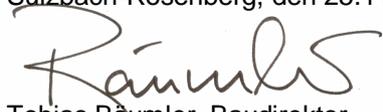


Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach B 85, Abschnitt 1420 Station 3,537 bis Abschnitt 1460 Station 0,569	Freistaat Bayern
B 85 Amberg – Schwandorf Ausbau im Kreuzungsbereich mit der BAB A 6 und der St 2151	
PROJIS-Nr.:	

Immissionstechnische Unterlagen

Teil 4: Erschütterungen

aufgestellt: Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach Sulzbach-Rosenberg, den 25.11.2022  Tobias Bäuml, Baudirektor	

Erschütterungstechnische Untersuchung B 85, Ausbau im Kreuzungsbereich mit der BAB A 6 - Bauphase

Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Bericht-Nr.: ACB-1220-9135/05

01.12.2020

Titel: Erschütterungstechnische Untersuchung
B 85, Ausbau im Kreuzungsbereich
mit der BAB A 6

Auftraggeber: Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach
Fachbereich Straßenbau
Im Schloss 1
92237 Sulzbach-Rosenberg

Auftrag vom: 23.04.2020

Bericht-Nr.: ACB-1220-9135/05

Ersetzt Bericht-Nr.: -
vom: -

Umfang: 21 Seiten Bericht

Datum: 01.12.2020

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 Maßgebliche Immissionsorte	8
4 Bauablauf	9
5 Emissionen	10
6 Berechnungsverfahren	12
7 Ergebnisse Einwirkungen aus Erschütterungsquellen	13
7.1 Vorbemerkung	13
7.2 Aufpunkt Fundament	14
7.3 Aufpunkt 1.OG	15
7.4 Prognose des Beurteilungswertes A_r	16
8 Allgemeine Hinweise und Auflagenvorschläge	18
Empfehlungen	19
9 Zusammenfassung	20

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, Bauwerksererschütterungen durch Tiefbauarbeiten - Mitteilungen des Instituts für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau der Universität Hannover, Heft 61, 2005.
- [4] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, HLU: Lärmschutz in Hessen Heft 2 – Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Wiesbaden, 2004.
- [5] Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach, „Erläuterungsbericht, Abschnitt Bauablauf – Vorabzug“, März 2020
- [6] „Verkehrsuntersuchung B 85 3- bzw. 4-streifiger Ausbau; Abschnitt Amberg – St 2151, Bereich der AS Amberg-Ost der A 6, AS 23 bis zur St 2397, Schwandorf“; Professor Dr.-Ing. Harald Kurzak; 11.09.2018
- [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] © OpenStreetMap-Mitwirkende; OpenStreetMap® sind „Open Data“, die gemäß der Open Data Commons Open Database Lizenz (ODbL) durch die OpenStreetMap Foundation (OSMF) verfügbar sind
- [11] ACCON GmbH; Schalltechnische Untersuchung B 85, Ausbau im Kreuzungsbereich mit der BAB A 6 – Bauphase; Bericht-Nr.: ACB-0820-9135/04; Greifenberg 17.08.2020

1 Anlass und Aufgabenstellung

Das Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach plant die B 85 im Kreuzungsbereich mit der BAB A6 (AS Amberg-Ost) und der Staatsstraße St 2151 zweibahnig-vierstreifig auszubauen.

Im Rahmen des erforderlichen Planfeststellungsverfahrens sind unter anderem die erschütterungstechnischen Auswirkungen der Bauphase zu ermitteln und darzulegen, die sich aus der Neugestaltung des vorhandenen Lärmschutzwalls entlang der Autobahn BAB A6 ergibt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die mit dem Baubetrieb einhergehenden Erschütterungseinwirkungen ermittelt und beurteilt. In Fällen der Überschreitung der gesetzlichen Vorschriften sind Minderungsmaßnahmen vorzuschlagen.

Im vorliegenden Bericht greift auf das vorhandene schalltechnische Gutachten Bericht-Nr.: ACB-0820-9135/04 der ACCON GmbH [11] zurück und stellt hier die Vorgehensweise sowie Ergebnisse der erschütterungstechnischen Untersuchung zusammenfassend dar.

2 Örtliche Gegebenheiten

Das gegenständliche Planvorhaben liegt ca. 10 km südöstlich von Amberg im Bereich der Anschlussstelle (AS) Amberg Ost der Autobahn A 6. Die B 85 stellt eine wichtige Verbindungsachse zwischen den beiden Autobahnen A 6 und der weiter östlich verlaufenden A 93 dar. Der zweibahnig-vierstreifige Ausbau ist im aktuellen Bedarfsplan zum Bundesverkehrswegeplan als „weiterer Bedarf mit Planungsrecht“ eingestuft und in Teilbereichen bereits verwirklicht. Die aktuelle Planung sieht am nordwestlichen Abschnittsende den Lückenschluss der Zweibahnigkeit am Knotenpunkt mit der A 6 sowie den Übergang auf den einbahnigen Bestand vor. Gleichzeitig soll die Anschlussstelle Amberg-Ost zu einem „Kleeblatt“ mit Verteilerfahrbahnen ausgebaut werden.

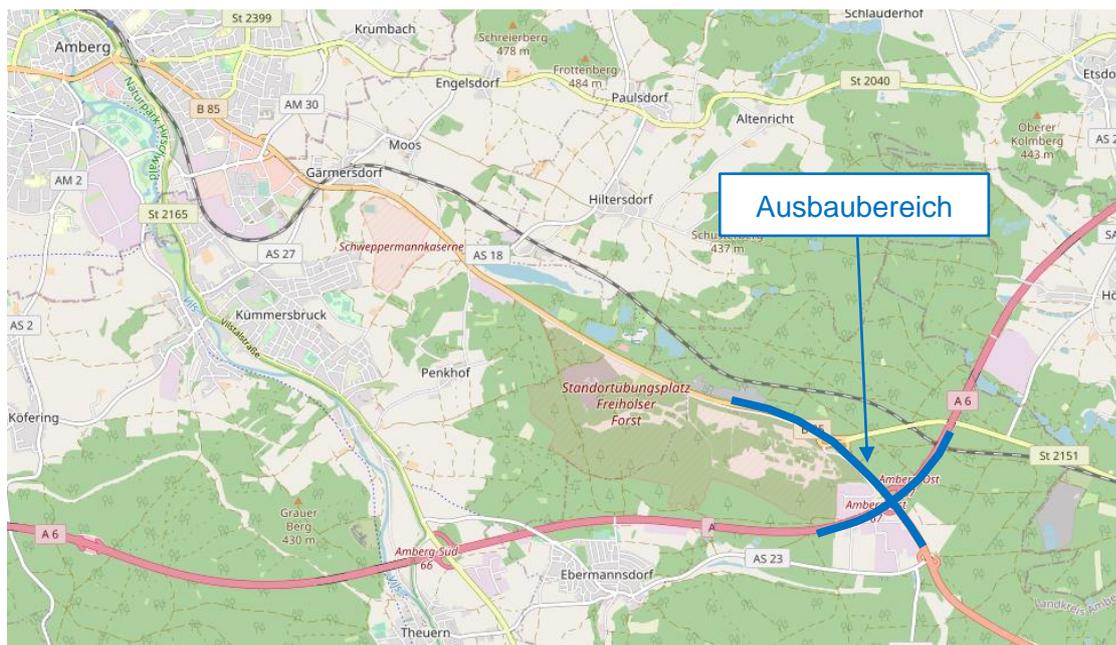


Abbildung 1: Übersichtslageplan mit Kennzeichnung des Ausbaubereichs (Quelle Hintergrundbild: [10])

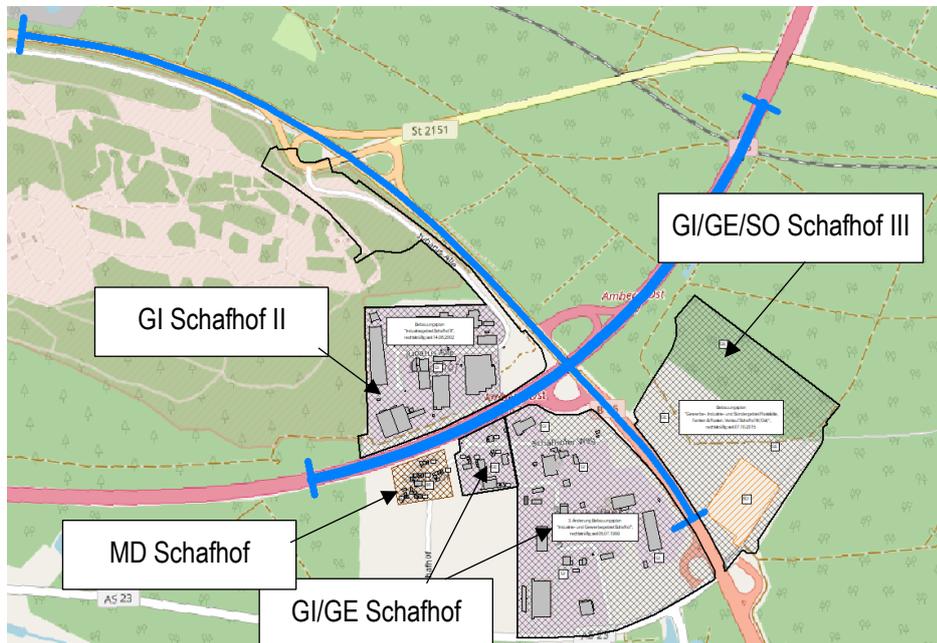


Abbildung 2: Planausschnitt mit Kennzeichnung des Ausbaubereichs und Nutzungsgebieten im Einflussbereich der Ausbaumaßnahme (Quelle Hintergrundbild: [10])

Die Lage des Planvorhabens sowie die ungefähre Ausdehnung des Ausbaubereiches verdeutlichen die Übersichtslagepläne in Abbildung 1 und Abbildung 2.

Aus Abbildung 2 geht zudem hervor, dass in Bezug auf die Baumaßnahme bauliche Nutzungen lediglich im unmittelbaren Umfeld der AS Amberg Ost vorzufinden sind. Ein Großteil der Nutzungen ist gewerblicher Art und liegt innerhalb der Geltungsbereiche von rechtsverbindlichen Bebauungsplänen (Industrie- und Gewerbegebiet Schafhof, Industriegebiet Schafhof II). Östlich der B 85 und südlich der A 6 befindet sich zudem ein derzeit noch unbebautes Gebiet innerhalb eines rechtsverbindlichen Bebauungsplans (Gewerbe-, Industrie- und Sondergebiet Raststätte, Tanken & Rasten, Verkauf Schafhof III (Ost)). Die für die in diesem erschütterungstechnischen Gutachten relevanten Baumaßnahmen werden entlang der BAB A6 im Einflussbereich des Wohngebiets „MD Schafhof“ (Abbildung 2) stattfinden.

Westlich des GI/GE Schafhof befinden sich Wohngebäude einer ehemaligen Hofstelle (Schafhof), in deren Umfeld weitere Gebäude teilweise auch mit Wohnnutzung entstanden sind. Ein rechtskräftiger Bebauungsplan existiert nicht. Unter Berücksichtigung des Umfelds, das einerseits durch umfangreiche Industrie- und Gewerbeflächen andererseits durch die A 6 geprägt ist, wird dieses Gebiet unter akustischen Gesichtspunkten von der Schutzwürdigkeit her mit einem Misch-, Dorf-, Kerngebiet gleichgesetzt.

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
Anhaltswerte									
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 $A_o = 6$									

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 Maßgebliche Immissionsorte

Tabelle 3 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. Die Lage der IO ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Lage des bestehenden Schallschutzwalls ist an der Baumreihe zwischen BAB A6 und Immissionsorten zu erkennen. Bezüglich der Immissionswerte nach DIN 4150-3 wird unter Berücksichtigung der Angaben nach Tabelle 2 uneingeschränkter Frequenzbereiches nur der Frequenzbereich von 10 Hz bis 50 Hz berücksichtigt, da die für die Erschütterungen maßgeblichen Vibrationswalzen in diesem Frequenzbereich arbeiten werden. Weiterhin wird für die Prognoseerstellung davon ausgegangen, dass die erschütterungsrelevanten Arbeiten nur tagsüber ausgeführt werden. Der Nachtzeitraum wird somit nicht berücksichtigt.

Tabelle 3: Maßgebliche Immissionsorte, Immissionswerte gemäß DIN 4150-2 und DIN 4150-3

Nr	Immissionsort	Adresse	Fl.Nutz.	Anhaltswerte nach DIN 4150-2			Anhaltswerte nach DIN 4150-3
				A_u	A_o	A_r	MP oberste Decke hor.
1	Schafhof 3	MI	0,8	5	0,6	5	
2	Schafhof 2	MI	0,8	5	0,6	5	
3	Schafhof 1	MI	0,8	5	0,6	5	
4	Schafhof 7	MI	0,8	5	0,6	5	
5	Schafhof 5	MI	0,8	5	0,6	5	

Nr	Immissionsort	Fl.Nutz.	Anhaltswerte nach DIN 4150-2			Anhaltswerte nach DIN 4150-3
			A _u	A _o	A _r	MP oberste Decke hor
6	Schafhoferweg 2	GE	0,8	6	0,6	10
7	Schafhoferweg 4	GE	0,8	6	0,6	10
8	Schafhoferweg 1	GE	0,8	6	0,6	10
9	Schafhoferweg 6	GE	0,8	6	0,6	10
10	Untere Zell 13	GE	0,8	6	0,6	10

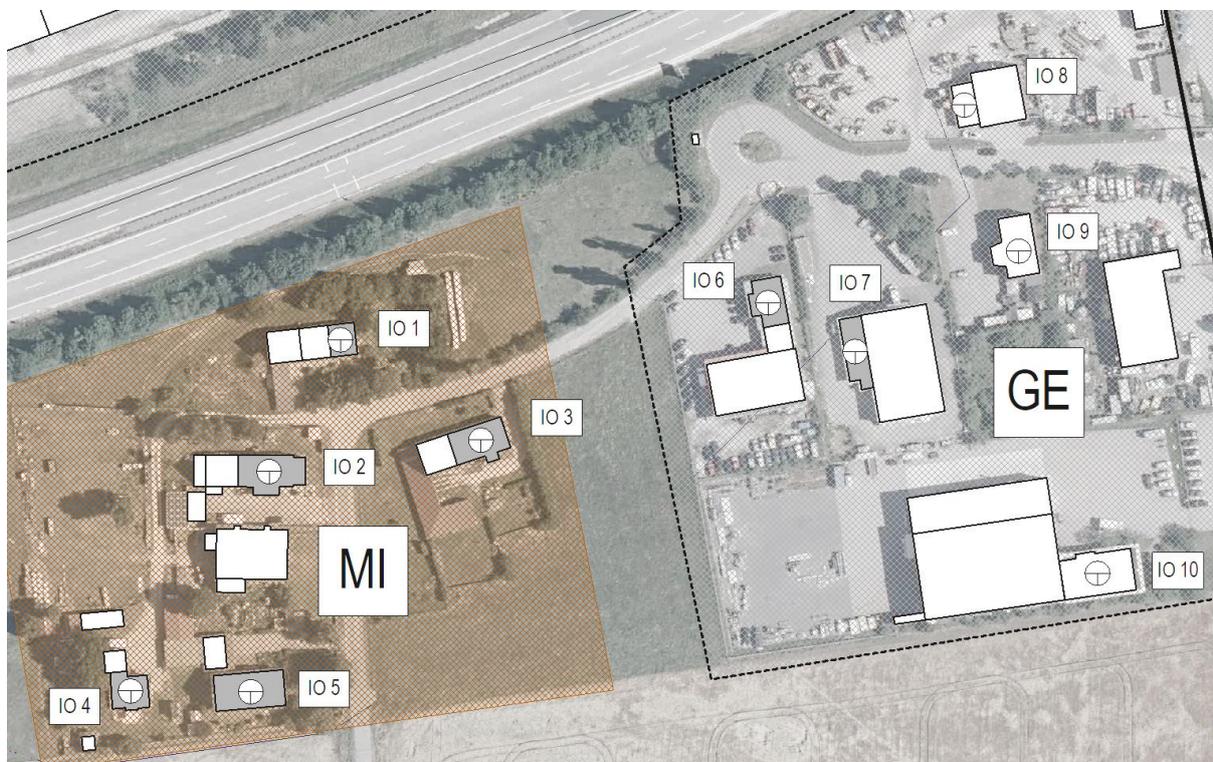


Abbildung 3: Lage der berücksichtigten Immissionsorte
(Quelle Hintergrund StBaA Amberg-Sulzbach)

In aus erschütterungstechnischer Sicht weniger kritischen Bereichen (z.B. GI) werden keine konkreten IO betrachtet.

4 Bauablauf

Gegenständlich ist der zweibahnige Ausbau der B 85 im Bereich der AS Amberg-Ost. In diesem Zusammenhang wird auch die AS Amberg-Ost zu einem vollwertigen „Kleeblatt“ mit Verteilerfahrbahnen ausgebaut werden. Bei den Baumaßnahmen handelt es sich daher im Wesentlichen um herkömmliche Straßenbauarbeiten [11].

Für die Bewertung werden dabei exemplarisch nur die Bau- und Verkehrsphasen (BuV) gemäß [6] berücksichtigt, die von der Lage der durchzuführenden Arbeiten her und von der Höhe der Emissionen der Bautätigkeiten her höchste Einwirkungen an den maßgebenden Immissionsorten (IO) erwarten lassen.

Die BuV 1 in der der Verkehr weitgehend ungestört auf den bisherigen Fahrbahnen geführt wird sowie die BuV 5 (Endzustand Restarbeiten) in der nur noch geringfügige Restarbeiten durchzuführen sind, werden mangels erschütterungstechnischer Relevanz nicht weiter betrachtet.

In BuV 2 ist der vorgesehene Abbruch des alten Brückenbauwerks der B85 über die A6 von akustischem Interesse (Bauphase 2.1). Weiterhin werden Asphaltierungsarbeiten zwischen dem Knoten B 85 / St 2151 und der AS Amberg-Ost betrachtet (Bauphase 2.2). Sie haben keine erschütterungstechnische Relevanz und werden nicht weiter betrachtet.

In BuV 3 finden im Wesentlichen umfangreiche Asphaltierungsarbeiten in den noch nicht vorhandenen Anschlussstellenquadranten statt. Sie haben keine erschütterungstechnische Relevanz und werden nicht weiter betrachtet.

In der letzten großen Bauphase BuV 4 werden die Verbindungsrampen der bestehenden Quadranten der AS Amberg-Ost erneuert. Sie haben keine erschütterungstechnische Relevanz und werden nicht weiter betrachtet.

Ursprünglich wurde zum Abschluß der Bauphase BuV 4 die Erdarbeiten im Bereich des bestehenden Lärmschutzwalls nördlich des Dorfgebiets Schafhof geplant, die nach den Ergebnissen der schalltechnischen Prognose zum Baulärm zeitlich vorgezogen zu einer geringeren Belastung der Nachbarschaft führt, da sie die Lärmbelastung aus den Fräsarbeiten abschirmt. Aufgrund seines in Teilabschnitten geringen Abstands zu den Gebäuden müssen die Verdichtungsarbeiten auf dem neu zu erstellenden Erdwall betrachtet werden (Bauphase 4.3).

5 Emissionen

Für die anstehenden Verdichtungsarbeiten des Erdwalls werden vsl. Walzenzüge eingesetzt. Um die nötige Tiefenwirkung bei der Verdichtung der Erdmassen zu erreichen, wird in der Mehrzahl die Vibrationsverdichtung angewandt.

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

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

Die Berechnungen der in das Erdreich eingeleiteten Schwingenergie 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.

Die Dauer der Erstellung des neuen Erdwalles (2m Höhe gegenüber BAB 8, ca. 4m gegenüber Siedlungsgebiet) ist abhängig vom Gewicht der eingesetzten Vibrationswalze. Nach [9] kann ein relatives Verhältnis der Arbeitsdauer zum Gewicht der eingesetzten Vibrationswalze ermittelt werden (Abbildung 4). Bei der anzusetzenden Höhe des Erdwalls von 4 m ist selbst bei schwersten Vibrationswalzen von einer Arbeitsdauer von mehr als 6 Tagen auszugehen (siehe hierzu Tabelle 1).

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.

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.

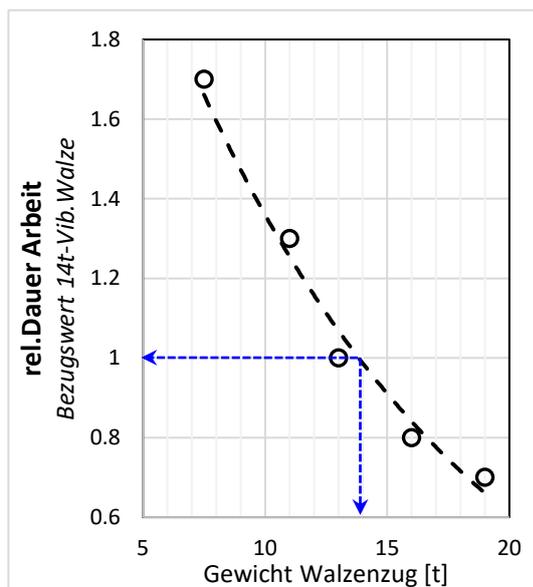


Abbildung 4: Relatives Verhältnis der Arbeitsdauer zum Gewicht der eingesetzten Vibrationswalzen [9]

Zum Zeitpunkt dieser Prognoseerstellung kann noch keine Aussage über die Wahl der Vibrationswalze getroffen werden. Von daher werden für die Ergebnisdarstellungen folgende 3 Gewichtsklassen von Vibrationswalzen berücksichtigt

- leichte Vibrationswalze = 7,5 t
- mittelschwere Vibrationswalze = 13 t
- schwere Vibrationswalze = 19 t

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 Prognosestrategie von Achmus [3] berechnet.

Aufgrund der zum jetzigen Zeitpunkt im Vorfeld der Baumaßnahmen bekannten Bauabläufe konzentrieren sich die erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten auf die Verdichtung des Erdreichs des neu zu erstellenden Schallschutzwalls.

Die Erstellung des Walls und die davon ausgehenden Erschütterungsemissionen werden aus unterschiedlichen Abständen auf die Immissionsorte einwirken. In Abbildung 5 wurde die Längenausdehnung des neuen Walls in 50m-lange Sektionen unterteilt. Daraus abgeleitet wurden die Abstände einer auf dem Wall zur Verdichtung eingesetzten Vibrationswalze zu dem nahe liegenden Gebäude Schafhof 3 (IO 1) (Abbildung 6). In dieser Auswertung wurde die nicht-parallele Ausrichtung des Gebäudes zum Wall berücksichtigt.

Bezüglich der Ausbreitung der Schwingungen im Erdreich wird trotz der Längenausdehnung des Walls davon ausgegangen, dass die Bodendämpfung im Untersuchungsbereich nahezu konstant sein wird.



Abbildung 5: Sektionierung des zukünftigen Schallschutzwalles entlang der BAB A6

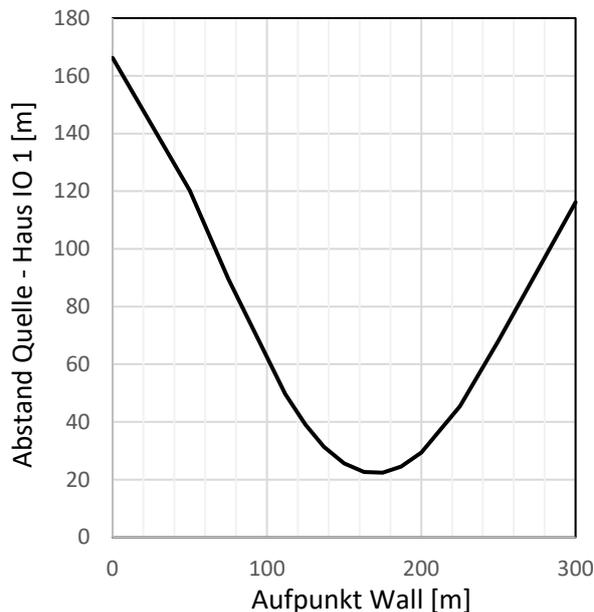


Abbildung 6: Abstände einer sich auf dem Wall bewegenden Erschütterungsquelle in Bezug zu dem Gebäude IO 1

Die Stärke der von der Vibrationswalze in das zu verdichtende Erdreich eingetragenen Schwingungen wird sich verändern, wesentlich bedingt durch den Verdichtungsgrad des Wallkörpers. Von daher wird in der Prognosestrategie nach [3] die Berechnung der am Fundament des Immissionsort eintreffenden Schwingungen durchgeführt für

- den mittleren Erwartungswert der Schwingamplitude = 50%
- den maximalen Erwartungswert der Schwingamplitude = 5%

Derzeitig sind keine verlässlichen Informationen über den Deckenaufbau der Gebäude IO 1 bis IO 5 bekannt. Aus diesem Grunde werden die Prognoseberechnungen für Betondecken und Holzbalkendecken erstellt. Damit wird den ausführenden Baufirmen die Möglichkeit gegeben, aus eigener Unterlagenbeschaffung über die betroffenen Gebäude die Auswahl der einsetzbaren Vibrationswalzen zu bestimmen.

7 Ergebnisse Einwirkungen aus Erschütterungsquellen

7.1 Vorbemerkung

Die Berechnungsergebnisse werden konzentriert auf IO 1, Gebäude Schafhof 3, da alle anderen Gebäude im Mischgebiet Schafhof und dem östlich angrenzenden Gewerbegebiet in größeren Abständen zur Erschütterungsquelle liegen.

Die Ergebnisse werden angegeben für 3 Gewichtgruppen von Vibrationswalzen jeweils für den mittleren (50%) und maximalen (5%) Erwartungswert. Die Schwingungswerte werden

separiert für den Aufpunkt Fundament gemäß DIN 4150-3 und Aufpunkt 1.Obergeschoß Deckenmitte getrennt für Betondecken und Holzdecken.

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen erfolgt nach Tabelle 1 für die kritischere Stufe II, damit die Belastung der Nachbarschaft gering gehalten werden kann.

7.2 Aufpunkt Fundament

Die Prognoseergebnisse bezüglich der erwarteten Schwingungseinträge am Gebäudefundament des IO 1 werden in Abbildung 7 in Abhängigkeit der Arbeitsposition der Vibrationswalze mit einer Arbeitsfrequenz von 28 Hz auf dem Wall dargestellt. Die farbliche Gestaltung der Kurven steht für die untersuchten Gewichtsklassen der Vibrationswalzen. Die durchgezogenen Linien stehen für die mittleren Erwartungswerte, die gestrichelten Linien stehen für die maximalen Erwartungswerte.

Das Gefährdungspotential der Schwingamplituden entsprechend DIN 4150-3 wird mit Hilfe eines farblich gestalteten Dreiecks dargestellt. Es ist zu erkennen, dass bezüglich der DIN 4150-3 die Schwingamplituden die vorgegebenen Werte nicht überschreiten.

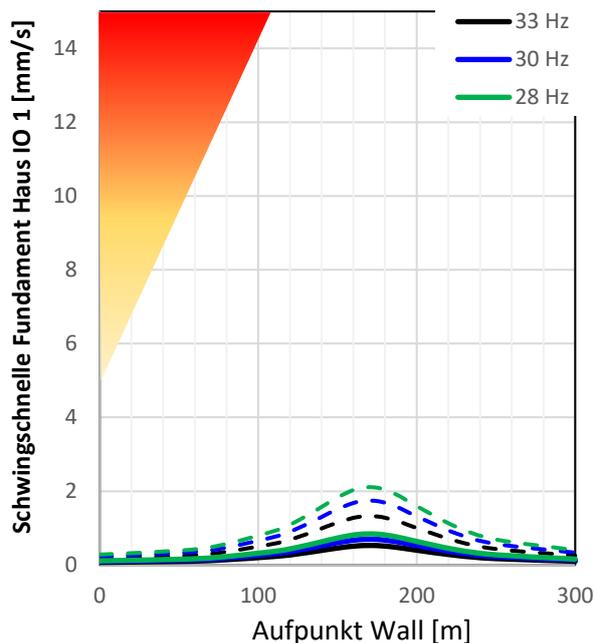


Abbildung 7: Prognose der Schwingamplituden am Gebäudefundament IO 1 in Abhängigkeit der Arbeitsposition der Vibrationswalze auf dem Wall

7.3 Aufpunkt 1.OG

Die Prognoseergebnisse bezüglich der erwarteten Schwingungseinträge im 1.OG des Gebäudes IO 1 werden in Abbildung 8 und Abbildung 9 in Abhängigkeit der Arbeitsposition der Vibrationswalze mit einer Arbeitsfrequenz von 28 Hz auf dem Wall dargestellt. Für die maßgeblichen Deckenresonanzen wurde für die Prognoseberechnungen angesetzt

- Betondecke $f_{res} = 22 \text{ Hz}$
- Holzbalkendecke $f_{res} = 14 \text{ Hz}$

Da die Arbeitsfrequenz der Vibrationswalze und die Resonanzfrequenzen der Gebäudedecken jeweils deutlich oberhalb der Eckfrequenz $f_{eck} = 5,6 \text{ Hz}$ liegen, wirkt sich die Frequenzfilterung der KB-Werte nicht auf die Ergebnisdarstellung aus. Die auf der Basis der Schwinggeschnelle [mm/s] berechneten Prognosewerte dürfen somit direkt als KB-Werte entsprechend DIN 4150-2 übernommen werden.

Die farbliche Gestaltung der Kurven steht für die untersuchten Gewichtsklassen der Vibrationswalzen. Die durchgezogenen Linien stehen für die mittleren Erwartungswerte, die gestrichelten Linien stehen für die maximalen Erwartungswerte.

Es wird davon ausgegangen, dass die Anzahl der Arbeitstage an denen eine spürbare Einwirkung aus dem Betrieb der Vibrationswalzen zwischen 6 Tagen und 26 Tagen betragen wird (siehe Kapitel 5). Entsprechend der genannten Anzahl der Arbeitstage ergibt sich nach DIN 4150-2 ein unterer Anhaltswert $A_u = 0,8$.

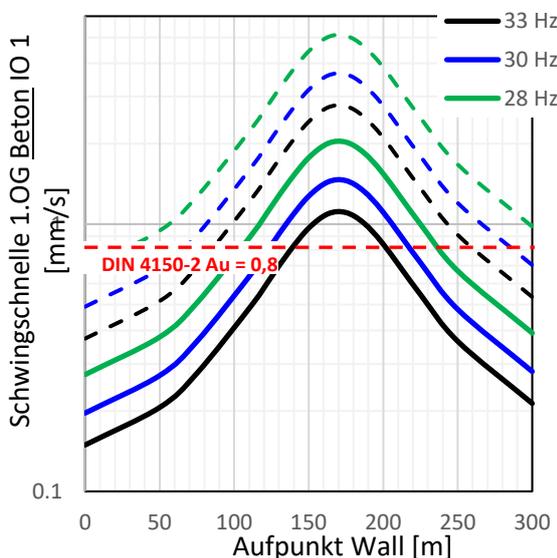


Abbildung 8: Prognose der Schwingamplituden im 1.OG Gebäude IO 1 mit Betondecken in Abhängigkeit der Arbeitsposition der Vibrationswalze auf dem Wall

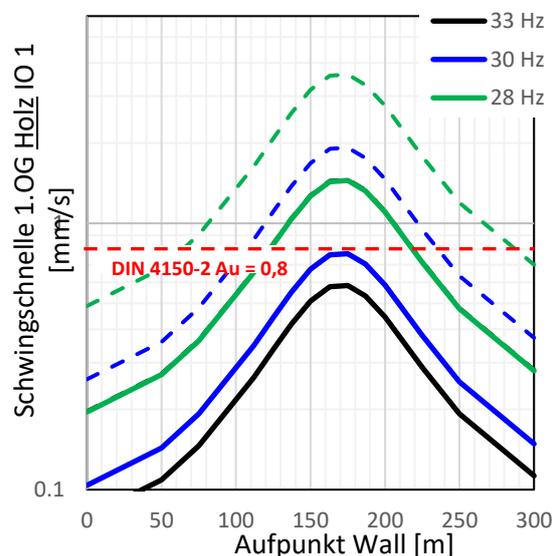


Abbildung 9: Prognose der Schwingamplituden im 1.OG Gebäude IO 1 mit Holzdecken in Abhängigkeit der Arbeitsposition der Vibrationswalze auf dem Wall

Wegen der Nähe der Arbeitsfrequenz der Vibrationswalzen zu den Resonanzfrequenzen von Betondecken werden diese zu deutlich höheren Schwingungen angeregt. Die unteren

Anhaltswerte $A_u = 0.8$ werden bezüglich der mittleren Erwartungswerte schon bei Einsatz der leichten Vibrationswalzen im nahen Arbeitsbereich zum IO 1 deutlich überschritten. Der obere Anhaltswert $A_o = 5$ kann bezüglich der maximalen Erwartungswerte beim Einsatz der schwersten Vibrationswalzen kurzfristig erreicht werden.

Bei Holzbalkendecken liegen die Resonanzfrequenzen in größerem Abstand zur Arbeitsfrequenz der Vibrationswalzen, was sich in geringerer Verstärkung der Schwingungen niederschlägt. Die unteren Anhaltswerte $A_u = 0.8$ werden bezüglich der mittleren Erwartungswerte bei Einsatz der leichten und mittelschweren Vibrationswalzen ($13 \text{ t} \hat{=} 30 \text{ Hz}$) im nahen Arbeitsbereich knapp unterschritten. Bei Einsatz der schweren Vibrationswalzen am IO 1 werden die unteren Anhaltswerte deutlich überschritten. Der obere Anhaltswert $A_o = 5$ wird auch von den maximalen Erwartungswerten nicht erreicht werden.

7.4 Prognose des Beurteilungswertes A_r

Da bei beiden Deckenarten die unteren Anhaltswerte $A_u = 0.8$ bei den meisten zur Verfügung stehenden Vibrationswalzen schon bezüglich der mittleren Erwartungswerte überschritten werden, ist zu prüfen, unter welchen Maßgaben der Beurteilungswert $A_r = 0,6$ am IO 1 eingehalten werden kann. Damit der Belästigungsgrad durch Erschütterungen nicht über Gebühr im Tagesverlauf ansteigt, ist zu prüfen wie lange die Vibrationsquellen arbeiten dürfen, damit der diesbezüglich Beurteilungswert $A_r = 0,6$ nicht überschritten wird (siehe hierzu Kapitel 3.1, Tabelle 1)

In Anlehnung an das Berechnungsverfahren nach DIN 4150-2 wird die Berechnung des Beurteilungswertes KB_{FTm} entsprechend der Gleichung /1/ durchgeführt

$$KB_{FTm} = \sqrt{\sum_{i=1}^N A * KB_{FTi}^2}$$

KB_{FTi} = max.Erschütterungswert innerhalb eines 30s-Taktes
 N = Anzahl der Takte einer Fahrt entlang gesamten Walles /1/
 A = Anzahl der täglichen Walzenfahrten

Da die Erschütterungsquelle während der Bewegung entlang des Walls unterschiedliche Abstände zum Immissionsort IO 1 aufweist, kann aus der Relation der Taktmaximalwerte KB_{FTi} zum Abstand Aufpunkt Wall - Haus in Abhängigkeit vom jeweiligen Aufpunkt auf dem Wall (Abbildung 10) entnommen werden, dass die wesentlichen Erschütterungsimmissionen in der Sektion zwischen 100m und 233m entlang des Walls auftreten. Die Beiträge außerhalb dieses Arbeitsbereichs fallen nur noch geringfügig ins Gewicht.

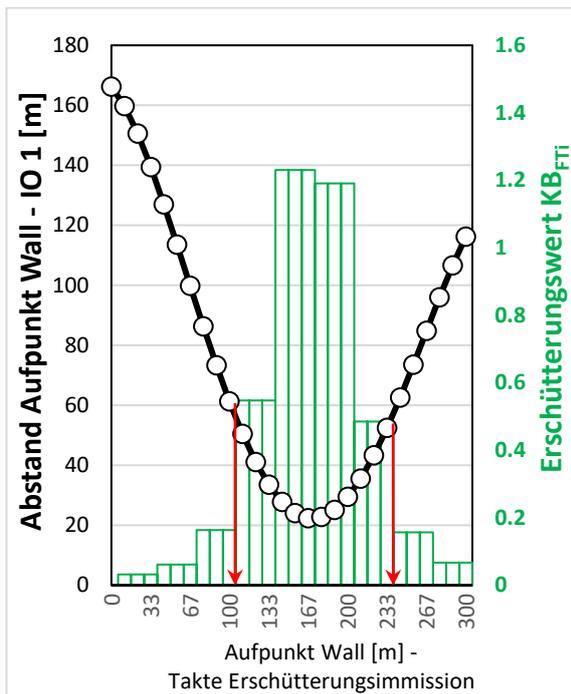


Abbildung 10: Relation der Taktmaximalwerte KB_{FTi} zu den Abständen Aufpunkt Wall zum IO 1

Die Erschütterungseinwirkung einer Fahrt einer Walze wird als Basiswert bestimmt (Abbildung 11). Darauf aufbauend wird die gesamte Wirkung für einen Arbeitstag berechnet indem eine maximal zulässige Anzahl von Fahrten ermittelt wird (Abbildung 12).

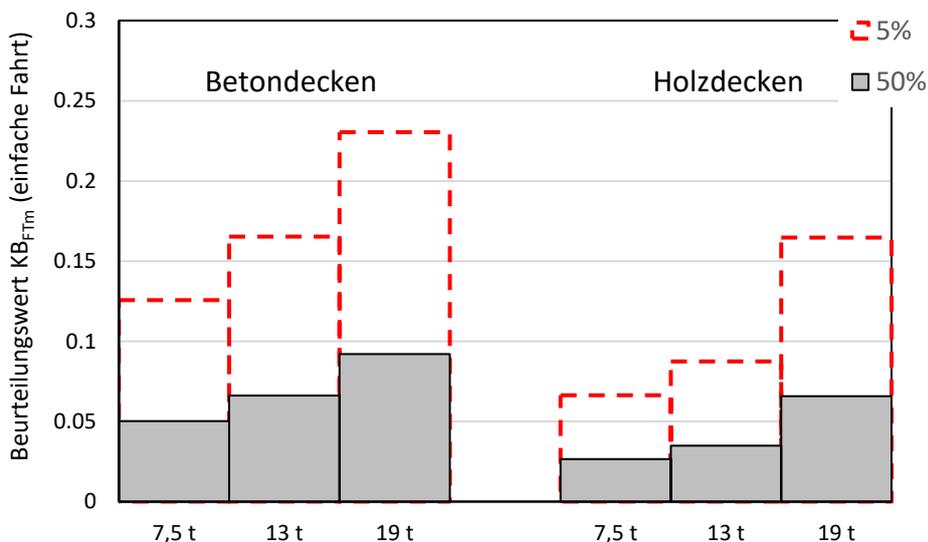


Abbildung 11: Beurteilungsschwingstärke der Walzenzüge für Betondecken bzw. Holzdecken

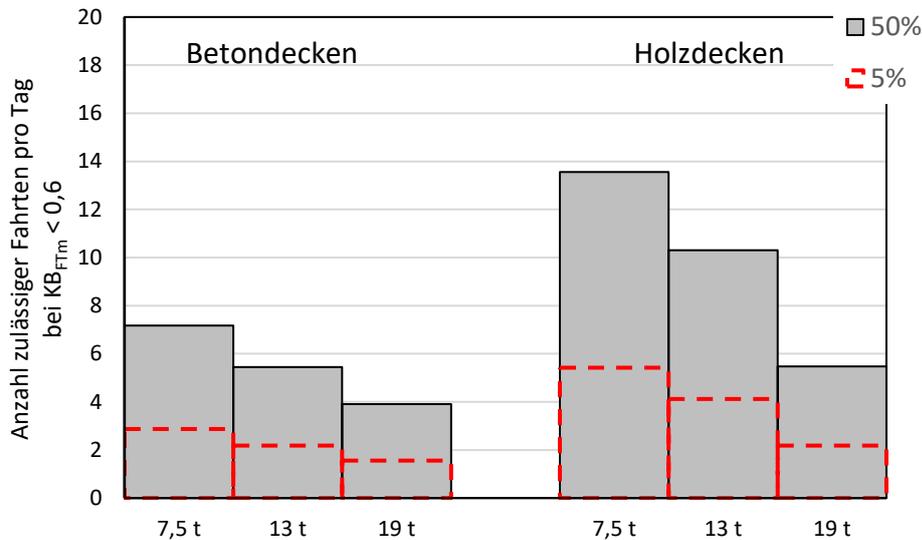


Abbildung 12: Zulässige Anzahl Fahrten mit Basis nach Abbildung 11

Die durchgeführten Prognoseberechnungen gehen von einer Worst-Case-Betrachtung aus, bei der die Vibrationswalzen ebenerdig ihre Kräfte in den Boden einleiten. Mit zunehmender Wallhöhe wird diese Einwirkung abnehmen. Von daher können die Abbildung 11 und Abbildung 12 dahingehend interpretiert werden, dass zu Beginn der Erstellung des Walles eher die maximalen Erwartungswerte (5%) anzunehmen sind und im Verlauf der Bauarbeiten die mittleren Erwartungswerte (50%) zutreffen werden.

In zusätzlichen Berechnungen für die weiter entfernten Immissionsorte wurde die oben angemerkte Annahme bestätigt, dass die Betrachtung der Erschütterungsimmissionen am IO 1 maßgeblich ist. Auf eine Dokumentation weiterer Immissionsorte wurde von daher verzichtet.

8 Allgemeine Hinweise und Auflagenvorschläge

Für die Neuerstellung des Schallschutzwalles 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 tags 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.*

Empfehlungen

- *Wie im Kapitel 7.4 zur Berechnung des Beurteilungspegels A_r dargestellt wurde, wirken die wesentlichen Erschütterungen der Vibrationswalzen auf den Immissionsort IO 1 nur aus der zentralen Sektion des neu zu erstellenden Schallschutzwalls ein. Es empfiehlt sich, Überlegungen anzustellen, ob der Aufbau des Walls in 3 Bauabschnitte unterteilt werden könnte, so dass die Einwirkdauer in der zentralen Sektion kurz gehalten werden kann.*
- *Eine Wahl der Arbeitsfrequenz und der Fahrgeschwindigkeit sollte soweit als möglich zu höheren Werten hin gewählt werden, um geringere Einwirkungen an den Immissionsorten zu erzeugen.*
- *Die Prognoseberechnungen wurden für 3 Gewichtsklassen von Vibrationswalzen durchgeführt. Je leichter die Vibrationswalze gewählt wird, desto öfter muss die zu verdichtende Strecke überfahren werden. In Abbildung 13 wird versucht die Einwirkdauer der unterschiedlichen Vibrationswalzen in Relation zueinander zu veranschaulichen. Hiernach ergibt sich für den Fall, dass im IO 1 Betondecken vorhanden sind, dass mit einer leichteren Vibrationswalze geringere Einwirkungen erzeugt werden. Bei Holzbalkendecken würde mit den mittelschweren Vibrationswalzen eine höhere Erschütterungseinwirkung im IO 1 erzeugt.*

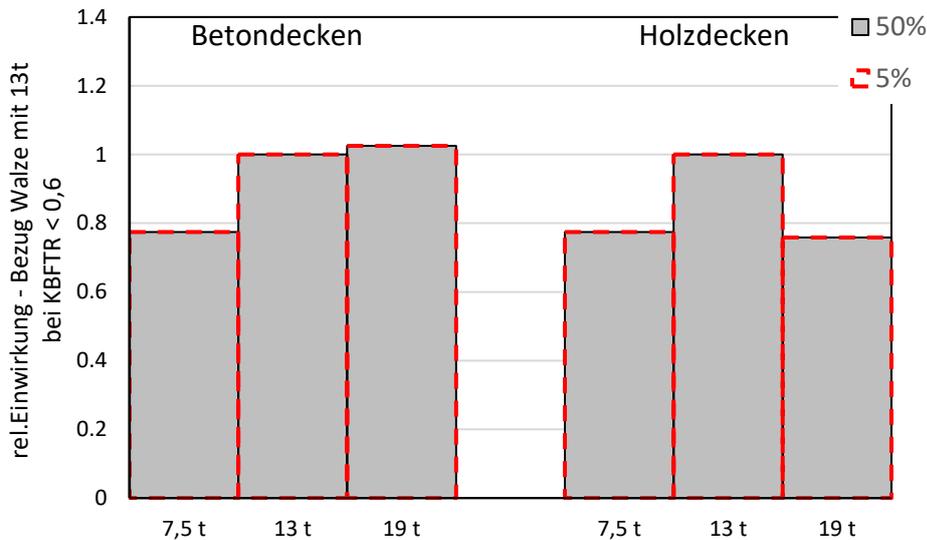


Abbildung 13: Darstellung der relativen Einwirkdauer der gesamten Bauzeit zur Erstellung des Erdwalls bezogen auf die Arbeitsdauer mit einer 13 t schweren Vibrationswalze

9 Zusammenfassung

Das Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach plant die B 85 im Kreuzungsbereich mit der BAB A6 (AS Amberg-Ost) und der Staatsstraße St 2151 zweibahnig-vierstreifig auszubauen.

Im Umfeld der Baumaßnahmen befinden sich schutzbedürftige Nutzungen. In der vorliegenden Untersuchung wurden die mit dem Bau des neu zu erstellenden Schallschutzwalles entlang der BAB A6 einhergehenden Erschütterungseinwirkungen ermittelt und beurteilt. Als maßgeblicher Immissionsort wurde für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen das Gebäude Schafhof 3 (IO 1) gewählt. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

An den Immissionsorten ist unabhängig vom Aufbau der Etagendecken auch bei Einsatz schwerer Vibrationswalzen nicht mit einer Überschreitung der oberen Anhaltswerte A_o zu rechnen. Die unteren Anhaltswerte A_u werden bei Betondecken überschritten, bei Holzbalkendecken wird dieses nur bei mittelschweren und schweren Vibrationswalzen erwartet. Eine Beschränkung der täglichen Einwirkdauer zur Einhaltung des Beurteilungswertes A_r ist folglich notwendig.

Bezüglich des Beurteilungswertes A_r ergibt sich eine Begrenzung der täglichen Anzahl von Fahrten zur Verdichtung des Walls, die in Abhängigkeit von Walzengewicht und Aufbau der Etagendecken zu wählen ist, um die Anforderungen der DIN 4150-2 erfüllen zu können.

Auf Arbeiten zur Verdichtung des Erdwalls im Nachtzeitraum sollte verzichtet werden.

Bezüglich der Immissionseinwirkungen auf die Gebäude selbst (entsprechend der DIN 4150-3) kann man davon ausgehen, dass auch unter Berücksichtigung der maximalen Erwartungswerte die zulässigen Immissionswerte nicht überschritten werden.

Das Starten der Vibrationseinrichtung der Walzen sollte in ausreichendem Abstand von mehr als 80m zum Immissionsort IO 1 erfolgen, da bei der ansteigenden Frequenz während der Hochfahrprozedur der Walze die Deckenresonanzen des Gebäudes durchfahren werden, was zu empfindlich hohen Schwingwerten führen kann.

Der Einsatz von leichteren Vibrationswalzen ist empfehlenswert, wenn die Gebäude im Mischgebiet Schafhof mit Betondecken ausgerüstet sind. Sollten dort Holzbalkendecken vorhanden sein, können geringere Erschütterungsbelastungen durch leichte oder sehr schwere Vibrationswalzen erzielt werden.

Greifenberg, 01.12.2020
ACCON GmbH



Dipl.Phys. Helmut Venghaus