

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Stuttgart
Schwieberdinger Str. 62
70435 Stuttgart

Telefon +49(711)136757 0
Telefax +49(711)136757 9

www.mbbm-ind.com
Dipl.-Ing. Friederike Busch
Telefon +49(711)136757 12
friederike.busch@mbbm-ind.com

16. Juni 2025
M181757/04 Version 1 BSF/EZR

**Reaktivierung Staudenbahn
für den SPNV,
Gessertshausen -
Langenneufnach**

**Fachgutachterliche Prognose
der zu erwartenden
Baustellenerschütterungen**

Bericht Nr. M181757/04

Anlage 15.1

Auftraggeber: SWU Verkehr GmbH
Bauhoferstraße 9
89077 Ulm

Auftragsnummer: 48717368/0301/600

Bearbeitet von: Dipl.-Ing. Friederike Busch

Berichtsumfang: 74 Seiten

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

Geschäftsführer:
Joachim Bittner,
Manuel Männel,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	5
2 Unterlagen	5
3 Bewertungsgrundlage	7
3.1 Allgemeines zur Beurteilung von Erschütterungen	7
3.2 Erschütterungen – DIN 4150, Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	7
3.3 Erschütterungen – DIN 4150, Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen	11
3.4 Einordnung der Nachbarbebauung	14
4 Bauablauf	15
5 Grundlagen der Prognoseberechnung	18
5.1 Allgemeines zur Prognose bzgl. der Bewertung nach DIN 4150-3 [3]	18
5.2 Allgemeines zur Prognose bzgl. der Bewertung nach DIN 4150-2 [2]	20
5.3 Abbrucharbeiten	20
5.4 Bagger für Aushubarbeiten	22
5.5 Bohrgeräte	22
5.6 Rammen	22
5.7 Verdichtungsarbeiten	24
5.8 Fräs-Misch-Injektionsverfahren (FMI)	26
5.9 Traktor mit Fräse	27
5.10 Schienenschleifzug	27
5.11 Gleisstopfmaschine	27
5.12 LKW-Verkehr/Kipplader/Radlader	28
6 Prognoseergebnisse	29
6.1 Allgemeines	29
6.2 Abbrucharbeiten	29
6.3 Rammen	38
6.4 Verdichtungsarbeiten	44
6.5 Gleisstopfmaschine	72

Zusammenfassung

Die Bahnstrecke 5340 soll im Abschnitt Gessertshausen – Langenneufnach auf einer Länge von ca. 12,8 km für den Personennahverkehr saniert werden. Im Zuge dessen ist geplant, die Streckenhöchstgeschwindigkeit in den baulich geeigneten Abschnitten auf bis zu 140 km/h zu erhöhen. Im Rahmen der Erneuerung der gesamten Gleisanlage werden unter anderem Bahnübergänge (BÜ), Bahnhöfe und Haltepunkte angepasst, die Trassierung verbessert und eine Oberleitungsanlage zur Elektrifizierung der Strecke gebaut. Als Ingenieurbauwerke sind die Eisenbahnüberführung (EÜ) über die Schmutter und Neufnach als Ersatzneubau geplant. Für die dafür notwendigen Bauarbeiten wurde durch Müller-BBM eine Erschütterungsprognose erstellt.

Die Bewertung der prognostizierten Erschütterungen erfolgt nach folgenden Normen:

- Einwirkungen auf baulichen Anlagen: DIN 4150-3 [3]
- Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden: DIN 4150-2 [2]

Folgende Erschütterungsquellen bzw. Bauverfahren wurden betrachtet:

- Abbrucharbeiten
- Aushubarbeiten mit dem Bagger
- Einsatz von Bohrgeräten
- Rammen von Gründungspfählen und Spundwänden
- Verdichtungsarbeiten (Vibrationswalzen, -platten, Anbauverdichter)
- Gleisstopfmaschine
- Schienenschleifzug
- Baustellenverkehr
- Bodenverbesserungsmaßnahmen

Die Arbeiten sollen in erster Linie werktags zwischen 7 Uhr und 19 Uhr durchgeführt werden. Für die Bauarbeiten im Bereich der B300 sind zwei Vollsperrungen der Straße notwendig. In diesen Zeitfenstern sind Arbeiten zwischen 6 Uhr und 24 Uhr auch über Wochenenden eingeplant. Zusätzlich sind evtl. Gleisstopfarbeiten am Wochenende notwendig.

Folgende Bauarbeiten können entweder als erschütterungsarm eingestuft werden oder weisen einen ausreichend großen Abstand zur nächsten Bebauung auf, so dass sie als unkritisch für bauliche Anlagen und Menschen in Gebäuden eingestuft werden können:

- Aushubarbeiten mit dem Bagger
- der Einsatz von Bohrgeräten
- Schienenschleifzug
- Baustellenverkehr
- Bodenverbesserungsmaßnahmen

Die weiteren Empfehlungen in Abschnitt 5 und 6 dieses Berichts sind zu beachten. Die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] und -2 [2] werden eingehalten, sofern die Abstände zwischen dem Ort des Bauverfahrens und dem relevanten Gebäude in Abschnitt 6 sowie ggf. weitere Randbedingungen (z. B. Vorabinformation der Anwohner, Wahl erschütterungsärmerer Bauverfahren etc.) berücksichtigt werden.

Verfahrensbedingt ist die Prognose der Erschütterungssimmissionen erst ab einem Abstand von 5 m bis 15 m – abhängig vom Bauverfahren – möglich. Grundsätzlich gilt, dass Bauarbeiten, die innerhalb dieser Bereiche durchgeführt werden, messtechnisch in den betroffenen Gebäuden nach DIN 4150-2 [2] bzw. -3 [3] zu begleiten sind.

Generell wird empfohlen, Beweissicherungen in Form von Bestandsaufnahme von evtl. vorhandenen Vorschädigungen an allen Gebäuden, die einen Abstand ≤ 20 m zu den Bauarbeiten aufweisen, vor Beginn und nach Fertigstellung der Bauarbeiten durch einen Sachverständigen durchführen zu lassen.

Dipl.-Ing. Friederike Busch
Telefon +49 (0)711 136757-12
Projektverantwortliche

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

Gegenstand der Planung ist der Ausbau und die damit verbundene Elektrifizierung der Bahnstrecke 5340 im Abschnitt Gessertshausen – Langenneufnach. Auf dieser ca. 12,8 km langen Strecke soll die Bahnstrecke für den Personennahverkehr saniert werden, um die Fahrtzeiten attraktiver zu gestalten. Dabei soll auch die derzeitige Streckenhöchstgeschwindigkeit von abschnittsweise bis 60 km/h, nach erfolgter Gleiserneuerung und Elektrifizierung, in den baulich geeigneten Abschnitten auf bis zu 140 km/h erhöht werden. Im Rahmen der Erneuerung der gesamten Gleisanlage werden unter anderem Bahnübergänge (BÜ), Bahnhöfe und Haltepunkte angepasst, die Trassierung verbessert und eine Oberleitungsanlage zur Elektrifizierung der Strecke gebaut. Als Ingenieurbauwerke sind die Eisenbahnüberführung (EÜ) über die Schmutter und Neufnach als Ersatzneubau geplant.

Müller-BBM wurde beauftragt, für die Bauphase der Sanierung der vorgenannten Anlagen eine Erschütterungsprognose zu erstellen.

2 Unterlagen

- [1] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen, Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [2] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Februar 1999
- [3] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [4] DIN 45669-1: Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 1: Schwingungsmesser – Anforderungen und Prüfungen. 2020-06
- [5] VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen, Beurteilung. 1987-05 (zurückgezogen September 2002)
- [6] „Bauwerkerschütterungen durch Tiefbauarbeiten, Grundlagen – Messergebnisse - Prognosen“, M. Achmus, J. Kaiser, F. tom Wörden, Institut für Bauforschung e. V. Hannover, 2004
- [7] „Bahn/Straße Spange Götzendorf, Einreichprojekt zum UVP-Verfahren, Fachbeitrag Erschütterungen und Sekundärluftschall“, Univ. Prof. Dr. Peter Steinhauser, Mai 2009
- [8] „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“, LAI Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Stand: 06.03.2018
- [9] „Kraftbasiertes Prognoseverfahren für Erschütterungen durch dynamische Verdichtungsgeräte im Erd- und Asphaltbau“, Berg-Jahnke, September 2020
- [10] bayernAtlas <https://atlas.bayern.de>, Stand: 03.03.2025
- [11] Bayerischer Denkmal-Atlas <https://geoportal.bayern.de/denkmalatlas/>, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Stand: 03.03.2025

- [12] Flächennutzungsplan Gemeinde Gessertshausen, Verwaltungsgemeinschaft Gessertshausen, Stand: 21.07.1992
- [13] Flächennutzungsplan Fischach, Markt Fischach, Stand: 2017
- [14] Flächennutzungsplan Langenneufach, Verwaltungsgemeinschaft Stauden, Stand: 20.12.1999
- [15] PDF-Plan „Vorabzug Entwurfsplanung“, vbscholz, Stand: 17.02.2025
- [16] Bauablaufplan, Johann Karmann, Mindelheim, Stand: 17.02.2025
- [17] Bauabschnittseinteilung für Bauablauf, Johann Karmann, Mindelheim, Stand: 17.02.2025
- [18] Egli Rammtechnik https://issuu.com/gebregli/docs/egli_rammtechnik, Stand: 05.05.2025
- [19] ABI MOBILRAM-System <https://www.abi-group.com/de/detail/ABI-MOBILRAM-TM-13.html>, Stand: 27.05.2025
- [20] Anbauverdichter MTS V10-X3 https://www.mts-online.de/fileadmin/user_upload/bilder/downloads/produktmappe/01-ANBAUVERDICHTER_NEU_1_kopie.pdf, Stand: 08.06.2025
- [21] BOMAG BW 124 DH-5 file:///C:/Users/bst/Downloads/Datasheet_BW124DH-5_BW124PDH-5_4f_PRD58655010_SA03.pdf, Stand: 10.06.2025
- [22] Online-Besprechung vom 17.02.2025, SWU
- [23] Online-Besprechung vom 14.05.2025, Müller-BBM, Hr. Karmann, SWU

3 Bewertungsgrundlage

3.1 Allgemeines zur Beurteilung von Erschütterungen

Im Gegensatz zum Lärm liegen für die Beurteilung von Erschütterungen keine gesetzlich festgeschriebenen Grenzwerte vor. In Ermangelung von gesetzlichen Vorgaben wird regelmäßig auf die Normenreihe der DIN 4150 (Erschütterung im Bauwesen [1], [2], [3]) als antizipiertes Sachverständigengutachten zur Konkretisierung des Begriffs der schädlichen Umwelteinwirkung zurückgegriffen. Der Teil 2 dieser Norm beinhaltet dabei Anhaltswerte, bei deren Einhalten eine erhebliche Belästigung Betroffener nicht zu erwarten ist. Diese Anhaltswerte dürfen jedoch nicht schematisch angewandt werden, sondern müssen jeweils den konkreten Einzelfall berücksichtigen.

3.2 Erschütterungen – DIN 4150, Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen wird die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ nach DIN 45669-1 [4] herangezogen. Die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ ist dabei nach DIN 4150 Teil 2 [2] als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0,125 s, "FAST") definiert.

Die Beurteilung erfolgt anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

- $KB_{F\max}$, die maximale bewertete Schwingstärke,
- KB_{FTr} , die Beurteilungsschwingstärke.

Die maximale bewertete Schwingstärke $KB_{F\max}$ 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 Erschütterungereignisse. Sie wird mit Hilfe 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 ($KB_{F\max}$ -Werte) der Einzelereignisse.

Innerhalb der Beurteilungszeit werden tags folgende Ruhezeiten definiert:

- werktags von 6.00 bis 7.00 Uhr und von 19.00 bis 22.00 Uhr sowie
- sonn- und feiertags von 6.00 bis 22.00 Uhr.

Erschütterungseinwirkungen während der Ruhezeiten führen in Wohnungen zu erhöhten Störwirkungen und werden bei der Beurteilungs-Schwingstärke derart berücksichtigt, dass diese Zeiten mit dem Faktor 2 gewichtet werden. Dadurch ergibt sich der Wert der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} nach folgender Gleichung zu:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{T_r} (T_{e1} \cdot KB_{FTm1}^2 + 2T_{e2} \cdot KB_{FTm2}^2)} \quad (2)$$

mit

- | | | |
|-------------|---|--|
| T_r | = | Beurteilungszeit (tags 16 Std., nachts 8 Std.), |
| T_{e1} | = | Einwirkzeit außerhalb der Ruhezeiten, |
| T_{e2} | = | Einwirkzeit während der Ruhezeiten, |
| KB_{FTm1} | = | Taktmaximal-Effektivwert außerhalb der Ruhezeiten, |
| KB_{FTm2} | = | Taktmaximal-Effektivwert während der Ruhezeiten. |

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.

Für die Beurteilung von Erschütterungen, die durch Baumaßnahmen verursacht werden, nennt die Norm ein dreistufiges Beurteilungsschema, welches auch als Handlungsgrundlage im Vorfeld der Planung dienen kann.

Das Beurteilungsschema weist Anhaltswerte tagsüber für verschiedene Zeiträume der Einwirkungen (< 1 Tag, 6 bis 26 Tage, 26 bis 78 Tage) aus. Für Einsatzdauern zwischen 1 und 6 Tagen sind die angegebenen Anhaltswerte zu interpolieren.

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. Die Angabe der Dauer der Einwirkungen bezieht sich dabei nicht auf die Gesamtdauer einer Baumaßnahme, sondern nur auf die Zeiten,

in denen in den jeweils betroffenen Gebäuden tatsächlich Erschütterungen auftreten. Dabei sind Tage mit Erschütterungen, die unter den jeweiligen Werten der Tabelle 1 der DIN 4150-2 für A_u oder A_r liegen, nicht mitzuzählen.

Tabelle 1. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 Tabelle 2 [2] für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Baustellensprengungen).

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

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

Für Bauarbeiten während des Nachtzeitraums sind wiederum die Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 1 [2] heranzuziehen.

Tabelle 2. Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen (DIN 4150-2, Tabelle 1 [2]).

Zeile	Einwirkungsort	Tag			Nacht		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen 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 schutzbefürftige 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 – 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbefürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen worden ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Die in Tabelle 1 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 Norm 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.

In den Erläuterungen zur Norm DIN 4150-2 [2] wird bezüglich „gerade spürbarer“ Erschütterungen angemerkt:

„Einen Hinweis auf die Fühlbarkeit der Erschütterungseinwirkung gibt die Größe KB_{Fmax} . Die Fühlchwelle liegt bei den meisten Menschen im Bereich zwischen $KB = 0,1$ und $KB = 0,2$. In der Umgebungssituation „Wohnung“ werden auch bereits gerade spürbare Erschütterungen als störend empfunden. Erschütterungseinwirkungen um $KB = 0,3$ werden beim ruhigen Aufenthalt in Wohnungen überwiegend bereits als gut spürbar und entsprechend stark störend wahrgenommen.“

In der VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3¹ [5] werden Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung angegeben:

Tabelle 3. Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung.

KB-Werte	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
0,1	Fühlchwelle
0,1 – 0,4	gerade spürbar
0,4 – 1,6	gut spürbar
1,6 – 6,3	stark spürbar

3.3 Erschütterungen – DIN 4150, Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Der Teil 3 der Norm DIN 4150 [3] nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Bauschäden im Sinne der Norm² nicht zu erwarten sind. Werden diese Anhaltswerte eingehalten, so treten Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, deren Ursachen auf Erschütterungen zurückzuführen wären, nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden trotzdem Schäden beobachtet, ist davon auszugehen, dass andere Ursachen für diese Schäden maßgebend sind. Werden die Anhaltswerte überschritten, so folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen. Bei Überschreitungen sind gegebenenfalls weitergehende Untersuchungen erforderlich,

¹ Die VDI 2057, Blatt 3, wurde im September 2002 zurückgezogen, da sich im Zuge der Anpassung der Arbeitsrichtlinien an das europäische Recht für diesen Bereich die Bewertungsverfahren geändert haben. Der in der zurückgezogenen Richtlinie beschriebene Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und der subjektiven Wahrnehmung von Erschütterungseinwirkungen kann aber weiterhin allgemein gültig verwendet werden.

² Bauschäden im Sinne der Norm sind
 - 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.

beispielsweise die Spannungsermittlung und -beurteilung nach den in DIN 4150-3 [3], Abschnitt 4.3 und 4.4 erläuterten Verfahren.

Für kurzzeitige Erschütterungseinwirkungen (z. B. Sprengungen) geltende Anhaltswerte sind in Tabelle 4 aufgeführt. Als kurzzeitig sind Erschütterungen definiert, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet ist, um in der betroffenen Struktur Resonanzen zu erzeugen.

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 herangezogen werden.

Tabelle 4. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i [mm/s] zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3 [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 Erschütterungsempfindlichkeit 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 alle anderen Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude werden die in Tabelle 5 beschriebenen Anhaltswerte genannt.

Tabelle 5. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i [mm/s] zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3 [3], Tabelle 3.

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.

Hinweis:

Die DIN 4150-3 [3] empfiehlt im Anhang C u. a. einen Mindestabstand einer durch Vibrationsrammung einzubringender Spundwand zum Gebäude zu wählen, um die Gefahr von Sackungen des Baugrunds im Nahbereich von Gebäude zu reduzieren. Dabei sollte „der Abstand zu Gebäuden so gewählt werden, dass zwischen erschütterungsquelle und Gebäudefundament ein Winkel von mindestens 30° zur Vertikalen eingehalten werden. Im Grundwasser kann ein größerer Winkel, 45° , angebracht sein“ (siehe Abbildung 1).

„Beim Einsatz von Schlagrammverfahren (z. B. Dieselramme, pneumatische Ramme) ist die Gefahr von Sackungen dieser Art erheblich geringer“, können jedoch nicht prognostiziert werden, so dass auch hier empfohlen wird, die angegebenen Winkel einzuhalten.

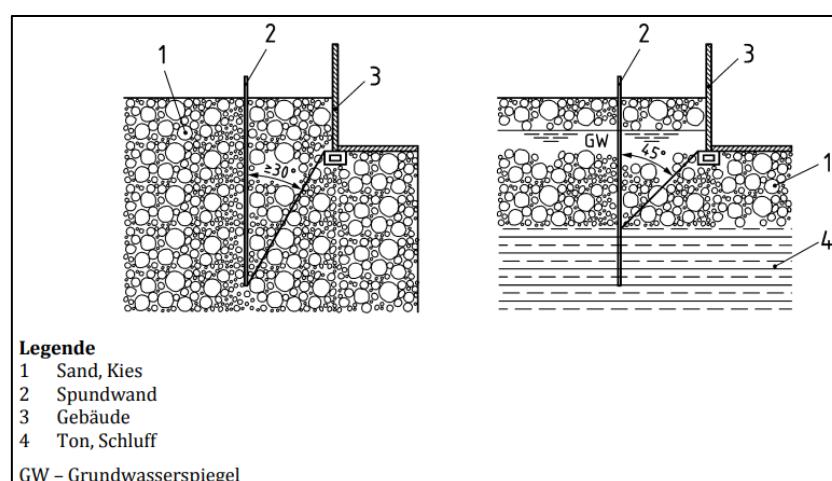


Abbildung 1. Schematische Darstellung der Abstände zwischen Spundwand und Gebäude nach DIN 4150-3, Anhang C [3].

3.4 Einordnung der Nachbarbebauung

Der zu betrachtende Streckenabschnitt der Staudenbahn führt durch folgende Ortschaften:

- Gessertshausen
- Margersthausen
- Dischach
- Wollmetshofen
- Langenneufach

Aufgrund der Vielzahl zu berücksichtigenden Gebäude werden diese nicht einzeln betrachtet. Es werden nachfolgend für die potenziell erschütterungskritischen Bauverfahren die Abstände bestimmt, ab denen die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2] und -3 [3] eingehalten werden können. Anhand der so bestimmten kritischen Bereiche werden gezielt die Gebäude hinsichtlich ihrer Nutzung und Einordnung nach DIN 4150-3 sowie den nach Flächennutzungsplänen [12]-[14] identifiziert und ggf. Einschränkungen bzgl. Einsatzzeiten etc. nach DIN 4150-2 definiert.

Eine Bewertung nach DIN 4150-2 erfolgt nur für Wohngebäude und Industriegebäude, bei denen davon ausgegangen werden kann, dass sich Menschen über längeren Zeitraum in den Gebäuden aufhalten (z. B. Büros).

Entlang der Strecke befinden sich einzelne denkmalgeschützte Gebäude, die entsprechend DIN 4150-3 besonders zu bewerten sind. Sie wurden über das Verzeichnis des bayernAtlas [10] sowie dem Bayerischen Denkmal-Atlas [11] bestimmt. Nachfolgend werden die denkmalgeschützten Gebäude aufgelistet, deren Abstand zur Bahnstrecke ≤ 100 m beträgt.

Tabelle 6. Denkmalgeschützte Gebäude [10],[11] mit Abstand zum Gleis ≤ 100 m.

Ort	Adresse	Gebäudeart	Abstand Gebäude-Gleis [m]
Gessertshausen - Dietkirch	Kirchplatz 1	Pfarrhaus	100
Fischach - Elmischwang	Elmischwang 1+2	Schloss Elmischwang (Pflegeheim)	75

4 Bauablauf

Der detaillierte Bauablaufplan ist in [16] dokumentiert. Nachfolgend sind tabellarisch die einzelnen Bauabschnitte inkl. geplanter Dauer sowie Anfang und Ende angegeben.

Tabelle 7. Kurzfassung Bauablaufplan [16].

BA [16]	Bauabschnitt	Dauer [Tage]
	Ausgleichsmaßnahmen (Phase 1 vor Baumaßnahme)	261
	Baustelleneinrichtungsflächen herstellen/betreiben (Phase 2 Bauarbeiten)	318
	Feldwege herstellen	300
	Gründungen Oberleitungen herstellen	190
	Schienen- und Weichenlieferung	395
1	Gessertshausen	111
2	(freie Strecke)	100
3	Magersthausen	160
4.1	(freie Strecke)	90
4.2	Bahnhof Reitenbuch	135
4.3	Adelsbach-Vögelbach	31
4.4	(freie Strecke)	130
5.1	Fischach Nord	80
5.2	Fischach Bahnhof	190
5.3	Schmutterbrücke	110
5.4	Fischach Süd	130
6.1	(freie Strecke)	70
6.2	Neufnachbrücke	90
6.3	(freie Strecke)	150
6.4	Neufnach	15
7.1	Langenneufnach Nord	42
7.2	Langenneufnach Mitte	52
7.3	Langenneufnach Bahnhof	160
	Gleisbau – Bauabschnittsübergreifende Leistungen – Restarbeiten	105
	BÜ-Technik mit Stationsgebäude BA 1 bis 7.3 (Phase 3 Tech. Gewerke)	145
	Oberleitungsbau Ba 1 bis 7.3	80
	Haltestellenausstattung einbauen und fertigstellen	45
	Inbetriebnahmephase (Phase 4)	51

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen eine Übersicht der verschiedenen Bauabschnitte sowie die relative Lage der Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen).

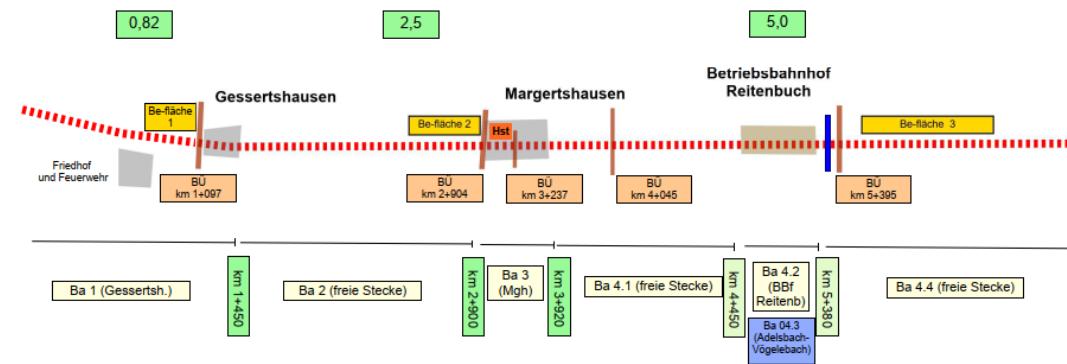


Abbildung 2. Übersicht Bauabschnitte BA1 bis BA4.4 [17] (BE 3 falls erforderlich).

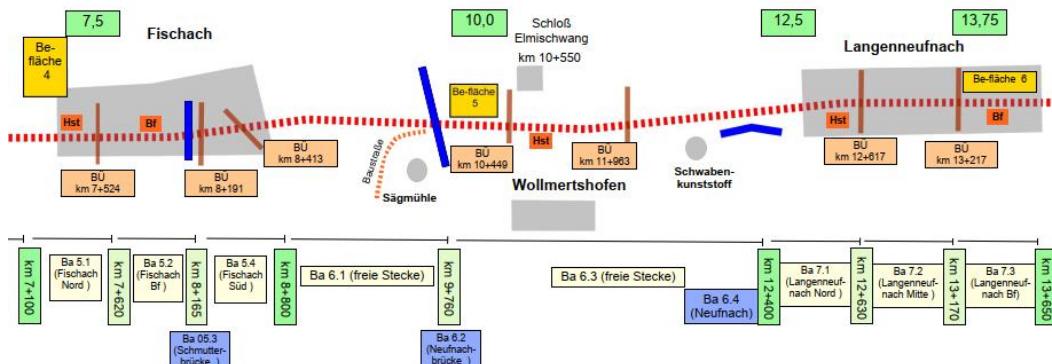


Abbildung 3. Übersicht Bauabschnitte BA5.1 bis BA7.3 [17].

Im Bauablaufplan [16] werden die in Tabelle 7 angegebenen Maßnahmen weiter in Untermaßnahmen inkl. deren Dauer aufgelöst und die dazu notwendigen Baugeräte angegeben. Es werden zusätzlich Angaben zur Anzahl der tatsächlichen Einsatzdauer in Tagen sowie den prozentualen Einsatz pro Tag gegeben.

Daher werden ergänzend Annahmen getroffen, wie viele Stunden pro Tag die Baugeräte tatsächlich erschütterungsintensive Arbeiten durchführen. So ist z. B. beim Gleisschottereinbau ([16], Zeile 306) davon auszugehen, dass der Walzenzug in diesen zwei Tagen nicht 10 h ununterbrochen eingesetzt wird, da der Schotter schichtweise verfüllt und im Anschluss verdichtet wird. Hier ist eher von einer tatsächlichen Einsatzdauer von 6 bis 7 Stunden auszugehen.

Folgende erschütterungsintensive Arbeiten sind in der Nachtzeit geplant:

Tabelle 8. Übersicht Nachtarbeiten [16].

BA [16]	Bauabschnitt	Dauer [Nacht]
1	B300 Straßensperrung 1 – Pfingstferien 2027 – 2 Schichten	12
1	B300 Straßensperrung 2 – Sommerferien 2027 – 2 Schichten	7

Für beide Positionen sind Rückbauarbeiten, Asphalt- und Schottereinbau inkl. Verdichtungsarbeiten und Gleisstopfgänge auf kleinem Raum vorgesehen.

Allgemein ist nicht geplant Arbeiten am Wochenende durchzuführen. Eine Ausnahme stellt hier der Gleisstopfgang der gesamten Strecke dar. Hier soll der Einsatz als mögliche Option betrachtet werden. Eine weitere Ausnahme ist die zweifache Sperrung der B300 über 7 bzw. 12 Tage, während dessen im Zweischichtbetrieb zwischen 6:00 Uhr und 24:00 Uhr gearbeitet werden soll.

5 Grundlagen der Prognoseberechnung

5.1 Allgemeines zur Prognose bzgl. der Bewertung nach DIN 4150-3 [3]

Die Abschätzung und Prognose der zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen auf die Gebäude erfolgen anhand von Vergleichsmessungen und empirischen Gleichungen, die der Literatur [1],[6],[7] entnommen wurden. Diese resultieren in der Regel in Amplituden der Schwinggeschwindigkeit im Zeitbereich. Vereinfachend wird angenommen, dass die Maximalamplitude im Zeitbereich gleich der Maximalamplitude im Frequenzbereich (Terzspektrum) ist. Diese Annahme trifft vor allem bei monofrequenten Anregungen (z. B. Vibrationsplatten und –walzen) zu.

Die Erschütterungsquellen und die zu betrachtenden Gebäude befinden sich teilweise in unmittelbarer Nähe (Nahfeld) zueinander, so dass bei der Prognose nicht nur die oberflächennahen Wellen im Baugrund zu berücksichtigen sind, sondern auch die Kompressions- und Scherwellen. Da es für diese unmittelbare Nähe der Erschütterungsquellen zu den zu bewertenden Geräten keine pauschal anzuwendenden Prognoseverfahren gibt, werden die vorhandenen Gleichungen nur für das Fernfeld (keine signifikante Ausbreitung der Erschütterungen durch Raumwellen) angesetzt. Hierfür liegen Erfahrungswerte und Gleichungen zur Prognose der zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen vor, die überschlägig für diesen Fall angesetzt werden.

Liegen Vergleichsmessungen vor, so müssen diese auf den tatsächlichen Abstand der Arbeiten zum betrachteten Gebäude bezogen werden. Dies erfolgt über die Gleichung (3):

$$A(r) = A(r_0) \cdot \left(\frac{r}{r_0} \right)^{-n} \quad (3)$$

wobei:	$A(r)$:	betrachteter Punkt
	$A(r_0)$:	Referenzpunkt
	r	Abstand Quelle → betrachteter Punkt
	r_0	Abstand Quelle → Referenzpunkt
	n :	Exponent abhängig von Typ der Anregung (harmonisch, impulsartig), Form der Erschütterungsquelle (Punkt-, Linienquelle) sowie Wellentyp (Raum-, Oberflächenwelle)

Die empirischen Gleichungen beschreiben zumeist die Erschütterungseinwirkungen bereits auf Fundamenten. Bei Vergleichsmessungen liegen in der Regel Ergebnisse im Baugrund und nicht auf Bodenplatten/Fundamenten vor. Die Übertragung vom Baugrund in die Bodenplatte geht meist mit einer Verminderung der eingeleiteten Erschütterungen einher. Beim Übergang der Erschütterungen vom Baugrund auf das Fundament oder allgemein auf die Gründung des Gebäudes werden diese durch die Elastizität des Baugrunds, die Gebäudemasse, die Art der Gründung, durch Ausmitteilungseffekte in Abhängigkeit von den Grundrissabmessungen im Verhältnis zu relevanten Wellenlängen und durch weitere Effekte verändert. Daher kann kein pauschal-

ler Faktor angegeben werden, sondern muss je nach betrachtetem Fall gewählt werden.

Neben Fundamentschwinggeschwindigkeiten werden der Bewertung von Erschütterungen in Gebäuden die horizontalen Schwinggeschwindigkeiten von Wänden und Decken sowie die vertikalen Schwinggeschwindigkeiten von Decken zugrunde gelegt.

Bei harmonischer Anregung mit der Deckeneigenfrequenz kann der maximale Übertragungsfaktor nach DIN 4150-1 [1] abgeschätzt werden. D ist hierin ein integrales Dämpfungsmaß, dass abhängig vom Deckenaufbau ist.

Folgende Übertragungsfaktoren werden angesetzt:

- vertikale Vibration mit Resonanz

$$K_{z,\max}^{F-D} = \frac{1}{2D} = 10,0$$

1. Stahlbetondecken, $D = 0,05$:

$$2. \text{ Holzbalkendecke, } D = 0,0333: \quad K_{z,\max}^{F-D} = \frac{1}{2D} = 15,0$$

- vertikale Vibration ohne Resonanz (mind. 5 Hz oberhalb der Resonanzfrequenz):

$$K_{z,\max}^{F-D} = 1,5$$

- für breitbandige vertikale Anregung in Abhängigkeit vom Frequenzinhalt:

$$K_{z,\max}^{F-D} = 2,5$$

- für horizontalen Anregungen (Bodenreaktion):

$$K_{z,\max}^{F-D} = 2,0$$

Anhaltswerte für die Resonanzfrequenzen von Deckenkonstruktionen sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9. Anhaltswerte für Deckenresonanzfrequenzen nach [6].

Deckenart	Resonanzfrequenzbereich
Holzbalkendecke	8 – 15 Hz
Stahlbetondecken im Wohnungsbau	15 – 35 Hz
Weitgespannte Stahlbetondecken im Industriebau	5 – 15 Hz

5.2 Allgemeines zur Prognose bzgl. der Bewertung nach DIN 4150-2 [2]

Auf der Basis der Prognoseergebnisse für die Schwingungen in Abschnitt 5.1 und dem Näherungsverfahren nach Abschnitt 7 der DIN 4150-2 [2] können die $KB_{F\max}$ -Werte wie folgt abgeschätzt werden:

$$KB_{F\max} = c_F \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{v_{\max}}{\sqrt{1 + (f_0/f)^2}} \quad (4)$$

Mit c_F : Konstante nach DIN 4150-2 [2] Tabelle 3,
hier auf der sicheren Seite zu $c_F = 1$ gesetzt

v_{\max} : maximale Schwingschnelle in [mm/s]

f_0 : 5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpasses)

f : Arbeitsfrequenz in Hz

Die Berechnungen führen zu den in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen Prognoseergebnissen. Für die Berechnung des $KB_{F\max}$ -Wertes wurden Annahmen hinsichtlich der tatsächlichen Einsatzzeit der jeweiligen Baugeräte basierend auf Erfahrungswerten angesetzt. Hierbei sind ggf. die Ruhezeiten gemäß Abschnitt 3.2, Gleichung (2) zu beachten.

Generell wird von folgenden Arbeitszeiten ausgegangen:

- Maximale Arbeitszeit pro Tag: 10 h
- Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten: 7:00 Uhr bis 19:00 Uhr
- Mögliche Arbeiten in der Nachtzeit:
Arbeiten während der B300-Sperrung (siehe Abschnitt 4)
- Mögliche Arbeiten am Wochenende:
Gleisstopfen, jedoch nur tagsüber [22]

5.3 Abbrucharbeiten

5.3.1 Allgemeines

Unabhängig vom Abbruchverfahren ist darauf zu achten, dass keine großen Bauteile aus größeren Höhen fallen gelassen werden (z.B. um diese durch den Aufprall weiter zu zerkleinern). Dadurch kann es zu kritischen impulsartigen Immissionen auf die Nachbarbebauung kommen, die schwer vorab rechnerisch abzuschätzen sind. Kann dies nicht vermieden werden, sind die abzubrechenden Bauteile entweder abzustützen oder aber den Aufprall durch einen geeigneten weichen Untergrund (Sandbett o. ä.) abzumindern.

5.3.2 Bagger mit Spitzmeißel

Meißelarbeiten, die im Rahmen von Abbrucharbeiten stattfinden, können in der Nachbarbebauung zu störenden Erschütterungen führen. Die sich daraus ergebenen Schwingschnellen können anhand eines Prognosemodells mit Hilfe des Leitfadens des Instituts für Bauforschung e. V. Hannover [6] ermittelt werden, welcher einen indirekten proportionalen Zusammenhang zwischen der Schwingschnelle auf einem Gebäudefundament und dem Abstand vorgibt.

Laut Bauablaufplan sind Bagger mit einem Gewicht von 22 t bzw. 30 t vorgesehen. Es werden jedoch der Vollständigkeit halber auch kleinere Bagger berücksichtigt. Es wird von folgenden Eingangsdaten ausgegangen:

1. Bagger (22-30 t)

Masse Hammer:	2000 kg
Schlagzahl:	490 min ⁻¹ (f = 8,2 Hz)
Fallhöhe (Annahme):	0,02 m
Schlagenergie:	$E = m \cdot g \cdot h = 0,392 \text{ kJ}$

2. Bagger (8-14 t)

Masse Hammer:	950 kg
Schlagzahl:	450-720 min ⁻¹ (f = 7,5-12,0 Hz)
Fallhöhe (Annahme):	0,02 m
Schlagenergie:	$E = m \cdot g \cdot h = 0,186 \text{ J}$

3. Kompaktbagger (2-5 t)

Masse Hammer:	220 kg
Schlagzahl:	1.310 min ⁻¹ (f = 21,8 Hz)
Fallhöhe (Annahme):	0,02 m
Schlagenergie:	$E = m \cdot g \cdot h = 0,0431 \text{ kJ}$

Der ungünstigste Wert der Schwingschnelle aus Meißelarbeiten ergibt sich zu:

$$v_F = K_E \cdot \frac{\sqrt{E}}{r^n} \quad (5)$$

Dabei ist:

E Schlagenergie in kJ

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 diesen Konstanten wird gemäß [6] die resultierende Schwinggeschwindigkeit v_F auf einem Gebäudefundament zu 97,5 % eingehalten.

Die Anregung mittels eines Stemmhammers dieser Größe erfolgt zwar immer mit der gleichen Frequenz, jedoch geht der Großteil des Energieeintrags beim Zerbrechen

des abzureißenden Materials verloren, so dass davon ausgegangen werden kann, dass es durch den Einsatz des Stemmhammers nicht zu einer harmonischen Anregung der Tragwerkstruktur kommt. Auf der sicheren Seite wird jedoch für Stahlbetondecken ein moderater Überhöhungsfaktor von 2,5 angesetzt, da die Anregung innerhalb potenzieller Deckeneigenfrequenzen liegt.

5.3.3 Presslufthammer

Analog zu Baggern mit Spitzmeißel kann für handgeführte Presslufthämmer der Ansatz aus Abschnitt 5.3.2 verwendet werden. Als Eingangsdaten wird angesetzt:

- Masse Presslufthammer: 21 kg
 - Schlagzahl: 1.140 min⁻¹ ($f = 19,0 \text{ Hz}$)
 - Fallhöhe (Annahme): 0,02 m
- Schlagenergie: $E = m \cdot g \cdot h = 43,1 \text{ J} = 0,004 \text{ kJ}$

5.4 Bagger für Aushubarbeiten

Erfahrungsgemäß ist der Einsatz von Bagger für reine Aushubarbeiten hinsichtlich Erschütterungsemissionen gemäß DIN 4150, Teil 2 [2] und 3 [3] in der Regel als unkritisch einzustufen. Sollten jedoch größere Steine/Findlinge mit ausgehoben werden, sollten diese nur aus geringer Höhe fallen gelassen werden, um kurzzeitige Impulse zu minimieren.

Es erfolgt keine weitere Betrachtung.

5.5 Bohrgeräte

Beim Bohren treten in der Regel keine erschütterungsrelevanten Immissionen auf die angrenzende Bebauung bzw. Menschen in Gebäuden auf. Es kann beim Übergang in härtere Schichten zu kurzen impulsartigen Einwirkungen kommen. Diese Impulse können nicht prognostiziert werden, jedoch durch Reduzierung der Drehgeschwindigkeit klein gehalten werden.

Es ist davon auszugehen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 [2] und 3 [3] dabei nicht überschritten werden. Das Bauverfahren wird daher nicht weiter betrachtet.

5.6 Rammen

Rammarbeiten, die im Rahmen der Pfahlgründungen der Strommasten stattfinden, können in der Nachbarbebauung zu störenden Erschütterungen führen. Die sich daraus ergebenen Schwingschnellen können anhand eines Prognosemodells mit Hilfe des Leitfadens des Instituts für Bauforschung e. V. Hannover [6] ermittelt werden, welcher einen indirekten, proportionalen Zusammenhang zwischen Schwingschnelle und Abstand vorgibt.

Bei der Bewertung nach DIN 4150-3 [3] ist zu beachten, dass Immissionen infolge Vibrationsrammen als Dauererschütterungen zu betrachten sind.

Der ungünstigste Wert der Schwingschnelle aus Rammarbeiten ergibt sich zu:

$$v_F = 18,52 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r} \quad (6)$$

Dabei gilt:

E Vibrationsenergie $E = m \cdot g \cdot h$

r Abstand zur nächsten Bebauung in m

Im vorliegenden Fall müssen entsprechend dem Bauablaufplan [16] drei Fälle unterschieden werden:

1. Rammen außerorts mit einem Zweiwegebagger ($G_{Bagger} = 22$ t) ohne Vorbohren:

Berücksichtigte Vibroramme:

Fa. Egli Typ MS-4 HFB [18]

- Arbeitsfrequenz: 47,5 Hz (resonanzfreier An- & Ablauf)
 - Dyn. Masse: 940 kg
 - Schwingamplitude: 5,2 mm
- Vibrationsenergie (1,0 E_{max}): 0,0480 kJ

2. Rammen innerorts mit einem Zweiwegebagger ($G_{Bagger} = 22$ t) mit Vorbohren
(Hierdurch kann laut [19] die Rammenergie um ca. 60 % reduziert werden.)

Berücksichtigte Vibroramme:

Fa. Egli Typ MS-4 HFB [18]

- Arbeitsfrequenz: 47,5 Hz (resonanzfreier An- & Ablauf)
 - Dyn. Masse: 940 kg
 - Schwingamplitude: 5,2 mm
- Vibrationsenergie (0,4 E_{max}): 0,0192 kJ

3. Rammen innerorts (Bauabschnitte 4.2, 5.2 und 7.3) mit Raupenrammgerät ($G_{Raupenramme} = 45$ t) mit Vorbohren
(Hierdurch kann laut [19] die Rammenergie um ca. 60 % reduziert werden.)

Berücksichtigte Vibroramme:

Fa. ABI Typ MOBILRAM-System TM13 mit MRZV 16VV [19]

- Arbeitsfrequenz: 34,5-43,33 Hz
(resonanzfreier An- & Ablauf)
 - Dyn. Masse: 2.400 kg
 - Schwingamplitude: 6,7 mm
- Vibrationsenergie (0,4 E_{max}): 0,0628 kJ

Wir empfehlen, Vibrationsrammen einzusetzen, die dem neusten Stand der Technik entsprechen. Die Arbeitsfrequenz der Vibrationsramme sollte > 40 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 [8]. Wir empfehlen daher HFV-Vibratoren (high frequency variable) wie zuvor beschrieben.

Hinweis:

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

Die oben genannten Rammen sind beispielhaft zu sehen. Sollten später andere Rammen zum Einsatz kommen, muss diese Vorab hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen beurteilt werden.

5.7 Verdichtungsarbeiten

5.7.1 Vibrationsplatten/-walzen

Verdichtungsarbeiten, die im Rahmen der Herstellung der Baugruben, Bodenverbesserung, Leitungstrassen bzw. beim Verfüllen derselben stattfinden, können in der Nachbarbebauung zu störenden Erschütterungen führen. Die sich daraus ergebenen Schwingschnellen können anhand eines Prognosemodells mit Hilfe des Leitfadens des Instituts für Bauforschung e. V. Hannover [6] ermittelt werden, welcher einen indirekten proportionalen Zusammenhang zwischen Schwingschnelle auf einem Gebäudefundament und Abstand vorgibt.

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

$$v_F = 10,87 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r} \quad (7)$$

Dabei ist:

G Gewicht der Vibrationsplatte bzw. -walze in t

Annahmen entsprechend [16]:

$G_{\text{Vibrationsplatte}} = 0,15 \text{ t}/0,5 \text{ t}/0,75 \text{ t}$,

$G_{\text{Vibrationswalze}} = 8 \text{ t}/10 \text{ t}/12 \text{ t}$

r Abstand zur nächsten Bebauung in m

Wir empfehlen, Verdichtungsgeräte einzusetzen, die dem neusten Stand der Technik entsprechen. Die Arbeitsfrequenz sollte nach Möglichkeit in einem Frequenzbereich ≥ 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 [8].

Hinweis:

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

Für den Einsatz von Verdichtungsgeräten liegen zusätzlich eine Vielzahl von Messergebnissen vor. U. a. fanden Messungen nahe einer Produktionsanlage bei Arnstadt statt. Hier wurde mit unterschiedlichen Verdichtungsgeräten gearbeitet (Abbildung 4) und der Schwingungseintrag auf der Bodenplatte einer nahegelegenen Werkshalle erfasst. Die Verdichtungsgeräte wurden jeweils in ca. 5 m Entfernung vom Gebäude eingesetzt.

- Bomag Grabenwalze Rammax BMP851 mit einer Verdichtungsstufe
- Bomag Rüttelplatte BPR 65/70D mit einer Verdichtungsstufe
- Bomag Rüttelplatte 3BP mit einer Verdichtungsstufe



Abbildung 4. Links: Grabenwalze Bomag; rechts: Bomag BPR 65/70D.

Tabelle 10 beinhaltet eine Gegenüberstellung der maximalen Schwinggeschwindigkeiten auf der Bodenplatte der Werkshalle. Der Messpunkt befand sich unmittelbar hinter der Außenwand auf der Bodenplatte.

Tabelle 10. Gemessene Erschütterungen unter Anregung aus Verdichtungsgeräten.

Eingesetztes Gerät	Masse in [t]	Rüttelfrequenz in [Hz]	Entfernung zum Gebäude in [m]	Max. Schwinggeschwindigkeit in [mm/s]
Grabenwalze BMP851	1,6	32	5	1,0
Rüttelplatte BPR65/70D	0,6	67	5	1,5
Rüttelplatte BPR30	0,2	75	5	0,4

5.7.2 Anbauverdichter

Die Wirkungsweise von Anbauverdichtern ist grundsätzlich vergleichbar mit der Vibrationswalzen- bzw. platten, haben aber den Vorteil, dass sie gut in Gräben und engen Baugruben eingesetzt werden können. Untersuchungen [9] haben gezeigt, dass die Erschütterungen im Baugrund v_{\max} in erster Linie abhängig von der Zentrifugalkraft F_z des Anbauverdichters ist.

$$v_F = K \cdot \sqrt{F_z} \cdot r^{-n} \quad (8)$$

Dabei ist:

K Konstante $K = 26,6$ (Überschreitungswahrscheinlichkeit $P = 2,25 \%$)

F_z Zentrifugalkraft in [kN] in Abhängigkeit vom Anbauverdichtertyp

r Abstand Anbauverdichter ↔ Empfänger in [m]

n Abklingkoeffizient $n = 1,86$

Da für die Baustelle der Einsatz eines 22t-Baggers vorgesehen ist [16], wird ein Anbauverdichter vom Typ „V10-X3“ der Firma MTS Schröde AG [20] angesetzt. Dieser kann mit drei verschiedenen Verdichtungsstufen betrieben werden:

Tabelle 11. Verdichtungsstufen des Anbauverdichter MTS V10-X3 [20].

Stufe	Zentrifugalkraft [kN]	Arbeitsfrequenz [Hz]
1	105	38
2	55	45
3	105	60

Um außerhalb möglicher Deckeneigenfrequenzen zu liegen, wird dringend empfohlen, lediglich die dritte Verdichtungsstufe mit einer Arbeitsfrequenz von 60 Hz zu verwenden. Das An- und Ablauen muss ohne Bodenkontakt erfolgen, um zusätzliche Überhöhungen beim Durchfahren der Deckeneigenfrequenzen zu vermeiden.

5.8 Frä-Misch-Injektionsverfahren (FMI)

Das FMI-Verfahren soll zur Bodenverfestigung bzw. Erhöhung der Tragfähigkeit eingesetzt. Dazu wird mittels einer Fräskette der bestehende Boden aufgelockert, mit einer Suspension vermischt und mittels Injektionstechnik wieder in den Boden eingebracht. Gemäß unserer gutachterlichen Einschätzung erfolgt eine etwaige Erschütterungsimmission in einem breitbandigen, tieffrequenten Frequenzbereich. Es ist davon auszugehen, dass nur in unmittelbarer Nähe zur Maschine spürbare Erschütterungen in den Baugrund auftreten.

Das Verfahren soll gemäß Bauablaufplan [16] auf der freien Strecke im Bereich km1+450 bis km2+890 zum Einsatz kommen. Die nächstgelegenen Gebäude weisen einen Abstand > 50 m auf, so dass keine kritischen Erschütterungseinwirkungen

bezüglich DIN 4150- 2 [2] und -3 [3] zu erwarten sind. Es erfolgt daher keine weitere Betrachtung.

5.9 Traktor mit Fräse

Für bodenverbessernde Maßnahmen ist der Einsatz eines Traktors mit Fräse vorgesehen. Erfahrungsgemäß ist der Einsatz von Fräsköpfen hinsichtlich der Erschütterungsemissionen auf Nachbargebäude gemäß DIN 4150, Teil 2 [2] und 3 [3] in der Regel als unkritisch einzustufen.

Es erfolgt keine weitere Betrachtung.

5.10 Schienenschleifzug

Beim Einsatz von Schienenschleifzügen ist erfahrungsgemäß hinsichtlich der Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude und Menschen in Gebäuden als unkritisch einzustufen.

Es erfolgt daher keine weitere Betrachtung.

5.11 Gleisstopfmaschine

Bei der Sanierung bzw. dem Neubau von Gleistrassen ist in erster Linie der Einsatz der Gleisstopfmaschine als erschütterungsintensiv einzuschätzen. Hier kann auf Prognoseberechnungen [7] zurückgegriffen werden. Die in das Schotterbett eingetauchten Stopfpickel vibrieren horizontal mit ca. 35 Hz und verdichten dabei den Schotter.

Erschütterungen infolge einer Gleisstopfmaschine bei durchschnittlichen Ausbreitungsverhältnissen

nach Univ. Prof. Dr. Peter Steinhäuser

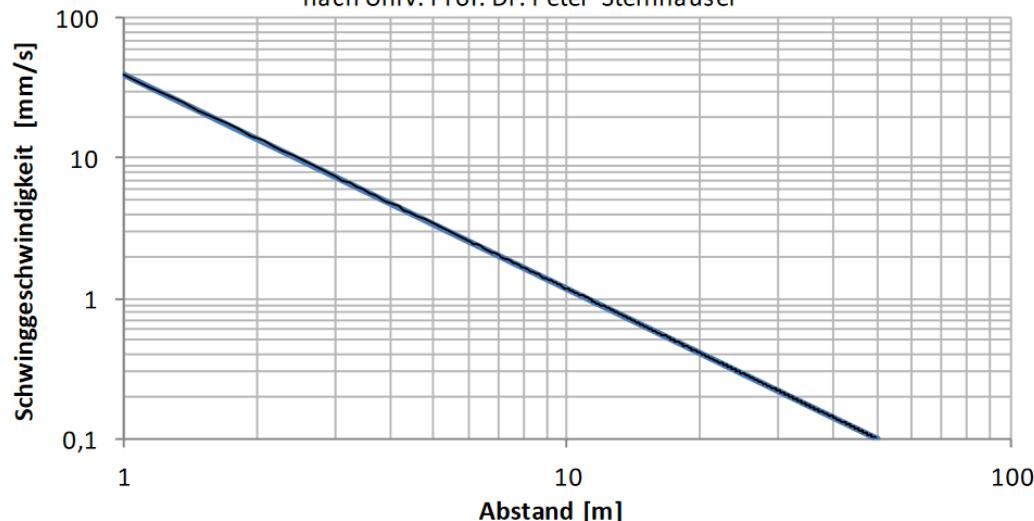


Abbildung 5. Graphische Darstellung der Erschütterungsausbreitung im Baugrund bei Betrieb einer Gleisstopfmaschine [7].

5.12 LKW-Verkehr/Kipplader/Radlader

Aufgrund von Schwerlastverkehr zur Anlieferung bzw. Abtransport von Baumaschinen kann es zu spürbaren Erschütterungen in den 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 einwandfreien Zustand befinden. Dies muss gegebenenfalls durch Räum- bzw. Reinigungsfahrzeuge und Straßeninstandhaltungsmaßnahmen gewährleistet werden.

Durch kleinere LKW (≤ 12 t), wie sie für die tägliche Andienung der Baustelle eingesetzt werden, sind erfahrungsgemäß keine kritischen Erschütterungseinwirkungen bezüglich DIN 4150, Teil 2 [2] und -3 [3] zu erwarten. Diese Immissionen werden daher nicht weiter betrachtet. Durch die Andienung mit Tiefladern und beladenen Kipplaster (> 20 t) kann es kurzzeitig zu deutlich spürbaren Erschütterungen in den Nachbargebäuden kommen. Jedoch sind diese als Einzelereignisse zu betrachten, so dass auch in diesen Fällen davon auszugehen ist, dass keine kritischen Erschütterungseinwirkungen bezüglich DIN 4150, Teil 2 [2] und 3 [3] zu erwarten sind.

Hinweis:

Oben genannte Voraussetzungen an den Straßenzustand sollten in der Planung berücksichtigt werden.

6 Prognoseergebnisse

6.1 Allgemeines

Nachfolgend werden zunächst die in Abschnitt 5 beschriebenen Bauverfahren hinsichtlich den Anforderungen der DIN 4150-2 [2] und DIN 4150-3 [3] bewertet.

Die dokumentierten Prognoseberechnungen stellen eine Worstcase-Berechnung dar. Dies gilt insbesondere für Verdichtungsarbeiten, weil sie – sofern nicht anders angegeben - von einem fixen Abstand der Erschütterungsquelle zum Immissionsort ausgeht. Da sich die Verdichtungsgeräte jedoch hin und her bewegen, ist davon auszugehen, dass die tatsächlichen KB_{Ftr} -Werte etwas geringer ausfallen. Dies gilt jedoch nicht, für die KB_{Fmax} -Werte.

Allgemein gilt, dass für den Nahbereich, wie in Abschnitt 5.1 beschrieben, keine Prognoseberechnungen durchgeführt werden können. Dieser Abstand variiert je nach Bauverfahren zwischen 5 m und 15 m, da es für einige Verfahren Schwingungsmessungen innerhalb des Nahbereichs vorliegen (z. B. Abschnitt 5.7.1). Grundsätzlich gilt, dass Bauarbeiten, die innerhalb dieser Bereiche stattfinden, messtechnisch in den betroffenen Gebäuden nach DIN 4150-2 [2] bzw. -3 [3] zu begleiten sind.

Generell wird empfohlen, Beweissicherungen in Form von Bestandsaufnahme von Vorschädigungen an allen Gebäuden, die einen Abstand ≤ 20 m zu den Bauarbeiten aufweisen vor Beginn und nach Fertigstellung der Bauarbeiten durch eine Sachverständigen durchführen zu lassen.

6.2 Abbrucharbeiten

6.2.1 Allgemeines

Laut Bauablaufplan [16] sind Abbrucharbeiten in folgenden Bereichen vorgesehen:

Tabelle 12. Abbrucharbeiten nach [16].

Fall	Bauwerk	Dauer [d]	Angesetzte tats. Einsatzzeit pro Tag [h/d]	Mindestabstand Abbruch ↔ bew. Gebäude [m]
1	km5+390	BW Adelsbach/Vögelebach	2	7
2	km7+950	Bf-Geb. Fischach	3	7
3	km8+165	Schmutterbrücke & Fundamente	5	7
4	km9+760	Neufnachbrücke & Fundamente	5	7
5	km13+380	Bf-Geb. Langenneufnach	3	7
6	ggf. weiterer Einsatz für den Rückbau von Asphaltenschichten an Bahnübergängen: gesamte Strecke			-
			5	

Für Fall 6 werden in [16] keine konkreten Angaben über die benötigte Dauer definiert. Basierend auf Erfahrungswerten wird eine Einsatzdauer des Abbruchbaggers von 5h/d über eine Dauer von 5 Tagen angesetzt.

Entsprechend dem Bauablaufplan [16] sollen in erster Linie Bagger mit einem Gesamtgewicht von 22 t bis 30 t eingesetzt werden. Die Anregung mittels eines Stemmhammers dieser Größe erfolgt in einem Frequenzbereich von 8,2 Hz, jedoch geht hierbei der Großteil des Energieeintrags beim Zerbrechen des abzureißenden Materials verloren, so dass davon ausgegangen werden kann, dass es durch den Einsatz des Stemmhammers nicht zu einer harmonischen Anregung der Tragwerksstruktur kommt. Auf der sicheren Seite wird jedoch für Holzdecken ein moderater Überhöhungsfaktor von 2,5 angesetzt, da die Anregung innerhalb potenzieller Deckeneigenfrequenzen liegt. Für Stahlbetondecken wird ein Überhöhungsfaktor von 1,5 angesetzt.

Unter Berücksichtigung der Arbeitsfrequenz von 8,2 Hz, der Prognosegleichung (5) und der zuvor beschriebenen Überhöhungsfaktoren ergeben sich Worstcase-Ergebnisse für die zu erwartenden Erschütterungssimmissionen auf die Gebäudestruktur in Tabelle 13.

Tabelle 13. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Abbrucharbeiten mit einem Bagger (22-30 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$V_{\text{Prognose,Fund.}}$ [mm/s]	$V_{\text{Prognose,Decke}}$ [mm/s]
< 10		Prognose nicht möglich	
10		1,16	2,90
15		0,77	1,93
20	Wohngeb.: 5,0 Industriegeb.: 10,0	0,58	1,45
30		0,39	0,97
50		0,23	0,58
80		0,14	0,36
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Die Bewertung der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150-2 [2] erfolgt nachfolgend fallweise in Abhängigkeit der Einsatzdauer.

6.2.2 Fall 1: km5+390 - Rückbau BW Adelsbach/Vögelebach

Der Rückbau des Bauwerks Adelsbach/Vögelebach südlich des Betriebsbahnhofs Reitenbuch liegt so weit von der nächsten Bebauung entfernt (> 600 m), dass davon ausgegangen werden kann, dass Abbrucharbeiten mit einem großen Bagger (22-30 t) keine spürbaren Auswirkungen auf die nächste Bebauung haben wird und die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2] und -3 [3] eingehalten werden.

Es erfolgt keine weitere Betrachtung.

6.2.3 Fall 2: km7+950 - Rückbau Bahnhofsgebäude Fischach

Entsprechend [15] beträgt der geringste Abstand zwischen abzubrechendem Bahnhofsgebäude und der nächsten Bebauung 25 m. Tabelle 14 zeigt, dass in diesem Abstand die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 eingehalten werden können. Die Erschütterungen sind gemäß Tabelle 3 für Abstände < 45 m als gut spürbar einzustufen.

Tabelle 14. Max. progn. KB-Werte infolge Abbrucharbeiten mit einem Bagger (22-30 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h/d über 3 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 1 Tag $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
25	Stufe I: 0,67/5/0,37	0,68	4,8/> 10/> 10
30	Stufe II: 1,07/5/0,73	0,56	6,9/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	0,34	> 10/> 10/> 10
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

Die zuvor genannten Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.2.4 Fall 3: km8+165 - Rückbau Schmutterbrücke und Fundamente

Entsprechend [15] beträgt der geringste Abstand zwischen abzubrechender Schmutterbrücke und der nächsten Bebauung 25 m. Tabelle 13 zeigt, dass in diesem Abstand die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 eingehalten werden können. Die Erschütterungen sind gemäß Tabelle 3 für Abstände < 45 m als gut spürbar einzustufen.

Die zuvor genannten Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

Tabelle 15. Max. progn. KB -Werte infolge Abbrucharbeiten mit einem Bagger (22-30 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h/d über 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 1 Tag $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
25	Stufe I: 0,53/5/0,33	0,68	3,8/> 10/> 10
30	Stufe II: 0,93/5/0,67	0,56	5,5/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,33/5/1,07	0,34	> 10/> 10/> 10

DIN 4150-2,
Stufe 1 eingehalten DIN 4150-2,
Stufe 2 eingehalten DIN 4150-2,
Stufe 3 eingehalten DIN 4150-2, Stufe 3
nicht eingehalten

6.2.5 Fall 4: km9+760 - Rückbau Neufnachbrücke und Fundamente

Entsprechend [15] beträgt der geringste Abstand zwischen abzubrechender Schmutzterbrücke und der nächsten Bebauung 80 m. Tabelle 16 zeigt, dass in diesem Abstand die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe I eingehalten werden können. Die Erschütterungen sind gemäß Tabelle 3 als gerade spürbar einzustufen.

Die zuvor genannten Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

Tabelle 16. Max. progn. KB -Werte infolge Abbrucharbeiten mit einem Bagger (22-30 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h/d über 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 1 Tag $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
80	Stufe I: 0,53/5/0,33		
	Stufe II: 0,93/5/0,67	0,21	> 10/> 10/> 10
	Stufe III: 1,33/5/1,07		

DIN 4150-2,
Stufe 1 eingehalten DIN 4150-2,
Stufe 2 eingehalten DIN 4150-2,
Stufe 3 eingehalten DIN 4150-2, Stufe 3
nicht eingehalten

6.2.6 Fall 5: km13+380: Rückbau Bahnhofsgebäude Langenneufnach

Entsprechend [15] beträgt der geringste Abstand zwischen abzubrechendem Bahnhofsgebäude und der nächsten bewohnten Bebauung 25 m. Tabelle 17 zeigt, dass in diesem Abstand die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 eingehalten werden können. Die Erschütterungen sind gemäß Tabelle 3 für Abstände < 45 m als gut spürbar einzustufen.

Die zuvor genannten Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

Tabelle 17. Max. progn. KB-Werte infolge Abbrucharbeiten mit einem Bagger (22-30 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsduer 7 h/d über 3 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 1 Tag $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
25	Stufe I: 0,67/5/0,37	0,68	4,8/> 10/> 10
30	Stufe II: 1,07/5/0,73	0,56	6,9/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	0,34	> 10/> 10/> 10
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

6.2.7 Fall 6: div. Bahnübergänge

Beim Rückbau der Asphaltsschicht an Bahnübergängen werden in der Regel nicht nur der Asphalt im Gleisbereich, sondern ganze Zufahrtswege um die Bahnübergänge herum rückgebaut. Damit werden die Arbeiten teilweise bis unmittelbar an die Nachbarbebauung reichen. Für Abstände < 10 m können die Erschütterungssimmissionen weder für DIN 4150-3 [3] noch -2 [2] prognostiziert werden. Die Erschütterungen sind gemäß Tabelle 3 für Abstände < 45 m als gut spürbar einzustufen, für Abstände < 12 m als stark spürbar. Da zudem erst ab einem Abstand von ca. 15 m die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 eingehalten werden können, kann der Einsatz von Baggern mit Abbruchmeißeln der Gewichtsklasse 22-30 t nicht empfohlen werden. Es sollte auf kleinere Bagger zurückgegriffen werden oder der Asphalt erschütterungsfrei in Stücke geschnitten und weggehoben werden.

Tabelle 18. Max. progn. KB -Werte infolge Abbrucharbeiten mit einem Bagger (22-30 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 5 h/d über 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
> 10	Stufe I: 0,53/5/0,33	Prognose nicht möglich	
10	1,69	0,6/2,5/6,4	
15	Stufe II: 0,93/5/0,67	1,13	1,4/5,6/> 10
20	0,85	2,4/10/> 10	
30	Stufe III: 1,33/5/1,07	0,56	5,5/> 10/> 10
50	0,34	> 10/> 10/> 10	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

Bagger mit Spitzmeißel (Bagger, 8-14 t)

Die Anregung mittels eines Stemmhammers dieser Größe erfolgt in einem Frequenzbereich von 12 Hz, jedoch geht auch hierbei der Großteil des Energieeintrags beim Zerbrechen des abzureißenden Materials verloren, so dass davon ausgegangen werden kann, dass es durch den Einsatz des Stemmhammers nicht zu einer harmonischen Anregung der Tragwerkstruktur kommt. Auf der sicheren Seite wird jedoch ein moderater Überhöhungsfaktor von 2,5 da die Anregung innerhalb potenzieller Deckeneigenfrequenzen liegt.

Unter Berücksichtigung der Arbeitsfrequenz von 12 Hz, der Prognosegleichung (5) und der zuvor beschriebenen Überhöhungsfaktoren ergeben sich Worstcase-Ergebnisse für die zu erwartenen Erschütterungsimmissionen auf die Gebäudestruktur in Tabelle 19. Tabelle 20 zeigt die zu erwartenen KB_{Fmax} - und KB_{Ftr} -Werte unter Berücksichtigung der Gleichung (4) und einer maximalen Einwirkungszeit von 5 h über 5 Tage.

Tabelle 19. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Abbrucharbeiten mit einem Bagger (8-14 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 10	Prognose nicht möglich		
10		0,80	2,00
15	Wohngeb.: 5,0	0,53	1,33
20	Industriegeb.: 10,0	0,40	1,00
30		0,27	0,67
50		0,16	0,40
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 20. Max. progn. KB-Werte infolge Abbrucharbeiten mit einem Bagger (8-14 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 5 h/d über 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
> 10	Stufe I: 0,53/5/0,33	Prognose nicht möglich	
10		1,28	1,1/4,4/> 10
15	Stufe II: 0,93/5/0,67	0,85	2,4/9,9/> 10
20		0,64	4,3/> 10/> 10
30	Stufe III: 1,33/5/1,07	0,43	9,6/> 10/> 10
50		0,26	> 10/> 10/> 10
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

In Bezug auf potenzielle Gebäudeschäden werden die Anhaltswerte nach DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand > 10 m eingehalten. Auch für Bagger der Gewichtsklasse 8-14 t werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II erst ab einem Abstand von ca. 12 m eingehalten. Die Immissionen sind für Abstände < 35 m als gut spürbar einzustufen. Analog zur Gewichtsklasse des 12 t-Walzenzuges kann der Einsatz nicht empfohlen werden. Daher wird nachfolgend der Einsatz eines Kompaktbaggers betrachtet.

Die zuvor genannten Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

Bagger mit Spitzmeißel (Kompaktbagger, 2-5 t)

Die Anregung mittels eines Stemmhammers dieser Größe erfolgt in einem Frequenzbereich von 21,8 Hz, jedoch geht der Großteil des Energieeintrags beim Zerbrechen des abzureißenden Materials verloren, so dass davon ausgegangen werden kann, dass es durch den Einsatz des Stemmhammers nicht zu einer harmonischen Anre-

gung der Tragwerkstruktur kommt. Auf der sicheren Seite wird jedoch für Stahlbetondecken im Wohnungsbau ein moderater Überhöhungsfaktor von 2,5, da die Anregung innerhalb potenzieller Deckeneigenfrequenzen liegt. Für Industrie- und Holzdecken wird ein Überhöhungsfaktor von 1,5 angesetzt.

Unter Berücksichtigung der Arbeitsfrequenz von 21,8 Hz, der Prognosegleichung (5) und der zuvor beschriebenen Überhöhungsfaktoren ergeben sich Worstcase-Ergebnisse für die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen auf die Gebäudestruktur in Tabelle 21. Tabelle 22 zeigt die zu erwartenden KB_{Fmax} - und KB_{Fr} -Werte unter Berücksichtigung der Gleichung (4) und einer maximalen Einwirkungszeit von 5 h über 5 Tage.

Tabelle 21. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Abbrucharbeiten mit einem Kompaktbagger (2-5 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$v_{Prognose,Fund.}$ [mm/s]	$v_{Prognose,Decke}$ [mm/s]
< 10	Prognose nicht möglich		
10		0,38	0,96
15	Wohngeb.: 5,0	0,26	0,64
20	Industriegeb.: 10,0	0,19	0,48
30		0,13	0,32
50		0,08	0,19
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 22. Max. progn. KB -Werte infolge Abbrucharbeiten mit einem Kompaktbagger (2-5 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 5 h/d über 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose-ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
> 10	Stufe I: 0,53/5/0,33	Prognose nicht möglich	
10		0,66	
15	Stufe II: 0,93/5/0,67	0,44	
20		0,33	> 10/> 10/> 10
30	Stufe III: 1,33/5/1,07	0,22	
50		0,13	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

In Bezug auf potenzielle Gebäudeschäden werden die Anhaltswerte nach DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand > 10 m eingehalten. Für Bagger der Gewichtsklasse 2-5 t werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe I ab einem Abstand von 10 m eingehalten. Die Immissionen sind für Abstände < 17 m als gut spürbar

einzustufen, weiter entfernt als gerade spürbar. Der Einsatz dieser Baggerklasse ist ab einem Abstand > 10 m zur Nachbarbebauung möglich. Der Einsatz bei geringeren Abständen muss messtechnisch überwacht werden. Alternativ kann der Asphalt in einem geringeren Abstand geschnitten und weggehoben werden.

Die Arbeiten müssen wie geplant außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

Presslufthammer

Die Anregung mittels eines Presslufthammers dieser Größe erfolgt in einem Frequenzbereich von 19 Hz, jedoch geht der Großteil des Energieeintrags beim Zerbrechen des abzureißenden Materials verloren, so dass davon ausgegangen werden kann, dass es durch den Einsatz des Stemmhammers nicht zu einer harmonischen Anregung der Tragwerkstruktur kommt. Auf der sicheren Seite wird jedoch für Stahlbetondecken im Wohnungsbau ein moderater Überhöhungsfaktor von 2,5, da die Anregung innerhalb potenzieller Deckeneigenfrequenzen liegt. Für Industrie- und Holzdecken wird ein Überhöhungsfaktor von 1,5 angesetzt.

Unter Berücksichtigung der Arbeitsfrequenz von 19 Hz, der Prognosegleichung (5) und der zuvor beschriebenen Überhöhungsfaktoren ergeben sich Worstcase-Ergebnisse für die zu erwartenden Erschütterungssimmissionen auf die Gebäudestruktur in Tabelle 23. Tabelle 24 zeigt die zu erwartenden $KB_{F\max}$ - und KB_{Ftr} -Werte unter Berücksichtigung der Gleichung (4) und einer maximalen Einwirkungszeit von 5 h über 5 Tage.

Tabelle 23. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Abbrucharbeiten mit einem Presslufthammer nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$v_{Prognose,Fund.}$ [mm/s]	$v_{Prognose,Decke}$ [mm/s]
< 10	Prognose nicht möglich		
10	0,12	0,29	
15	Wohngeb.: 5,0	0,08	0,20
20	Industriegeb.: 10,0	0,06	0,15
30		0,04	0,10
50		0,02	0,06
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 24. Max. progn. KB -Werte infolge Abbrucharbeiten mit einem Presslufthammer nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 5 h/d über 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse $KB_{F\max}$ [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
> 10	Stufe I:	Prognose nicht möglich	
10	0,53/5/0,33	0,20	> 10/> 10/> 10

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
15		0,13	
20	Stufe II: 0,93/5/0,67	0,10	
30		0,07	
50	Stufe III: 1,33/5/1,07	0,04	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

In Bezug auf potenzielle Gebäudeschäden werden die Anhaltswerte nach DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand > 10 m eingehalten. Für Presslufthammer werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe I ab einem Abstand von 10 m eingehalten. Die Immissionen sind maximal als gerade spürbar einzustufen. Der Einsatz eines Presslufthammers ist ab einem Abstand > 10 m zur Nachbarbebauung möglich. Der Einsatz bei geringeren Abständen muss messtechnisch überwacht werden, da eine Prognose für solch geringe Abstände nicht möglich ist. Alternativ kann der Asphalt in einem geringeren Abstand geschnitten und weggehoben werden.

Die Arbeiten müssen wie geplant außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.3 Rammen

6.3.1 Allgemeines

Die Oberleitungsmasten werden in einem Abstand von bis zu 70 m entlang der Strecke gebaut. Pro Tag können laut [23] bis zu 6 Masten gesetzt werden. Es wird von einer effektiven Rammzeit von voraussichtlich 1 h pro Mast ausgegangen. Beim Einsatz des Zweiwegebaggers (Abschnitt 5.6, Fälle 1 und 2) werden die veränderlichen Abstände zwischen einem Gebäude und den Masten entlang der Strecke berücksichtigt. Für den Einsatz des Raupenrammgeräts (Abschnitt 5.6, Fall 3) ist ein fester Abstand für alle Gründungen zu berücksichtigen, da es sich um Rammarbeiten im Bereich der BBh Reitenbuch, Bf Fischach und Bf Langenneufnach handelt.

Für Gebäude mit einem Abstand < 10 m kann die in Abschnitt 5.6 genannte Prognosegleichung aufgrund des Nahfelds nicht angewendet werden. Für diese Gebäude werden Schwingungsmessungen während der Rammungen empfohlen, um die Erschütterungsimmissionen gemäß DIN 4150-2 [2] und -3 [3] zu dokumentieren.

6.3.2 Fall 1: Zweiwegebagger (außerorts) ohne Vorbohren

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen auf benachbarte Gebäude sowie in Gebäude befindliche Personen infolge dem Einsatz eines Zweiwegebaggers mit HFR nach Abschnitt 5.6, Fall 1 außerorts ohne Vorbohren.

Tabelle 25. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Arbeiten mit einem Hochfrequenzrüttler (Zweiwegebagger ohne Vorbohren, $1,0 * E_{\max}$) nach DIN 4150, Teil 3 [3].

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 10	Prognose nicht möglich		
10		0,41	4,1
15		0,27	2,7
20	10,0	0,20	2,0
30		0,14	1,4
50		0,08	0,8
75 (Schloss Elmischwang)	Denkmalschutz: 2,5	0,05	0,5
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 26. Max. progn. KB-Werte infolge Arbeiten mit einem Hochfrequenzrüttler (Zweiwegebagger ohne Vorbohren, $1,0 * E_{\max}$) nach DIN 4150, Teil 2 [2] (eff. Einwirkungsdauer 6 h über 1 Tag).

min. Abstand Gebäude-Baustelle (nächstgelegener Mast) [m]	Grenzwerte 1 Tag $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse	
		$KB_{F\max}$ [-]	KB_{Ftr} [-]
< 10	Stufe I: 0,8/5/0,4	2,85	0,75
10		1,90	0,53
15	Stufe II: 1,2/5/0,8	1,42	0,43
20		0,95	0,33
30	Stufe III: 1,6/5/1,2	0,57	0,24
50		0,38	0,20
75 (Schloss Elmischwang)			
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse in Tabelle 25 zeigen, dass in Bezug auf potenzielle Gebäudeschäden die Anhaltswerte nach DIN 4150-3 [3] für einen Abstand > 10 m zum nächstgelegenen Gebäude eingehalten werden.

Folgende Gebäude weisen laut [15] außerorts einen Abstand < 10 m zur Bahnstrecke auf:

Tabelle 27. Gebäude mit Mastabständen < 10 m außerorts.

IO km	Adresse/Immissionsort	Mastnummer	Abstand [m]
1 km12+000	Augsburger Str. 42, Langenneufnach (Werkshalle)	12-02 (12-04)	6,4 (4,3)

Für dieses Gebäude wird empfohlen, die betroffenen Mastgründungen vorzubohren und parallel Erschütterungsmessungen durchzuführen.

Aufgrund der Erschütterungsimmissionen werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Tab. 2, Stufe I ab einem Abstand zur Baustelle von ca. 25 m eingehalten (siehe Tabelle 26). Unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2] nach Stufe II für Abstände zwischen 10-25 m eingehalten.

Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 75 m als gut spürbar, für Abstände <20 m als stark spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3). Es wird daher empfohlen, außerorts Mastgründungen mit einem Abstand ≤ 20 m zur nächsten bewohnten Bebauung vorzubohren und die Anwohner wie zuvor erläutert (Abschnitt 3.2) zu informieren. Dies betrifft neben den in Tabelle 27 genannten Masten den Mast 3-35 am Ortsrand von Margertshausen.

In [22] wurde vereinbart, dass innerorts grundsätzlich für das Rammen der Masten vorgebohrt wird (siehe Abschnitt 6.3.3). Da aber alle Gebäude im BA1 in Gessertshausen (km1+000 bis km1+350) einen Abstand >24 m zu den zu setzenden Masten aufweisen, kann in diesem Abschnitt auf das Vorbohren verzichtet werden. Jedoch sind auch hier alle Anwohner wie zuvor erläutert (Abschnitt 3.2) zu informieren. Es wird empfohlen, ihnen aufgrund der gut bis stark spürbaren Erschütterungen ein Ausweichquartier anzubieten.

Die zuvor genannten Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.3.3 Fall 2: Zweiwegebagger (innerorts) mit Vorbohren

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen auf benachbarte Gebäude sowie in Gebäude befindliche Personen infolge dem Einsatz eines Zweiwegebaggers mit HFR nach Abschnitt 5.6, Fall 2 innerorts mit Vorbohren.

Tabelle 28. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Arbeiten mit einem Hochfrequenzrüttler (Zweiwegebagger mit Vorbohren, $0,4 \cdot E_{\max}$) nach DIN 4150, Teil 3 [3].

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$v_{\text{Prognose,Fund.}}$ [mm/s]	$v_{\text{Prognose,Decke}}$ [mm/s]
< 10	Prognose nicht möglich		
10		0,26	2,6
15		0,17	1,7
20	10,0	0,13	1,3
30		0,09	0,9
50		0,05	0,5
100 (Pfarrhaus Dietkirch)	Denkmalschutz: 2,5	0,03	0,3
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 29. Max. progn. KB -Werte infolge Arbeiten mit einem Hochfrequenzrüttler (Zweiwegebagger mit Vorbohren, $0,4 \cdot E_{\max}$) nach DIN 4150, Teil 2 [2] (eff. Einwirkungsdauer 6 h über 1 Tag).

min. Abstand Gebäude-Baustelle (nächstgelegener Mast) [m]	Grenzwerte 1 Tag $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse	
		$KB_{F\max}$ [-]	KB_{Ftr} [-]
< 10	Stufe I: 0,8/5/0,4	Prognose nicht möglich	
10		1,80	0,47
15		1,20	0,33
20	Stufe II: 1,2/5/0,8	0,90	0,26
30		0,60	0,20
50	Stufe III: 1,6/5/1,2	0,36	0,14
100 (Pfarrhaus Dietkirch)		0,18	0,09
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

Nachfolgende Gebäude weisen planmäßig [15] einen Abstand < 10 m zum nächsten Mast auf. Für diese Gebäude werden Schwingungsmessungen während der Rammungen empfohlen, um die Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] zu überprüfen. Ggf. kann es erforderlich sein, im Bereich der nachfolgend genannten Gebäude komplett auf Vibrationsrammen zu verzichten.

Tabelle 30. Gebäude mit Mastabständen < 10 m innerorts.

IO	Km	Adresse/Immissionsort	Mastnummer	Abstand [m]
1	km3+670	Wollishäuser Weg 6, Margertshausen (Nebengebäude/Garage)	03-11	6,2
2	km3+320	Angerfeld 5, Margertshausen	03-15	7,8
3	km3+670	Angerstraße 8a, Margertshausen	03-29	9,1
4	km8+035	Bachgasse 6, Fischach	08-02	9,1
5	km8+275	Neufnachstr. 2a, Fischach	08-12	9,0

Die Prognoseergebnisse in Tabelle 29 zeigen, dass die spürbaren Erschütterungen in Gebäuden in Abständen < 15 m trotz der geringeren Rammenergie als stark spürbar einzustufen sind (siehe Tabelle 3). Obwohl die Anforderungen der DIN 4150-2 ab einem Abstand > 10 m eingehalten werden, wird empfohlen, Anwohnern, deren Gebäude einen Abstand < 15 m aufweisen, für den Zeitraum der Rammarbeiten ein Ausweichquartier anzubieten.

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

Die DIN 4150-3 [3] empfiehlt im Anhang C u. a. einen Mindestabstand einer durch Vibrationsrammung einzubringender Gründung zum Gebäude so zu wählen, dass in Abhängigkeit vom Untergrund (siehe Abschnitt 3.3) zwischen Erschütterungsquelle

und Gebäudefundament ein Winkel von 30°-45° einzuhalten ist. Hierdurch wird die Gefahr von Sackungen des Baugrunds im Nahbereich von Gebäuden reduziert.

Es ist eine maximale Rammtiefe von ca. 6 m geplant [19]. Dies entspricht in etwa dem Abstand zu IO1 (Wollishauer Weg 6, Margertshausen). Da es sich in diesem Fall um ein Nebengebäude handelt, wird davon ausgegangen, dass es ebenerdig gegründet wurde, so dass in etwa ein Winkel von 45° eingehalten werden kann.

6.3.4 Fall 3: Raupenrammgerät (innerorts) mit Vorbohren

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die zu erwartenden Erschütterungssimmissionen auf benachbarte Gebäude sowie in Gebäude befindliche Personen infolge dem Einsatz eines Raupenrammgeräts mit HFR nach Abschnitt 5.6, Fall 3 innerorts mit Vorbohren.

In Bezug auf potenzielle Gebäudeschäden werden die Anhaltswerte nach DIN 4150-3 [3] für einen Abstand > 10 m zum nächstgelegenen Gebäude eingehalten.

Aufgrund der Erschütterungssimmissionen werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Tab. 2, Stufe II erst ab einem Abstand zur Baustelle von ca. 30 m eingehalten. Unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2] nach Stufe II für Abstände zwischen 30-60 m eingehalten. Erst für Abstände > 60 m zur Baustelle können die Anhaltswerte nach Stufe I eingehalten werden.

Tabelle 31. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Arbeiten mit einem Hochfrequenzrüttler (Raupenrammgerät mit Vorbohren, $0,4 \cdot E_{\max}$) nach DIN 4150, Teil 3 [3].

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$v_{\text{Prognose,Fund.}}$ [mm/s]	$v_{\text{Prognose,Decke}}$ [mm/s]
< 10	Prognose nicht möglich		
10		0,46	4,6
15		0,31	3,1
20	10,0	0,23	2,3
30		0,15	1,6
50		0,09	0,9
75		0,06	0,6
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 32. Max. progn. KB -Werte infolge Arbeiten mit einem Hochfrequenzrüttler (Raupenrammgerät mit Vorbohren, $0,4^*E_{max}$) nach DIN 4150, Teil 2 [2] (eff. Einwirkungsdauer 6 h über max. 4 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle (nächstgelegener Mast) [m]	Grenzwerte 4 Tag $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse	
		KB_{Fmax} [-]	KB_{Ftr} [-]
< 10	Stufe I: 0,6/5/0,35	Prognose nicht möglich	
10		3,24	1,98
15		2,16	1,32
20	Stufe II: 1,0/5/0,7	1,62	0,99
30		1,08	0,66
50	Stufe III: 1,4/5/1,1	0,65	0,40
75		0,43	0,26
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 50 m als gut spürbar, für Abstände < 13 m als stark spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3). Der Einsatz eines solch großen Rammgeräts kann trotz Vorbohren daher nicht empfohlen werden. Es wird angeraten, analog zu den restlichen Gründungsarbeiten innerorts auf eine Vibrationsramme analog zu Fall 2 (HFR mit Vorbohren, $0,4^*E_{max}$) einzusetzen. In diesem Fall sind die nachfolgenden KB-Werte zu erwarten. Die KB_{Ftr} -Werte fallen höher aus als im Fall 2, da es sich um „stationäre“ Rammarbeiten mit einem konstanten Abstand handelt.

Tabelle 33. Max. progn. KB -Werte infolge Arbeiten mit einem Hochfrequenzrüttler (Zweiwegebagger mit Vorbohren, $0,4^*E_{max}$) nach DIN 4150, Teil 2 [2] (eff. Einwirkungsdauer 6 h über max. 4 Tage).

min. Abstand Gebäude-Baustelle (nächstgelegener Mast) [m]	Grenzwerte 4 Tag $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse	
		KB_{Fmax} [-]	KB_{Ftr} [-]
< 10	Stufe I: 0,6/5/0,35	Prognose nicht möglich	
10		1,80	1,10
15		1,20	0,74
20	Stufe II: 1,0/5/0,7	0,90	0,55
30		0,60	0,37
50	Stufe III: 1,4/5/1,1	0,36	0,22
75		0,24	0,15
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die spürbaren Erschütterungen in Gebäuden in Abständen < 15 m trotz der geringeren Rammenergie als stark spürbar einzustufen

sind (siehe Tabelle 3). Da die Anforderungen der DIN 4150-2, Stufe II erst aber einem Abstand > 20 m eingehalten werden können, wird empfohlen, Anwohnern, deren Gebäude einen geringeren Abstand aufweisen, für den Zeitraum der Rammarbeiten ein Ausweichquartier anzubieten.

Da zum Zeitpunkt der Berichterstellung die Lage der 10 bzw. 12 geplanten Ramm-punkte in den Bahnhofsbereichen Bf Fischach (BA 5.2) und Bf Langenneufnach (BA 7.3) noch nicht final feststand, können aktuell die möglichen Betroffenheiten nicht näher definiert werden. Für den Bbf Reitenbuch (BA 4.2) werden keine Vorgaben definiert, da das nächstgelegene Gebäude laut [15] mindestens 600 m entfernt liegt.

Die zuvor genannten Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.3.5 Rammen Spundwände an der Schmutterbrücke

Im Zuge des Ersatzneubaus der Schmutterbrücke in Fischach ist der Einbau von Spundwänden zur Baugrubensicherung mit einer Spundwandramme (Gewicht 45 t) vorgesehen. Der Abstand zum nächstgelegenen Gebäude beträgt ca. 15 m.

Unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen Prognoseberechnungen der Mastgründungen nach Abschnitt 6.3.4 wird empfohlen, auf eine Vibrationsramme analog zu Fall 2 (HFR mit Vorbohren, $0,4 \cdot E_{\max}$) einzusetzen. Da jedoch die Anforderungen der DIN 4150-2, Stufe II erst aber einem Abstand > 20 m eingehalten werden können (siehe Tabelle 33), wird empfohlen, Anwohnern, deren Gebäude einen geringeren Abstand aufweisen, für den Zeitraum der Rammarbeiten ein Ausweichquartier anzubieten.

Die Arbeiten müssen wie geplant außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4 Verdichtungsarbeiten

6.4.1 Allgemeines

Laut Bauablaufplan [16] sind folgende Verdichtungsarbeiten geplant. Die Herstellung der P+R-Flächen sind im Stand von [15] ist dem wesentlichen Gesamtumgriff enthalten. Nicht für jeden hier betrachteten Fall sind nach aktuellem Stand der Planung die genaue Lage entlang des Bauabschnitts definiert (z. B. Fall 6: Durchlasserneuerung). In diesen Fällen werden als Ergebnis Mindestabstände zu Gebäuden angeben, die einzuhalten sind. Eine detaillierte Bestimmung potenziell zu berücksichtigender Anwohner/Gebäude, kann im Nachgang im Zuge der Detailplanung erfolgen.

Die Verdichtungsarbeiten sollen grundsätzlich unter der Woche tagsüber erfolgen. Es wird davon ausgegangen, dass die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten zwischen 7 Uhr und 19 Uhr stattfinden.

Zusätzlich erfolgt zweimal im BA1 eine Vollsperrung der B300 [16] über 12 bzw. 7 Tage, in denen im Zweischichtbetrieb von 6 Uhr bis 24 Uhr gearbeitet werden soll. Für die Arbeiten am Wochenende bzw. in der Nachtzeit erfolgt die Bewertung gemäß Abschnitt 3.3 nach DIN 4150-2 [2], Tabelle 1, Zeile 4 für ein Wohngebiet (Fall 23).

Die hier durchgeführten Prognoseberechnungen stellen eine Worstcase-Berechnung dar, da sie von einem fixen Abstand der Erschütterungsquelle zum Immissionsort

ausgeht. Da sich die Verdichtungsgeräte jedoch hin und her bewegen, ist davon auszugehen, dass die tatsächlichen KB_{Ftr} -Werte etwas geringer ausfallen.

Tabelle 34. Verdichtungsarbeiten nach [16].

Fall	Bauwerk	Dauer [d]	Angesetzte tats. Einsatz- zeit pro Tag [h/d]	angesetztes Verdichtungsgerät
1	BE-Flächen einrichten & P+R-Flächen vorbereiten	je 5	7	Walzenzug: 12 t
	je Bauabschnitt			
2	Feldwege herstellen inkl. Bodenverbesserungsmaßnahmen	2	3	Walzenzug: 12 t
3	Bodenstabilisierung	1	3	Walzenzug: 12 t
4	Gleisschottereinbau (statische Verdichtung)	1	3	Walzenzug: 12 t
5	Asphalteinbau an Übergängen	1	3	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,5
6	BA4.1 Durchlasserneuerung	3	6	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,5
7	BA4.2 Wegebau BBh Reitenbuch	10	6	Walzenzug: 12 t
8	BA4.3 Erdarbeiten mit Rückbau Durchlassrohr	3	6	Anbauverdichter
9	BA5.1 Durchlasserneuerung	3	6	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,5 t
10	BA5.1 Haltestellenausbau Fischach Nord	10	2,5	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,75 t
11	BA5.2 Erschließungsweg Bf Fischach	2	7	Walzenzug: 12 t
12	BA5.3 Baugrubenverfüllung	2	7	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,15 t
13	BA5.4 Leitungsumlegungen	5	2	Rüttelplatte: 0,5 t
14	BA5.4 Kanalbau	3	3	Anbauverdichter
15	BA5.4 Winkelstützmauer herstellen	5	2	Rüttelplatte 0,5 t
16	BA6.2 Baugrubenverfüllung	2	7	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,15 t
17	BA6.3 Haltestellenausbau Wollmetshofen	15	2,5	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,75 t
18	BA6.4 Aushub einbauen	3	7	Schaffusswalze 8 t
19	BA7.1 Durchlasserneuerung	3	6	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,5
20	BA7.3 Tiefenentwässerung längs	1	5	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,5

Fall	Bauwerk	Dauer [d]	Angesetzte tats. Einsatz- zeit pro Tag [h/d]	angesetztes Verdichtungsgerät
21	BA7.3 Haltestellenausbau Langenneufnach Bf	15	2,5	Anbauverdichter, Rüttelplatte: 0,75 t
22	Feldwege wiederherstellen	15	7	Walzenzug 12 t
23	BA1 Nacharbeiten während der Sperrung der B300	je 2	7	Walzenzug: 12 t Asphaltwalze 10 t

6.4.2 Fall 1: BE-Flächen einrichten & P+R-Flächen vorbereiten

Zur Herstellung der BE-Flächen (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3) sowie der Vorbereitung der P+R Flächen muss der Untergrund verdichtet werden. Hierfür sollen Walzenzüge mit einer Gesamtmasse von 12 t zum Einsatz kommen. Die Arbeitsfrequenzen liegen typischerweise bei 30 Hz.

Für die BE-Flächen bzw. P+R-Flächen sind die in Tabelle 35 genannten Abstände zu den nächstgelegenen Gebäuden zu berücksichtigen.

Bei der BE-Fläche in Reitenbuch handelt es sich zum aktuellen Stand der Planung um eine Bedarfsfläche, deren Lage noch nicht abschließend festgelegt wurde. Sollte deren Einrichtung notwendig werden, ist eine Lage in der Nähe des geplanten Bbh Reitenbuch vorgesehen. Der Abstand zur nächsten Bebauung wird dann – unabhängig vom tatsächlichen Standort – mehrere hundert Meter betragen.

Tabelle 35. BE-/P+R-Flächen und Min.-Abstände zu Gebäuden.

Standort	min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]		
	DIN 4150-3	DIN 4150-2	
BE 1 Gessertshausen	km1+150	27	54
BE 2 Margertshausen	km2+800	54	66
P+R Margertshausen	km2+950	16	22
BE 3 Reitenbuch (falls erforderlich)	km6+250	~1000	~1000
BE 4 Fischach	km7+200	5	66
P+R Fischach	km7+900	24	24
BE 5 Wollmetshofen	km9+950	82	92
P+R Wollmetshofen	km10+550	2	5
P+R Langenneufnach Nord	km12+600	17	17
BE 6/P+R Langenneufnach	km13+350	5	14

Unter Berücksichtigung der Arbeitsfrequenz, der Prognosegleichung (7) und den Überhöhungsfaktoren gemäß Abschnitt 5.1 (harmonische Anregung innerhalb des Resonanzbereichs der Decken) ergeben sich die in Tabelle 36 zusammengefassten

Worstcase-Ergebnisse für die zu erwartenden Erschütterungssimmissionen auf die Gebäudestruktur nach DIN 4150-3 [3]. Die Tabelle 37 zeigt die zu erwartenden KB_{Fmax} - und KB_{Fr} -Werte unter Berücksichtigung der Gleichung (4) und einer Einwirkungszeit von ≤ 7 h über 5 Tage.

Tabelle 36. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze (12 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$v_{Prognose,Fund.}$ [mm/s]	$v_{Prognose,Decke}$ [mm/s]
< 15			Prognose nicht möglich
15		2,51	25,1
20		1,88	18,8
30	10,0	1,26	12,6
50		0,75	7,5
75		0,50	5,0
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 37. Max. progn. KB -Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Walzenzug (12 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 15	Stufe I: 0,53/5/0,33		Prognose nicht möglich
15		17,5	-
20		13,1	-
30	Stufe II: 0,93/5/0,67	8,72	-
50		5,23	-
55	Stufe III: 1,33/5/1,07	4,76	3,4/> 10/> 10
75		3,49	6,4/> 10/> 10
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] können ab einem Abstand von 40 m eingehalten werden, die der DIN 4150-2 [2], Stufe II ab ca. 55 m.

Aufgrund der großen Abstände, die für die Einhaltung der DIN 4150 beim Einsatz eines Walzenzugs dieser Gewichtsklasse, kann deren Einsatz nur für folgende Baustelleneinrichtungsflächen empfohlen werden:

- BE 2 Margertshausen
- BE 3 Reitenbuch (falls erforderlich)
- BE 5 Wollmetshofen

- P+R Wollmetshofen (dies gilt hier nur für die Kiss+Ride sowie Behindertenparkplätze, nicht aber für die Zuwegung und Parkplätze am Schützenhaus)

Für alle anderen Flächen muss entweder auf kleinere Walzenzüge zurückgegriffen werden oder aber eine rein statische Verdichtung zum Einsatz kommen.

Alternativ wird der Einsatz eines Walzenzugs mit einem Gewicht von 8 t und einer Arbeitsfrequenz von 30 Hz betrachtet. Es gelten die zuvor genannten Annahmen für die Prognoseberechnungen.

Tabelle 38. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze (8 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 15	Prognose nicht möglich		
15		2,05	20,5
20		1,54	15,4
30	10,0	1,02	10,3
50		0,61	6,2
75		0,41	4,1
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 39. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Walzenzug (8 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 15	Prognose nicht möglich		
15	Stufe I: 0,53/5/0,33	14,3	-
20		10,7	-
30	Stufe II: 0,93/5/0,67	7,1	-
45		4,8	3,4/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,33/5/1,07	4,3	4,2/> 10/> 10
75		2,9	9,5/> 10/> 10
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Auch der Einsatz eines 8 t-Walzenzugs kann nicht empfohlen werden, da die erforderlichen Abstände zu Gebäuden zur Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4105-2 und -3 deutlich größer als vorhandenen Abstände sind.

Es wird daher eine Walze mit einem Gewicht von 1,7 t und einer Arbeitsfrequenz von 50 Hz betrachtet. Da die Arbeitsfrequenz deutlich oberhalb der typischen Decken-

eigenfrequenzen von Gebäuden liegt, kann ein reduzierter Überhöhungsfaktor von 1,5 berücksichtigt werden. Wie in Abschnitt 5.7 beschrieben, liegen für diese Gewichtsklasse Ergebnisse von Schwingungsmessungen in einem Abstand von 5 m vor.

Tabelle 40. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze (1,7 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$v_{\text{Prognose,Fund.}}$ [mm/s]	$v_{\text{Prognose,Decke}}$ [mm/s]
< 5		Prognose nicht möglich	
5		1,12	1,67
10		0,56	0,84
20	10,0	0,28	0,42
30		0,19	0,28
50		0,11	0,17
75		0,07	0,11
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 41. Max. progn. KB -Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Walzenzug (1,7 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse $KB_{F\max}$ [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Stufe I: 0,53/5/0,33	Prognose nicht möglich	
5		1,18	1,3/5,2/> 10
10		0,59	5,0/> 10/> 10
20	Stufe II: 0,93/5/0,67	0,29	
30		0,20	
50	Stufe III: 1,33/5/1,07	0,12	> 10/> 10/> 10
75		0,08	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 5 m eingehalten werden können. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 werden ab ca. 7 m eingehalten. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 15 m als gut spürbar, für größere Abstände als gerade spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Für Gebäude mit einem Abstand < 7 m wird daher empfohlen auf statische Verdichtung zurückzugreifen bzw. Schwingungsmessungen in den nächstgelegenen Gebäuden durchzuführen. Dies gilt insbesondere für folgende Flächen:

- BE 4 Fischach
- P+R Wollmetshofen (Parkplätze und Zuwegung am Schützenheim, betrifft nicht die Kiss+Ride- sowie Behindertenparkplätze (s.o.))
- BE 6/P+R Langenneufnach

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.3 Fall 2: Feldwege herstellen inkl. Bodenverbesserungsmaßnahmen

Bezugnehmend auf die Prognoseergebnisse in Fall 1 ist der Einsatz von Vibrationswalzen mit einem Gewicht von 12 t bis zu einem Abstand von 40 m zu Gebäuden nicht zu empfehlen, da die Anhaltswerte der DIN 4150 nicht eingehalten werden können. Dies betrifft in erster Linie Feldwege in Ortsrandnähe. Es wird daher empfohlen, bei entsprechenden Abständen zu Gebäuden auf eine statische Verdichtung auszuweichen oder auf kleinere Walzen mit einem Gewicht von maximal 1,7 t zurückzugreifen.

6.4.4 Fall 3: Bodenstabilisierung

Für die Verdichtungsarbeiten im Zuge der Bodenstabilisierungsmaßnahmen sind die gleichen Vorgaben zu beachten wie für Fall 2 (Abschnitt 6.4.3). Es wird empfohlen entweder auf eine statische Verdichtung in der Nähe von Gebäuden (Abstand ≤ 40 m) oder Walzen mit einem Gewicht von 1,7 t zurückzugreifen. In diesem Fall sind folgende KB_{Fmax} - und KB_{Ftr} -Werte unter Berücksichtigung der Gleichung (4) und einer Einwirkungszeit von 3 h über 1 Tag zu erwarten.

Tabelle 42. Max. progn. KB -Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Walzenzug (1,7 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 3 h über max. 1 Tag).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Stufe I: 0,80/5/0,38	Prognose nicht möglich	
5	0,80/5/0,38	1,18	1,7/6,9/> 10
10		0,59	
20	Stufe II: 1,20/5/0,77	0,29	
30		0,20	> 10/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,60/5/1,17	0,12	
75		0,08	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 <i>nicht eingehalten</i>

Ab einem Gebäudeabstand > 7 m werden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe I eingehalten, < 7 m der Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2. Für Gebäude mit geringeren Abständen werden Schwingungsmessungen dringend empfohlen.

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.5 Fall 4: Gleisschottereinbau

Laut [22] erfolgt die Verdichtungsarbeiten beim Gleisschottereinbau (ohne abschließendem Stopfvorgang (siehe Abschnitt 6.5) rein statisch. Es ist daher davon auszugehen, dass in diesem Fall die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2] und -3 [3] eingehalten werden.

6.4.6 Fall 5: Asphalteinbau an Übergängen

Für den Asphalteinbau an Bahnübergängen sollen Anbauverdichter (siehe Abschnitt 5.7.2, Stufe 3, Arbeitsfrequenz 60 Hz) und/oder eine Rüttelplatte mit einer Masse von 0,5 t (siehe Abschnitt 5.7.1, Arbeitsfrequenz 47 Hz) eingesetzt werden. Es wird eine Einwirkungszeit von 3 h über 1 Tag angesetzt. Tabelle 43 und Tabelle 44 zeigen die Ergebnisse des Anbauverdichters.

Tabelle 43. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 7,5	Prognose nicht möglich		
7,5		6,42	9,64
10		2,76	5,64
20	10,0	1,04	1,55
30		0,49	0,73
50		0,19	0,28
75		0,09	0,13
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 44. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 3 h über max. 1 Tag).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse $KB_{F\max}$ [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 7,5			Prognose nicht möglich
7,5	Stufe I: 0,80/5/0,4	6,79	-
10		3,97	0,2/0,6/1,5
20	Stufe II: 1,20/5/0,8	1,09	2,1/8,5/> 10
30		0,51	
50	Stufe III: 1,60/5/1,2	0,20	> 10/> 10/> 10
75		0,09	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 7,5 m eingehalten werden können. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 werden ab ca. 16 m eingehalten. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 17 m als stark spürbar, für Abstände < 35 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7,5 m zu nächstgelegenen unbewohnten Gebäuden einzuhalten, zu bewohnten von 17 m.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Prognoseergebnisse für den Einsatz einer Rüttelplatte mit einem Gewicht von 0,5 t.

Tabelle 45. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,5 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude- Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	v _{Prognose,Fund.} [mm/s]	v _{Prognose,Decke} [mm/s]
< 5		Prognose nicht möglich	
5		1,53	2,30
10		0,77	1,15
20	10,0	0,38	0,57
30		0,26	0,38
50		0,15	0,23
75		0,10	0,15
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)	DIN 4150-3 nicht eingehalten		

Tabelle 46. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,5 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 3 h über max. 1 Tag).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Stufe I: 0,67/5/0,37	Prognose nicht möglich	
5		1,61	0,8/3,3/7,9
10		0,81	3,4/> 10/> 10
20	Stufe II: 1,07/5/0,73	0,40	
30		0,27	> 10/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	0,16	
75		0,11	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 <i>nicht</i> eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] sowie der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 ab einem Abstand von 8 m eingehalten werden können. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 6 m als stark spürbar, für Abstände < 20 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 6 m zu nächstgelegenen Gebäuden einzuhalten.

6.4.7 Fall 6: BA4.1 – Durchlasserneuerung

Laut Bauablaufplan [16] soll pro Tag ein Durchlass erneuert wird. Es wird nachfolgend davon ausgegangen, dass drei benachbarte Durchlasserneuerungen Auswirkungen auf ein Gebäude hat, so dass eine Einwirkungsdauer von 3 Tagen à 6 Stunden berücksichtigt wird.

Für die Durchlasserneuerungen sollen Anbauverdichter (siehe Abschnitt 5.7.2, Stufe 3, Arbeitsfrequenz 60 Hz) und/oder eine Rüttelplatte mit einer Masse von 0,5 t (siehe Abschnitt 5.7.1, Arbeitsfrequenz 47 Hz) eingesetzt werden. Tabelle 47 und Tabelle 48 zeigen die Ergebnisse des Anbauverdichters, Tabelle 49 und Tabelle 50 für die Rüttelplatte.

Tabelle 47. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 7,5	Prognose nicht möglich		
7,5		6,42	9,64
10		2,76	5,64
20	10,0	1,04	1,55
30		0,49	0,73
50		0,19	0,28
75		0,09	0,13
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 48. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 6 h über max. 3 Tag).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 7,5	Prognose nicht möglich		
7,5	Stufe I: 0,67/5/0,37	6,79	-
10		3,97	0,1/0,5/1,3
20	Stufe II: 1,07/5/0,73	1,09	1,8/7,1/> 10
30		0,51	8,3/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	0,20	> 10/> 10/> 10
75		0,09	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 7,5 m eingehalten werden können. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 werden ab ca. 20 m eingehalten. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 17 m als stark spürbar, für Abstände < 35 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7,5 m zu unbewohnten Gebäuden einzuhalten, zu bewohnten von 20 m.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Prognoseergebnisse für den Einsatz einer Rüttelplatte mit einem Gewicht von 0,5 t.

Tabelle 49. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,75 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 5	Prognose nicht möglich		
5		1,53	2,30
10		0,77	1,15
20	10,0	0,38	0,57
30		0,26	0,38
50		0,15	0,23
75		0,10	0,15
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 50. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,75 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 6 h über max. 3 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Prognose nicht möglich		
5	Stufe I: 0,67/5/0,37	1,61	0,8/3,3/7,9
10	Stufe II: 1,07/5/0,73	0,81	3,4/> 10/> 10
20		0,40	
30		0,27	> 10/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	0,16	
75		0,11	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 5 m, die der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 ab einem Abstand von ca. 7 m eingehalten werden können. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 6 m als stark spürbar, für Abstände < 20 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7 m zu nächstgelegenen Gebäuden einzuhalten. Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.8 Fall 7: BA4.2 – Wegebau Bbh Reitenbuch

Für den Wegebau am Bbh Reitenbuch soll ein 12 t-Walzenzug eingesetzt werden. Aufgrund der Lage (Entfernung nächste Bebauung: > 600 m), sind keine Beeinträchtigungen der Anwohner oder Gebäude im Sinne der DIN 4150-2 [2] und -3 [3] zu erwarten.

6.4.9 Fall 8: BA4.3 – Erdarbeiten mit Rückbau Bauwerk bzw. Durchlassrohr

Für die Erdarbeiten mit Rückbau eines Durchlassrohrs bzw. Bauwerks wird eine tatsächliche Einwirkungsdauer von 3 Tagen à 6 Stunden berücksichtigt. Es soll ein Anbauverdichter (siehe Abschnitt 5.7.2, Stufe 3, Arbeitsfrequenz 60 Hz) zum Einsatz kommen.

Tabelle 51. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	v _{Prognose,Fund.} [mm/s]	v _{Prognose,Decke} [mm/s]
< 7,5		Prognose nicht möglich	
7,5		6,42	9,64
10		2,76	5,64
20	10,0	1,04	1,55
30		0,49	0,73
50		0,19	0,28
75		0,09	0,13

DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude) DIN 4150-3 nicht eingehalten

Tabelle 52. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 6 h über max. 3 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage A _u /A _o /A _r [-]	Prognoseergebnisse KB _{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 7,5	Stufe I: 0,67/5/0,37	Prognose nicht möglich	
7,5	0,67/5/0,37	6,79	-
10		3,97	0,1/0,5/1,3
20	Stufe II: 1,07/5/0,73	1,09	1,8/7,1/> 10
30		0,51	8,3/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	0,20	> 10/> 10/> 10
75		0,09	

DIN 4150-2,
Stufe 1 eingehalten DIN 4150-2,
Stufe 2 eingehalten DIN 4150-2,
Stufe 3 eingehalten DIN 4150-2
nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 7,5 m eingehalten werden können, die der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 ab ca. 20 m. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 17 m als stark spürbar, für Abstände < 35 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7,5 m zu unbewohnten Gebäuden einzuhalten, zu bewohnten von 20 m. Da die nächstgelegenen Gebäude einen Abstand > 600 m aufweisen, kann der Anbauverdichter ohne Einschränkungen eingesetzt werden.

6.4.10 Fall 9: BA5.1 – Durchlasserneuerung

Für die Durchlasserneuerung im BA5.1 gelten die gleichen Vorgaben wie für die Durchlasserneuerung im BA4.1 (Fall 6, Abschnitt 6.4.7), da die zum Einsatz geplanten Maschinen und Einsatzdauer identisch sind.

Die dort getroffenen Vorgaben sind hier analog anzusetzen.

6.4.11 Fall 10: BA5.1 – Haltestellenausbau Fischach Nord

Für die Haltestellenausbau in Fischach Nord sollen ein Anbauverdichter (siehe Abschnitt 5.7.2, Stufe 3, Arbeitsfrequenz 60 Hz) und/oder eine Rüttelplatte mit einer Masse von 0,75 t (siehe Abschnitt 5.7.1, Arbeitsfrequenz 54 Hz) eingesetzt werden. Es wird eine tatsächliche Einsatzdauer der Maschinen von 2,5 h über eine Dauer von 15 Tagen. Die nachfolgenden Tabellen zeigen zunächst die Prognoseergebnisse für den Anbauverdichter, anschließend für die Rüttelplatte.

Tabelle 53. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	v _{Prognose,Fund.} [mm/s]	v _{Prognose,Decke} [mm/s]
< 7,5		Prognose nicht möglich	
7,5		6,42	9,64
10		2,76	5,64
20	10,0	1,04	1,55
30		0,49	0,73
50		0,19	0,28
75		0,09	0,13
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 54. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 2,5 h über max. 15 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 7,5			Prognose nicht möglich
7,5	Stufe I: 0,40/5/0,3	6,79	-
10		3,97	0,1/0,4/1,0
20	Stufe II: 0,8/5/0,6	1,09	1,2/4,8/> 10
30		0,51	5,4/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,20/5/1,0	0,20	> 10/> 10/> 10
75		0,09	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 7,5 m eingehalten werden können, die der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 ab ca. 17 m. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 17 m als stark spürbar, für Abstände < 35 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7,5 m zu unbewohnten Gebäuden einzuhalten, zu bewohnten von 17 m.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Prognoseergebnisse für den Einsatz einer Rüttelplatte mit einem Gewicht von 0,75 t.

Tabelle 55. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,75 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude- Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$v_{Prognose,Fund.}$ [mm/s]	$v_{Prognose,Decke}$ [mm/s]
< 5		Prognose nicht möglich	
5		1,87	2,81
10		0,94	1,41
20	10,0	0,47	0,70
30		0,31	0,47
50		0,19	0,28
75		0,12	0,19
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 56. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,75 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 2,5 h über max. 15 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III
			[Std./Tag]
< 5	Stufe I: 0,40/5/0,3	Prognose nicht möglich	
5		1,98	0,4/1,5/4,1
10		0,99	1,5/5,9/> 10
20	Stufe II: 0,8/5/0,6	0,49	5,9/> 10/> 10
30		0,33	
50	Stufe III: 1,20/5/1,0	0,20	> 10/> 10/> 10
75		0,13	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 <i>nicht</i> eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 5 m, die der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 ab einem Abstand von ca. 7 m eingehalten werden können. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 7 m als stark spürbar, für Abstände < 25 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7 m zu nächstgelegenen Gebäuden einzuhalten.

Liegen Gebäude näher als 7 m zur Baustelle, sollte auf Rüttelplatten mit einer Masse von 0,15 t bzw. statische Verdichtung zurückzugreifen und zusätzlich Schwingungsmessungen in diesen Gebäuden durchgeführt werden.

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.12 Fall 11: BA5.2 – Erschließungsweg Bahnhof Fischach

Für den Erschließungsweg zum Bahnhof Fischach ist der Einsatz eines Walzenzugs mit einem Gewicht von 12 t geplant. Der Weg befindet sich nördlich der Gleise. Das nächstgelegene Gebäude weist einen Abstand von ca. 23 m auf. Die Prognoseberechnungen für Fall 1 haben gezeigt, dass für den Einsatz eines Walzenzugs dieser Größe ein Mindestabstand zu Gebäuden von mindestens 40 m einzuhalten ist, um die Anforderungen der DIN 4150-3 [3] einzuhalten. Es wird empfohlen, stattdessen eine Walze mit einem Gewicht von maximal 1,7 t einzusetzen, um die Anforderungen der DIN 4150-3 [3] und -2 [2] einhalten zu können.

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

Tabelle 57. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze (1,7 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 5	Prognose nicht möglich		
5		1,12	1,67
10		0,56	0,84
20	10,0	0,28	0,42
30		0,19	0,28
50		0,11	0,17
75		0,07	0,11
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 58. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Walzenzug (1,7 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 2 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Prognose nicht möglich		
5	Stufe I: 0,53/5/0,33	1,18	1,7/6,9/15,8
10	Stufe II: 0,93/5/0,67	0,59	3,3/> 10/> 10
20		0,29	
30		0,20	> 10/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,33/5/1,07	0,12	
75		0,08	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

6.4.13 Fall 12: BA5.2 – Baugrubenverfüllung Schmutterbrücke

Für die Baugrubenverfüllung an der Schmutterbrücke ist der Einsatz von Anbauverdichter und einer Rüttelplatte mit einem Gewicht von 0,15 t (Arbeitsfrequenz 75 Hz) vorgesehen. Es ist eine tatsächliche Einsatzdauer der Maschinen von 7 h über eine Dauer von 2 Tagen geplant. Die nachfolgenden Tabellen zeigen zunächst die Prognoseergebnisse für den Anbauverdichter, anschließend für die Rüttelplatte.

Tabelle 59. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 7,5	Prognose nicht möglich		
7,5		6,42	9,64
10		2,76	5,64
20	10,0	1,04	1,55
30		0,49	0,73
50		0,19	0,28
75		0,09	0,13
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 60. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 2 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 7,5	Prognose nicht möglich		
7,5	Stufe I: 0,40/5/0,3	6,79	-
10		3,97	0,1/0,6/1,4
20	Stufe II: 0,8/5/0,6	1,09	1,9/7,9/> 10
30		0,51	8,7/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,20/5/1,0	0,20	> 10/> 10/> 10
75		0,09	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 7,5 m eingehalten werden können. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 werden ab ca. 14 m eingehalten. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 17 m als stark spürbar, für Abstände < 35 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7,5 m zu unbewohnten Gebäuden einzuhalten, zu bewohnten von 17 m.

Tabelle 61. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,15 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 5	Prognose nicht möglich		
5		0,38	0,57
10		0,19	0,29
20	10,0	0,10	0,14
30		0,06	0,10
50		0,04	0,06
75		0,03	0,04
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 62. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,15 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 2 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Prognose nicht möglich		
5	Stufe I: 0,73/5/0,38	0,40	
10		0,20	
20	Stufe II: 1,13 /5/0,77	0,10	> 10/> 10/> 10
30		0,07	
50	Stufe III: 1,53/5/1,17	0,04	
75		0,03	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] und DIN 4150-2 [2], Stufe I ab einem Abstand von 5 m eingehalten werden können. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände > 5 m als gerade spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.14 Fall 13: BA5.4 – Leitungsumlegung Fischach Süd

Für die Leitungsumlegung soll eine Rüttelplatte mit einer Masse von 0,5 t zum Einsatz kommen. Diese Maschinen weisen i. d. R. eine Arbeitsfrequenz von 67 Hz auf. Da die Arbeitsfrequenz deutlich oberhalb der typischen Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden liegt, kann ein reduzierter Überhöhungsfaktor von 1,5 berücksichtigt werden. Wie in Abschnitt 5.7 beschrieben, liegen für diese Gewichtsklasse Ergebnisse von Schwingungsmessungen in einem Abstand von 5 m vor.

Tabelle 63. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,5 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 5		Prognose nicht möglich	
5		1,53	2,30
10		0,77	1,15
20	10,0	0,38	0,57
30		0,26	0,38
50		0,15	0,23
75		0,10	0,15
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 64. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,5 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 2 h über max. 5 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Stufe I: 0,53/5/0,33	Prognose nicht möglich	
5		1,61	0,7/2,8/7,1
10	Stufe II: 0,93/5/0,67	0,81	2,7/ > 10/ > 10
20		0,40	
30		0,27	> 10/ > 10/ > 10
50	Stufe III: 1,33/5/1,07	0,16	
75		0,11	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 5 m eingehalten werden können. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 werden ebenfalls ab 5 m, ab ca. 10 m Stufe I eingehalten. Die Immissionen sind für

Gebäudeabstände < 5 m als stark spürbar, < 20 m als gut spürbar und für größere Abstände als gerade spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Für Abstände < 5 m sind Schwingungsmessungen in den betroffenen Gebäuden durchzuführen und, falls erforderlich, auf eine statische Verdichtung zurückzugreifen.

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.15 Fall 14: BA5.4 – Kanalbau Fischach Süd

Der Kanalbau in Fischach Süd erfolgt kontinuierlich 10 m pro Tag über 10 Tage mittels eines Anbauverdichters. Es wird eine tatsächliche Einwirkungsdauer von 5 Tagen à 3 Stunden berücksichtigt. Es soll ein Anbauverdichter (siehe Abschnitt 5.7.2, Stufe 3, Arbeitsfrequenz 60 Hz) zum Einsatz kommen.

Tabelle 65. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	v _{Prognose,Fund.} [mm/s]	v _{Prognose,Decke} [mm/s]
< 7,5		Prognose nicht möglich	
7,5		6,42	9,64
10		2,76	5,64
20	10,0	1,04	1,55
30		0,49	0,73
50		0,19	0,28
75		0,09	0,13
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 66. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 3 h über max. 3 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage A _u /A _o /A _r [-]	Prognoseergebnisse KB _{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 7,5		Prognose nicht möglich	
7,5	Stufe I: 0,67/5/0,37	6,79	-
10		3,97	0,1/0,5/1,2
20	Stufe II: 1,07/5/0,73	1,09	1,5/6,0/> 10
30		0,51	6,6/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	0,20	> 10/> 10/> 10
75		0,09	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 7,5 m eingehalten werden können. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 werden ab ca. 17 m eingehalten. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 17 m als stark spürbar, für Abstände < 35 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7,5 m zu unbewohnten Gebäuden einzuhalten, zu bewohnten von 17 m. Liegen Gebäude näher als die zuvor genannten Abstände zu den Kanalbauarbeiten, sind Rüttelplatten mit einem Gewicht von 0,15 t (siehe Tabelle 62) oder 0,5 t (siehe Tabelle 64) einzusetzen. In Gebäuden mit einem Abstand < 5 m sind die Immissionen messtechnisch zu überprüfen.

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.16 Fall 15: BA5.4 – Winkelstützmauer herstellen

Für das Herstellen der Winkelstützwand im BA5.4 gelten die gleichen Vorgaben wie für die Leitungsumlegungen im selben Bauabschnitt (Fall 13, Abschnitt 6.4.14), da die zum Einsatz geplanten Maschinen und Einsatzdauer identisch sind.

Die dort getroffenen Vorgaben sind hier analog anzusetzen.

6.4.17 Fall 16: BA6.2 -Baugrubenverfüllung Neufnachbrücke

Das nächstgelegene Gebäude zur Neufnachbrücke weist einen Abstand > 80 m auf. Basierend auf den Prognoseergebnissen der Schmutterbrücke (Fall 12, Abschnitt 6.4.13) ist davon auszugehen, dass der Einsatz von Anbauverdichter und Rüttelplatte als unkritisch einzustufen ist.

6.4.18 Fall 17: BA6.3 – Haltestellenausbau Wollmetshofen

Für den Haltestellenausbau Wollmetshofen gelten die gleichen Vorgaben wie für den Haltestellenausbau Fischach Nord (Fall 10, Abschnitt 6.4.11), da die zum Einsatz geplanten Maschinen und Einsatzdauer identisch sind.

Die dort getroffenen Vorgaben sind hier analog anzusetzen.

6.4.19 Fall 18: BA6.4 – Verlegung Neufnach – Aushub einbauen

Bei der Verlegung der Neufnach wird der Aushub wieder eingebaut. Dafür ist eine Schafffußwalze mit einem Gewicht von 8 t vorgesehen. Dieser Walzentyp kann typischerweise mit zwei Verdichtungsstufen (zwei Arbeitsfrequenzen: 25 Hz/35 Hz) betrieben werden. Es wird empfohlen, mit der höheren Arbeitsfrequenz zu arbeiten, um möglichst nicht in einer Deckenresonanz zu arbeiten. Es wird eine tatsächliche Einwirkungsdauer von 3 Tagen à 7 Stunden berücksichtigt.

Tabelle 67. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Schafffußwalze (8 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 15	Prognose nicht möglich		
15		2.05	20.50
20		1.54	15.37
30	10,0	1.02	10.25
40		0,77	7,69
50		0,61	6.15
75		0,41	4.10
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 68. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Schafffußwalze (8 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 3 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 15	Prognose nicht möglich		
15	Stufe I: 0,67/5/0,37	14.31	
20		10.73	-
30	Stufe II: 1,07/5/0,73	7.16	
40		5,37	
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	4.29	0,1/0,5/1,1
75		2.86	0,3/1,0/2,5
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die nächste Bebauung liegt ca. 40 m vom neuen Verlauf der Neufnach entfernt. Die Prognoseberechnungen zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-2 Tabelle 1 [2] und-3 [3] hier nicht eingehalten werden können. Es wird daher empfohlen entweder auf eine statische Verdichtung zurückzugreifen oder eine leichtere Schafffußwalze einzusetzen, z. B. BOMAG BW 124 DH-5 mit einem Gewicht von 4 t und einer Arbeitsfrequenz von 41 Hz. Diese liegt oberhalb der üblichen Deckeneigenfrequenzen (siehe Tabelle 9), so dass eine geringere Überhöhung von 1,5 angesetzt werden kann.

Tabelle 69. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Schafffußwalze (4 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 15	Prognose nicht möglich		
15		1,45	2,17
20		1,09	1,63
30	10,0	0,72	1,09
40		0,54	0,82
50		0,43	0,65
75		0,29	0,43
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 70. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Schafffußwalze (4 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 3 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 15	Prognose nicht möglich		
15	Stufe I: 0,67/5/0,37	1,52	0,9/3,7/8,8
20		1,14	1,7/6,5/> 10
30	Stufe II: 1,07/5/0,73	0,76	3,8/> 10/> 10
40		0,57	6,7/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,47/5/1,13	0,46	
75		0,30	> 10/> 10/> 10
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Unter Berücksichtigung der höheren Arbeitsfrequenz bei geringerem Gewicht und dem Abstand von mindestens 40 m werden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] und DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Beachtung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 eingehalten. Die Erschütterungen sind als gut spürbar einzustufen, ab einem Abstand > 58 m als gerade spürbar.

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.20 Fall 19: BA7.1 – Durchlasserneuerung

Für die Durchlasserneuerung im BA7.1 gelten die gleichen Vorgaben wie für die Durchlasserneuerung im BA4.1 (Fall 6, Abschnitt 6.4.7), da die zum Einsatz geplanten Maschinen und Einsatzdauer identisch sind.

Die dort getroffenen Vorgaben sind hier analog anzusetzen.

6.4.21 Fall 20: BA7.3 – Tiefenentwässerung längs – Bf Langenneufnach

Die Tiefenentwässerung entlang des Bf Langenneufnachs erfolgt kontinuierlich 100 m pro Tag über 5 Tage mittels eines Anbauverdichters und/oder einer Rüttelplatte mit einem Gewicht von 0,5 t. Es wird eine tatsächliche Einwirkungsdauer von 1 Tag à 5 Stunden berücksichtigt. Die nachfolgenden Tabellen zeigen zunächst die Prognoseergebnisse für den Anbauverdichter, anschließend für die Rüttelplatte.

Tabelle 71. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 7,5	Prognose nicht möglich		
7,5		6,42	9,64
10		2,76	5,64
20	10,0	1,04	1,55
30		0,49	0,73
50		0,19	0,28
75		0,09	0,13
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 72. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Anbauverdichter [20] nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 5 h über max. 1 Tag).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 7,5	Prognose nicht möglich		
7,5	Stufe I: 0,80/5/0,4	6,79	-
10		3,97	0,2/0,6/1,5
20	Stufe II: 1,20/5/0,8	1,09	2,1/8,5/> 10
30		0,51	
50	Stufe III: 1,60/5/1,2	0,20	> 10/> 10/> 10
75		0,09	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 7,5 m eingehalten werden können. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 werden ab ca. 18 m eingehalten. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 17 m als stark spürbar, für Abstände < 35 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 7,5 m zu nächstgelegenen unbewohnten Gebäuden einzuhalten, zu bewohnten von 17 m.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Prognoseergebnisse für den Einsatz einer Rüttelplatte mit einem Gewicht von 0,5 t.

Tabelle 73. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,75 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	$v_{\text{Prognose,Fund.}}$ [mm/s]	$v_{\text{Prognose,Decke}}$ [mm/s]
< 5	Prognose nicht möglich		
5		1,53	2,30
10		0,77	1,15
20	10,0	0,38	0,57
30		0,26	0,38
50		0,15	0,23
75		0,10	0,15
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 74. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte (0,5 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 5 h über max. 1 Tag).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse $KB_{F\max}$ [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Prognose nicht möglich		
5	Stufe I: 0,80/5/0,4	1,61	1,0/3,9/8,9
10	Stufe II: 1,20/5/0,8		
20	Stufe III: 1,60/5/1,2		
30	0,81		
50	0,40		
75	0,27		
	> 10/10/10		
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten		DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, nicht eingehalten
DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten		DIN 4150-2 nicht eingehalten	

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] sowie der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 ab einem Abstand von 5 m eingehalten werden können. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 6 m als stark spürbar, für Abstände < 20 m als gut spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Es ist ein Abstand von mindestens 6 m zu nächstgelegenen Gebäuden einzuhalten.

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

6.4.22 Fall 21: BA7.3 – Haltestellenausbau Langenneufnach Bf

Für den Haltestellenausbau Bahnhof Langenneufnach gelten die gleichen Vorgaben wie für den Haltestellenausbau Fischach Nord (Fall 10, Abschnitt 6.4.11), da die zum Einsatz geplanten Maschinen und Einsatzdauer identisch sind.

Die dort getroffenen Vorgaben sind hier analog anzusetzen.

6.4.23 Fall 22: Feldwege wiederherstellen

Dieser Fall ist analog zur Herstellung der Feldwege (Fall 2, Abschnitt 6.4.3) zu sehen. Die dort getroffenen Vorgaben sind hier identisch anzusetzen.

6.4.24 Fall 23: BA1 – Nacharbeiten während der Sperrung der B300

Der BÜ01 km1+098 muss im Zuge der Bauarbeiten zweimal für eine Dauer von 12 Tagen bzw. 7 Tagen gesperrt werden. Um die Arbeiten zeitgerecht ausführen zu können, ist ein Zweischichtbetrieb zwischen 6h00 und 24h00 vorgesehen. Damit sind Arbeiten in der Nachtzeit und am Wochenende unumgänglich. Der DIN 4150-2 [2] entsprechend sind in diesem Fall die Anhaltswerte der Tabelle 2 zu berücksichtigen. Diese sind deutlich schärfer als tagsüber nach Tabelle 1 und erfahrungsgemäß nicht durch die Erschütterungsimmissionen infolge der vorgesehenen Maschinen (Walzenzug 12 t, Asphaltwalze 10 t) einzuhalten.

Es wird daher dringend empfohlen, erschütterungsintensive Arbeiten nur werktags außerhalb der Ruhezeiten durchzuführen. Ist dies nicht möglich, ist den Anwohnern ein Ausweichquartier während der Arbeiten anzubieten.

Zusätzlich kann aufgrund der Abstände von minimal 10 m zum nächsten Gebäude der Einsatz dieser Walzen grundsätzlich nicht empfohlen werden, da in diesem Abstand die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] überschritten (siehe Tabelle 37) werden. Alternativ wird der Einsatz von Walzen mit einem Gewicht von maximal 1,7 t empfohlen.

Tabelle 75. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze (1,7 t) nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	vPrognose,Fund. [mm/s]	vPrognose,Decke [mm/s]
< 5	Prognose nicht möglich		
5		1,12	1,67
10		0,56	0,84
20	10,0	0,28	0,42
30		0,19	0,28
50		0,11	0,17
75		0,07	0,11
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 nicht eingehalten	

Tabelle 76. Max. progn. KB-Werte infolge Verdichtungsarbeiten mit einem Walzenzug (1,7 t) nach DIN 4150, Teil 2 (eff. Einwirkungsdauer 7 h über max. 4 Tage).

min. Abstand Gebäude-BE-Fläche [m]	Grenzwerte 5 Tage $A_u/A_o/A_r$ [-]	Prognose- ergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III [Std./Tag]
< 5	Prognose nicht möglich		
5	Stufe I: 0,60/5/0,35	1,18	1,4/5,7/> 10
10		0,59	5,7/> 10/> 10
20	Stufe II: 1,00/5/0,70	0,29	
30		0,20	
50	Stufe III: 1,40/5/1,10	0,12	> 10/> 10/> 10
75		0,08	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2 nicht eingehalten

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] ab einem Abstand von 5 m eingehalten werden können. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2], Stufe II unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 werden ab ca. 6 m eingehalten. Die Immissionen sind für Gebäudeabstände < 15 m als gut spürbar, für größere Abstände als gerade spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Diese Angaben gelten, sofern die Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten erfolgen. Die Anforderungen der DIN 4150-2 [2] eines Mischgebiets, wie es für den Bereich um die BÜ01 [12] definiert ist, für die Nachtzeit können jedoch auch nicht nach Tabelle 2, Zeile 3 eingehalten werden. Dies bestärkt die Vorgabe, erschütterungsintensive Arbeiten außerhalb der Ruhezeiten und werktags durchzuführen.

6.5 Gleisstopfmaschine

Für die Bewertung der Immissionen der Gleisstopfmaschine sind die Abstände zum Gleis maßgebend. Laut Bauablaufplan [16] wird von einer Gesamteinsatzdauer von 15 Tagen für die gesamte Strecke von 12,8 km ausgegangen. Dies entspricht einen Baufortschritt von durchschnittlich ca. 850 m/d. Da die Maschine sich kontinuierlich fortbewegt, wird pro Gebäude eine Einwirkungsdauer von 3 h berücksichtigt.

Grundsätzlich erfolgen die relevanten Bauarbeiten unter der Woche tagsüber zwischen 7 Uhr und 19 Uhr (Tabelle 78). Es kann jedoch nach aktueller Planung nicht ausgeschlossen werden, dass das Gleisstopfen auch am Wochenende tagsüber erfolgt [22], so dass dies separat betrachtet wird (Tabelle 79). Die Abschnitte, die die Wochenendarbeiten betreffen, sind nach aktuellem Stand der Planung noch nicht näher definiert. Die Bewertung erfolgt daher nach Tabelle 2, Zeile 4 („Wohngebiete“ „Tag“).

Der Minimalabstand zwischen Gebäude und Gleisanlage beträgt für Nebengebäude (1-geschossig, unbewohnt) 3,5 m, zu bewohnten Gebäuden 7,0 m (Kölberberg 1, Fischach).

Tabelle 77. Max. progn. Schwinggeschwindigkeit [mm/s] für Arbeiten mit einer Gleisstopfmaschine nach DIN 4150, Teil 3.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwert [mm/s]	VPrognose,Fund. [mm/s]	VPrognose,Decke [mm/s]
3,5		5,75	-
7		2,00	4,00
10		1,16	2,32
15	Wohngebäude: 5,0 Industriegebäude: 10,0	0,63	1,25
20		0,40	0,81
30		0,22	0,44
50		0,10	0,20
75 (Schloss Elmischwang)		0,05	0,11
100 (Pfarrhaus Dietkirch)	Denkmalschutz: 2,5	0,03	0,07
DIN 4150-3 eingehalten (Wohn- & Industriegebäude)		DIN 4150-3 eingehalten (Nebengebäude, 1-geschossig)	

Tabelle 78. Max. progn. KB-Werte infolge Arbeiten mit einer Gleisstopfmaschine nach DIN 4150, Teil 2 (Einwirkungsdauer 3 h über 1 Tag) - werktags.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte 1 Tag $A_u/A_o/A_r$	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III
	[-]		[Std./Tag]
7		2,79	0,3/1,3/3,0
10	Stufe I: 0,8/5/0,4	1,62	1,0/3,9/8,8
15		0,87	3,4/> 10/> 10
20	Stufe II: 1,6/5/0,8	0,56	8,1/> 10/> 10
30		0,30	> 10/> 10/> 10
50	Stufe III: 1,6/5/1,2	0,14	
75		0,08	> 10/> 10/> 10
100		0,05	
DIN 4150-2, Stufe 1 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 2 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 eingehalten	DIN 4150-2, Stufe 3 nicht eingehalten

Tabelle 79. Max. progn. KB-Werte infolge Arbeiten mit einer Gleisstopfmaschine nach DIN 4150, Teil 2 (Einwirkungsdauer 3 h über 1 Tag) – am Wochenende.

min. Abstand Gebäude-Baustelle [m]	Grenzwerte $A_u/A_o/A_r$	Prognoseergebnisse KB_{Fmax} [-]	Max. Einsatzzeit Stufe I/II/III
	[-]		[Std./Tag]
7		2,79	0,0
10		1,62	0,0
15		0,87	0,1
20	DIN 4150-2, Tab. 3, Z. 4 "Tag"	0,56	0,2
30	0,15/3/0,07	0,30	0,8
50		0,14	4,0
75		0,08	> 10
100		0,05	
DIN 4150-2, Tab. 3, Zeile 4 eingehalten		DIN 4150-2, Tab. 3, Zeile 4 nicht eingehalten	

In Bezug auf potenzielle Gebäudeschäden werden die Anhaltswerte nach DIN 4150-3 [3] eingehalten.

Die Immissionen sind allgemein für Gebäudeabstände < 25 m als gut spürbar, für Abstände ≤ 10 m als stark spürbar einzustufen (siehe auch Tabelle 3).

Für Arbeiten unter der Woche, werden ab einem Abstand von 12 m die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2] nach Stufe I eingehalten. Eine besondere Vorabinformation der Bewohnerschaft ist nicht erforderlich. Bei geringeren Abständen 8-12 m werden unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis f) nach Abschnitt 3.2 ebenfalls die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2] nach Stufe II eingehalten. Für Gebäude mit einem

geringeren Abstand < 8 m kann nur die Stufe III nach Abschnitt 3.2 eingehalten werden. Hier sind neben den zuvor beschriebenen Maßnahmen ggf. Schwingungsmessungen durchzuführen bzw. den Anwohner während der Baumaßnahme eine Ausweichgelegenheit anzubieten. Trotzdem sollten die Arbeiten wie geplant außerhalb der Ruhezeiten erfolgen.

Die Anhaltswerte der DIN 4150-2, Tab. 3, Zeile 4 für den Tagzeitraum, die für den Einsatz der Gleisstopfmaschine am Wochenende anzusetzen sind, können erst ab einem Abstand von ca. 45 m zum Gleis eingehalten werden. Der Einsatz am Wochenende kann daher maximal für die freien Strecken empfohlen werden. Sollte dies organisatorisch nicht umzusetzen und der Einsatz am Wochenende zwingend notwendig sein, wird empfohlen, den Anwohnern Ausweichquartieren anzubieten.