

Erschütterungstechnische Untersuchung zu den Bauarbeiten

2-gleisiger Ausbau der Strecke Heilbronn – Eppingen zwischen Bahn-km 126,3+82 und Bahn-km 129,4+22

Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Bericht-Nr.: ACB-1021-9528/05 rev

17.10.2021

Titel: Erschütterungstechnische Untersuchung zu den Bauarbeiten 2-gleisiger Ausbau der Strecke Heilbronn – Eppingen zwischen Bahn-km 126,3+45 und Bahn-km 129,5+51

Auftraggeber: Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH
Postfach 11 40
76001 Karlsruhe

Auftrag vom: 12.02.2021

Bericht-Nr.: ACB-1021-9528/05

Ersetzt Bericht-Nr.: -
vom: -

Umfang: 26 Seiten Bericht

Datum: 17.10.2021

Bearbeiter: Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Diese Unterlage ist für den Auftraggeber bestimmt und darf nur insgesamt kopiert und verwendet werden.
Bei Veröffentlichung dieser Unterlage (auch auszugsweise) hat der Auftraggeber sicherzustellen, dass die veröffentlichten Inhalte keine datenschutzrechtlichen Bestimmungen verletzen.

Inhalt

| | |
|--|-----------|
| Quellenverzeichnis | 4 |
| 1 Anlass und Aufgabenstellung | 5 |
| 2 Örtliche Gegebenheiten | 5 |
| 3 Beurteilungsgrundlagen | 7 |
| 3.1 Bauerschütterungen DIN 4150..... | 7 |
| 3.2 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen | 8 |
| 3.3 Maßgebliche Immissionsorte..... | 8 |
| 4 Bauablauf | 10 |
| 5 Emissionen..... | 10 |
| 6 Berechnungsverfahren | 12 |
| 7 Ergebnisse Einwirkungen aus Erschütterungsquellen | 15 |
| 7.1 Vorbemerkung | 15 |
| 7.2 Ergebnisse | 16 |
| 8 Allgemeine Hinweise und Auflagenvorschläge..... | 23 |
| 9 Zusammenfassung | 23 |

Quellenverzeichnis

- [1] DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999.
- [2] DIN 4150-3, Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Februar 1999.
- [3] M. Achmus, J. Kaiser und F. tom Wörden, Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten - Mitteilungen des Instituts für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau der Universität Hannover, Heft 61, 2005.
- [4] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, HLUG: Lärmschutz in Hessen Heft 2 – Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Wiesbaden, 2004.
- [5] Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH, Erläuterungsbericht Zweigleisiger Ausbau Leingarten-West – Schwaigern Bf - Vorplanung, Stand: 20.01.2020 Karlsruhe
- [6] Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH, Unterlagen zur Trassenplanung, Stand August 2021
- [7] Angaben zu Baumaschinen diverser Hersteller
- [8] New Hampshire Department of Transportation Bureau of Materials & Research, Ground Vibrations Emanating from Construction Equipment (FINAL REPORT), Concord, New Hampshire (USA); 2012.
- [9] Der HKL BAUTIPP: Verdichtung I; Quelle https://www.hkl-baumaschinen.de/HKL-MIETPARK-Magazin/Ausgabe-1/HKL-Bautipp-Verdichtung_Nov.2020
- [10] ACCON GmbH, Bericht-Nr.: ACB-1021-9528/04, Erschütterungstechnische Untersuchung zu den Bauarbeiten 2-gleisiger Ausbau der Strecke Heilbronn – Eppingen zwischen Bahn-km 126,3+45 und Bahn-km 129,5+51, 04.10.2021
- [11] ACCON GmbH, Bericht-Nr.: ACB-1021-9528/03, Schalltechnische Untersuchung 2-gleisiger Ausbau der Strecke Heilbronn – Eppingen zwischen Bahn-km 126,3+45 und Bahn-km 129,5+51, 01.10.2021

1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH (AVG) plant auf einer Länge von ca. 3.2 km den 2-gleisigen Ausbau der Strecke 4950 bzw. der AVG-Strecke 94950 auf dem Streckenabschnitt zwischen dem Haltepunkt (Hp) Leingarten-West und Bahnhof (Bf) Schwaigern. Im Rahmen des erforderlichen Planfeststellungsverfahrens sind unter anderem die schalltechnischen Auswirkungen des vorgesehenen Streckenausbaus zu ermitteln und zu beurteilen.

In der vorliegenden erschütterungstechnischen Untersuchung werden die mit der Erstellung der Strecke in Zusammenhang stehenden Einwirkungen aus dem Baubetrieb nach der DIN 4150-2 in Bezug auf Menschen und DIN 4150-3 in Bezug auf Gebäude ermittelt und beurteilt.

Die aus den Schwingungsimmissionen entstehenden sekundären Luftschallimmissionen in den Innenräumen werden nicht explizit beurteilt, da wegen der Beweglichkeit der Quellen keine eindeutige Prognose für die sekundären Schallimmissionen erstellt werden kann.

Bei Überschreitung der Anforderungen sind Schutzmaßnahmen zu konzipieren.

Die nach der Errichtung der Strecke auftretenden Erschütterungen aus dem Bahnbetrieb werden in einer eigenen erschütterungstechnischen Untersuchung gesondert ermittelt und beurteilt.

2 Örtliche Gegebenheiten

Die Kraichgaubahn verbindet als Strecke 4950 die Kreisstadt Heilbronn mit der Stadt Eppingen. Im Bereich zwischen dem Hp Leingarten und dem Bf Schwaigern verläuft die Strecke auf einer Länge von rd. 3,2 km derzeit nur eingleisig. Im Zuge der Stärkung des ÖPNV plant die AVG den zweigleisigen Ausbau dieses Streckenabschnitts. Den Verlauf der Strecke sowie die ungefähre Lage des Ausbaubereichs verdeutlicht Abbildung 1.



Abbildung 1: Übersichtsplan Strecke 4950 (Quelle: OpenRailwayMap, Daten © OpenStreetMap-Mitwirkende)

Der Spurplan in Abbildung 2 skizziert die geplanten baulichen Änderungen (Roteinträge) grob auf. Demnach wird zwischen Bahn-km 126,3+45 und Bahn-km 129,5+51 durch Bau eines neuen durchgehenden Gleises nördlich des bestehenden Gleises der zweigleisige Ausbau realisiert. Im Zuge des Ausbaus werden zudem insgesamt 4 neue Weichen (W702 bis W704 und W822) eingebaut, sowie die Weiche W701 um ca. 12 m in Richtung Leingarten verlegt. Am Hp Schwaigern-Ost wird zusätzlich ein Bahnsteig nördlich des neuen Gleises errichtet. Die zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit wird seitens der AVG mit 100 km/h angegeben.

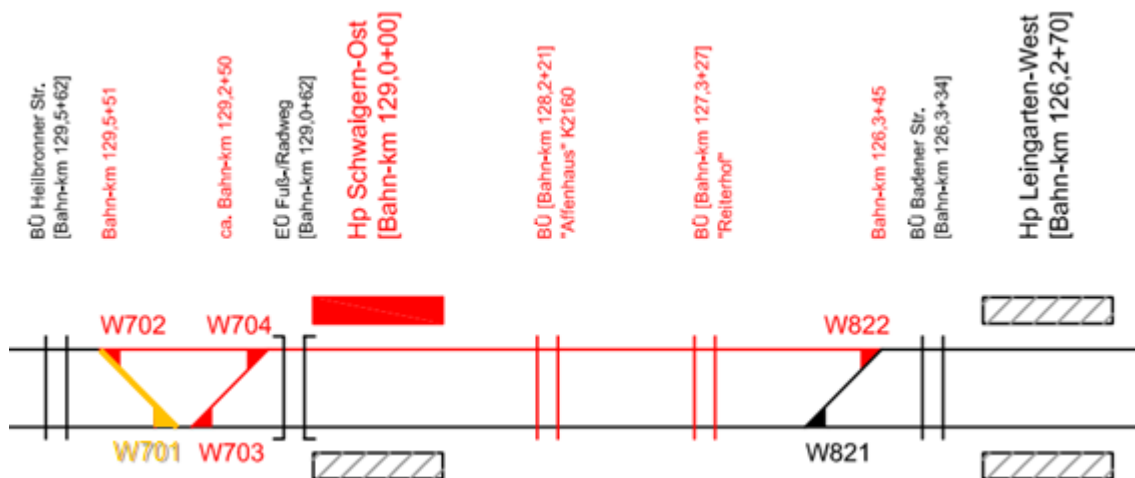


Abbildung 2: Spurplanskizze Strecke 4950 mit geplanten zusätzlichen Weichen W702, W703, W704, W822 und Verlegung der Weiche W701 [6]

Basierend auf den vorliegenden Planunterlagen befinden sich die Spitzen der Weichen, die den zweigleisigen Ausbau markieren in Leingarten bei km 126,2+83 und in Schwaigern bei km 129,4+22. Vom Bauanfang bei km 126,3+45 bis zur Weiche 822 sowie von Weiche 702 bis zum Bauende bei 129,5+51 sind bereits im heutigen Zustand 2 Gleise vorhanden. In diesen Abschnitten werden die Gleise nur überarbeitet und geringfügige Anpassungen vorgenommen.

Im 1-gleisigen Streckenbereich befindet sich bei km 129,0 auf der Südseite des Gleises ein Haltepunkt „Schwaigern-Ost“. Im Zuge des 2-gleisigen Ausbaus soll auf der Nordseite der zukünftigen Trasse ein zusätzlicher Bahnsteig errichtet werden.

Im Bereich Ortsausgang Leingarten, rechts des Bahnkörpers zwischen ca. Bahn-km 126,4 bis ca. Bahn-km 127,1 soll eine Schotterhalterung als Gleiskörperabschluss eingebracht werden. Die Schotterhalterung besteht aus vertikal eingebrachten zurechtgeschnittenen Schienenprofilen, welche in definierten Abständen eingerüttelt werden. Dazwischen werden dann Betonbohlen eingestellt, die den Schotter gegen wegrollen sichern.

Im Bereich des bestehenden Hp Schwaigern-Ost wird auf einer Länge von ca. 360 m eine Lärmschutzwand erforderlich. Die Stützen hierfür werden soweit möglich und der Baugrund zulässt gerammt oder gerüttelt.

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Bauerschütterungen DIN 4150

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen wird die DIN 4150-2 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden; Juni 1999) [1] herangezogen. Zweck der Norm ist die angemessene Berücksichtigung des Erschütterungsschutzes im Immissionsschutz. In der DIN 4150-2 werden Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden.

Die DIN 4150-2 berücksichtigt mittels einer Frequenzbewertung der Schwinggeschwindigkeit die menschliche Erschütterungswahrnehmung. Nach dieser Frequenzbewertung der Schwinggeschwindigkeit erhält man den dimensionslosen $KB_{F(t)}$ -Wert. Dieser $KB_{F(t)}$ -Wert soll mit seinem maximalen Wert (KB_{Fmax}) den unteren Anhaltswert A_u möglichst nicht überschreiten. Ist der KB_{Fmax} größer als A_u und kleiner als der obere Anhaltswert A_o , dann ist die Norm eingehalten, falls die zeitabhängige Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} nicht größer als A_r ist. Oberhalb von A_o ist die Anforderung nicht eingehalten.

Tabelle 1 Anhaltswerte nach DIN 4150-2 für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen

| Dauer | $D \leq 1$ Tag | | | 6 Tage < $D \leq 26$ Tage | | | 26 Tage < $D \leq 78$ Tage | | |
|-----------|----------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|
| | A_u | A_o | A_r | A_u | A_o | A_r | A_u | A_o | A_r |
| Stufe II | 1,2 | 5 | 0,8 | 0,8 | 5 | 0,6 | 0,6 | 5 | 0,4 |
| Stufe III | 1,6 | 5 | 1,2 | 1,2 | 5 | 1,0 | 0,8 | 5 | 0,6 |

für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_o = 6$

Die Einstufung der zulässigen Immissionsbelastungen richtet sich nach der Dauer der zusammenhängenden Arbeitstage, in denen Wochenenden und Feiertage nicht berücksichtigt werden. Für die Dauer zwischen 1 Tag und 6 Tage wird eine in Stufen abgestimmte Interpolation der jeweiligen Anhaltswerte vorgenommen.

Bei Unterschreitung der Werte nach Stufe II ist noch nicht mit erheblichen Belästigungen aus den Erschütterungen aus dem Baubetrieb zu rechnen. Erst bei dauerhafter Überschreitung dieser Werte sollten Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen ergriffen werden.

Bei Überschreitung der Werte nach Stufe III ist mit erheblichen Belästigungen zu rechnen. Es sollten hier Maßnahmen zur wirkungsvollen Reduktion der Erschütterungsimmissionen ergriffen werden.

Die DIN 4150-3 [2] befasst sich mit der Wirkung von Erschütterungen auf Gebäude. Es wird hierbei im Wesentlichen auf die Frequenzbereiche eingegangen, bei denen die höchsten Energieanteile auftreten. Dabei wird unterschieden in die Anteile, die am Fundament des

Gebäudes auftreten und in die Anteile, die in den höheren Etagen des Bauwerkes zu messen sind. Die Tabelle 4 gibt die zulässigen Schwingamplituden an. Bei einer Einhaltung dieser Anhaltswerte treten Schäden an den Gebäuden nach bisherigen Erfahrungen nicht auf.

Tabelle 2 Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v [mm/s] zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke

| Zeile | Gebäudeart | Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s |
|-------|---|---|
| | | Oberste Deckenebene horizontal, alle Frequenzen |
| 1 | Gewerbliche genutzte Bauten Industriebau und ähnlich strukturierte Bauten | 10 |
| 2 | Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten | 5 |
| 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 |

3.2 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen

Die Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen hängt von der Höhe des KB-Wertes und von der Frequenzzusammensetzung der Erschütterungseinwirkung ab. Für die subjektive Wahrnehmung spielt daneben das übrige Umfeld (Vorhandensein von anderen störenden Umwelteinflüssen) eine Rolle. Die folgende Tabelle kann deshalb nur zur orientierenden Einschätzung der Wirkung von Erschütterungen dienen.

Tabelle 3: Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen in Abhängigkeit vom KB-Wert

| | |
|-----------|----------------|
| KB = 1,6 | stark spürbar |
| KB = 0,6 | gut spürbar |
| KB = 0,14 | gerade spürbar |
| KB = 0,1 | Fühlschwelle |

3.3 Maßgebliche Immissionsorte

Tabelle 4 zeigt die im Rahmen der schalltechnischen Untersuchung [11] berücksichtigten und aus erschütterungstechnischer Sicht maßgebenden Immissionsorte (IO), so wie die jeweilige Gebietseinstufung, die zugehörigen Anhaltswerte nach DIN 4150-2 bezüglich der Wirkung auf Menschen in Gebäuden als auch die Anhaltswerte nach DIN 4150-3 bezüglich der Wirkung auf die Gebäude selbst. Bezüglich der Immissionswerte nach DIN 4150-3 wird unter Berücksichtigung der Angaben nach Tabelle 2 uneingeschränkten Frequenzbereiches nur der Frequenzbereich von 10 Hz bis 80 Hz berücksichtigt, da die für die Erschütterungen maßgeblichen Baumaschinen (Vibrationswalzen, Vibrationsrammen, etc.) in diesem Frequenzbereich arbeiten werden.

In der Tabelle 4 werden die Gebäude aufgelistet, die im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchungen zur Beurteilung herangezogen wurden.

Die in Tabelle 4 angegebenen Querschnitte beziehen sich auf die Messungen entlang der Trasse, bei denen die Ausbreitungsbedingungen der Schwingungen im Erdreich eingehend untersucht wurden [10]. Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen werden auch für diese Prognoseerstellung berücksichtigt.

Tabelle 4 Liste der Gebäude im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchungen mit Angabe der wesentlichen lokalen Veränderungen

| Leingarten | | |
|--|---------------------------|---|
| Immissionsort | Prognose aus Messungen am | Veränderungen an der Strecke |
| IO 03 Badener Straße 34 IO 01 Badener Straße 43 (nur zur Information) | Querschnitt 06 | Erhöhung der mittl. Geschwindigkeit wegen größerer Anzahl durchfahrender Züge |
| IO 16 Schalkweg 1 IO 21 Schalkweg 3 (laut Eintrag im Grundbuch) | Querschnitt 07 | Erhöhung der mittl. Geschwindigkeit wegen größerer Anzahl durchfahrender Züge |
| Schwaigern | | |
| Immissionsort | Prognose aus Messungen am | Veränderungen an der Strecke |
| IO 09 Lerchenberg 1/1 | Querschnitt 08 | 2.Gleis |
| IO 08 Hofstatt 1 (nur zur Information) | Querschnitt 04 | 2.Gleis |
| IO 36 Kernerstraße 100 | Querschnitt 02 | 2.Gleis |
| IO 85 Ostendstraße 76 IO 86 Ostendstraße 74 IO 91 Ostendstraße 86 IO 90 Ostendstraße 84 IO 53 Ostendstraße 106 IO 54 Ostendstraße 104 | Querschnitt 03 | 2.Gleis; Neubau Bahnsteig Haltepunkt auf der Nordseite der Trasse |
| IO 38 Kriegsbergstraße 1 IO 41 Kriegsbergstraße 3 IO 42 Kriegsbergstraße 3/1 IO 44 Kriegsbergstraße 5 IO 45 Kriegsbergstraße 5/1 IO 47 Kriegsbergstraße 7 IO 48 Kriegsbergstraße 9 | Querschnitt 03 | 2.Gleis zusätzliche Weichen |
| IO 34 Heilbronner Straße 35 IO 34 Heilbronner Straße 21 IO 70 Alte Straße 12 IO 71 Alte Straße 10 | Querschnitt 01 | teilweise 2.Gleis zusätzliche Weiche |

4 Bauablauf

Das Bauvorhaben umfasst drei wesentliche Arbeitsabschnitte

- Erneuerung des Gleisoberbaus des Bestandsgleises
- Neubau des 2. Gleises nördlich des Bestandsgleises
- Errichtung des Bahnsteigs auf der Nordseite der Trasse

Diese Arbeitsabschnitte werden aus Sicht der Immissionsorte in zeitlichen Abständen von mehr als einer Woche ausgeführt werden. Daraus folgt, dass die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen aus den drei Arbeitsabschnitten einzeln betrachtet werden dürfen.

Unter Berücksichtigung der zulässigen Gewichtsklassen und daraus ableitbaren Leistungsmöglichkeiten der Vibrationswalzen wird für die nachfolgende Prognoseberechnung angesetzt, dass die auf einen Immissionsort bezogene Einwirkdauer erschütterungsrelevanter Arbeiten

5 Tage

andauern kann.

Um auf der sicheren Seite bleiben zu können, wird dieser Zeitraum auch für das Einbringen der Ramppfähle zur Erstellung des neuen Bahnsteigs in Schwaigern-Ost, die Schotterhaltung in Leingarten zwischen km 126,4 und 127,1 sowie der Gründung der IPB-Pfähle für die Schallschutzwand in Schwaigern angesetzt

5 Emissionen

Die Berechnungen der in das Erdreich eingeleiteten Schwingenergie aus den Baumaschinen und der Ausbreitung der Schwingungen im Erdreich so wie der Einkopplung in das Gebäude erfolgen nach anerkannten Schätzverfahren von Achmus [3] und werden für die Prognoseberechnungen durch die detaillierteren Ausbreitungsberechnungen nach [8] ergänzt.

Wie oben bereits erwähnt wurde, wird für die Berechnungen zur Schwingungsausbreitung nur der Frequenzbereich von 10 Hz bis 80 Hz berücksichtigt. Damit dürfen die berechneten Werte von Schwingschnelle (V_{pp}) direkt in KB_{FTmax} -Amplituden übersetzt werden.

Bei den Schlagrammen werden sehr wahrscheinlich Impulsfolgen um die 60 Schläge/Minute zur Anwendung kommen. Für die impulshaltige Anregung der Geschoßdecken wurde hier im Vergleich zu den vibrierenden Baumaschinen ein höherer Übertragungsfaktor für die Schwingungen aus dem Fundament gewählt.

Für die anstehenden Erneuerung des Bestandsgleises wird ein spezieller Gleisbauzug eingesetzt werden, bei dem Neubau der Gleise werden vsl. Walzenzüge eingesetzt, um die nötige Tiefenwirkung bei der Verdichtung des Untergrunds und abschließend bei der darüber liegenden Planumsschutzschicht zu erreichen. Aus beiden Baumaschinen werden in etwa die gleichen Erschütterungsemissionen erwartet.

Die von diesen Arbeiten emittierten Schwingenergien werden bestimmt durch [9]

- Gewicht der Walze = schwingende Masse
- Breite der Walze
- Amplitude der Walze
- Arbeitsfrequenz
- Vortriebsgeschwindigkeit

Die Dauer zur Verdichtung des Untergrunds ist abhängig von der Bodenart und daraus folgend der Tiefe bis zu der eine Verdichtung erfolgen muss, um eine Tragfähigkeit für die zukünftige Trasse zu erreichen. Daraus bestimmt sich das Gewicht und die Einsatzdauer der einzusetzenden Vibrationswalze. Nach [9] kann ein relatives Verhältnis der Arbeitsdauer zum Gewicht der eingesetzten Vibrationswalze ermittelt werden (Abbildung 3).

Die Arbeitsfrequenzen der Walzen sind in erster Näherung umgekehrt proportional zum Gewicht der Walzen, liegen jedoch in der Regel oberhalb von 28 Hz und können bis 40 Hz ansteigen. Für die Prognoseberechnungen wird eine Arbeitsfrequenz von 28 Hz herangezogen (Worst-Case).

Die Wahl der Vortriebsgeschwindigkeit wird in erster Linie durch die Beschaffenheit des zu verdichtenden Erdreichs definiert und liegt in der Regel zwischen 4 km/h und 6 km/h. Für die Prognoseberechnungen wird eine Vortriebsgeschwindigkeit von 4 km/h herangezogen (Worst-Case).

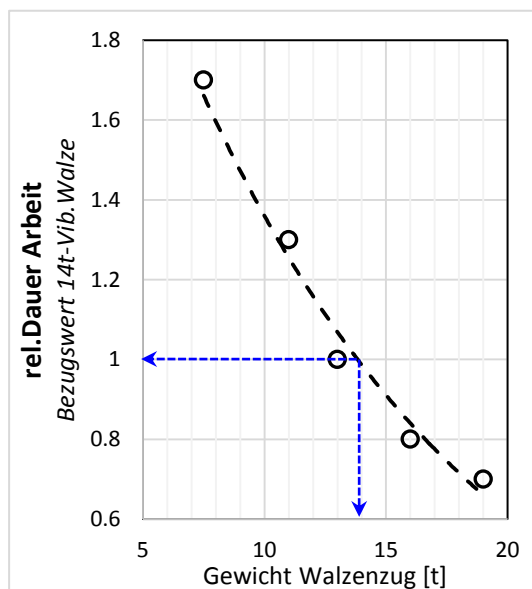


Abbildung 3: Relatives Verhältnis der Arbeitsdauer zum Gewicht der eingesetzten Vibrationswalzen [9]

Für die Erstellung des neuen Bahnsteigs bei km 129,0 ist es notwendig die Lasten des Bauwerks über Pfähle im Erdreich abzufangen. Dafür können entweder Schlag- oder Vibrationsrammen eingesetzt werden. Die Energieeinträge ins Erdreich werden bei diesen Baumaschinen hauptsächlich durch die eingesetzte Vortriebsenergie definiert. Diese wird vom Maschi-

nenführer angepasst an die lokalen geologischen Gegebenheiten. Für die anstehenden Prognoseberechnungen werden die zulässigen minimalen Abstände bei maximal möglichen Energieeintrag der Maschine berechnet. Es wird davon ausgegangen, dass bei den Vibrationsrammen Arbeitsfrequenzen oberhalb von 35 Hz gewählt werden.

Die Schlagrammen erzeugen impulshaltige Energieeinträge in das Erdreich. Die sich daraus ergebenden Schwingungsübertragungen im Erdreich selbst aber auch innerhalb der Gebäude werden in den Prognoseberechnungen entsprechend berücksichtigt.

6 Berechnungsverfahren

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist eine Prognose der von den Maschinen auf der Baustelle ausgehenden Erschütterungen gefordert, Messungen sind derzeit naturgemäß nicht möglich. Nach heutigem Stand der Technik wird die Erschütterungsausbreitung von (u. a.) gewerblichen Maschinen entsprechend der semi-empirischen Prognosestrategie von Achmus [3] berechnet.

Diese Prognosestrategie berücksichtigt für die Berechnung der am Fundament des Immissionsort eintreffenden Schwingungen lokale Unwägbarkeiten und entwickelt dafür Ergebnisse bezogen auf

- den mittleren Erwartungswert der Schwingamplitude = 50%
- den maximalen Erwartungswert der Schwingamplitude = 2,25%

Die maximalen Erwartungswerte aus diesen Berechnungen sind als Orientierung für Worst-Case-Betrachtungen zu berücksichtigen.

Die nachfolgenden Diagramme (Abbildung 4 bis Abbildung 9) zeigen die max.Schwingschnelle am Fundament des Immissionsorts für schwere/leichte Baumaschinen abhängig vom Abstand der Maschine zum Immissionsort an. Zusätzlich werden die maximal zulässigen Schwingschnellen angegeben, die an 5 zusammenhängenden Arbeitstagen (siehe Abschnitt 4) bei unterschiedlicher täglicher Betriebsdauer (= Einwirkdauer) unterschritten werden müssen, um die für Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen relevanten Anhaltswerte A_r einhalten zu können.

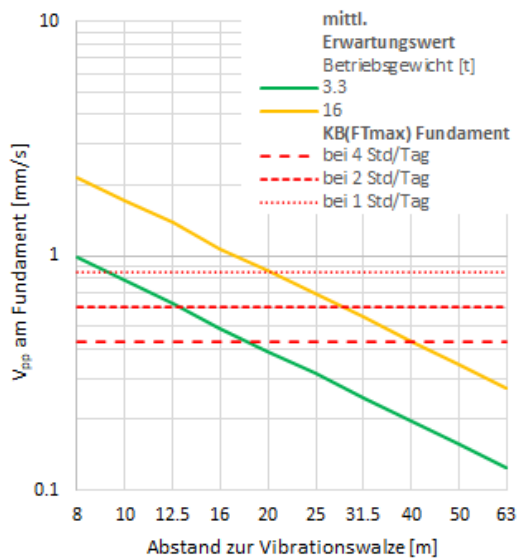


Abbildung 4: Schwingungsausbreitung des mittl. Erwartungswertes für Vibrationswalzen mit hohem (---) und geringem Gewicht (---); zulässige Schwingsschnellen zur Einhaltung des Beurteilungswertes A_r bei unterschiedlicher Einwirkdauer

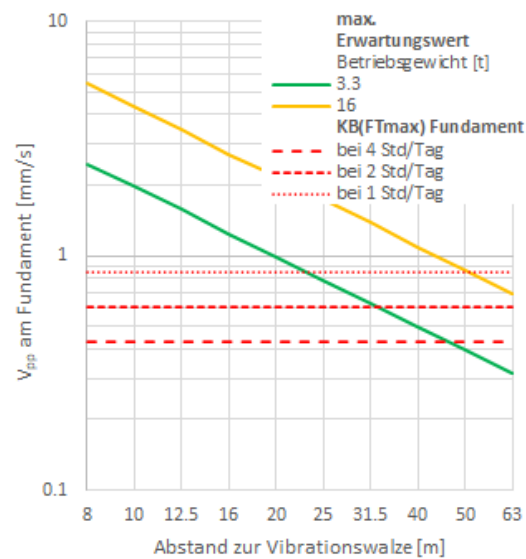


Abbildung 5: Schwingungsausbreitung des max. Erwartungswertes für Vibrationswalzen mit hohem (---) und geringem Gewicht (---); zulässige Schwingsschnellen zur Einhaltung des Beurteilungswertes A_r bei unterschiedlicher Einwirkdauer

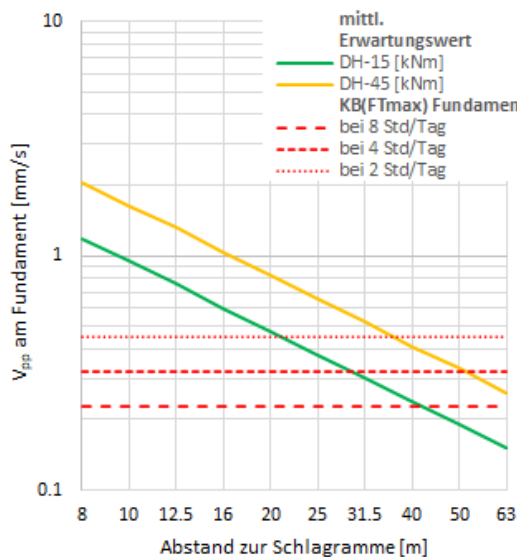


Abbildung 6: Schwingungsausbreitung des mittl. Erwartungswertes für Schlagrammen mit hohem (---) und geringem Gewicht (---); zulässige Schwingsschnellen zur Einhaltung des Beurteilungswertes A_r bei unterschiedlicher Einwirkdauer

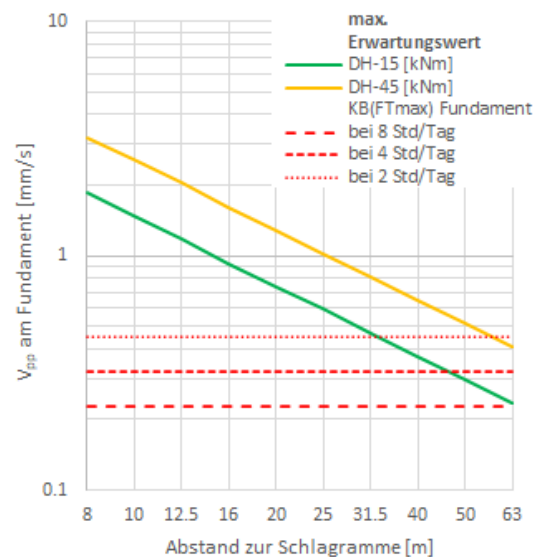


Abbildung 7: Schwingungsausbreitung des max. Erwartungswertes für Schlagrammen mit hohem (---) und geringem Gewicht (---); zulässige Schwingsschnellen zur Einhaltung des Beurteilungswertes A_r bei unterschiedlicher Einwirkdauer

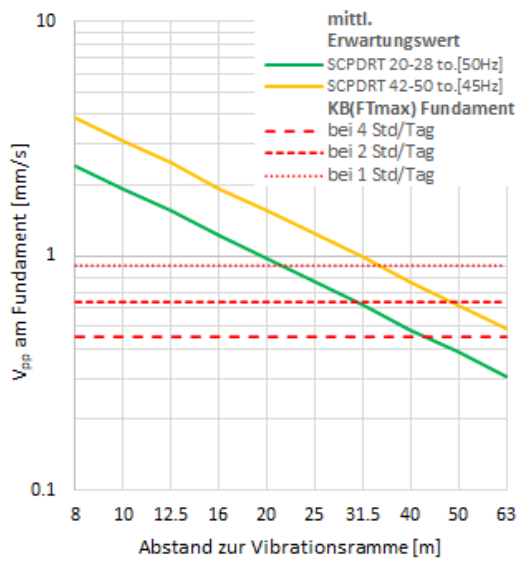


Abbildung 8: Schwingungsausbreitung des mittl. Erwartungswertes für Vibrationsrammen mit hohem (---) und geringem Gewicht (---); zulässige Schwingschnellen zur Einhaltung des Beurteilungswertes A_r bei unterschiedlicher Einwirkdauer

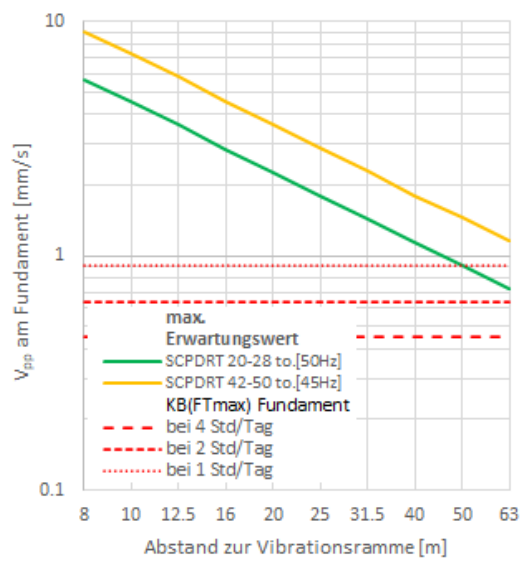


Abbildung 9: Schwingungsausbreitung des mittl. Erwartungswertes für Vibrationsrammen mit hohem (---) und geringem Gewicht (---); zulässige Schwingschnellen zur Einhaltung des Beurteilungswertes A_r bei unterschiedlicher Einwirkdauer

Es ist anzumerken, dass die erfolgten Berechnungen die Schwingungsemissionen einer lokal fixierten Quelle zugrunde legen. Die hier untersuchten Quellen werden jedoch die Emissionsorte in Laufe der Bauzeit verändern – Vibrationswalzen relativ schnell, die Rammen sehr langsam.

Die Veränderung des realen Abstands zwischen Quelle und Immissionsort (IO) entlang der Trasse wird in Abbildung 10 für unterschiedliche minimale Abstände des Immissionsortes zur Trasse dargestellt, wobei die Entfernungsangabe „0“ der Stelle an der Trasse entspricht, an der der kürzeste Abstand zwischen Quelle und Immissionsort eingenommen wird.

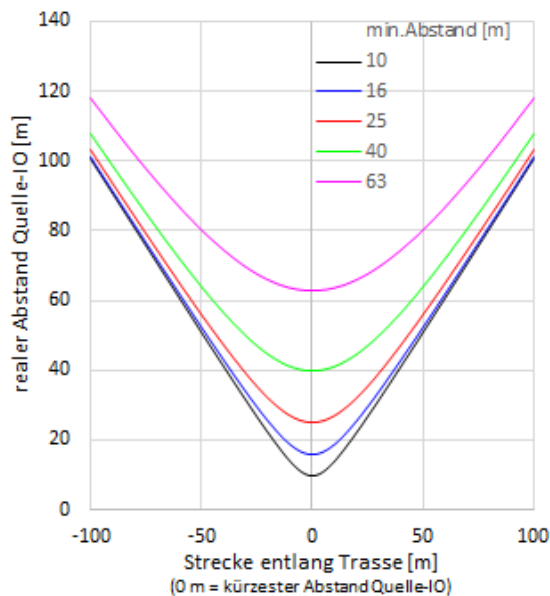


Abbildung 10: Funktion des realen Abstands zwischen Quelle und IO entlang der Strecke auf der Trasse

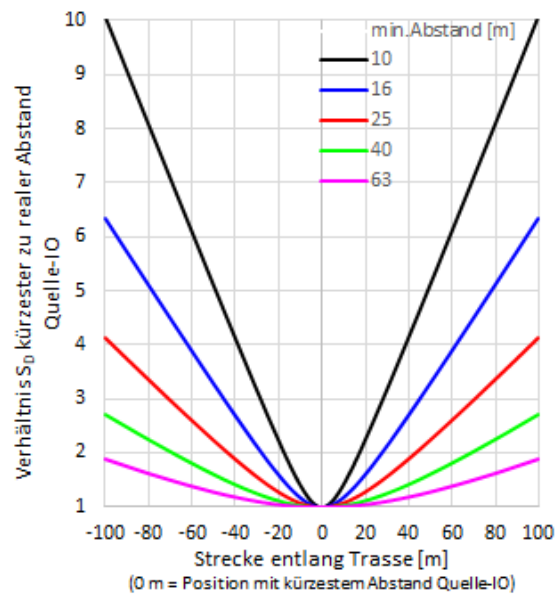


Abbildung 11: Funktion des Verhältnisses S_D entlang der Strecke auf der Trasse

Die Abbildung 11 setzt die Ergebnisse aus Abbildung 10 um für das Verhältnis S_D des realen Abstands zwischen dem Arbeitsort der Quelle auf der Trasse zum Immissionsort S und dem minimalsten Abstand des Immissionsortes zur Trasse S_0

$$S_D = \frac{\text{Abstand } S \text{ (Anregeort - Immissionsort)}}{\text{min. Abstand } S_0 \text{ Trasse - Immissionsort}}$$

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse für die Schwingungsausbreitung der Baumaschinen in den zuvor dargestellten Diagrammen (Abbildung 4 bis Abbildung 9) lässt sich entnehmen, dass Immissionsorte in geringer Distanz zur Trasse höheren Erschütterungsimmissionen ausgesetzt sind, diese Immissionen jedoch bei Veränderung der Ortslage der Quelle entlang der Trasse relativ schnell abnimmt

7 Ergebnisse Einwirkungen aus Erschütterungsquellen

7.1 Vorbemerkung

Die Berechnungsergebnisse werden getrennt nach den Bereichen Gleis(neu)bau mit Anregung durch Vibrationswalzen und Erstellung Bahnsteig am Haltepunkt Schwaigern-Ost (Rammen) dargestellt. Die Darstellung der Ergebnisse für die jeweiligen Immissionsorte erfolgt für die Arbeiten mit Vibrationswalzen in den Tabellen 5 und 6 für einen Einsatz über 5 zusammenhängende Arbeitstage bei einer täglichen Einwirkdauer von

- 1 Betriebsstunden pro Tag = höchste Immissionsamplitude
- 2 Betriebsstunden pro Tag = mittlere Immissionsamplitude
- 4 Betriebsstunden pro Tag = niedrigste Immissionsamplitude

Die Darstellung der Ergebnisse für die jeweiligen Immissionsorte erfolgt für die Arbeiten mit Vibrationswalzen in den Tabellen 7 und 8 (Schlagrammen) und in den Tabellen 9 und 10 (Vibrationsrammen) für einen Einsatz über 5 zusammenhängende Arbeitstage bei einer täglichen Einwirkdauer von

- 2 Betriebsstunden pro Tag = höchste Immissionsamplitude
- 4 Betriebsstunden pro Tag = mittlere Immissionsamplitude
- 8 Betriebsstunden pro Tag = niedrigste Immissionsamplitude

Weiterhin wurde für die Berechnungen aller erschütterungsrelevanter Baumaschinen vorausgesetzt, dass die Erschütterungsbelastung unter der Rahmenbedingung nach Stufe II (siehe Tabelle 1) erfolgen wird.

Zusätzlich ist noch einmal anzumerken (siehe Abschnitt 6 – Berechnungsverfahren), dass die Berechnungen für quasi-statische Erschütterungsquellen durchgeführt wurden und somit die berechneten Immissionen die real eintretenden Einwirkungen überschätzen werden. Die Ergebnisse liegen somit aus der sicheren Seite.

7.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden für die kürzesten Abstände zwischen Immissionsort zum Baubereich angegeben, jeweils für leichte und schwere Gewichtsguppe für den mittleren (50%) und maximalen (2,25%) Erwartungswert am Fundament und dem Bezugspunkt 1.OG Deckenmitte. Die Schwingungswerte werden beurteilt bezüglich Aufpunkt Fundament und Aufpunkt 1.Obergeschoß Deckenmitte gemäß DIN 4150-3 und der Einwirkdauer entsprechend berechneten Beurteilungswerten gemäß DIN 4150-2.

Tabelle 5 Ergebnisse Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb leichter Vibrationswalzen – Dauer = 5 zusammenhängende Arbeitstage

| Immissionsort | min.Abstand [m] | leichte Walze (3,3t) | | Verstärkft. Fundament Decke 1.OG | Geschoßdecke 1.OG | | Beurteilungswert KB(FTr) | | Beurteilungswert KB(FTr) | | Beurteilungswert KB(FTr) | |
|---|--------------------|-------------------------|-----------------------|--|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | Fundament | Fundament | | Einwirkdauer 1h/16h(Tag) | | Einwirkdauer 2h/16h(Tag) | | Einwirkdauer 4h/16h(Tag) | | | |
| | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. |
| Leingarten | | | | | | | | | | | | |
| IO 03 Badener Straße 43 <i>(nur zur Information)</i> | 7.5 | 1.04 | 2.63 | 3 | 3.1 | 7.9 | 0.8 | 2.0 | 1.1 | 2.8 | 1.6 | 3.9 |
| IO 16 Schalkweg 1 | 19.5 | 0.40 | 1.04 | 3 | 1.2 | 3.1 | 0.3 | 0.8 | 0.4 | 1.1 | 0.6 | 1.6 |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| IO 09 Lerchenberg 1/1 | 44 | 0.18 | 0.45 | 3 | 0.5 | 1.3 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.7 |
| IO 08 Hofstatt 1 <i>(nur zur Information)</i> | 8 | 0.98 | 2.47 | 3 | 2.9 | 7.4 | 0.7 | 1.9 | 1.0 | 2.6 | 1.5 | 3.7 |
| IO 36 Kernerstraße 100 | 9 | 0.87 | 2.19 | 3 | 2.6 | 6.6 | 0.7 | 1.6 | 0.9 | 2.3 | 1.3 | 3.3 |
| IO 90 Ostendstraße 84 | 30 | 0.26 | 0.66 | 3 | 0.8 | 2.0 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 1.0 |
| IO 45 Kriegsbergstraße 5/1 | 11 | 0.71 | 1.80 | 3 | 2.1 | 5.4 | 0.5 | 1.3 | 0.8 | 1.9 | 1.1 | 2.7 |
| IO 34 Heilbronner Straße 35 | 24.5 | 0.32 | 0.81 | 3 | 1.0 | 2.4 | 0.2 | 0.6 | 0.3 | 0.9 | 0.5 | 1.2 |
| IO 70 Alte Straße 12 | 14.5 | 0.54 | 1.36 | 3 | 1.6 | 4.1 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 1.4 | 0.8 | 2.0 |

Tabelle 6 Ergebnisse Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb schwerer Vibrationswalzen – Dauer = 5 zusammenhängende Arbeitstage

| Immissionsort | min.Abstand [m] | schwere Walze (16t) | | Verstärkft. Fundament Decke 1.OG | Geschoßdecke 1.OG | | Beurteilungswert KB(FTr) | | Beurteilungswert KB(FTr) | | Beurteilungswert KB(FTr) | |
|---|--------------------|-------------------------|-----------------------|--|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | Fundament | Fundament | | Einwirkdauer 1h/16h(Tag) | | Einwirkdauer 2h/16h(Tag) | | Einwirkdauer 4h/16h(Tag) | | | |
| | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| IO 03 Badener Straße 43 <i>(nur zur Information)</i> | 7.5 | 2.63 | 5.80 | 3 | 7.9 | 17.4 | 2.0 | 4.3 | 2.8 | 6.1 | 3.9 | 8.7 |
| IO 16 Schalkweg 1 | 19.5 | 0.88 | 2.23 | 3 | 2.7 | 6.7 | 0.7 | 1.7 | 0.9 | 2.4 | 1.3 | 3.3 |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| IO 09 Lerchenberg 1/1 | 44 | 0.39 | 0.99 | 3 | 1.2 | 3.0 | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 1.5 |
| IO 08 Hofstatt 1 <i>(nur zur Information)</i> | 8 | 2.16 | 5.44 | 3 | 6.5 | 16.3 | 1.6 | 4.1 | 2.3 | 5.8 | 3.2 | 8.2 |
| IO 36 Kernerstraße 100 | 9 | 1.92 | 4.83 | 3 | 5.7 | 14.5 | 1.4 | 3.6 | 2.0 | 5.1 | 2.9 | 7.2 |
| IO 90 Ostendstraße 84 | 30 | 0.58 | 1.45 | 3 | 1.7 | 4.3 | 0.4 | 1.1 | 0.6 | 1.5 | 0.9 | 2.2 |
| IO 45 Kriegsbergstraße 5/1 | 11 | 1.57 | 3.95 | 3 | 4.7 | 11.9 | 1.2 | 3.0 | 1.7 | 4.2 | 2.4 | 5.9 |
| IO 34 Heilbronner Straße 35 | 24.5 | 0.70 | 1.78 | 3 | 2.1 | 5.3 | 0.5 | 1.3 | 0.7 | 1.9 | 1.1 | 2.7 |
| IO 70 Alte Straße 12 | 14.5 | 1.19 | 3.00 | 3 | 3.6 | 9.0 | 0.9 | 2.2 | 1.3 | 3.2 | 1.8 | 4.5 |

Die Ergebnistabellen für die Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb der Vibrationswalzen zeigen an, dass es bei den nahe zur Strecke stehenden Gebäuden (IO 03, IO 08, IO 36) relativ schnell zu Überschreitungen der zulässigen Anhaltswerte A_r entsprechend DIN 4150-2 kommen kann. Die Verdichtungsarbeiten im Bereich dieser Gebäude sollten eher mit leichteren Vibrationswalzen ausgeführt werden.

Vibrationswalzen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 12 t sollten in den Streckenabschnitten in Nachbarschaft zu Wohngebäuden generell nicht eingesetzt werden.

Schwerere Vibrationswalzen können in den Streckenbereichen mit einem Abstand von mehr als 75 m zur nächsten Wohnbebauung ohne Probleme eingesetzt werden

Beim Einsatz von Rammen zum Eintrieb der Stützpfähle bei der Erstellung des Haltepunktes Schwaigern-Ost sind bei Einsatz leichter bis mittelschwerer Vibrationsrammen (Tabelle 7, Tabelle 8) sowie leichter bis mittelschwerer Schlagrammen (Tabelle 9, Tabelle 10) keine belästigenden Einwirkungen zu erwarten. Die Arbeiten sollten mit messtechnischer Überwachung der Erschütterungseinwirkungen begleitet werden, insbesondere wenn Rammen der höheren Gewichtsklassen zum Einsatz kommen sollen.

Das Rammen der vorbereiteten Schienenstücke zur Errichtung einer Schotterhalterung im Bereich Leingarten (Tabelle 7 bis Tabelle 10, Leingarten) wird in den nächstgelegenen Häusern IO 03 (Baderstr. 43) und IO 01 (Baderstr. 34) auch bei Einsatz schwerer Rammen nicht zu Überschreitungen der zulässigen Anhaltswerte entsprechend DIN 4150-2 und DIN 4150-3 führen.

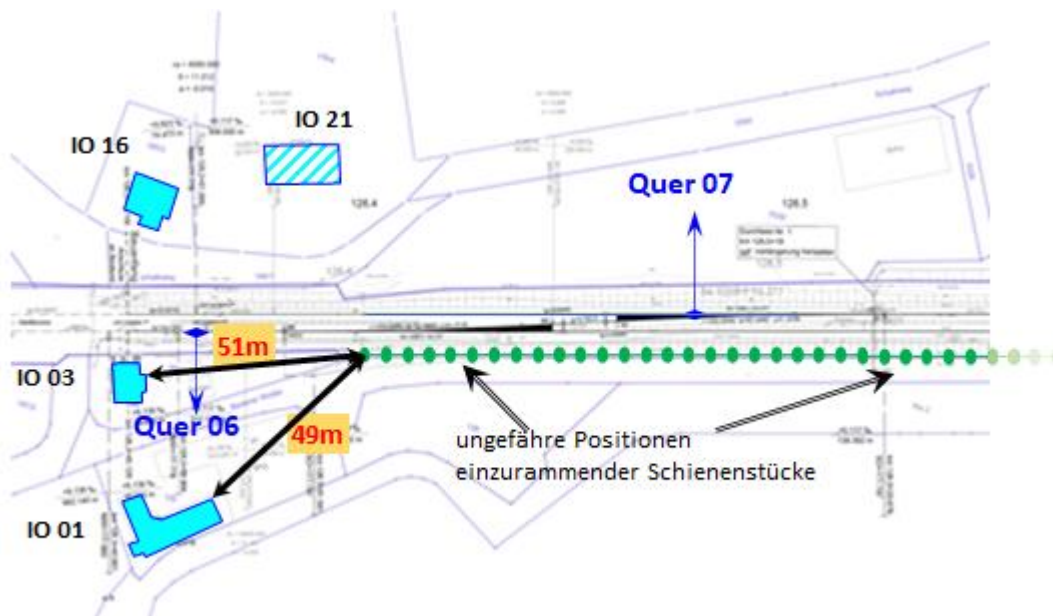


Abbildung 12: Verlauf der Schotterhalterung entlang der Bahntrasse in Leingarten

Tabelle 7 Ergebnisse Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb leichter Vibrationsrammen – Dauer = 5 zusammenhängende Arbeitstage

| Immissionsort | min.Abstand [m] | leichte Vibrationsramme 20-28 to.[50Hz] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---|-----------------------|---|-------------------------|-----------------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|
| | | Fundament | | Verstärk.fkt Fundament Decke 1.OG | Geschoßdecke 1.OG | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 2h/16h(Tag) | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 4h/16h(Tag) | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 8h/16h(Tag) | |
| | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| Schallschutzwand | | | | | | | | | | | | |
| IO 90 Ostendstraße 84 | 36 | 0,54 | 1,26 | 2 | 1,1 | 2,5 | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 1,3 | 0,8 | 1,8 |
| Leingarten | | | | | | | | | | | | |
| Schotterhalterung | | | | | | | | | | | | |
| IO 03 Baderstr 43 | 51 | 0,37 | 0,89 | 2 | 0,7 | 1,8 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 1,3 |
| IO 01 Baderstr 34 | 49 | 0,40 | 0,93 | 2 | 0,8 | 1,9 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | 0,9 | 0,6 | 1,3 |

Tabelle 8 Ergebnisse Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb schwerer Vibrationsrammen – Dauer = 5 zusammenhängende Arbeitstage

| Immissionsort | min.Abstand [m] | schwere Vibrationsramme 42-50 to.[45Hz] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---|-----------------------|---|-------------------------|-----------------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|
| | | Fundament | | Verstärk.fkt Fundament Decke 1.OG | Geschoßdecke 1.OG | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 2h/16h(Tag) | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 4h/16h(Tag) | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 8h/16h(Tag) | |
| | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| Schallschutzwand | | | | | | | | | | | | |
| IO 90 Ostendstraße 84 | 36 | 0,86 | 2,01 | 2 | 1,7 | 4,0 | 0,6 | 1,4 | 0,9 | 2,0 | 1,2 | 2,8 |
| Leingarten | | | | | | | | | | | | |
| Schotterhalterung | | | | | | | | | | | | |
| IO 03 Baderstr 43 | 51 | 0,61 | 1,42 | 2 | 1,2 | 2,8 | 0,4 | 1,0 | 0,6 | 1,4 | 0,9 | 2,0 |
| IO 01 Baderstr 34 | 49 | 0,63 | 1,48 | 2 | 1,3 | 3,0 | 0,4 | 1,0 | 0,6 | 1,5 | 0,9 | 2,1 |

Tabelle 9 Ergebnisse Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb leichter Schlagrammen – Dauer = 5 zusammenhängende Arbeitstage

| Immissionsort | min.Abstand [m] | leichte Schlagramme DH-15 [kNm] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------|-------------|---------------|-------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | Fundament | | Verstärk.fkt. | Geschoßdecke 1.OG | | Beurteilungswert KB(FTr) | | Beurteilungswert KB(FTr) | | Beurteilungswert KB(FTr) | |
| | | mittl.Erwart. | max.Erwart. | Fundament | mittl.Erwart. | max.Erwart. | Einwirkdauer 2h/16h(Tag) | | Einwirkdauer 4h/16h(Tag) | | Einwirkdauer 8h/16h(Tag) | |
| | | [mm/s] | [mm/s] | Decke 1.OG | [mm/s] | [mm/s] | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| Schallschutzwand | | | | | | | | | | | | |
| IO 90 Ostendstraße 84 | 36 | 0,26 | 0,41 | 4 | 1,1 | 1,6 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 1,2 |
| Leingarten | | | | | | | | | | | | |
| Schotterhalterung | | | | | | | | | | | | |
| IO 03 Baderstr 43 | 51 | 0,19 | 0,29 | 4 | 0,7 | 1,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,8 |
| IO 01 Baderstr 34 | 49 | 0,19 | 0,31 | 4 | 0,8 | 1,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,9 |

Tabelle 10 Ergebnisse Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb schwerer Schlagrammen – Dauer = 5 zusammenhängende Arbeitstage

| Immissionsort | min.Abstand [m] | schwere Schlagramme DH-45 [kNm] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------|-------------|---------------|-------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | Fundament | | Verstärk.fkt. | Geschoßdecke 1.OG | | Beurteilungswert KB(FTr) | | Beurteilungswert KB(FTr) | | Beurteilungswert KB(FTr) | |
| | | mittl.Erwart. | max.Erwart. | Fundament | mittl.Erwart. | max.Erwart. | Einwirkdauer 2h/16h(Tag) | | Einwirkdauer 4h/16h(Tag) | | Einwirkdauer 8h/16h(Tag) | |
| | | [mm/s] | [mm/s] | Decke 1.OG | [mm/s] | [mm/s] | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| Schallschutzwand | | | | | | | | | | | | |
| IO 90 Ostendstraße 84 | 36 | 0,46 | 0,71 | 4 | 1,8 | 2,8 | 0,6 | 1,0 | 0,9 | 1,4 | 1,3 | 2,0 |
| Leingarten | | | | | | | | | | | | |
| Schotterhalterung | | | | | | | | | | | | |
| IO 03 Baderstr 43 | 51 | 0,32 | 0,50 | 4 | 1,3 | 2,0 | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 0,9 | 1,4 |
| IO 01 Baderstr 34 | 49 | 0,34 | 0,52 | 4 | 1,3 | 2,1 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,9 | 1,5 |

Die Errichtung der Schallschutzwand zwischen km 128,8+60 und km 129,2+20 wird mittels einzurammender Pfähle realisiert. Die ungefähre Lage der einzurammenden Pfähle wird in Abbildung 13 entsprechend der Variante „Schutzbereich 2“ aus [11] eingeschätzt.

In Abbildung 13 werden durch grüne Punkte diejenigen Positionen markiert, an denen die Rammarbeiten mit bis zu mittelschweren Rammen ohne Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungsemissionen ausgeführt werden können. Rot markiert sind solche Abschnitte, in denen die Rammungen mit vorher gelockertem Erdreich erfolgen sollten, um die Erschütterungsemissionen wirkungsvoll reduzieren zu können.



Abbildung 13: Errichtung der Schallschutzwand in Schwaigern; grün markiert sind die ungefähren Positionen der Pfähle, die gerammt werden dürfen, rot markiert sind die ungefähren Positionen der Pfähle, bei denen vor dem Rammen der Pfähle ein Lockern des Erdreichs zur Reduktion der Erschütterungen notwendig wird

Bei Einsatz mittelschwerer Rammen sollten an Immissionsorten, deren Abstand zur Rammposition weniger als 20 m beträgt, sollten während der erschütterungsrelevanten Tätigkeiten Dauermessanlagen in ausgewählten Gebäuden zur Überprüfung der Erschütterungsimmissionen installiert werden, da nach den Berechnungen zu den maximalen Erschütterungswerten in Deckenmitte 1.OG unzulässig hohe Amplituden entsprechend DIN 4150-2 und DIN 4150-3 auftreten können.

Tabelle 11 Ergebnisse Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb leichter Vibrationsrammen zur Erstellung der Fundamente der Schallschutzwand – Dauer = 5 zusammenhängende Arbeitstage

| Immissionsort | min.Abstand [m] | leichte Vibrationsramme | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------|-----------------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|
| | | Fundament | | Verstärk.fkt Fundament Decke 1.OG | Geschoßdecke 1.OG | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 2h/16h(Tag) | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 4h/16h(Tag) | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 8h/16h(Tag) | |
| | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| IO 45 Kriegsbergstr.5/1 | 10 | 1.94 | 4.54 | 2 | 3.9 | 9.1 | 1.4 | 3.2 | 1.9 | 4.5 | 2.7 | 6.4 |
| IO 48 Kriegsbergstr.9 | 30 | 0.65 | 1.51 | 2 | 1.3 | 3.0 | 0.5 | 1.1 | 0.6 | 1.5 | 0.9 | 2.1 |
| IO 53 Ostendstraße 104 | 20 | 0.97 | 2.27 | 2 | 1.9 | 4.5 | 0.7 | 1.6 | 1.0 | 2.3 | 1.4 | 3.2 |
| IO 89 Ostendstraße 82 | 29 | 0.67 | 1.56 | 2 | 1.3 | 3.1 | 0.5 | 1.1 | 0.7 | 1.6 | 0.9 | 2.2 |
| IO 90 Ostendstraße 84 | 23 | 0.84 | 1.97 | 2 | 1.7 | 3.9 | 0.6 | 1.4 | 0.8 | 2.0 | 1.2 | 2.8 |
| IO 92 Ostendstraße 88 | 31 | 0.62 | 1.46 | 2 | 1.2 | 2.9 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 1.5 | 0.9 | 2.1 |

Tabelle 12 Ergebnisse Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb leichter Vibrationsrammen zur Erstellung der Fundamente der Schallschutzwand – Dauer = 5 zusammenhängende Arbeitstage

| Immissionsort | min.Abstand [m] | schwere Vibrationsramme | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------|-----------------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|
| | | Fundament | | Verstärk.fkt Fundament Decke 1.OG | Geschoßdecke 1.OG | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 2h/16h(Tag) | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 4h/16h(Tag) | | Beurteilungswert KB(FTr) Einwirkdauer 8h/16h(Tag) | |
| | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | | mittl.Erwart. [mm/s] | max.Erwart. [mm/s] | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. | mittl.Erwart. | max.Erwart. |
| Schwaigern | | | | | | | | | | | | |
| IO 45 Kriegsbergstr.5/1 | 10 | 3.09 | 7.25 | 2 | 6.2 | 14.5 | 2.2 | 5.1 | 3.1 | 7.3 | 4.4 | 10.3 |
| IO 48 Kriegsbergstr.9 | 30 | 1.03 | 2.42 | 2 | 2.1 | 4.8 | 0.7 | 1.7 | 1.0 | 2.4 | 1.5 | 3.4 |
| IO 53 Ostendstraße 104 | 20 | 1.55 | 3.63 | 2 | 3.1 | 7.3 | 1.1 | 2.6 | 1.5 | 3.6 | 2.2 | 5.1 |
| IO 89 Ostendstraße 82 | 29 | 1.07 | 2.50 | 2 | 2.1 | 5.0 | 0.8 | 1.8 | 1.1 | 2.5 | 1.5 | 3.5 |
| IO 92 Ostendstraße 88 | 31 | 1.00 | 2.34 | 2 | 2.0 | 4.7 | 0.7 | 1.7 | 1.0 | 2.3 | 1.4 | 3.3 |
| IO 90 Ostendstraße 84 | 23 | 1.34 | 3.15 | 2 | 2.7 | 6.3 | 1.0 | 2.2 | 1.3 | 3.2 | 1.9 | 4.5 |

8 Allgemeine Hinweise und Auflagenvorschläge

Für 2-gleisigen Ausbau der Strecke 4950 bzw. der AVG-Strecke 94950 auf dem Streckenabschnitt zwischen dem Haltepunkt (Hp) Leingarten-West und Bahnhof (Bf) Schwaigern schlagen wir vor, die nachstehenden Hinweise zum Bestandteil der Angebotseinholung und Auftragsvergabe zu machen.

Vorschläge für Auflagen

- *Vor Beginn der Baumaßnahme sind die Anwohner über den Zweck und die zeitliche Dauer der Baumaßnahme zu informieren.*
- *Für Nachbarbeschwerden ist seitens der Baustelle ein Ansprechpartner (i. S. eines Immissionsschutzbeauftragten) zu benennen.*
- *Zur Vermeidung von Resonanzerscheinung auf den Gebäudedecken ist das Ein- bzw. Ausschalten des Vibrationsbetriebs der Walzen in Abständen von weniger als 80m zu den Gebäuden zu vermeiden, da die hierbei durchfahrenen Frequenzen die Resonanzfrequenzen der Etagendecken treffen.*
- *Vibrationsfrequenzen unterhalb von 28 Hz sind unbedingt zu vermeiden. Die Fahrgeschwindigkeit der Vibrationswalzen sollte größer 4 km/h sein.*
- *Die Baustelle ist so zu betreiben, dass unnötige Belästigungen durch Erschütterungen vermieden werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, z. B. kein unnötiges Laufenlassen von Vibrationsantrieben etc.*
- *Die Arbeiten sind in der Regel auf den Zeitbereich zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr begrenzt. Nacharbeiten sind nur zulässig, wenn sie nachweislich nicht im Zeitbereich tagsüber durchgeführt werden können.*
- *Bautätigkeiten mit hoher Erschütterungsemission sind möglichst nicht in die Zeitbereiche 7.00 Uhr bis 8.00 Uhr und 18.00 Uhr bis 20.00 Uhr zu legen.*
- *Der Auftragnehmer ist zu verpflichten, bei der Auswahl erschütterungstechnisch günstiger Verfahren konstruktiv mitzuwirken.*
- *Die zum Einsatz kommenden Maschinen sind regelmäßig zu warten und ggf. Instand zu setzen.*

9 Zusammenfassung

Die Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH (AVG) plant auf einer Länge von ca. 3.2 km den 2-gleisigen Ausbau der Strecke 4950 bzw. der AVG-Strecke 94950 auf dem Streckenabschnitt zwischen dem Haltepunkt (Hp) Leingarten-West und Bahnhof (Bf) Schwaigern. Im Rahmen des erforderlichen Planfeststellungsverfahrens sind unter anderem die schalltechnischen Auswirkungen des vorgesehenen Streckenausbaus zu ermitteln und zu beurteilen.

Im Umfeld der bestehenden Trasse befinden sich schutzbedürftige Nutzungen. In der vorliegenden Untersuchung wurden die mit dem Bau des zu überarbeitenden Bestandsgleises, des neu zu erstellenden Gleises und des zusätzlich geplanten Bahnsteigs Haltepunkt Schwaigern-Ost einhergehenden Erschütterungseinwirkungen ermittelt und beurteilt.

Die Prognoseberechnungen wurden für vibrationsemittierende Baumaschinen wie Vibrationswalzen und Vibrations- bzw. Schlagrammen durchgeführt. Dabei wurden die Annahmen getroffen, dass die zum Baubereich benachbarte Bewohner von betroffenen Gebäuden vor Baubeginn umfassend über die Einwirkungen aus dem Baubetrieb informiert werden (Stufe II – DIN 4150-2). Weiterhin wurde angesetzt, die die Erschütterungseinwirkungen aus dem Baubetrieb über 5 zusammenhängende Arbeitstage andauern.

Unter diesen Annahmen konnte ermittelt werden, dass entlang der Ausbaustrecke unabhängig vom Aufbau der Etagendecken der Einsatz schwerer Vibrationswalzen zu vermeiden ist, um in den Immissionsorten die vorgegebenen Anhaltswerte A_0 und A_r einhalten zu können. Eine Schädigung der Bausubstanzen ist mit dieser Einschränkung nicht zu erwarten.

Die für den Bau des Bahnsteigs Haltepunkt Schwaigern-Ost benötigten Ramppfähle sollten mit Maschinen der unteren bis mittleren Gewichtsklasse ins Erdreich eingetrieben werden. Eine erschütterungstechnische Überwachung in betroffenen Gebäuden in unmittelbarer Nachbarschaft ist vorteilhaft. Sollte der Einsatz von Maschinen der höheren Gewichtsklasse notwendig sein, ist eine erschütterungstechnische Überwachung in betroffenen Gebäuden vorzuschreiben.

Die zur Errichtung der Schallschutz notwendigen Pfähle können in weiten Streckenbereichen ohne Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungsemissionen in Erdreich eingebracht werden. Bei Abständen von weniger als 20 m zwischen Rammort und Immissionsort sollte das Erdreich vor Rammung gelockert werden. Die Arbeiten sollten an ausgewählten Immissionsorten mittels Dauermesseinrichtungen überwacht werden.

Greifenberg, 17.10.2021
ACCON GmbH



Dipl.Phys. Helmut Venghaus