

Stellungnahme Erschütterungen aus Betrieb

Rev	Name	Datum	Änderung

Planfeststellung nach § 11 LSeilbG

	Name	Datum	fischer Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt Dipl.-Ing. (FH) Klaus Fischer Von der IHK Karlsruhe öffentlich bestellt und gerichtlich vereidigter Sachverständiger für Lärm- und Erschütterungsschutz im Bauwesen	
erstellt				
bearbeitet	K. Fischer	06-2019		
geprüft				
			Auftragsnummer	Plannummer
			19.743	
	Name	Datum	Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH Tullastraße 71, 76131 Karlsruhe Telefon 07 21 / 61 07-0 Telefax 07 21 / 61 07-50 09 <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>	
bearbeitet				
geprüft				
V2-PL	<i>Wagener</i>	<i>12-22</i>		
V2-PA				
V1				
BL	<i>Steiger</i>	<i>12.22</i>		
Strecke:			Streckennummer VBK:	
Turmbergbahn, Karlsruhe-Durlach			TBB	
Maßnahme:			V2-PL-Projekt-Nr.:	
Änderung der Turmbergbahn Barrierefreier Umbau und Verlängerung der Seilbahn in Karlsruhe-Durlach			1105	
			Plan-Nr.:	
			7008.2	
			Anlage.:	
			7	

fischer

Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Fischer

Von der IHK Karlsruhe öffentlich bestellter und gerichtlich vereidigter

Sachverständiger für Lärm- und Erschütterungsschutz im Bauwesen

VBK Verkehrsbetriebe
Karlsruhe GmbH

Turmbergbahn in Karlsruhe-Durlach

Erneuerung und Streckenverlängerung

Erschütterungstechnische

Untersuchung

- **Derzeitiger Einfluss auf bestehende Gebäude**
- **Überschlägige Prognose auf Wohngebäude im Bereich des Neubaus der Verlängerung**

Auftraggeber:

VBK Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH
Tullastraße 71
76131 Karlsruhe

Auftragnehmer:

fischer
Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt
Moltkestraße 83
76185 Karlsruhe

Tel.: 0721/82001-77

Fax: 0721/82001-79

www.f-ib.de

Projektbearbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) K. Fischer

Impressum

Erstelldatum: 09.05.2019
letzte Änderung: 12.06.2019
Autor: K. Fischer
Auftragsnummer: 19.743
Datei: E_190509.doc
Seitenzahl: 16

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung und Zielsetzung	1
2 Grundlagen	1
2.1 Normen und Richtlinien	2
2.2 Planungsgrundlagen	2
3 Örtliche Gegebenheiten	3
3.1 Freifeldquerschnitte	3
3.2 Gebäudelagen	3
4 Beurteilungsgrundlagen	4
4.1 DIN 4150, Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen	4
4.2 DIN 4150, Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	5
5 Erschütterungsmessungen aus derzeitigem Betrieb	6
5.1 Immissionswerte im Bereich Bestandstrecke DIN 4150, Teil 3	7
5.2 Immissionswerte im Bereich Bestandstrecke DIN 4150, Teil 2	7
5.3 Bewertung der vorhandenen Erschütterungen	7
6 Erschütterungsprognose im Bereich des Bestands mit Gleisverschiebung	8
7 Erschütterungsprognose im Bereich des Neubaus der Standseilbahn	8
8 Ergebnisse der Prognoseberechnung	9
8.1 Vertikale Schwingungen, Holzbalkendecke: Immissionswerte Bereich Neubaustrecke DIN 4150, Teil 3	9
8.2 Vertikale Schwingungen, Betondecke: Immissionswerte im Bereich Neubaustrecke DIN 4150, Teil 3	10
8.3 Horizontale Schwingungen	10
8.4 Immissionswerte im Bereich Bestandstrecke DIN 4150, Teil 2	11
8.5 Bewertung der prognostizierten Erschütterungen	11
9 Zusammenfassung der Ergebnisse und Beurteilung	11

Anlagen

A Übersichtslageplan

B Messprotokolle

C Derzeitiger Bestand

Zeitsignal / Peakliste Wolfweg 6a

Zeitsignal / Peakliste Wolfweg 8

Zeitsignal / Peakliste Turmbergstraße 18

Taktmaximalwert $KB_{F_{max}}$ Wolfweg 6a

D Prognose Neubau Streckenverlängerung

aus Freifeld MQ1 oben

Erschütterungsprognose für Holzbalkendecke

Erschütterungsprognose für Betondecke

aus Freifeld MQ2 unten

Erschütterungsprognose für Holzbalkendecke

Erschütterungsprognose für Betondecke

Horizontale Schwingungen

aus Freifeld MQ1 oben

aus Freifeld MQ2 unten

1 Veranlassung und Zielsetzung

Die VBK Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH betreibt in KA-Durlach die Turmbergbahn, die eine Personenbeförderung als Standseilbahn zwischen der Talstation in KA-Durlach und dem Turmberg ermöglicht. Geplant ist die Sanierung der bestehenden Strecke, die Erneuerung der Bahnwaggons und über einen Neubau die Verlängerung der Turmbergbahn in westlicher Richtung bis zur Grötzinger Straße in KA-Durlach in unmittelbarer Nähe zur Straßenbahn-Endhaltestelle Durlach Turmberg. Im Rahmen dieser Maßnahmen ist im Vorfeld im derzeit noch bestehenden Betrieb der Erschütterungseinfluss auf nächstgelegene relevante Wohngebäude messtechnisch zu erfassen und eine überschlägige Erschütterungsprognose für Gebäude im Bereich des Neubaus der Streckenverlängerung zu erstellen.

2 Grundlagen

Bei der Turmbergbahn handelt es sich um eine elektrische Standseilbahn mit Abt'scher Ausweiche, deren beide Schienenfahrzeuge ohne eigenen Antrieb mittels in der Bergstation installiertem Elektroantrieb über ein Zugseil auf Schienen der Spurweite 1000 mm gegenläufig gezogen werden.

Die Turmbergbahn ist im rechtlichen Sinne weder eine Eisenbahn nach Allgemeinem Eisenbahngesetz (AEG) noch eine Straßenbahn im Sinne des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) sondern eine Standseilbahn gem. dem Landesseilbahngesetz – LseilG i.d.F.d.Bek. von 2005. In §26 Ziff.(1) Pkt.6 des Landesseilbahngesetzes heißt es u.a. zu schädlichen Umwelteinwirkungen aus Seilbahnen:

„... das Ministerium für Umwelt und Verkehr wird ermächtigt, für die diesem Gesetz unterliegenden Seilbahnen und Vergnügungsbahnen Rechtsverordnungen zu erlassen, die dem Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes dienen; dabei können Emissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgestellt werden ...“

Entsprechend Maßgabe des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (MVI) hat eine Beurteilung von Bergbahnen und Standseilbahnen bzgl. der aus ihnen resultierenden Erschütterungsimmissionen zumindest hinsichtlich des reinen Verkehrsweges gem. der DIN 4150, Teile 2 und 3, zu erfolgen. Dies gilt für den Neubau oder die wesentliche Änderung aufgrund erheblicher baulicher Eingriffe von Straßen- und Schienenwegen.

Im Zuge von Erschütterungsmessungen für relevante Wohngebäude im derzeitigen Betrieb wird der Nachweis des Erschütterungseinflusses gemäß der DIN 4150, Teil 2 und 3 durchgeführt und beurteilt.

Im Rahmen einer überschlägigen erschütterungstechnischen Prognose soll neben Aussagen zu den derzeit vorhandenen Erschütterungen auch die künftigen Erschütterungen und deren mögliche Schwingungseinwirkung im Bereich des Neubaus der Streckenverlängerung für nahe gelegene Gebäude dargestellt und nach der DIN 4150, Teil 2 und 3, beurteilt werden.

2.1 Normen und Richtlinien

Folgende Normen, Richtlinien und Veröffentlichungen liegen der Untersuchung zugrunde:

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), i.d.F.d. Bek. vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S.1274),
- [2] DIN 4150, Teil 1, Erschütterungen im Bauwesen, Vorermittlung von Schwinggrößen – vom Juni 2001.
- [3] DIN 4150, Teil 2, Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden – vom Juni 1999.
- [4] DIN 4150, Teil 3, Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen – vom Dezember 2016.

2.2 Planungsgrundlagen

Der Untersuchung liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [5] Erläuterungsbericht Erneuerung Turmbergbahn, Neubau Standseilbahn, Stand 27.01.2019
- [6] Übersichtslageplan Karlsruhe-Turmbergbahn oberer und unterer Bereich Neubau Standseilbahn, Stand 28.01.2019.
- [7] Daten und Angaben zu Betriebszeiten und Betriebsabläufen.
- [8] Gebietseinstufung gemäß aktueller Ausweisung im Flächennutzungsplan 2010 des Nachbarschaftsverbandes Karlsruhe.
- [9] Emissions- und Immissionsbibliothek fischer Ingenieurbüro, Karlsruhe.

3 Örtliche Gegebenheiten

3.1 Freifeldquerschnitte

Zur Durchführung der Prognose im Bereich des Streckenneubaus wurden Emissionsmessungen im Freifeld zur Ermittlung der Ausbreitungskennlinie der Schwingungen aus dem derzeitigen Bahnbetrieb in den Abständen 8m, 16m und 24m durchgeführt. Der erste Freifeldquerschnitt befindet sich auf der Nordseite der Bestandsstrecke oberhalb der Abt'schen Weiche, der zweite Freifeldquerschnitt befindet sich auf der Südseite unterhalb der Abt'schen Weiche dargestellt im Übersichtslageplan Anlage A.

3.2 Gebäudelagen

Die Gebäudelagen sind unterteilt in den Bereich der vorhandenen Strecke und in den Bereich der Turmbergbahn-Verlängerung in der Bergbahnstraße.

In der folgenden Tabelle sind die relevanten Gebäude zur Durchführung der Erschütterungstechnischen Untersuchung im derzeitigen Bestandsbereich dargestellt.

Maßgebende betroffene Gebäude Bestandsstrecke

Immissionsort	Gebäudeart	Abstand Immissionsort - Gleismitte
Wolfweg 6a	Wohngebäude	i. M. 5 m
Wolfweg 8	Wohngebäude	i. M. 10 m
Turmbergstraße 18	Wohngebäude	i. M. 9 m

In der folgenden Tabelle sind die relevanten Gebäude zur Durchführung der Erschütterungstechnischen Untersuchung im Bereich der Turmbergbahn-Verlängerung in der Bergbahnstraße dargestellt.

Maßgebende betroffene Gebäude Neubaustrecke

Immissionsort	Gebäudeart	Abstand Immissionsort - Gleismitte
Bergbahnstraße 5	Wohngebäude	größer 16 m
Bergbahnstraße 6	Wohngebäude	größer 16 m

4 Beurteilungsgrundlagen

Die DIN 4150, Teil 2 bzw. 3, enthält Angaben für die Beurteilung von Erschütterungen im Frequenzbereich von 4 bis 80 Hz, die in Gebäuden auf Menschen bzw. auf die Gebäude selbst einwirken. Zweck dieser Norm ist die angemessene Berücksichtigung des Erschütterungsschutzes im Immissionsschutz. In der DIN 4150, Teil 2, werden Anforderungen und Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden kann. In der DIN 4150, Teil 3, werden aus Erfahrung festgelegte Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung keine Schäden eintreten.

4.1 DIN 4150, Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen, Tabelle 1, DIN 4150, Teil 3

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

4.2 DIN 4150, Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Als Messgröße wird aus dem unbewerteten Erschütterungssignal (Schwinggeschwindigkeit in mm/s) die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ gebildet. Die maximal bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} wird mit den Anhaltswerten nach Tab. 1 der DIN 4150, Teil 2 verglichen. 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 dieser Norm nicht eingehalten. Für selten auftretende kurzzeitige Einwirkungen ist die Anforderung der Norm eingehalten, wenn KB_{Fmax} kleiner als A_o ist. Für häufigere Einwirkungen, bei denen KB_{Fmax} größer als A_u aber kleiner als A_o ist, ist die Bestimmung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} nach Abschnitt 5.4 der DIN 4150, Teil 2, erforderlich.

Für oberirdische Schienenwege des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) gelten die um Faktor 1,5 angehobenen A_u und A_r -Werte nach Tab. 1

Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen
 Auszug Tab. 1, DIN 4150, Teil 2

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet Bau NVO, § 3, allgemeine Wohngebiete Bau NVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete Bau NVO, § 2).	0,23	3	0,105	0,15	0,2	0,075

5 Erschütterungsmessungen aus derzeitigem Betrieb

Zur Feststellung der Erschütterungseinwirkungen im Bestand wurden an den in Tabelle 1 aufgeführten Gebäuden und für zwei Freifeldquerschnitte die Einwirkungen der Schwingungen aus dem derzeitigem Betrieb der Turmbergbahn gemessen.

Folgende Hard- und Software wurde verwendet:

- MEDA Erschütterungs-Messsystem der Fa. Wölfel, Würzburg
- Mess- und Auswertprogramm MEDA 3.1
- Lennartz Schwinggeschwindigkeitsaufnehmer, 2 dreiachsiale und 2 einachsiale Aufnehmer

Gemessen wurde die Schwinggeschwindigkeit gemäß der DIN 4150 in mm/s.

Foto Messquerschnitt Freifeld oberhalb Abt'scher Weiche



5.1 Immissionswerte im Bereich Bestandstrecke DIN 4150, Teil 3

Ergebnisse der Messungen:

Immissionsort	Gebäudeart	maßgebende orthogonale Richtung	max. Schwing- geschwindigkeit [mm/s]	Richtwert DIN 4150/3 [mm/s]
Wolfweg 6a	Wohngebäude	Fundament vertikal	0,0057	5
		Decke 2.OG vertikal	0,0132	20
Wolfweg 8	Wohngebäude	Fundament horiz.	0,0063	5
		Decke DG vertikal	0,0315	20
Turmberg-straße 18	Wohngebäude	Fundament horiz.	0,0062	5
		Decke DG horizontal	0,0083	15

Die gemessenen Zeitsignale sind in der Anlage C dargestellt.

5.2 Immissionswerte im Bereich Bestandstrecke DIN 4150, Teil 2

Der $KB_{F_{max}}$ – Wert für das relevante Gebäude Wolfweg 6a ist kleiner 0,0001 (s. Anlage C). Der Richtwert nach DI 4150/2 mit $A_u = 0,23$ für reine/allgemeine Wohngebiete wird deutlich unterschritten.

Die Gebäude Wolfweg 8 und Turmbergstraße 18 weisen noch geringere Werte aufgrund des größeren Abstands auf.

5.3 Bewertung der vorhandenen Erschütterungen

Aufgrund des sehr geringen Erschütterungen auf Gebäude gemäß DIN 4150, Teil 3, mit kleiner 1/100 des Anhaltswertes, sind die vorhanden Erschütterungen als nicht relevant einzustufen. Ebenso ist der Erschütterungseinfluss gemäß DIN 4150, Teil 2, auf Menschen in Gebäuden mit kleiner 1/100 des unteren Anhaltswertes als nicht relevant einzustufen.

6 Erschütterungsprognose im Bereich des Bestands mit Gleisverschiebung

Im Bereich des Gebäudes Turmbergstraße 18 erfolgt eine Gleisverschwenkung weg vom Gebäude. Durch die Vergrößerung des Abstands zum Gebäude werden sich die Immissionswerte von gemessenen 0,0062 mm/s bzw. 0,0083 mm/s noch weiter verringern.

7 Erschütterungsprognose im Bereich des Neubaus der Standseilbahn

Im Bereich der Bergbahnstraße zwischen der Turmbergstraße und der Grötzinger Straße befindet sich derzeit ein Grünstreifen, der die Bergbahnstraße in zwei Fahrtrichtungen trennt. Im Bereich des Grünstreifens wird der Neubau bzw. die Verlängerung der Turmbergbahn geplant. Zur Feststellung der Erschütterungseinwirkungen aus dem neuen Streckenbereich auf die sich in der Bergbahnstraße befindlichen Wohngebäude ist eine Erschütterungsprognose durchzuführen.

Das Prognoseverfahren läuft in den folgenden Schritten ab:

1. Durchführung von 2 Freifeldmessungen zur Bestimmung der Ausbreitungsfunktion:
Eine Messung auf der Nordseite oberhalb der Abt'schen Weiche.
Eine Messung auf der Südseite unterhalb der Abt'schen Weiche.
2. Auswahl von relevanten Häusern im Zuge einer Ortsbegehung:
Wohnhaus Bergbahnstraße 5 auf der Nordseite der neuen Strecke.
Wohnhaus Bergbahnstraße 6 auf der Südseite der neuen Strecke.
4. Die Übertragungsfunktion von außen in das Gebäude und die Weiterleitung innerhalb des Gebäudes wird entsprechend eines vergleichbaren auf der sicheren Seite liegenden Gebäudes mit den ungünstigsten Übertragungsfaktoren aus unserer Datenbank angesetzt. Hierbei wird die Prognose für zwei Deckenvarianten in Holzbalken- bzw. Betonbauweise durchgeführt.
5. Berechnung der maximalen Schwinggeschwindigkeiten am Fundament, der obersten Deckenebene und es KB_{Fmax} – Wertes.
5. Beurteilung nach DIN 4150, Teil 2 und 3.
Vergleich der max. Schwinggeschwindigkeit v für kurzzeitige Erschütterungen nach DIN 4150, Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Tabelle 1, und der Beurteilungsgröße KB_{Fmax} für den Einfluss von Menschen in Gebäuden nach DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1.

Im Prognosefall sind für die neue Turmbergbahn am Tag von 10.00 bis 22.00 Uhr 64 Fahrzyklen und von 22.00 Uhr bis 24.00 Uhr 12 Fahrzyklen vorgesehen. Dies entspricht einem Takt von 10 min.

8 Ergebnisse der Prognoseberechnung

Die Prognose der Erschütterungs-Immissionen wurde mit dem Programm *SPECTRAL*TM, fischer-Ingenieurbüro, durchgeführt.

Aufgrund der äußerst geringen Erschütterungswerte im Bereich der Freifeldmessungen wurde auf der sicheren Seite liegend der maximale Emssionswert des 8-m-Punktes je Freifeldmessung für die Prognose zum Ansatz gebracht. Dargestellt als Ausgangsspektrum in den Prognosetabellen.

Die Ergebnisse der Prognoseberechnungen sind in der Anlage D dargestellt.

Die Erschütterungsprognose wurde für beide Freifeldmessungen durchgeführt. Auf Basis der ersten Freifeldmessung auf der Nordseite oberhalb der Abt'schen Weiche ergaben sich die höchsten Prognosewerte für Holzbalken- bzw. die Betondecke für die vertikale orthogonale Richtung. Für die horizontale Richtung ergab sich aus der zweiten Freifeldmessung auf der Südseite unterhalb der Abt'schen Weiche der höchste Prognosewert.

8.1 Vertikale Schwingungen, Holzbalkendecke: Immissionswerte Bereich Neubaustrecke DIN 4150, Teil 3

Prognose aus maßgebendem Freifeldquerschnitt MQ1 oben, Holzbalkendecke, vertikale Richtung

Immissionsort	Gebäudeart	maßgebende orthogonale Richtung	max. Schwinggeschwindigkeit [mm/s]	Richtwert DIN 4150/3 [mm/s]
Bergbahnstraße 5 bzw Bergbahnstraße 6	Wohngebäude	Fundament vertikal	0,0018	5
		Decke OG vertikal	0,0798	20

Prognose aus maßgebendem Freifeldquerschnitt MQ2 unten, Holzbalkendecke, vertikale Richtung

Immissionsort	Gebäudeart	maßgebende orthogonale Richtung	max. Schwinggeschwindigkeit [mm/s]	Richtwert DIN 4150/3 [mm/s]
Bergbahnstraße 5 bzw Bergbahnstraße 6	Wohngebäude	Fundament vertikal	0,0010	5
		Decke OG vertikal	0,0133	20

8.2 Vertikale Schwingungen, Betondecke: Immissionswerte im Bereich Neubaustrecke DIN 4150, Teil 3

**Prognose aus maßgebendem Freifeldquerschnitt MQ1 oben,
Betondecke, vertikale Richtung**

Immissionsort	Gebäudeart	maßgebende orthogonale Richtung	max. Schwinggeschwindigkeit [mm/s]	Richtwert DIN 4150/3 [mm/s]
Bergbahnstraße 5 bzw Bergbahnstraße 6	Wohngebäude	Fundament vertikal	0,0191	5
		Decke OG vertikal	0,0182	20

**Prognose aus maßgebendem Freifeldquerschnitt MQ2 unten,
Betondecke, horizontale Richtung**

Immissionsort	Gebäudeart	maßgebende orthogonale Richtung	max. Schwinggeschwindigkeit [mm/s]	Richtwert DIN 4150/3 [mm/s]
Bergbahnstraße 5 bzw Bergbahnstraße 6	Wohngebäude	Fundament horizontal	0,0026	5
		Decke OG horizontal	0,0027	15

8.3 Horizontale Schwingungen

**Prognose aus maßgebendem Freifeldquerschnitt MQ1 oben,
horizontale Richtung**

Immissionsort	Gebäudeart	maßgebende orthogonale Richtung	max. Schwinggeschwindigkeit [mm/s]	Richtwert DIN 4150/3 [mm/s]
Bergbahnstraße 5 bzw Bergbahnstraße 6	Wohngebäude	Fundament horizontal	< 0,0011	5
		Decke OG horizontal	0,0011	15

**Prognose aus maßgebendem Freifeldquerschnitt MQ2 unten,
horizontale Richtung**

Immissionsort	Gebäudeart	maßgebende orthogonale Richtung	max. Schwingge- schwindigkeit [mm/s]	Richtwert DIN 4150/3 [mm/s]
Bergbahnstraße 5 bzw Bergbahnstra- ße 6	Wohngebäude	Fundament	< 0,0025	5
		Decke OG horizontal	0,0025	15

8.4 Immissionswerte im Bereich Bestandstrecke DIN 4150, Teil 2

Der prognostizierte KB_{Fmax} – Wert unter Berücksichtigung von Holzbalkendecken für die relevanten Gebäude Bergbahnstraße 5 und 6 ist kleiner 0,0306 (s. Anlage D) und unterschreitet deutlich den unteren Anhaltswert $Au = 0,23$ der DIN 4150, Teil 2..

8.5 Bewertung der prognostizierten Erschütterungen

Aufgrund des sehr geringen Erschütterungen auf Gebäude gemäß DIN 4150, Teil 3, mit kleiner 8/100 des Anhaltswertes, sind die vorhanden Erschütterungen als nicht relevant einzustufen. Ebenso ist der Erschütterungseinfluss gemäß DIN 4150, Teil 2, auf Menschen in Gebäuden mit kleiner 2/10 des unteren Anhaltswertes als nicht relevant einzustufen.

9 Zusammenfassung der Ergebnisse und Beurteilung

Die VBK plant die Sanierung der Turmbergbahn in Karlsruhe-Durlach. Die bestehende Strecke soll erneuert werden, wie auch die Erneuerung der Bahnwaggons. Über einen Neubau soll die Turmbergbahn in westlicher Richtung bis zur Grötzingener Straße in KA-Durlach verlängert werden. Im Rahmen dieser Maßnahmen ist im Vorfeld im derzeit noch bestehenden Betrieb der Erschütterungseinfluss auf nächstgelegene relevante Wohngebäude messtechnisch zu erfassen und eine überschlägige Erschütterungsprognose für Gebäude im Bereich des Neubaus der Streckenverlängerung zu erstellen.

Die Messergebnisse des Erschütterungseinflusses auf relevante Gebäude im derzeitigen Betrieb ergeben deutliche Unterschreitungen der Richtwerte nach DIN 4109, Teil 3, Einwirkung auf bauliche Anlagen, und Teil 2, Einfluss auf Menschen in Gebäuden.

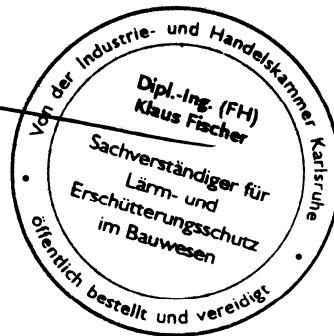
Die Prognoseberechnungen für den Bereich des Neubaus der Streckenerweiterung ergeben ebenfalls deutliche Unterschreitungen der Richtwerte nach DIN 4109, Teil 3, Einwirkung auf bauliche Anlagen, und Teil 2, Einfluss auf Menschen in Gebäuden.

Auch unter Berücksichtigung schwererer Fahrzeuge mit massiverem Unterbau, größerer Spurweite und vergleichbarer Fahrgeschwindigkeit ist aufgrund der im Bestand gemessenen Unterschreitung der Anhaltswerte der DIN 4150 um größer Faktor 100 nicht mit einer Überschreitung der Anhaltswerte zu rechnen. Der Einfluss des zukünftigen Bahnbetriebs müsste sich zur Überschreitung der Anhaltswerte um ein vielfaches erhöhen.

fischer

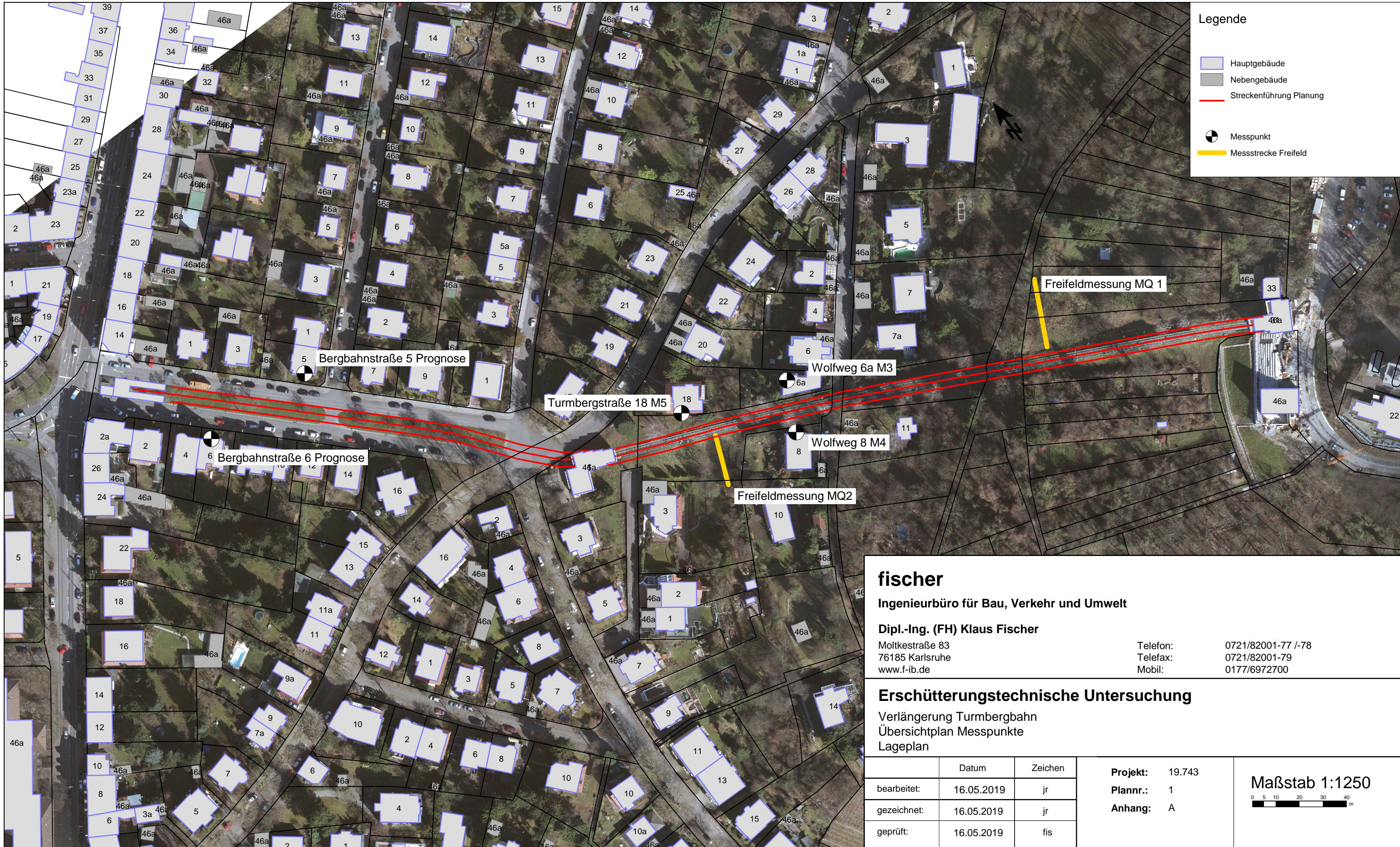
Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt

Dipl.-Ing. (FH) K. Fischer
(ö.b.u.v. Sachverständiger)



ANLAGEN

A Übersichtslageplan



Legende

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- Streckenführung Planung
- Messpunkt
- Messstrecke Freifeld

fischer
 Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Fischer

Moltkestraße 83
 76185 Karlsruhe
 www.f-ib.de

Telefon: 0721/82001-77 /-78
 Telefax: 0721/82001-79
 Mobil: 0177/6972700

Erschütterungstechnische Untersuchung
 Verlängerung Turmbergbahn
 Übersichtplan Messpunkte
 Lageplan

	Datum	Zeichen
bearbeitet:	16.05.2019	jr
gezeichnet:	16.05.2019	jr
geprüft:	16.05.2019	fis

Projekt:	19.743
Plannr.:	1
Anhang:	A

Maßstab 1:1250

B Messprotokolle

MEDA – Messprotokoll

fischer

Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Fischer

Von der IHK Karlsruhe öffentlich bestellter und gerichtlich vereidigter Sachverständiger für Erschütterungen im Bauwesen und Schall an Verkehrswegen

Mitglied im VDI und DAL

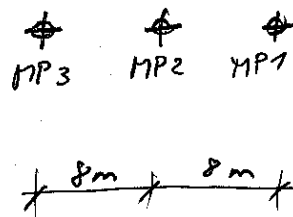
76185 Karlsruhe
Moltkestraße 83

Telefon: 0721/82001-77 -78
Telefax: 0721/82001-79
e-mail: buero@f-ib.de

Mobil-Telefon: 0177/6972700

Auftrag Nr.: 79.743 Projektname: EU Turmbergbahn Messort: Freifeld oben Datum: 30.4.79
MEDA Verz.: C1 Mitarbeiter: KF

Anordnung der Messpunkte:



Skizze:



MQ 1 oben

P ≙ Personal
G ≙ Gäste

Art und Einstellung:

KN1: 8m z
KN2: 8m x
KN3: 8m y
KN4: 8m y

KN5: 16m z
KN6: 16m x
KN7: 16m y
KN8: 16m y
24m z

PC-Zeit: Foto	Versuch Nr. (VN)	Art des Versuchs Ereignis	Bemerkung, Einstellung P / G
2	2	MQ 1 oben	↓ Abfahrt 1 / -
3	3		↑ Auffahrt - / -
4	4		↓ - / -
5	5		↑ 1 / 3
6	6		↓ 1 / -
7	7		↑ - / -
8	8		↓ - / -
9	9		↑ P / 20
10	10		↓ P / -
11	11		↑ - / -
12	12		↓ - / -
13	13		↑ 1 / 14
14	14		↓ 1 / 3
15	15		↑ - / -

MEDA – Messprotokoll

fischer

Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Fischer

von der IHK Karlsruhe öffentlich bestellter und gerichtlich vereidigter Sachverständiger für Erschütterungen im Bauwesen und Schall an Verkehrswegen

Mitglied im VDI und DAL

76185 Karlsruhe
Moltkestraße 83

Telefon: 0721/82001-77 -78
Telefax: 0721/82001-79
e-mail: buero@f-ib.de

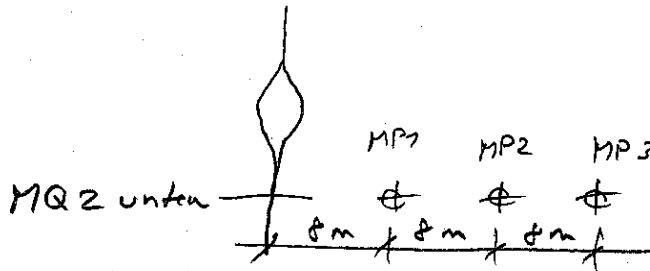
Mobil-Telefon: 0177/6972700

Auftrag Nr.: 19.743 Projektname: EU Turmbergbahn Messort: Z Freifeld unten Datum: 30.4.19
MEDA Verz.: C:1 Mitarbeiter: KF

Anordnung der Messpunkte:

Skizze:

P ≙ Personal
G ≙ Gäste



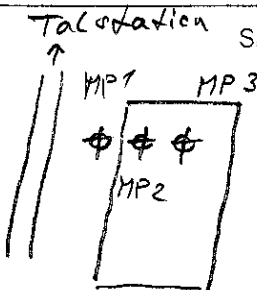
Art und Einstellung:

KN1:	8m	Z	KN5:	16m	Z
KN2:	8m	X	KN6:	16m	X
KN3:	8m	Y	KN7:	16m	Y
KN4:	8m	Z	KN8:	24m	Z

PG-Zeit- Foto	Versuch Nr. (VN)	Art des Versuchs Ereignis	Bemerkung, Einstellung P/G
1	21	MQ 2 unten	↑ Auffahrt P/27
2	22		↓ Abfahrt - / -
3	23		↑ - / 1
4	24		↓ P / -
5	25		↑ P 127
6	26		↓ - / -
7	27		↑ - / -
8	28		↓ P 17
9	29		↑ P / 17
10	30		↓ - / -
11	31		↑ - / -
12	32		↓ P / 6
13	33		↑ P / 75
14	34		↓ - / -

Auftrag Nr.: 19.743 Projektname: EU Turmbergbahn Wolfweg 6a Messort: _____ Datum: 6.4.78
 MEDA Verz.: C1 VBK13 Mitarbeiter: F

Anordnung der Messpunkte:



Art und Einstellung:

KN1: <u>MP1 außen z</u>	KN5: <u>MP2 Fund. z</u>
KN2: <u>" x</u>	KN6: <u>" x</u>
KN3: <u>" y</u>	KN7: <u>" y</u>
KN4: <u>—</u>	KN8: <u>MP3 2.0G z</u>

PC-Zeit:	Versuch Nr. (VN)	Art des Versuchs Ereignis	Bemerkung, Einstellung
	41	Außen/Fund. 3-D	↑ Auffahrt
	42	sz 2.0G 1-D	↓ Abfahrt
	44		↑
	45		↓
	46		↑
	47		↓
	48		↑
	49		↓

Auftrag Nr.: AS 743 Projektname: EU Turmbaustrasse Wolfweg (a) Messort: Wolfweg (a) Datum: 6.4.79
 MEDA Verz.: C1 VBK \ 3 Mitarbeiter: F

Anordnung der Messpunkte:

Skizze:

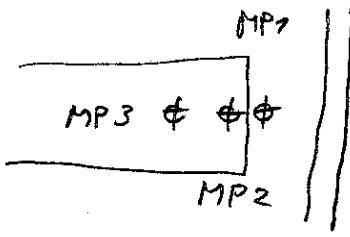


Art und Einstellung:

KN1: <u>MP1 Fund. z</u>	KN5: <u>2.06 z</u>
KN2: <u>" " x</u>	KN6: <u>" x</u>
KN3: <u>" " y</u>	KN7: <u>" y</u>
KN4: <u>-</u>	KN8: <u>-</u>

PC-Zeit:	Versuch Nr. (VN)	Art des Versuchs Ereignis	Bemerkung, Einstellung
	51	Fund. / 206 3-D	↑
	52		↓
	53		↑
	54		↓
	55		↑
	56		↓
	57		↑ fast voll beendet
	58		↓ Ccer

Auftrag Nr.: 19.743 Projektname: EU Turmbergbahn Wolfweg 8 Messort: _____ Datum: 6.4.79
 MEDA Verz.: C1 VBK 14 Mitarbeiter: F.

Anordnung der Messpunkte:  Skizze:

Art und Einstellung:

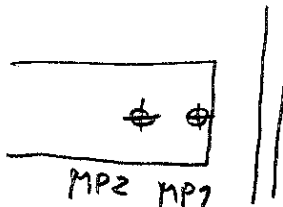
KN1: <u>MP1 außen 2</u>	KN5: <u>MP2 Fund. 2</u>
KN2: <u>7</u>	KN6: <u>7</u>
KN3: <u>4</u>	KN7: <u>4</u>
KN4: <u>-</u>	KN8: <u>MP3 DG 2</u>

PC-Zeit:	Versuch Nr. (VN)	Art des Versuchs Ereignis	Bemerkung, Einstellung
	61	Außen / Fund. 3-D	↑
	62	DG 7D	↓
	63		↑
	64		↓
	65		↑
	66		↓
	67		↑
	68		↓

Auftrag Nr.: 19.743 Projektname: EU Turmbergbahn Wolfweg 8 Messort: _____ Datum: 6.4.78
 MEDA Verz.: C1 VBK \ 4 Mitarbeiter: F.

Anordnung der Messpunkte:

Skizze:



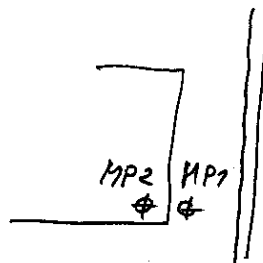
Art und Einstellung:

KN1: <u>MP1 Fund. Z</u>	KN5: <u>MP2 DG Z</u>
KN2: <u>X</u>	KN6: <u>X</u>
KN3: <u>4</u>	KN7: <u>4</u>
KN4: <u>—</u>	KN8: <u>—</u>

PC-Zeit:	Versuch Nr. (VN)	Art des Versuchs Ereignis	Bemerkung, Einstellung
	<u>71</u>		<u>↑</u>
	<u>72</u>		<u>↓</u>
	<u>73</u>		<u>↑</u>
	<u>74</u>		<u>↓</u>
	<u>75</u>		<u>↑</u>
	<u>76</u>		<u>↓</u>
	<u>77</u>		<u>↑</u>
	<u>78</u>		<u>↓</u>

Auftrag Nr.: 19.743 Projektname: EU Turmbergbahn Messort: Turmbergstr 78 Datum: 13.4.19
 MEDA Verz.: C1 VBK \ 5 Mitarbeiter: F

Anordnung der Messpunkte:



Skizze:

oben

Art und Einstellung:

KN1: MP1 z außen
 KN2: " x "
 KN3: " y "
 KN4: -

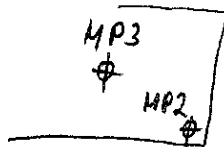
KN5: MP2 z Fund.
 KN6: " x "
 KN7: " y "
 KN8: -

PC-Zeit:	Versuch Nr. (VN)	Art des Versuchs Ereignis	Bemerkung, Einstellung
	81		↑
	82		↓
	83		↑
	84		↓
	85		↑
	86		↓
	87		↑
	88		↓
	89		↑
	90		↓

Auftrag Nr.: 19.743 Projektname: EV Turmbergbahn Messort: Turmbergstr. 18 Datum: 13.4.19
 MEDA Verz.: CA VBK \ 5 Mitarbeiter: F

Anordnung der Messpunkte:

Skizze:



Art und Einstellung:

KN1: <u>MP2 z Fund.</u>	KN5: <u>MP3 z DG</u>
KN2: <u>" x "</u>	KN6: <u>" x "</u>
KN3: <u>" y "</u>	KN7: <u>" y "</u>
KN4: <u>" y "</u>	KN8: <u>" y "</u>

PC-Zeit:	Versuch Nr. (VN)	Art des Versuchs Ereignis	Bemerkung, Einstellung
	91		↑
	92		↓
	93		↑
	94		↓
	95		↑
	96		↓
	97		↑
	98		↓
	99		↑
	100		↓

C Derzeitiger Bestand

Zeitsignal / Peakliste Wolfweg 6a

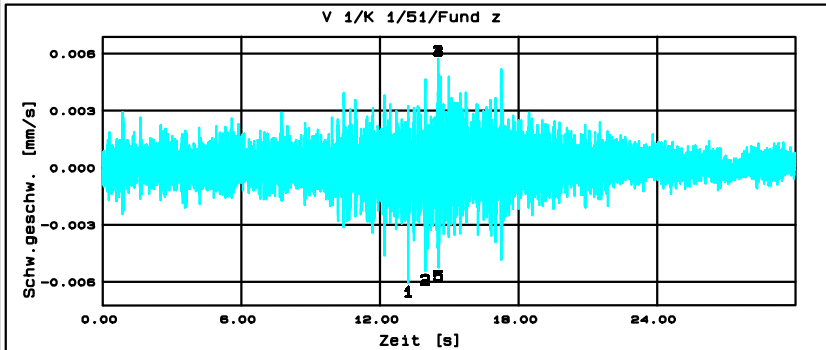
Zeitsignal / Peakliste Wolfweg 8

Zeitsignal / Peakliste Turmbergstraße 18

Taktmaximalwert $KB_{F_{max}}$ Wolfweg 6a

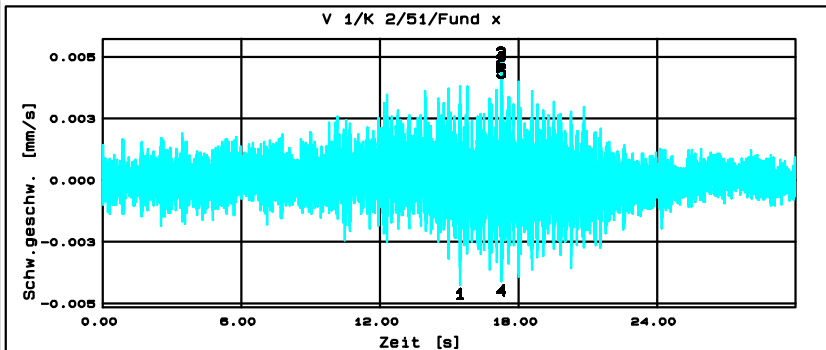
*** Zeitsignal k1 bis k4 ***

Laufwerk : C Bezeichnung : ___
 Projektnummer : 19743 Kommentar : Wolfweg 6a, Dr. Mayer
 Kunde : VBK . : Auffahrt
 Meßort : 3 . : ___
 Messung : 51 . : ___
 Meßdatum : 06.04.2019 . : ___
 Meßstartzeit : 10:46:01 : ___



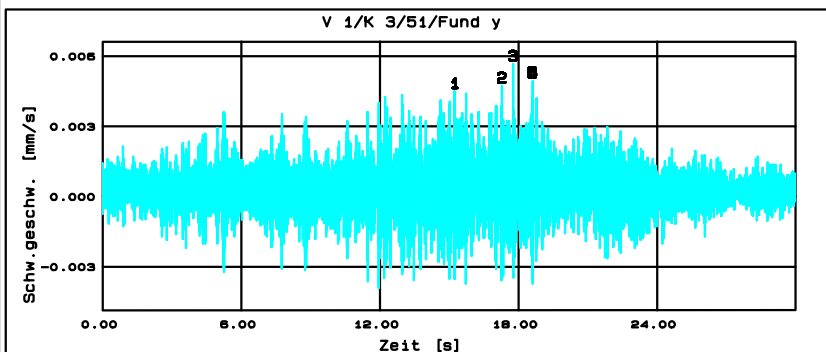
Peakliste: V 1/K 1/51/Fund z

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0008
1	13.21	-0.0061
2	13.97	-0.0054
3	14.52	0.0057
4	14.52	0.0057
5	14.53	-0.0052



Peakliste: V 1/K 2/51/Fund x

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0007
1	15.45	-0.0043
2	17.24	0.0045
3	17.25	0.0048
4	17.25	-0.0041
5	17.26	0.0040

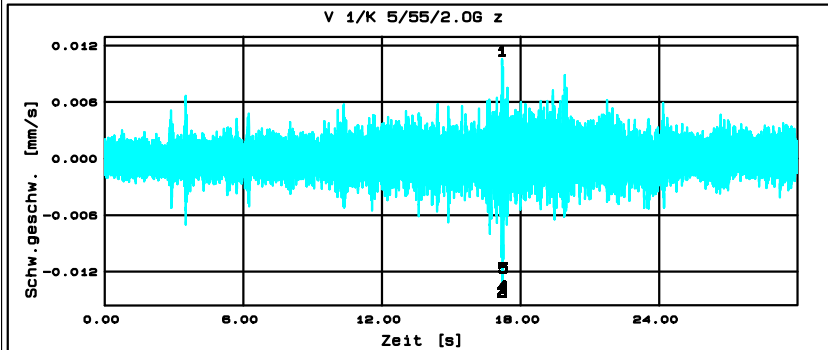


Peakliste: V 1/K 3/51/Fund y

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0009
1	15.23	0.0045
2	17.28	0.0047
3	17.76	0.0057
4	18.60	0.0049
5	18.60	0.0049

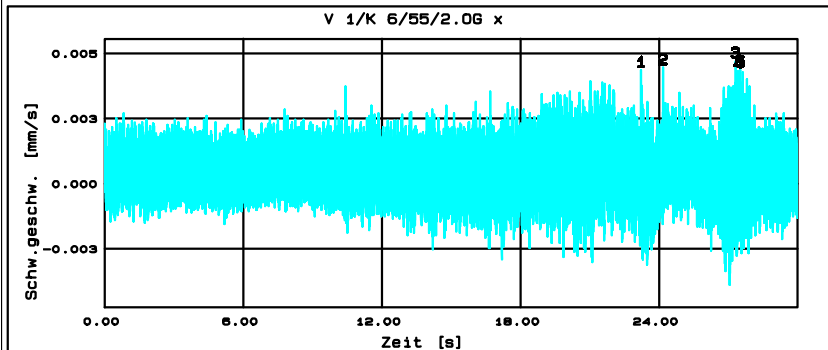
*** Zeitsignal k5 bis k7 ***

Laufwerk : C Bezeichnung : ___
 Projektnummer : 19743 Kommentar : Wolfweg 6a, Dr. Mayer
 Kunde : VBK . : Auffahrt
 Meßort : 3 . : ___
 Messung : 55 . : ___
 Meßdatum : 06.04.2019 . : ___
 Meßstartzeit : 10:57:29 : ___



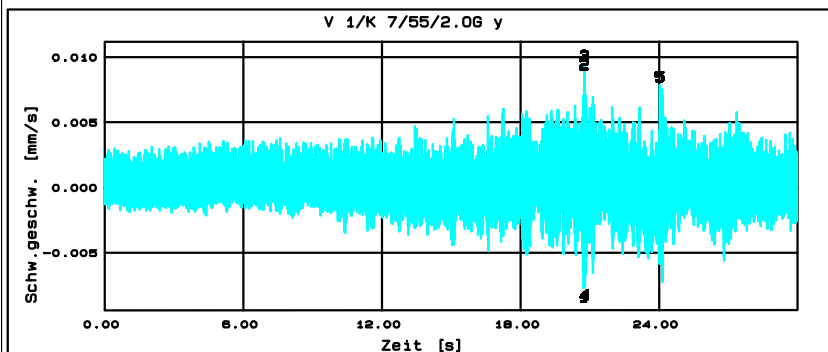
Peakliste: V 1/K 5/55/2.0G z

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0015
1	17.19	0.0106
2	17.21	-0.0132
3	17.21	-0.0132
4	17.21	-0.0126
5	17.25	-0.0107



Peakliste: V 1/K 6/55/2.0G x

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0009
1	23.21	0.0044
2	24.16	0.0045
3	27.30	0.0047
4	27.40	0.0043
5	27.50	0.0044

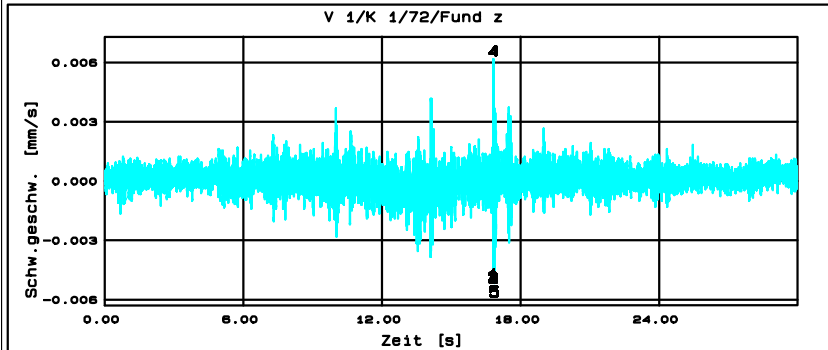


Peakliste: V 1/K 7/55/2.0G y

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0013
1	20.73	-0.0077
2	20.75	0.0088
3	20.77	0.0095
4	20.78	-0.0076
5	24.02	0.0079

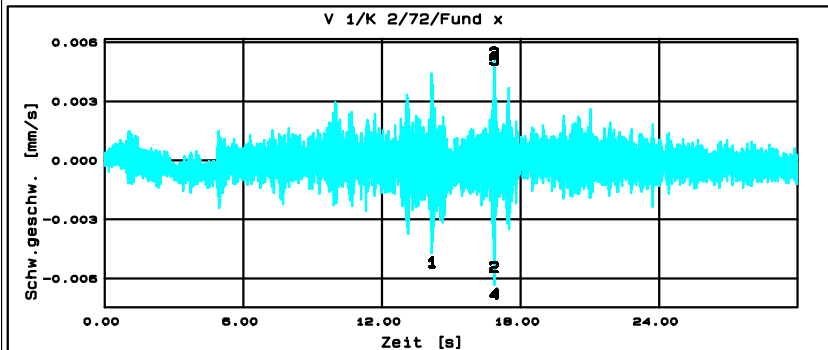
*** Zeitsignal k1 bis k4 ***

Laufwerk : C Bezeichnung : ___
 Projektnummer : 19743 Kommentar : Wolfweg 8, Niesen
 Kunde : VBK . : Abfahrt
 Meßort : 4 . : ___
 Messung : 72 . : ___
 Meßdatum : 06.04.2019 . : ___
 Meßstartzeit : 12:40:20 : ___



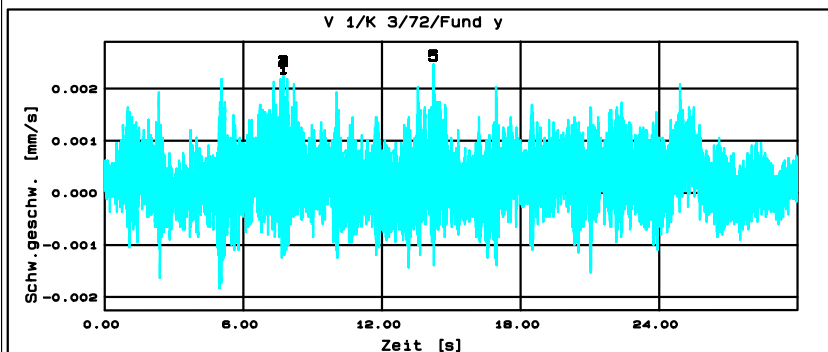
Peakliste: V 1/K 1/72/Fund z

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0006
1	16.82	-0.0043
2	16.82	-0.0044
3	16.82	-0.0044
4	16.83	0.0062
5	16.86	-0.0052



Peakliste: V 1/K 2/72/Fund x

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0007
1	14.15	-0.0047
2	16.85	-0.0050
3	16.86	0.0050
4	16.87	-0.0063
5	16.87	0.0047

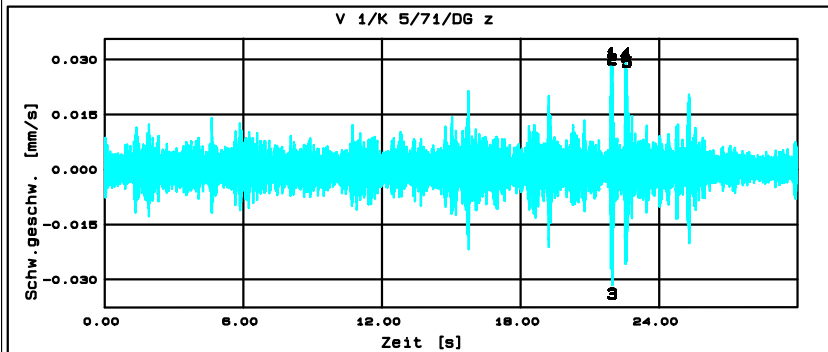


Peakliste: V 1/K 3/72/Fund y

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0005
1	7.72	0.0022
2	7.72	0.0024
3	7.73	0.0024
4	7.73	0.0024
5	14.22	0.0025

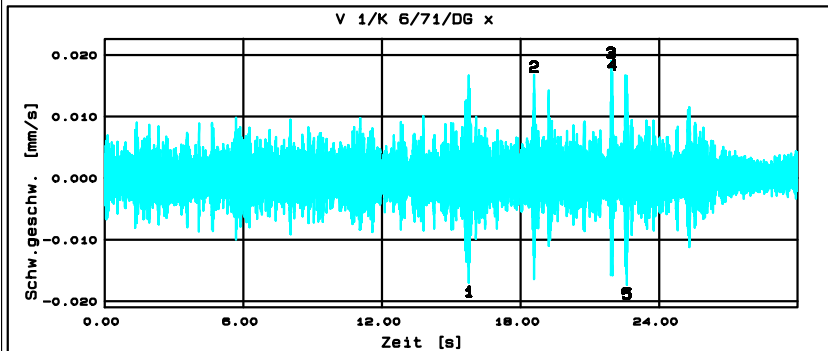
*** Zeitsignal k5 bis k7 ***

Laufwerk : C Bezeichnung : ___
 Projektnummer : 19743 Kommentar : Wolfweg 8, Niesen
 Kunde : VBK . : Auffahrt
 Meßort : 4 . : ___
 Messung : 71 . : ___
 Meßdatum : 06.04.2019 . : ___
 Meßstartzeit : 12:39:06 : ___



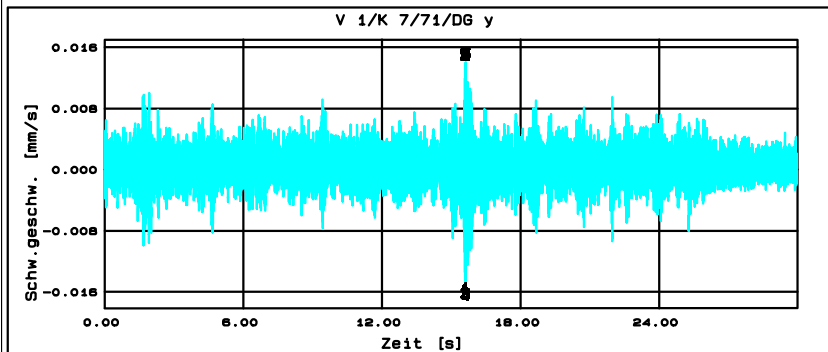
Peakliste: V 1/K 5/71/DG z

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0034
1	21.91	0.0296
2	21.97	0.0279
3	21.97	-0.0315
4	22.54	0.0294
5	22.60	0.0271



Peakliste: V 1/K 6/71/DG x

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0027
1	15.76	-0.0170
2	18.59	0.0168
3	21.92	0.0190
4	21.96	0.0171
5	22.60	-0.0174

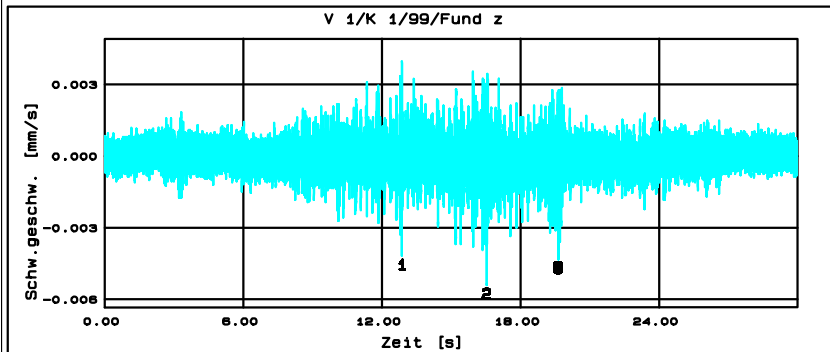


Peakliste: V 1/K 7/71/DG y

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0021
1	15.61	-0.0143
2	15.61	0.0140
3	15.62	-0.0151
4	15.62	-0.0152
5	15.62	0.0141

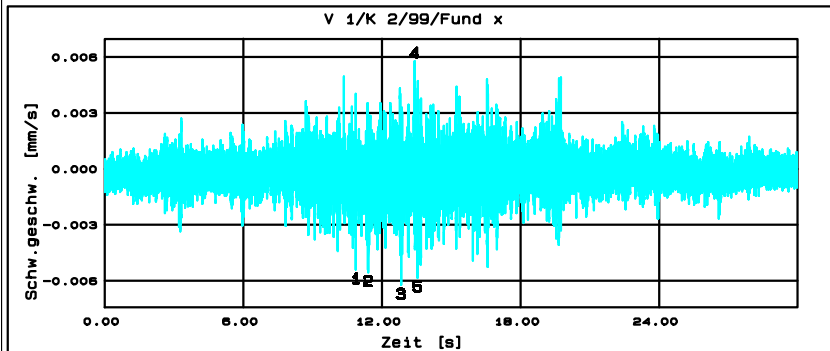
*** Zeitsignal k1 bis k4 ***

Laufwerk : C Bezeichnung : ___
 Projektnummer : 19743 Kommentar : Turmbergstraße 18
 Kunde : VBK . : Auffahrt
 Meßort : 5 . : ___
 Messung : 99 . : ___
 Meßdatum : 13.04.2019 . : ___
 Meßstartzeit : 12:32:04 : ___



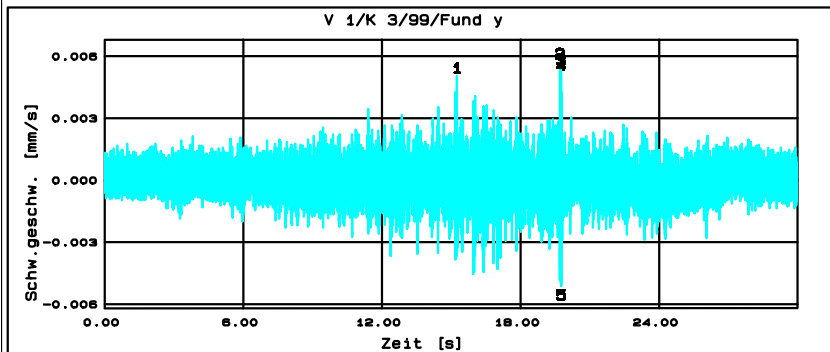
Peakliste: V 1/K 1/99/Fund z

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0007
1	12.86	-0.0042
2	16.54	-0.0054
3	19.63	-0.0043
4	19.64	-0.0043
5	19.64	-0.0043



Peakliste: V 1/K 2/99/Fund x

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0010
1	10.87	-0.0054
2	11.41	-0.0055
3	12.83	-0.0062
4	13.41	0.0058
5	13.54	-0.0058

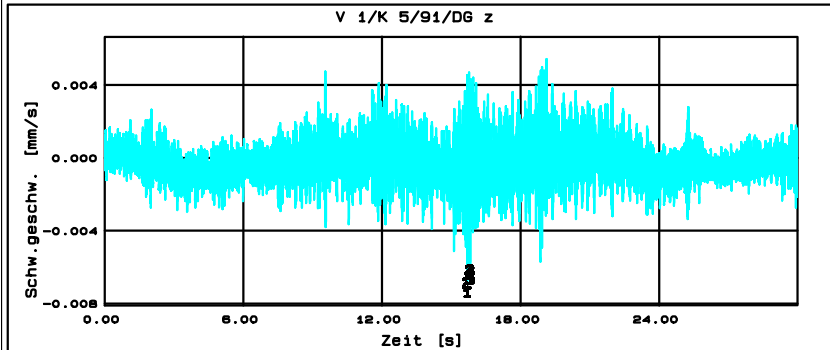


Peakliste: V 1/K 3/99/Fund y

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0008
1	15.25	0.0050
2	19.70	0.0057
3	19.75	0.0054
4	19.75	0.0052
5	19.76	-0.0051

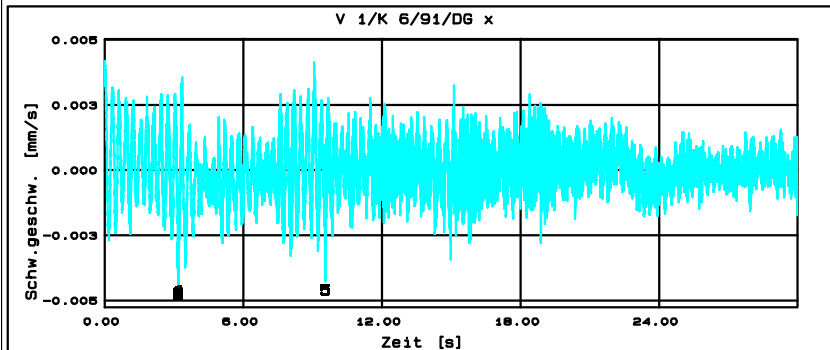
*** Zeitsignal k5 bis k7 ***

Laufwerk : C Bezeichnung : ___
 Projektnummer : 19743 Kommentar : Turmbergstraße 18
 Kunde : VBK . : Auffahrt
 Meßort : 5 . : ___
 Messung : 91 . : ___
 Meßdatum : 13.04.2019 . : ___
 Meßstartzeit : 11:45:02 : ___



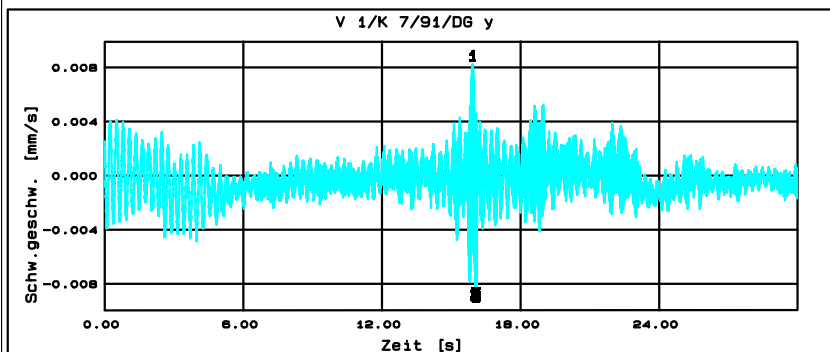
Peakliste: V 1/K 5/91/DG z

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0011
1	15.69	-0.0069
2	15.70	-0.0064
3	15.80	-0.0057
4	15.80	-0.0057
5	15.81	-0.0061



Peakliste: V 1/K 6/91/DG x

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0010
1	3.19	-0.0043
2	3.19	-0.0044
3	3.19	-0.0044
4	3.19	-0.0043
5	9.54	-0.0043



Peakliste: V 1/K 7/91/DG y

Nr.	Zeit [s]	Schw.geschw. [mm/s]
Efw		0.0014
1	15.92	0.0082
2	16.03	-0.0082
3	16.07	-0.0083
4	16.07	-0.0083
5	16.09	-0.0080

M55 Taktmax

Laufwerk : C:
 Projektnummer : 19.743 EU Turmbergbahn KA-Durlach
 Kunde : VBK
 Messort : 3
 Messung : 55
 Bezeichnung : _____
 Messdatum : 06.04.2019
 Messtartzeit : 10:57:29
 Kommentar : Wolfweg 6a, Dr. Mayer
 : Auffahrt
 : Maximum Decke 2.OG, z-Richtung
 : _____
 : _____

Taktmaximalwerte

Messzeit: 30.00 sec; Taktzeit: 5.00 sec; Taktanzahl: 6

Kanal Taktmaximal-Effektivwert (KBFTm)

5 0.000 -

Takt	Zeit/s	Taktmaximalwerte
	0.00	0.000 -
1	5.00	0.000 -
2	10.00	0.000 -
3	15.00	0.000 -
4	20.00	0.000 -
5	25.00	0.000 -
6	30.00	0.000 -

D Prognose Neubau Streckenverlängerung

aus Freifeld MQ1 oben

Erschütterungsprognose für Holzbalkendecke

Erschütterungsprognose für Betondecke

aus Freifeld MQ2 unten

Erschütterungsprognose für Holzbalkendecke

Erschütterungsprognose für Betondecke

Horizontale Schwingungen

aus Freifeld MQ1 oben

aus Freifeld MQ2 unten

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung
Erschütterungsprognose für Holzbalkendecke - vertikale Schwingungen
Freifeld MQ1 oben **DIN 4150/2**

Gebäude: IO-Nr.: 01

Gebietsnutzung: **WA**

(GE = Gewerbegebiet, MI = Kern-, Dorf oder Mischgebiet, WA = Reines oder Allgemeines Wohngebiet, SO = Krankenhäuser, Schulen, Altenheime)

Prognose KB-Werte		Ausgangsspektrum:																			Freifeldmessung (Abstand 8m)			
Terzbänder [Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage	
v (f) Ausgangsspektrum	0,0014	0,0012	0,0014	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0021	0,0022	0,0037	0,0082	0,0202	0,0112	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0804	v(f) [mm/s]; d=8,0m	Freifeld MQ1 oben
Korrektur Abstand	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
Korrektur Maßnahme	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
Korrektur Diverses	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
v(f) vor Gebäude	0,0014	0,0012	0,0014	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0021	0,0022	0,0037	0,0082	0,0202	0,0112	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0618	v(f) (4-80Hz) [mm/s]	außen
Gebäudeankopplung	0,4863	0,4663	0,4850	0,4522	0,3717	0,3189	0,3393	0,3116	0,3301	0,2983	0,1325	0,0909	0,0456	0,0254	0,0276	0,1362	0,0855	0,1283	0,1719	0,4036		außen / Fund. EG		
Gebäudeverstärkung	1,847	2,267	2,753	5,718	12,256	31,918	31,014	9,6236	6,693	2,2219	2,6111	2,3267	2,2281	2,3838	1,5808	0,4255	0,5128	0,5788	1,1026	1,1864		Fund. EG / Decke 1.OG		
v(f) Geschossdecke	0,0013	0,0013	0,0019	0,0036	0,0073	0,0193	0,0232	0,0063	0,0049	0,0025	0,0028	0,0043	0,0011	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0006	0,0015	0,0826	Σv (4-315Hz) [mm/s]	Decke 1.OG	
KB(f) Geschossdecke	0,0007	0,0008	0,0014	0,0030	0,0064	0,0177	0,0219	0,0061	0,0047	0,0024	0,0028	0,0042	0,0011	0,0002	-	-	-	-	-	-	0,0798	Σv (4-80Hz) [mm/s]	Decke 1.OG	
																					0,0306	KB _{Zug} [mm/s]	Decke 1.OG	

Verhältnis Summenwert Geschossdecke / vor Gebäude: 1,2920

Prognose Tag/Nacht:	KB _{Fmax}	0,0306	≤	Geschwindigkeitskorrektur von/auf [km/h]:				≤	WA
				0,230 = A _v (DIN 4150-2) Tag	Anzahl Züge/Tag: 128	KB _{FTr} : 0,008	0,105 = A _{r,tags} (DIN 4150-2)		
			≤	0,150 = A _v (DIN 4150-2) Nacht	Anzahl Züge/Nacht: 24	KB _{FTr} : 0,005	≤	0,075 = A _{r,nachts} (DIN 4150-2)	

Prognose Sekundärer Luftschall

Terzbänder [Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage
L _v (f) Geschossdecke	-	-	-	-	-	-	-	42,0	39,8	33,8	35,1	38,6	27,1	11,5	8,6	11,1	8,7	13,3	21,4	29,5		[dB]	Decke 1.OG
A-Bewertung	-	-	-	-	-	-	-	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6			
L _{vA} (f) Geschossdecke	-	-	-	-	-	-	-	-8,5	-4,9	-5,6	0,5	8,4	0,9	-11,0	-10,5	-5,0	-4,7	2,4	12,8	22,9	10,1	[dB(A)]	Decke 1.OG
																					24,6	L _{sekA} [dB(A)]	Decke 1.OG

Regressionsbeziehung zur Berechnung von L _{sekA} nach [1]:	2	(1) Betondecke	(2) Holzbalkendecke
		Tag	Nacht
Fahrtgeschw. [km/h]:		7,2	7,2
Durchschnittl. Zuglänge[m]:		20	20

L _{A,m,Tag} [dB(A)] =	10	≤	37	= Richtwert tags
L _{A,m,Nacht} [dB(A)] =	5	≤	27	= Richtwert nachts

[1] Said A. / Grütz H.P. / Garburg R., Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 01-2006.

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung
Erschütterungsprognose für Holzbalkendecke - vertikale Schwingungen
Freifeld MQ1 oben **DIN 4150/3**

Gebäude: 0 IO-Nr.: 01
 Gebäudeart: 2

(1) Gewerbl. genutzte Bauten, (2) Wohngebäude u.ä., (3) besonders erhaltenswerte Gebäude

Prognose Erschütterungen Ausgangsspektrum: Freifeldmessung (Abstand 8m)

Frequenzbereich [Hz]	4 Hz - 10 Hz	10 Hz - 50 Hz	50 Hz - 100 Hz	alle Frequenzen	Bemerkungen
Gebäudeteil	Fundament			Geschossdecke	
v _{max} Ausgangsspektrum	0,0016	0,0202	0,0202	-	
Korrektur Abstand	1,0000	1,0000	1,0000	-	
Korrektur Geschwindigkeit	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	7,2km/h -> 7,2km/h
Korrektur Maßnahme	1,0000	1,0000	1,0000	-	
v _{max} vor Gebäude	0,0016	0,0202	0,0202	-	
Gebäudeankopplung	0,4863	0,0909	0,0909	-	
v _{max} Fundament	0,0008	0,0018	0,0018	-	
Gebäudeankopplung und -verstärkung	-	-	-	0,0798	
v _{max} Geschossdecke	-	-	-	0,0798	Decke 1.OG
Anhaltswert DIN 4150-3	5	5-15	15-20	20	

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung

Erschütterungsprognose für Betondecke - vertikale Schwingungen

Freifeld MQ1 oben DIN 4150/2

Gebäude: IO-Nr.: 01

Gebietsnutzung: WA

(GE = Gewerbegebiet, MI = Kern-, Dorf oder Mischgebiet, WA = Reines oder Allgemeines Wohngebiet, SO = Krankenhäuser, Schulen, Altenheime)

Prognose KB-Werte		Ausgangsspektrum:																			Freifeldmessung (Abstand 8m)			
Terzbänder [Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage	
v (f) Ausgangsspektrum	0,0014	0,0012	0,0014	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0021	0,0022	0,0037	0,0082	0,0202	0,0112	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0804	v(f) [mm/s]; d=8,0m	Freifeld MQ1 oben
Korrektur Abstand	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	
Korrektur Maßnahme	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	
Korrektur Diverses	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	
v(f) vor Gebäude	0,0014	0,0012	0,0014	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0021	0,0022	0,0037	0,0082	0,0202	0,0112	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0618	v(f) (4-80Hz) [mm/s]	außen
Gebäudeankopplung	1,333	1,250	1,034	1,000	0,944	0,929	0,667	0,786	0,333	0,156	0,133	0,160	0,129	0,101	0,158	0,157	0,143	0,535	0,286	0,474			außen / Fund. EG	
Gebäudeverstärkung	1,667	1,500	0,931	1,071	1,167	1,143	0,926	1,429	1,083	0,656	0,300	0,147	0,300	0,203	1,309	1,343	0,321	1,282	0,857	0,263			Fund. EG / Decke 1.OG	
v(f) Geschossdecke	0,0031	0,0023	0,0013	0,0015	0,0018	0,0020	0,0014	0,0024	0,0008	0,0004	0,0003	0,0005	0,0004	0,0001	0,0006	0,0007	0,0001	0,0021	0,0008	0,0004	0,0229	Σv (4-315Hz) [mm/s]	Decke 1.OG	
KB(f) Geschossdecke	0,0018	0,0015	0,0010	0,0012	0,0015	0,0018	0,0013	0,0023	0,0008	0,0004	0,0003	0,0005	0,0004	0,0001	-	-	-	-	-	-	0,0182	Σv (4-80Hz) [mm/s]	Decke 1.OG	
																					0,0047	KB _{Zug} [mm/s]	Decke 1.OG	

Verhältnis Summenwert Geschossdecke / vor Gebäude: 0,2941

Prognose Tag/Nacht: KB _{Fmax}		0,0047	≤	0,230 = A _v (DIN 4150-2) Tag	Geschwindigkeitskorrektur von/auf [km/h]:		7,2	7,2	WA	Anzahl Züge/Tag:		128	KB _{FTr} : 0,001	≤	0,105 = A _{r,tags} (DIN 4150-2)
			≤	0,150 = A _v (DIN 4150-2) Nacht						Anzahl Züge/Nacht:		24	KB _{FTr} : 0,001	≤	0,075 = A _{r,nachts} (DIN 4150-2)

Prognose Sekundärer Luftschall

Terzbänder [Hz]	-	-	-	-	-	-	-	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage				
L _v (f) Geschossdecke	-	-	-	-	-	-	-	33,5	24,0	17,6	16,3	19,5	18,7	2,1	22,2	22,3	9,1	32,6	23,6	17,8		[dB]	Decke 1.OG				
A-Bewertung	-	-	-	-	-	-	-	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6							
L _{vA} (f) Geschossdecke	-	-	-	-	-	-	-	-17,0	-20,7	-21,8	-18,3	-10,7	-7,5	-20,4	3,1	6,2	-4,3	21,7	15,0	11,2	3,7	[dB(A)]	Decke 1.OG				
																					18,0	L _{sekA} [dB(A)]	Decke 1.OG				
Regressionsbeziehung zur Berechnung von L _{sekA} nach [1]:	1		(1) Betondecke												Tag		Nacht										
														Fahrtgeschw. [km/h]:		7,2		7,2		L _{A,m,Tag} [dB(A)] =		3		≤		37 = Richtwert tags	
														Durchschnittl. Zuglänge[m]:		20		20		L _{A,m,Nacht} [dB(A)] =		-1		≤		27 = Richtwert nachts	

[1] Said A. / Grütz H.P. / Garburg R., Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 01-2006.

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung
Erschütterungsprognose für Betondecke - vertikale Schwingungen
Freifeld MQ1 oben DIN 4150/3

Gebäude: 0 IO-Nr.: 01
 Gebäudeart: 2

(1) Gewerbl. genutzte Bauten, (2) Wohngebäude u.ä., (3) besonders erhaltenswerte Gebäude

Prognose Erschütterungen Ausgangsspektrum: Freifeldmessung (Abstand 8m)

Frequenzbereich [Hz]	4 Hz - 10 Hz	10 Hz - 50 Hz	50 Hz - 100 Hz	alle Frequenzen	Bemerkungen
Gebäudeteil	Fundament			Geschossdecke	
v _{max} Ausgangsspektrum	0,0016	0,0202	0,0202	-	
Korrektur Abstand	1,0000	1,0000	1,0000	-	
Korrektur Geschwindigkeit	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	7,2km/h -> 7,2km/h
Korrektur Maßnahme	1,0000	1,0000	1,0000	-	
v _{max} vor Gebäude	0,0016	0,0202	0,0202	-	
Gebäudeankopplung	1,333	0,944	0,1600	-	
v _{max} Fundament	0,0021	0,0191	0,0032	-	
Gebäudeankopplung und -verstärkung	-	-	-	0,0182	
v _{max} Geschossdecke	-	-	-	0,0182	Decke 1.OG
Anhaltswert DIN 4150-3	5	5-15	15-20	20	

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung

Erschütterungsprognose für Holzbalkendecke - vertikale Schwingungen

Freifeld MQ2 unten DIN 4150/2

Gebäude: IO-Nr.: 01

Gebietsnutzung: WA

(GE = Gewerbegebiet, MI = Kern-, Dorf oder Mischgebiet, WA = Reines oder Allgemeines Wohngebiet, SO = Krankenhäuser, Schulen, Altenheime)

Terzbänder [Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage	
v(f) Ausgangsspektrum	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0006	0,0014	0,0020	0,0028	0,0019	0,0021	0,0041	0,0016	0,0007	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0190	v(f) [mm/s]; d=8,0m	Freifeld MQ2 unten
Korrektur Abstand	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
Korrektur Maßnahme	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
Korrektur Diverses	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
v(f) vor Gebäude	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0006	0,0014	0,0020	0,0028	0,0019	0,0021	0,0041	0,0016	0,0007	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0158	v(f) (4-80Hz) [mm/s]	außen
Gebäudeankopplung	0,4863	0,4663	0,4850	0,4522	0,3717	0,3189	0,3393	0,3116	0,3301	0,2983	0,1325	0,0909	0,0456	0,0254	0,0276	0,1362	0,0855	0,1283	0,1719	0,4036			außen / Fund. EG	
Gebäudeverstärkung	1,847	2,267	2,753	5,718	12,256	31,918	31,014	9,6236	6,693	2,2219	2,6111	2,3267	2,2281	2,3838	1,5808	0,4255	0,5128	0,5788	1,1026	1,1864			Fund. EG / Decke 1.OG	
v(f) Geschossdecke	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0005	0,0010	0,0032	0,0018	0,0031	0,0013	0,0010	0,0004	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0135	Σv (4-315Hz) [mm/s]	Decke 1.OG
KB(f) Geschossdecke	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0004	0,0009	0,0030	0,0017	0,0030	0,0013	0,0010	0,0004	0,0002	0,0002	-	-	-	-	-	-	-	0,0133	Σv (4-80Hz) [mm/s]	Decke 1.OG
																						0,0050	KB _{zlg} [mm/s]	Decke 1.OG

Verhältnis Summenwert Geschossdecke / vor Gebäude: 0,8398

Prognose Tag/Nacht:	KB _{Fmax}	0,0050	≤	Geschwindigkeitskorrektur von/auf [km/h]:		7,2	7,2	WA	≤	= A _{r,tags} (DIN 4150-2)		= A _{r,nachts} (DIN 4150-2)
				Anzahl Züge/Tag:	128					KB _{FTr} :	0,001	
			≤	0,230	= A _v (DIN 4150-2)					0,105		
			≤	0,150	= A _v (DIN 4150-2)					0,075		

Prognose Sekundärer Luftschall

Terzbänder [Hz]	-	-	-	-	-	-	-	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage
L _v (f) Geschossdecke	-	-	-	-	-	-	-	31,1	35,8	28,5	25,7	18,1	12,6	13,9	2,9	-1,8	-5,6	-16,6	-8,4	-0,4		[dB]	Decke 1.OG
A-Bewertung	-	-	-	-	-	-	-	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6			
L _{vA} (f) Geschossdecke	-	-	-	-	-	-	-	-19,4	-8,9	-10,9	-8,9	-12,1	-13,6	-8,6	-16,2	-17,9	-19,0	-27,5	-17,0	-7,0	-2,1	[dB(A)]	Decke 1.OG
																					18,9	L _{sekA} [dB(A)]	Decke 1.OG

Regressionsbeziehung zur Berechnung von L_{sekA} nach [1]: 2 (1) Betondecke (2) Holzbalkendecke

	Tag	Nacht
Fahrtgeschw. [km/h]:	7,2	7,2
Durchschnittl. Zuglänge[m]:	20	20

L _{A,m,Tag} [dB(A)] =	4	≤	37	= Richtwert tags
L _{A,m,Nacht} [dB(A)] =	0	≤	27	= Richtwert nachts

[1] Said A. / Grütz H.P. / Garburg R., Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 01-2006.

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung
Erschütterungsprognose für Holzbalkendecke - vertikale Schwingungen
Freifeld MQ2 unten **DIN 4150/3**

Gebäude: 0 IO-Nr.: 01
 Gebäudeart: 2

(1) Gewerbl. genutzte Bauten, (2) Wohngebäude u.ä., (3) besonders erhaltenswerte Gebäude

Prognose Erschütterungen Ausgangsspektrum: Freifeldmessung (Abstand 8m)

Frequenzbereich [Hz]	4 Hz - 10 Hz	10 Hz - 50 Hz	50 Hz - 100 Hz	alle Frequenzen	Bemerkungen
Gebäudeteil	Fundament			Geschossdecke	
V _{max} Ausgangsspektrum	0,0001	0,0028	0,0041	-	
Korrektur Abstand	1,0000	1,0000	1,0000	-	
Korrektur Geschwindigkeit	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	7,2km/h -> 7,2km/h
Korrektur Maßnahme	1,0000	1,0000	1,0000	-	
V _{max} vor Gebäude	0,0001	0,0028	0,0041	0,0158	
Gebäudeankopplung	0,4863	0,3717	0,0909	-	
V _{max} Fundament	0,0000	0,0010	0,0004	-	
Gebäudeankopplung und -verstärkung	-	-	-	0,8398	
V _{max} Geschossdecke	-	-	-	0,0133	Decke 1.OG
Anhaltswert DIN 4150-3	5	5-15	15-20	20	

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung
Erschütterungsprognose für Betondecke - vertikale Schwingungen
Freifeld MQ2 unten **DIN 4150/2**

Gebäude: IO-Nr.: 01

Gebietsnutzung: WA

(GE = Gewerbegebiet, MI = Kern-, Dorf oder Mischgebiet, WA = Reines oder Allgemeines Wohngebiet, SO = Krankenhäuser, Schulen, Altenheime)

Terzbänder [Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage	
v(f) Ausgangsspektrum	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0006	0,0014	0,0020	0,0028	0,0019	0,0021	0,0041	0,0016	0,0007	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0190	v(f) [mm/s]; d=8,0m	Freifeld MQ2 unten
<i>Korrektur Abstand</i>	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
<i>Korrektur Maßnahme</i>	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
<i>Korrektur Diverses</i>	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		-	
v(f) vor Gebäude	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0006	0,0014	0,0020	0,0028	0,0019	0,0021	0,0041	0,0016	0,0007	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0158	v(f) (4-80Hz) [mm/s]	außen
<i>Gebäudeankopplung</i>	1,333	1,250	1,034	1,000	0,944	0,929	0,667	0,786	0,333	0,156	0,133	0,160	0,129	0,101	0,158	0,157	0,143	0,535	0,286	0,474			außen / Fund. EG	
<i>Gebäudeverstärkung</i>	1,667	1,500	0,931	1,071	1,167	1,143	0,926	1,429	1,083	0,656	0,300	0,147	0,300	0,203	1,309	1,343	0,321	1,282	0,857	0,263			Fund. EG / Decke 1.OG	
v(f) Geschossdecke	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0007	0,0005	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0033	Σv (4-315Hz) [mm/s]	Decke OG	
																					0,0027	Σv (4-80Hz) [mm/s]	Decke OG	
KB(f) Geschossdecke	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0006	0,0005	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	-	-	-	-	-	-	0,0009	KB _{Zig} [mm/s]	Decke OG	

Verhältnis Summenwert Geschossdecke / vor Gebäude: 0,1722

Prognose Tag/Nacht:	KB _{Fmax}	0,0009	≤	Geschwindigkeitskorrektur von/auf [km/h]:				≤	WA	
				0,230 = A _v (DIN 4150-2) Tag	Anzahl Züge/Tag: 128	KB _{FTr} : 0,000	0,105 = A _{r,tags} (DIN 4150-2)			
			≤	0,150 = A _v (DIN 4150-2) Nacht	Anzahl Züge/Nacht: 24	KB _{FTr} : 0,000	≤	0,075 = A _{r,nachts} (DIN 4150-2)		

Prognose Sekundärer Luftschall

Terzbänder [Hz]	-	-	-	-	-	-	-	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage
L _v (f) Geschossdecke	-	-	-	-	-	-	-	22,6	20,1	12,3	7,0	-1,0	4,2	4,5	16,4	9,4	-5,2	2,7	-6,2	-12,1		[dB]	Decke OG
<i>A-Bewertung</i>	-	-	-	-	-	-	-	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6			
L _{vA} (f) Geschossdecke	-	-	-	-	-	-	-	-27,9	-24,6	-27,1	-27,6	-31,2	-22,0	-18,0	-2,7	-6,7	-18,6	-8,2	-14,8	-18,7	-2,4	[dB(A)]	Decke OG
																					18,8	L _{sekA} [dB(A)]	Decke OG

Regressionsbeziehung zur Berechnung von L _{sekA} nach [1]:	2	(1) Betondecke (2) Holzbalkendecke																						

[1] Said A. / Grütz H.P. / Garburg R., Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 01-2006.

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung
Erschütterungsprognose für Betondecke - vertikale Schwingungen
Freifeld MQ2 unten **DIN 4150/3**

Gebäude: 0 IO-Nr.: 01
 Gebäudeart: 2

(1) Gewerbl. genutzte Bauten, (2) Wohngebäude u.ä., (3) besonders erhaltenswerte Gebäude

Prognose Erschütterungen Ausgangsspektrum: Freifeldmessung (Abstand 8m)

Frequenzbereich [Hz]	4 Hz - 10 Hz	10 Hz - 50 Hz	50 Hz - 100 Hz	alle Frequenzen	Bemerkungen
Gebäudeteil	Fundament			Geschossdecke	
v _{max} Ausgangsspektrum	0,0001	0,0028	0,0041	-	
Korrektur Abstand	1,0000	1,0000	1,0000	-	
Korrektur Geschwindigkeit	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	7,2km/h -> 7,2km/h
Korrektur Maßnahme	1,0000	1,0000	1,0000	-	
v _{max} vor Gebäude	0,0001	0,0028	0,0041	0,0158	
Gebäudeankopplung	1,333	0,944	0,160	-	
v _{max} Fundament	0,0001	0,0026	0,0007	-	
Gebäudeankopplung und -verstärkung	-	-	-	0,1722	
v _{max} Geschossdecke	-	-	-	0,0027	Decke OG
Anhaltswert DIN 4150-3	5	5-15	15-20	20	

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung
Erschütterungsprognose - horizontale Schwingungen
Freifeld MQ1 oben **DIN 4150/3**

Gebäude: IO-Nr.: 01

Gebietsnutzung: WA

(GE = Gewerbegebiet, MI = Kern-, Dorf oder Mischgebiet, WA = Reines oder Allgemeines Wohngebiet, SO = Krankenhäuser, Schulen, Altenheime)

Prognose KB-Werte

Terzbänder [Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage	
v(f) Ausgangsspektrum	0,0014	0,0013	0,0015	0,0013	0,0016	0,0018	0,0024	0,0034	0,0079	0,0248	0,0553	0,2042	0,1046	0,0182								0,4297	v(f) [mm/s]; d=8,0m	Freifeld MQ1 oben
<i>Korrektur Abstand</i>	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000									-	
<i>Korrektur Maßnahme</i>	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000									-	
<i>Korrektur Diverses</i>	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000									-	
v(f) vor Gebäude	0,0014	0,0013	0,0015	0,0013	0,0016	0,0018	0,0024	0,0034	0,0079	0,0248	0,0553	0,2042	0,1046	0,0182								0,4297	v(f) (4-80Hz) [mm/s]	außen
<i>Gebäudeankopplung</i>	0,0230	0,0220	0,0210	0,0260	0,0600	0,0710	0,0310	0,0270	0,0260	0,0230	0,0310	0,0250	0,0090	0,0060										außen / Fund. EG
<i>Gebäudeverstärkung</i>	0,0210	0,0170	0,0410	0,0440	0,2010	0,3450	0,1270	0,1160	0,0870	0,0930	0,0760	0,0360	0,0100	0,0060										Fund. EG / Decke DG
v(f) Geschossdecke	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000								0,0005	Σh (4-80Hz) [mm/s]	Decke DG

Verhältnis Summenwert Geschossdecke / vor Gebäude: 0,0011

Turmbergbahn KA-Durlach, Neubau Streckenverlängerung
Erschütterungsprognose - horizontale Schwingungen
Freifeld MQ2 unten **DIN 4150/3**

Gebäude: IO-Nr.: 01

Gebietsnutzung: WA

(GE = Gewerbegebiet, MI = Kern-, Dorf oder Mischgebiet, WA = Reines oder Allgemeines Wohngebiet, SO = Krankenhäuser, Schulen, Altenheime)

Prognose KB-Werte

Terzbänder [Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Summe	Bemerkungen	Lage	
v(f) Ausgangsspektrum	0,0103	0,0099	0,0095	0,0091	0,0087	0,0082	0,0077	0,0072	0,0075	0,0110	0,0135	0,0370	0,0457	0,0164								0,2017	v(f) [mm/s]; d=8,0m	Freifeld MQ1 oben
Korrektur Abstand	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000									-	
Korrektur Maßnahme	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000									-	
Korrektur Diverses	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000									-	
v(f) vor Gebäude	0,0103	0,0099	0,0095	0,0091	0,0087	0,0082	0,0077	0,0072	0,0075	0,0110	0,0135	0,0370	0,0457	0,0164								0,2017	v(f) (4-80Hz) [mm/s]	außen
Gebäudeankopplung	0,0230	0,0220	0,0210	0,0260	0,0600	0,0710	0,0310	0,0270	0,0260	0,0230	0,0310	0,0250	0,0090	0,0060										außen / Fund. EG
Gebäudeverstärkung	0,0210	0,0170	0,0410	0,0440	0,2010	0,3450	0,1270	0,1160	0,0870	0,0930	0,0760	0,0360	0,0100	0,0060										Fund. EG / Decke DG
v(f) Geschossdecke	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000								0,0005	$\Sigma_h(4-80Hz)$ [mm/s]	Decke DG

Verhältnis Summenwert Geschossdecke / vor Gebäude: 0,0025