

**Bebauungsplan „Hohenfelde 11“
Erschütterungsmessung und Prognose infolge Schienenverkehr**

Auftraggeber: Freie und Hansestadt Hamburg Bezirksamt Altona
[REDACTED]
Rechtsamt - Zentrale Beschaffungsstelle der
Bezirksämter, ZB53
Platz der Republik 1
22765 Hamburg

Berichtsnummer: Y0704.002.01.001

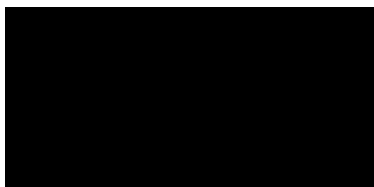
Dieser Bericht umfasst 6 Seiten Text und 6 Seiten Anhang.



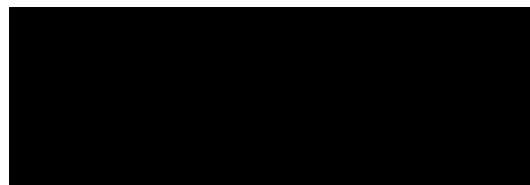
Akkreditierung nach
DIN EN ISO/IEC 17025
für die Prüfarten Geräusche,
Erschütterungen und
Bauakustik

Bekanntgegebene
Messstelle nach
§ 29b BImSchG
für Geräusche und
Erschütterungen

Hamburg, 14.08.2020



Bearbeitung



Prüfung und Freigabe

VMPA-anerkannte Schall-
schutzprüfstelle
nach DIN 4109,
VMPA-SPG-210-04-BY



Änderungsindex

Version	Datum	Geänderte Seiten	Hinzugefügte Seiten	Erläuterungen
001	14.08.2020	-	-	Erstellung

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Unterlagen, Abkürzungen	3
2.1	Unterlagenverzeichnis	3
2.2	Abkürzungsverzeichnis	3
3	Situation vor Ort.....	4
4	Anforderungen zum Erschütterungsschutz.....	4
5	Angaben zur Messung.....	4
6	Beurteilung.....	4
6.1	Einwirkungen der Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150-2	4
6.2	Sekundärer Luftschall.....	7
7	Fazit, Empfehlungen	7

Anhänge

Anhang	Inhalt	Seite
A	Allgemeines zur Messung Allgemeines zur Durchführung der Schwingungsmessung am 11.08.2020 Lagepläne und Fotodokumentation der Messpositionen Anhaltswerte für Erschütterungsimmission und Sekundärem Luftschall	A1 A2-A3 A4
B	Exemplarische Messsignal, Zeitsignal und Frequenzspektrum	B1

1 Aufgabenstellung

Der Bezirk Hamburg-Nord plant die Aufstellung des Bebauungsplans „Hohenfelde 11“, siehe Anlage A, S. A2.

Das Plangebiet wird im Westen vom Mühlendamm, im Norden von der Güntherstraße und im Süden vom Wandsbeker Stieg begrenzt. Östlich des Plangebietes liegt die offene Bahntrasse der U-Bahnlinie U3. Auf den angrenzenden Flächen des Plangebietes sollen gemäß dem Bestand und mit Möglichkeiten für eine Neubebauung Gewerbegebiet und urbanes Gebiet mit einem Anteil Wohnen ausgewiesen werden.

Aufgrund des geringen Abstandes zur U-Bahnlinie sind relevante Erschütterungsimmissionen in den geplanten Gebäuden nicht auszuschließen. Vorliegendes Gutachten beurteilt die Erschütterungen sowie den daraus resultierenden sekundären Luftschall.

2 Unterlagen, Abkürzungen

2.1 Unterlagenverzeichnis

Nr.	Dokument	Bezeichnung / Beschreibung	
[1]	DIN 4150	Erschütterungen im Bauwesen	
	[1a]	Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen	2001-06
	[1b]	Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	1999-06
	[1c]	Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen	2016-12
[2]	DIN 45669	Messung von Schwingungsimmissionen	
	[2a]	Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung	2010-09
	[2b]	Teil 2: Messverfahren	2005-06
[3]	VDI 2038	Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen	
		Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik	
	[3a]	Blatt 1: Grundlagen – Methoden, Vorgehensweisen und Einwirkungen	2012-06
	[3b]	Blatt 2: Schwingungen und Erschütterungen	
		Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung	2013-01
	[3c]	Blatt 3: Sekundärer Luftschall – Grundlagen, Prognose, Messung	
		Beurteilung und Minderung	2013-11
[4]	DB RIL 820.2050	Grundlagen des Oberbaues – Erschütterungen und sekundärer Luftschall	2017-09
[5]	Planungsunterlagen	Verschiedene Planungsunterlagen vom AG bereitgestellt	2020-05

2.2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
WA / MI / GE	Wohn-/Misch-/Gewerbegebiet gemäß Baunutzungsverordnung (BauNVO)
BV	Bauvorhaben
MP	Messposition bzw. Messpunkt
$v / v_{0-P} / v_{RMS}$ [mm/s]	Schwinggeschwindigkeit / Amplitude / Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit
$a / a_{0-P} / a_{RMS}$ [m/s ²]	Schwingbeschleunigung / Amplitude / Effektivwert der Schwingbeschleunigung
$KB_F(t)$ [-]	bewertete Schwingstärke gemäß DIN 4150-2 ([1b]), per Definition dimensionslos

KB_{Fmax} [-]	Taktmaximalwert der bewerteten Schwingstärke nach [1b]
KB_{FTr} [-]	Beurteilungsschwingstärke, nach [1b] unter Berücksichtigung d. Einwirkungsdauer
$L_{A,m}$ [dB(A)]	Beurteilungspegel nach [4]

3 Situation vor Ort

Am Plangebiet herrschte am Tag der Messung normaler U-Bahn-Verkehr. Die U-Bahn Vorbeifahrten erfolgten pünktlich gemäß Fahrplan.

4 Anforderungen zum Erschütterungsschutz

Im Rahmen dieser Erschütterungsprognose werden gemäß DIN 4150 Teil 2 die Einwirkungen durch Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden betrachtet. Dies beinhaltet die Erschütterungsimmissionen als auch den sekundären Luftschall der durch Lärmabstrahlung schwingender Bauteile verursacht wird. Die Anhaltswerte für Erschütterungen gemäß DIN 4150, Teil 2 und die Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm sind auf der Anhangseite A4 aufgeführt.

5 Angaben zur Messung

Sämtliche Messungen wurden in allen drei Raumrichtungen x, y (horizontal) und z (vertikal) durchgeführt und ausgewertet, wobei z die maßgebende (vertikale) Raumrichtung ist.

Die Messpunkte MP1 und MP2 befinden sich im Freifeld, während Messpunkt MP 3 sich innerhalb eines Bestandsgebäudes an der bahnzugewandten Seite auf dem nicht unterkellerten Fundament befindet.

An allen Messpositionen wurde jeweils über eine Zeitdauer von ca. 30 Minuten gemessen, um die Zugvorbeifahrten komplett erfassen zu können. Für die Beurteilung wird die Zugvorbeifahrtzeitdauer mit 15 s angesetzt.

Die Beschreibung und Darstellung der Messaufbauten befindet sich in Anlage A. Ein exemplarisches, typisches Messsignal befindet sich in Anlage B, S. B1.

6 Beurteilung

6.1 Einwirkungen der Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150-2

Für die Beurteilung werden die an den Messpunkten gemessenen Signale zu Grunde gelegt. Zum Abgleich der KB_{Fmax} – Werte werden immer die A_u/A_o – Werte für die Nach verwendet.

Das Grundstück im südlichen Bereich entlang der U-Bahntrasse wird als „Mischgebiet“ eingestuft (auf Seite A2 gelb gekennzeichnet). Die nach dem Terzprognoseverfahren ermittelten maximalbewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} liegen größtenteils zwischen den für Mischgebiete definierten unteren Anhaltswerte $A_u = 0,15$ und oberen Anhaltswerte $A_o = 0,6$ (gemäß Abschnitt 6.5.3.5 aus [1b]).

Tabelle 1: Maximal bewertete Schwingstärken KB_{Fmax} bei verschiedenen Deckeneigenfrequenzen - Mischgebiet

		KBFmax		
		MP1 Z-U	MP2 Z-U	MP3 Z-U
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,145	0,133	0,053
	10 Hz	0,159	0,146	0,083
	12,5 Hz	0,187	0,166	0,088
	16 Hz	0,229	0,195	0,098
	20 Hz	0,315	0,234	0,119
	25 Hz	0,319	0,255	0,185
	31,5 Hz	0,410	0,349	0,215
	40 Hz	0,494	0,474	0,241
	50 Hz	0,313	0,355	0,180
	62,5 Hz	0,233	0,261	0,208
	80 Hz	0,203	0,215	0,105

Au	0,15
Ao	0,6

KBFmax <= Au
Au < KBFmax <= Ao
KBFmax > Ao

Das Grundstück im nördlichen Bereich entlang der U-Bahntrasse wird als „Gewerbegebiet“ eingestuft (auf Seite A2 grau gekennzeichnet). Die nach dem Terzprognoseverfahren ermittelten maximal bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} liegen größtenteils zwischen den für Gewerbegebiete definierten unteren Anhaltswerte $A_u = 0,2$ und oberen Anhaltswerte $A_o = 0,6$ (gemäß Abschnitt 6.5.3.5 aus [1b]).

 Tabelle 2: Maximal bewertete Schwingstärken KB_{Fmax} bei verschiedenen Deckeneigenfrequenzen - Gewerbegebiet

		KBFmax		
		MP1 Z-U	MP2 Z-U	MP3 Z-U
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,145	0,133	0,053
	10 Hz	0,159	0,146	0,083
	12,5 Hz	0,187	0,166	0,088
	16 Hz	0,229	0,195	0,098
	20 Hz	0,315	0,234	0,119
	25 Hz	0,319	0,255	0,185
	31,5 Hz	0,410	0,349	0,215
	40 Hz	0,494	0,474	0,241
	50 Hz	0,313	0,355	0,180
	62,5 Hz	0,233	0,261	0,208
	80 Hz	0,203	0,215	0,105

Au	0,2
Ao	0,6

KBFmax <= Au
Au < KBFmax <= Ao
KBFmax > Ao

Aufgrund der Überschreitungen erfolgt im nächsten Schritt die Beurteilung anhand der Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} . Hierzu sind die Zugzahlen und die Passierdauer notwendig. Die Zugzahlen laut Angabe der Hamburger Hochbahn sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Zugzahlen und Passierdauer der U-Bahn-Line U3

Zugtyp	Fahrplan Januar 2020		
	Tags (6-22Uhr)	Nachts (22-6Uhr)	Geschätzte Passier- dauer
Gleis F1 des S-Bahn-Tunnel zwischen Ohlsdorf und Flughafen			
U-Bahn	640	256	15 s

In Abhängigkeit von verschiedenen Deckeneigenfrequenzen sind in folgenden Tabellen für tags und nachts die KB_{FT_r} - Werte mit den jeweiligen Anhaltswerten A_r für das Mischgebiet aufgeführt.

 Tabelle 4: KB_{FT_r} - Werte aller Messpunkte in Z-Richtung - Mischgebiet

		KBFT _r tags			KBFT _r nachts		
		MP1 Z	MP2 Z	MP3 Z	MP1 Z	MP2 Z	MP3 Z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,056	0,051	0,021	0,050	0,046	0,018
	10 Hz	0,061	0,056	0,032	0,055	0,050	0,029
	12,5 Hz	0,072	0,064	0,034	0,064	0,057	0,030
	16 Hz	0,088	0,075	0,038	0,079	0,067	0,034
	20 Hz	0,121	0,090	0,046	0,108	0,080	0,041
	25 Hz	0,123	0,098	0,071	0,110	0,088	0,064
	31,5 Hz	0,158	0,134	0,083	0,141	0,120	0,074
	40 Hz	0,190	0,182	0,093	0,170	0,163	0,083
	50 Hz	0,121	0,137	0,069	0,108	0,122	0,062
	62,5 Hz	0,090	0,100	0,080	0,080	0,090	0,072
80 Hz	0,078	0,083	0,040	0,070	0,074	0,036	

	Mischgebiet	Gewerbegebiet
Ar tags	0,1	0,15
Ar nachts	0,07	0,1

KBFT _r <= Ar Mischgebiet
Ar Mischgebiet < KBFT _r <= Ar Gewerbegebiet
KBFT _r > Ar Gewerbegebiet

 Tabelle 5: KB_{FT_r} - Werte aller Messpunkte in Z-Richtung – Gewerbegebiet (nur tags)

		KBFT _r tags		
		MP1 Z	MP2 Z	MP3 Z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,056	0,051	0,021
	10 Hz	0,061	0,056	0,032
	12,5 Hz	0,072	0,064	0,034
	16 Hz	0,088	0,075	0,038
	20 Hz	0,121	0,090	0,046
	25 Hz	0,123	0,098	0,071
	31,5 Hz	0,158	0,134	0,083
	40 Hz	0,190	0,182	0,093
	50 Hz	0,121	0,137	0,069
	62,5 Hz	0,090	0,100	0,080
80 Hz	0,078	0,083	0,040	

	Gewerbegebiet	Industriegebiet
Ar tags	0,15	0,2
Ar nachts	0,1	0,15

KBFT _r <= Ar Gewerbegebiet
Ar Gewerbegebiet < KBFT _r <= Ar Industriegebiet
KBFT _r > Ar Industriegebiet

Im Falle der Gebietseinstufung „Mischgebiet“ werden die Anforderungen der Norm nur für Deckeneigenfrequenzen < 16 Hz eingehalten. Dies liegt neben der sehr hohen angenommenen Zugzahl daran, dass der maßgebende Frequenzanteil der U-Bahnvorbeifahrten bei ca. 30-35 Hz liegt und somit Deckeneigenfrequenzen in diesem Frequenzbereich verhältnismäßig stark anregt, s. S. B1, auf welcher exemplarisch das Spektrum einer Zugvorbeifahrt darstellt ist.

6.2 Sekundärer Luftschall

Der durch schwingende Gebäudeteile erzeugte sekundäre Luftschall wurde ebenfalls ausgewertet, siehe hierzu Tabelle 6. Hierbei wird deutlich, dass die prognostizierten $L_{A,m}$ – Werte die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm nachts an allen Messpunkten bei Deckeneigenfrequenzen oberhalb von 25 Hz überschreiten, was lediglich für das Mischgebiet relevant ist. Für das Gewerbegebiet ist ausschließlich $L_{A,m}$ tags relevant.

Tabelle 6: $L_{A,m}$ – Werte aller Messpunkte mit Bewertung

		Lam tags					Lam nachts		
		MP1 Z	MP2 Z	MP3 Z			MP1 Z	MP2 Z	MP3 Z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	22,300	22,900	17,100	Eigenfrequenz Decke	8 Hz	21,300	21,900	16,100
	10 Hz	22,400	23,100	17,100		10 Hz	21,500	22,100	16,100
	12,5 Hz	22,900	23,400	17,200		12,5 Hz	22,000	22,500	16,100
	16 Hz	23,600	24,000	17,600		16 Hz	22,600	23,000	16,200
	20 Hz	24,100	24,500	19,600		20 Hz	23,100	23,600	16,600
	25 Hz	25,100	25,300	21,200		25 Hz	24,100	24,300	18,800
	31,5 Hz	26,900	26,500	22,900		31,5 Hz	25,900	25,600	21,800
	40 Hz	28,800	28,500	25,900		40 Hz	27,800	27,500	24,900
	50 Hz	27,500	28,500	26,600		50 Hz	26,500	27,500	25,600
	62,5 Hz	26,900	28,400	28,900		62,5 Hz	25,900	27,500	28,000
	80 Hz	26,700	28,300	27,900		80 Hz	25,700	27,300	26,900

Immissionsrichtwerte tags	Immissionsrichtwerte nachts	Lam <= Immissionsrichtwerte
35	25	Lam > Immissionsrichtwerte

7 Fazit, Empfehlungen

- Mischgebiet:
 - o Die Auswertung gemäß DIN 4150-2 („Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden“) für Deckeneigenfrequenzen oberhalb von 16 Hz ergibt sowohl tags als auch nachts an allen Messpunkten Überschreitungen des Anhaltwertes.
 - o Nachts bestehen auf Grund der ermittelten Erschütterungen Beeinträchtigungen durch sekundären Luftschall. Die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm werden bei Deckeneigenfrequenzen oberhalb 25 Hz überschritten.
- Gewerbegebiet:
 - o Bei Deckeneigenfrequenzen zwischen 30 und 40 Hz sind gemäß DIN 4150-2 („Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden“) tags leichte Überschreitungen der Anhaltswerte zu verzeichnen. Die Nachtzeit wird nicht beurteilt.
 - o Der sekundäre Luftschall ist unkritisch, da tags keine Überschreitungen zu verzeichnen sind und die Nacht für Gewerbegebiete nicht relevant ist.

Empfehlungen für Mischgebiet:

- Grundsätzlich empfehlen wir, das Fundament großzügig zu dimensionieren und Untergeschosse als steife Stahlbetonkästen auszubilden.
- Deckeneigenfrequenzen oberhalb von 16 Hz sollten vermieden werden. Dies kann durch die Ausbildung entsprechender Deckenstärken und –spannweiten erreicht werden.

- Alternativ hierzu ist eine elastische Gebäudelagerung vorzusehen. Sie ist so auszulegen, dass ab einer Erregerfrequenz von 16 Hz eine isolierende Wirkung bereitsteht, so dass die Anhaltswerte eingehalten werden.
- Um die Erschütterungsübertragung auf den Bereich der Gründungssohle zusätzlich zu begrenzen, wird eine seitliche Entkopplung der Außenwände mit körperschalldämmenden Matten empfohlen (vertikale Anordnung unmittelbar an der Außenwand/Schlitzwand). Diese Entkopplung ist über die gesamte Außenwand entlang der Bahnlinie auszuführen.

Höchberg / Hamburg, Bi / Ri

Allgemeines zur Durchführung der Schwingungsmessungen am 13.08.2020

Messdauer: Von ca. 10:00 bis 12.00 Uhr vor Ort,

Messaufbauten: 3 Messpositionen

Verursacher: U-Bahn-Strecke

Messpositionen: MP1 – MP3:

MP1: Freifeld Betonmauer 3m von Gleisen entfernt

MP2: Freifeld Parkplatz 13,5m von Gleisen entfernt

MP3: Fundament in Bestandsgebäude (Pension) 10m von Gleisen entfernt

Details s. S. A2.

Messrichtungen für Messpositionen MP1 - MP3

x-Richtung: senkrecht zu den Gleisen

y-Richtung: parallel zu den Gleisen

z-Richtung: vertikal nach oben

An allen Messpunkten wurde jeweils triaxial gemessen;
Ankopplung der Messaufnehmer gemäß DIN 45669.

Messkette:

Geschwindigkeitsaufnehmer:

SM-6/VS-3D Geophone von Sensor Nederland,

3D mit Funkknoten Red-Sens, Hersteller Elovis GmbH

Mess- und Auswertesoftware:

MEDA 2018-1 von WÖLFEL Monitoring Systems GmbH + Co. KG

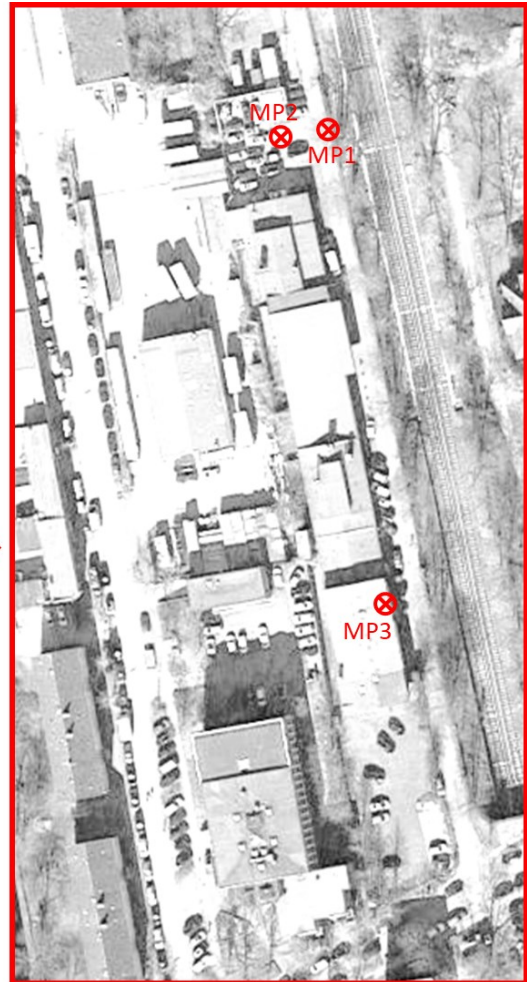
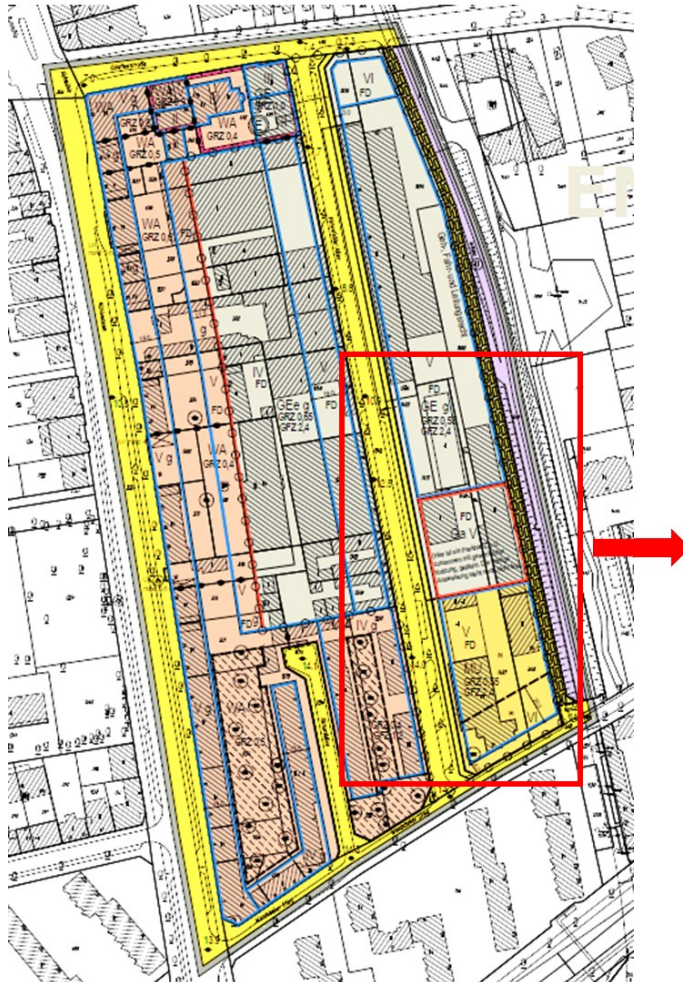
Die Messkette wurde vor und nach der Messung überprüft. Bei der Ermittlung KBF-bewerteter Größen können Messunsicherheiten bis zu 15 % auftreten.

Umgebung:

Die Messung fand bei ca. 20° C und leichtem Niederschlag statt.

Für die Messdurchführung war [REDACTED], Wölfel Engineering GmbH + Co. KG verantwortlich.

Lageplan mit Messpositionen MP1 – MP3



Fotos des Messortes



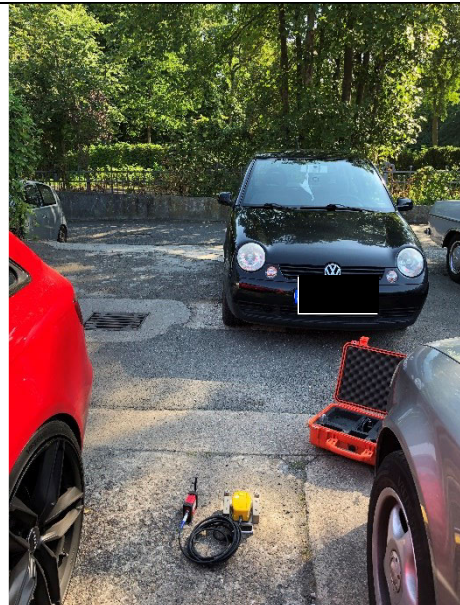
Messpunkt MP1 – Ansicht mit U-Bahngleis



Messpunkte MP1 – Blickrichtung Norden



Messpunkt MP1 – auf Höhe von MP2



Messpunkt MP2



Messpunkt MP2 – Blickrichtung Westen



Messpunkt MP1 – Blickrichtung Süden mit MP3 in Pension (Pfeil)

Beurteilungswerte für Erschütterungen und Sekundärem Luftschall

Tab. A1: Anhaltswerte A_i für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen (Tabelle 1 aus DIN 4150-2)

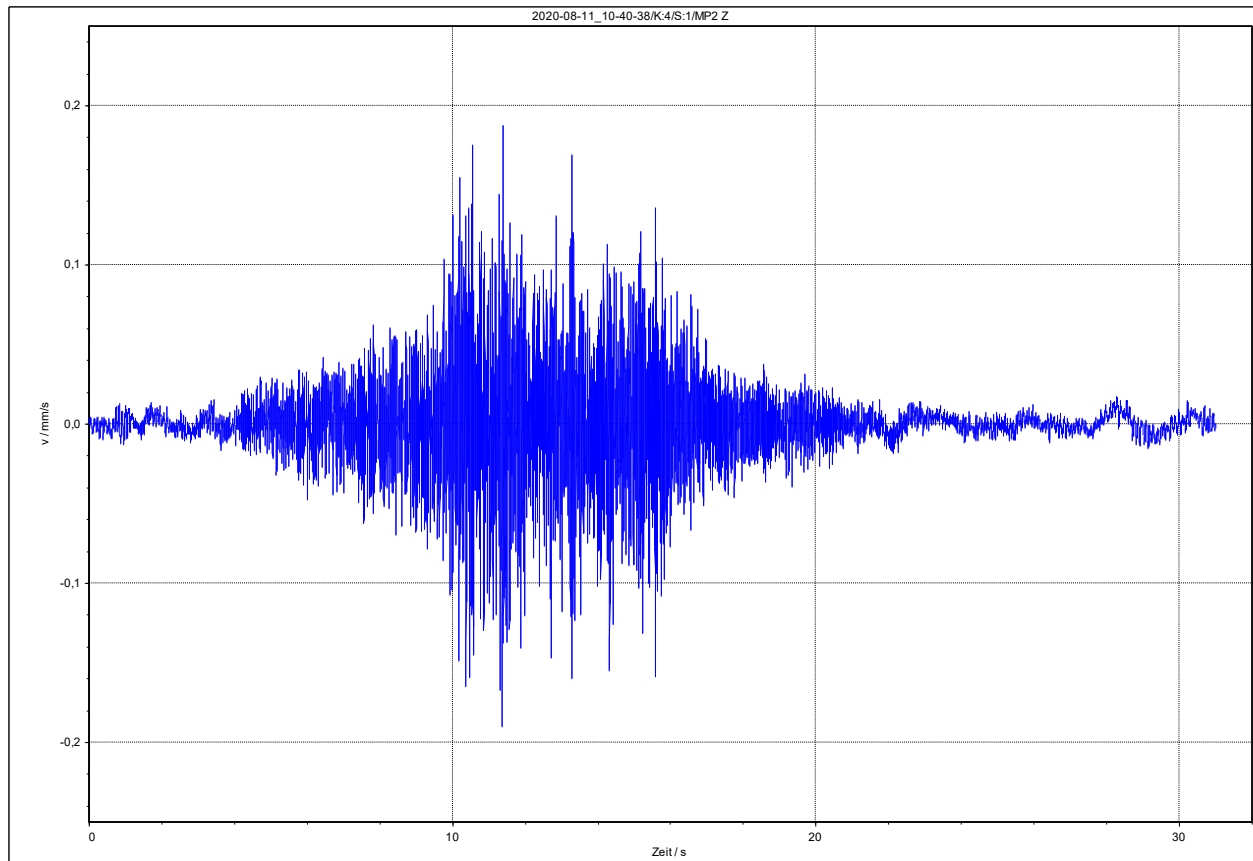
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9).	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8).	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5).	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2).	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Tab. A2: Immissionsrichtwerte in Wohn- und Schlafräumen nach TA-Lärm

Wohn- und Schlafräume	Mittlerer Pegel in dB(A)	Maximalpegel in dB(A)
Tageszeit 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr	35	45
Nachtzeit 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr	25	35

Zeitsignal einer U-Bahn-Vorbeifahrt am MP2 in z-Richtung



Frequenzspektrum einer U-Bahn-Vorbeifahrt am MP 2 in z-Richtung

