutlich wahrnehmbare Erschütterungsimmissionen in den gewerblich genutzten Gebäuden zu erwarten. Eine Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 ist allerdings nicht zu erwarten, sodass Schädigungen durch direkte Erschütterungseinwirkungen auszuschließen sind. Hinsichtlich der Erschütterungseinwirkung auf Menschen ist zu erwarten, dass die Anhaltswerte der Stufe II de DIN 4150-2 tagsüber eingehalten werden. Nachtrichtwerte sind nicht relevant, da in der betroffenen Bebauung keine Schlafräume vorhanden sind. Hinsichtlich der Körperschallimmissionen ist zu erwarten, dass die relevanten Orientierungswerte nach TA Lärm eingehalten werden.

6 SCHUTZMASSNAHMEN

Unabhängig davon, dass voraussichtlich die relevanten Anhalts- und Orientierungswerte zur Beurteilung der Bauerschütterungen tagsüber eingehalten werden, sind die folgend aufgelisteten Schutzmaßnahmen vorausschauend zu berücksichtigen:

- Eine **umfassende Information** über die Art und Dauer (Gesamtdauer und Einsatzzeit) sowie über die Größe der zu erwartenden Erschütterungen wird den **Betroffenen** zur Verfügung gestellt. Diese Maßnahme ist zwingend erforderlich, da ansonsten die Anhaltswerte der Stufe I der DIN 4150-2 gelten.
- Über **den Zweck und die Unvermeidlichkeit der Bauarbeiten** und der damit verbundenen Erschütterungen werden die Betroffenen aufgeklärt.
- Die Betroffenen werden über die **Schadenswirkung von Erschütterungen auf Gebäude** aufgeklärt.
- Eine bauliche **Beweissicherung** von Gebäuden wird für erschütterungsrelevante Bauarbeiten empfohlen, die im Abstand < 100 m zur Erschütterungsquelle liegen.
- Bei begründeten Anliegerbeschwerden wird die Durchführung von **Erschütterungsmessungen** während der Bauausführung in den betroffenen Objekten empfohlen.
- Betriebliche bzw. organisatorische Maßnahmen, z. B. Einhalten **definierter Pausen- und Ruhezeiten** sowie **langsame Steigerung der dynamischen Anregung** zur Vermeidung von Schreckreaktionen werden empfohlen.
- Im Falle der Durchführung von erschütterungsintensiven Nachtarbeiten wird die **Kostenübernahme für Hotelübernachtungen** empfohlen.