

**Bebauungsplan „Barmbek-Nord 60“
Erschütterungsmessung und Prognose infolge Schienenverkehr**

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

Berichtsnummer: Y0704.002.02.001

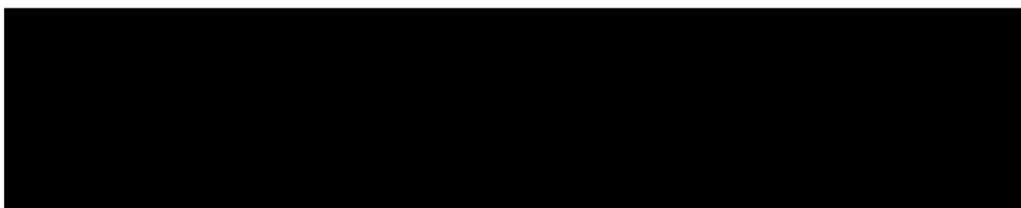
Dieser Bericht umfasst 7 Seiten Text und 15 Seiten Anhang.



Akkreditierung nach
DIN EN ISO/IEC 17025
für die Prüfarten Geräusche,
Erschütterungen und Bauakus-
tik

Hamburg, 17.08.2020

Bekanntgegebene
Messstelle nach
§ 29b BImSchG
für Geräusche und
Erschütterungen



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	17.08.2020	-	-	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.....	6
7	Fazit, Empfehlungen	7

Anhänge

Anhang	Inhalt	Seite
A	Allgemeines zur Messung Allgemeines zur Durchführung der Schwingungsmessung am 12.08.2020 Lagepläne und Fotodokumentation der Messpositionen Anhaltswerte für die Erschütterungsimmissionen und Sekundärem Luftschall	A1 A2-A6 A7
B	Exemplarische Messsignale, Zeitsignale und Frequenzspektren	B1-B8

1 Aufgabenstellung

Der Bezirk Hamburg-Nord plant die Aufstellung des Bebauungsplans „Barmbek-Nord 60“.

Das Plangebiet liegt südlich der Hellbrookstraße, westlich des Rübenkamps und der Hufnerstraße sowie nordöstlich der Gleisanlagen der Güterumgehungsbahn, S- und U-Bahn im Stadtteil Barmbek-Nord. Im Norden quert die auf einem Viadukt geführte Bahntrasse der U-Bahnlinie U3 das Plangebiet. Auf den Flächen des Plangebietes sollen ein Kerngebiet im Süden, Flächen für Gemeinbedarf nördlich an das Kerngebiet angrenzend sowie ein Skate-Park im Norden ausgewiesen werden. Die Flächen für Gemeinbedarf sind im speziellen für eine Kita, einen Bauspielplatz sowie soziale Einrichtung vorgesehen.

Aufgrund des geringen Abstandes zur Güterumgehungsbahn und S- sowie 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
[6]	Planausschnitte	OpenStreetMap	2020-08

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]	Schwingungsgeschwindigkeit / Amplitude / Effektivwert der Schwingungsgeschwindigkeit
$KB_F(t)$ [-]	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- und S-Bahn-Verkehr. Die U- und S-Bahn Vorbeifahrten erfolgten pünktlich gemäß Fahrplan. Zusätzlich konnten zwei Güterzugvorbeifahrten um 11:59 und 12:43 Uhr messtechnisch erfasst werden.

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 A7 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 MP 1 bis MP 5 befinden sich im Freifeld auf dem Parkplatz südlich der Hellbrookstraße, während Messpunkt MP 6 sich an der Außenwand des Kita-Gebäudes an der bahnzugewandten Seite auf dem nicht unterkellerten Fundament befindet. Die Güterzüge wurden an allen sechs MP erfasst. Die S-Bahn an allen MP außer an MP 4 und die U-Bahn an allen MP außer an MP 6. An allen Messpositionen wurde jeweils über eine Zeitdauer von ca. 2 Stunden gemessen, um die Zugvorbeifahrten komplett erfassen zu können.

Die Beschreibung und Darstellung der Messaufbauten befindet sich in Anlage A. Exemplarische, typische Messsignale der unterschiedlichen Zugtypen sowie zugehörige Frequenzspektren befinden sich in Anlage B.

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. Die Grundstücke werden als „Mischgebiet“ eingestuft. Die nach dem Terzprognoseverfahren ermittelten maximalbewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} liegen für die S- und U-Bahn größtenteils unterhalb des für Mischgebiete definierten unteren Anhaltswertes $A_u = 0,15$ (siehe Tabelle 1). Für die Güterzüge liegen die Werte fast ausschließlich zwischen dem unteren Anhaltswert $A_u = 0,15$ und dem oberen Anhaltswert $A_o = 0,6$. Teilweise kommt es auch zu Überschreitungen des oberen Anhaltswertes A_o . Zum Abgleich der KB_{Fmax} – Werte werden immer die A_u/A_o – Werte für die Nacht verwendet.

Tabelle 1: KB_{Fmax} – Werte der drei unterschiedlichen Zugtypen der sechs Messpunkte in z-Richtung mit Bewertung

KBFmax		S-Bahn					
		MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP 4 z	MP 5 z	MP 6 z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,120	0,098	0,096		0,093	0,222
	10 Hz	0,153	0,151	0,148		0,126	0,221
	12,5 Hz	0,135	0,151	0,139		0,104	0,178
	16 Hz	0,109	0,117	0,128		0,098	0,147
	20 Hz	0,080	0,084	0,097		0,074	0,095
	25 Hz	0,077	0,072	0,079		0,071	0,075
	31,5 Hz	0,079	0,078	0,067		0,072	0,065
	40 Hz	0,071	0,066	0,057		0,058	0,062
	50 Hz	0,059	0,054	0,049		0,049	0,060
	62,5 Hz	0,053	0,049	0,046		0,044	0,058
80 Hz	0,050	0,047	0,045		0,043	0,058	

KBFmax		U-Bahn					
		MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP 4 z	MP 5 z	MP 6 z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,112	0,132	0,145	0,186	0,108	
	10 Hz	0,202	0,232	0,269	0,380	0,211	
	12,5 Hz	0,179	0,197	0,264	0,366	0,186	
	16 Hz	0,128	0,153	0,206	0,267	0,130	
	20 Hz	0,098	0,123	0,164	0,211	0,096	
	25 Hz	0,075	0,108	0,157	0,190	0,076	
	31,5 Hz	0,067	0,102	0,119	0,208	0,072	
	40 Hz	0,062	0,081	0,097	0,188	0,061	
	50 Hz	0,056	0,069	0,085	0,143	0,055	
	62,5 Hz	0,052	0,064	0,080	0,132	0,053	
80 Hz	0,050	0,062	0,079	0,145	0,051		

KBFmax		Güterzug					
		MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP 4 z	MP 5 z	MP 6 z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,381	0,372	0,390	0,343	0,347	0,393
	10 Hz	0,466	0,491	0,469	0,591	0,437	0,379
	12,5 Hz	0,458	0,411	0,530	0,433	0,382	0,256
	16 Hz	0,372	0,360	0,401	0,398	0,349	0,196
	20 Hz	0,385	0,332	0,294	0,298	0,338	0,137
	25 Hz	0,345	0,392	0,247	0,226	0,332	0,111
	31,5 Hz	0,405	0,577	0,275	0,221	0,387	0,106
	40 Hz	0,461	0,704	0,282	0,263	0,418	0,105
	50 Hz	0,315	0,432	0,204	0,195	0,281	0,099
	62,5 Hz	0,242	0,314	0,175	0,180	0,221	0,096
80 Hz	0,219	0,281	0,166	0,198	0,200	0,094	

Au	0,15
Ao	0,6

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

Aufgrund der Überschreitungen der Anhaltswerte folgt im nächsten Schritt die Beurteilung anhand der Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} . Hierzu sind die Zugzahlen und die Passierdauern notwendig. Die Zugzahlen laut Angabe der Hamburger Hochbahn und der DB sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 2: Zugzahlen und Passierdauer der drei gemessenen Zugtypen.

Zugtyp	Verwendete prognostizierte Zugzahlen 2030 [-]		Geschätzte Passierdauer
	Tags (6-22 Uhr)	Nachts (22-6 Uhr)	
Güterzüge, Strecke 1234	28	25	60 s
S-Bahn, Strecke 1241	264	44	30 s
U-Bahn	640	256	15 s

In Abhängigkeit von verschiedenen Deckeneigenfrequenzen sind in Tabelle 3 für tags und nachts die KB_{FT} -Werte mit den jeweiligen Anhaltswerten A_r aufgeführt. Die Anforderungen der Norm werden nicht für alle angegebenen Deckeneigenfrequenzen eingehalten. Vor allem im Frequenzbereich von 8-16 Hz kommt es an fast allen Messpunkten zu Überschreitungen der Anhaltswerte. Dies liegt neben den sehr hohen Zugzahlen vor allem der U-Bahn daran, dass der maßgebende Frequenzanteil aller gemessener Zugtypen bei ca. 5-20 Hz liegt und somit Deckeneigenfrequenzen in diesem Frequenzbereich verhältnismäßig stark anregt. Auf den Seiten im Anhang B sind exemplarisch Spektren unterschiedlicher Zugvorbeifahrt darstellt, wo dies abzulesen ist. Auch bei 40 Hz kommt es zu einer deutlichen Überschreitung. Dies resultiert daraus, dass die Spektren der Güterzugvorbeifahrten einen zweiten ausgeprägten Peak bei ca. 35-40 Hz besitzen. Siehe hierzu die Seiten B2, B7 und B8 im Anhang B.

Tabelle 3: KB_{FT_r} – Werte der sechs Messpunkte für tags und nachts mit Bewertung

KB_{FT_r} tags		Ohne U-Bahn					
		MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP 4 z	MP 5 z	MP 6 z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,068	0,070	0,075	0,082	0,062	0,071
	10 Hz	0,102	0,112	0,122	0,161	0,100	0,070
	12,5 Hz	0,093	0,097	0,123	0,149	0,088	0,053
	16 Hz	0,070	0,077	0,097	0,112	0,068	0,043
	20 Hz	0,061	0,064	0,075	0,088	0,057	0,028
	25 Hz	0,052	0,064	0,069	0,078	0,051	0,022
	31,5 Hz	0,056	0,079	0,058	0,084	0,055	0,020
	40 Hz	0,060	0,088	0,051	0,078	0,055	0,019
	50 Hz	0,044	0,057	0,042	0,059	0,040	0,019
	62,5 Hz	0,037	0,045	0,038	0,055	0,034	0,018
80 Hz	0,034	0,042	0,037	0,060	0,032	0,018	

KB_{FT_r} nachts		Ohne U-Bahn					
		MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP 4 z	MP 5 z	MP 6 z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,072	0,074	0,079	0,083	0,066	0,068
	10 Hz	0,102	0,111	0,119	0,159	0,100	0,066
	12,5 Hz	0,095	0,095	0,123	0,142	0,088	0,047
	16 Hz	0,073	0,078	0,095	0,110	0,071	0,036
	20 Hz	0,068	0,067	0,073	0,086	0,062	0,025
	25 Hz	0,060	0,071	0,067	0,074	0,058	0,020
	31,5 Hz	0,067	0,095	0,059	0,079	0,065	0,019
	40 Hz	0,074	0,111	0,055	0,076	0,067	0,018
	50 Hz	0,052	0,070	0,043	0,058	0,047	0,017
	62,5 Hz	0,042	0,053	0,039	0,053	0,039	0,017
80 Hz	0,038	0,048	0,038	0,058	0,036	0,017	

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

$KB_{FT_r} \leq Ar$ Mischgebiet
Ar Mischgebiet < $KB_{FT_r} \leq Ar$ Gewerbegebiet
$KB_{FT_r} > Ar$ Gewerbegebiet

Für die Grundstücke der Kindertagesstätte sowie des Bauspielplatzes werden die KB_{FT_r} - Werte zusätzlich ohne den Einfluss der U-Bahn berechnet, da die U-Bahngleise in größerer Entfernung zu diesen Grundstücken verlaufen und damit der Einfluss vernachlässigt werden kann. Die Ergebnisse sind Tabelle 4 zu entnehmen. Doch auch ohne die U-Bahn kommt es nachts zu Überschreitung der Anhaltswerte im Frequenzbereich von 10, 12,5, 31,5 und 40 Hz.

 Tabelle 4: KB_{FT_r} – Werte ohne U-Bahn der sechs Messpunkte für tags und nachts mit Bewertung

KB_{FT_r} tags		Ohne U-Bahn					
		MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP 4 z	MP 5 z	MP 6 z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,053	0,049	0,050	0,039	0,046	0,071
	10 Hz	0,065	0,067	0,065	0,067	0,059	0,070
	12,5 Hz	0,062	0,060	0,069	0,049	0,051	0,053
	16 Hz	0,050	0,050	0,056	0,045	0,047	0,043
	20 Hz	0,048	0,043	0,041	0,034	0,043	0,028
	25 Hz	0,044	0,048	0,034	0,026	0,042	0,022
	31,5 Hz	0,050	0,068	0,035	0,025	0,048	0,020
	40 Hz	0,055	0,082	0,035	0,030	0,050	0,019
	50 Hz	0,039	0,051	0,026	0,022	0,034	0,019
	62,5 Hz	0,031	0,038	0,023	0,020	0,027	0,018
80 Hz	0,028	0,034	0,022	0,023	0,025	0,018	

KB_{FT_r} nachts		Ohne U-Bahn					
		MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP 4 z	MP 5 z	MP 6 z
Eigenfrequenz Decke	8 Hz	0,061	0,058	0,061	0,052	0,055	0,068
	10 Hz	0,074	0,078	0,074	0,090	0,069	0,066
	12,5 Hz	0,072	0,066	0,083	0,066	0,060	0,047
	16 Hz	0,059	0,057	0,064	0,061	0,055	0,036
	20 Hz	0,060	0,052	0,047	0,045	0,053	0,025
	25 Hz	0,054	0,060	0,039	0,034	0,052	0,020
	31,5 Hz	0,063	0,088	0,043	0,034	0,060	0,019
	40 Hz	0,071	0,108	0,044	0,040	0,064	0,018
	50 Hz	0,049	0,066	0,032	0,030	0,043	0,017
	62,5 Hz	0,038	0,048	0,027	0,027	0,034	0,017
80 Hz	0,034	0,043	0,026	0,030	0,031	0,017	

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

$KB_{FT_r} \leq Ar$ Mischgebiet
Ar Mischgebiet < $KB_{FT_r} \leq Ar$ Gewerbegebiet
$KB_{FT_r} > Ar$ Gewerbegebiet

6.2 Sekundärer Luftschall

Der durch schwingende Gebäudeteile erzeugte sekundäre Luftschall wurde ebenfalls ausgewertet. Die prognostizierten $LA_{A,m}$ – Werte sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm werden an allen Messpunkten bei allen Frequenzen eingehalten.

Tabelle 5: $L_{A,m}$ – Werte der sechs Messpunkte mit Bewertung

Lam tags								Lam nachts							
		MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP4 z	MP 5 z	MP 6 z			MP 1 z	MP 2 z	MP 3 z	MP4 z	MP 5 z	MP 6 z
8 Hz		14,1	14,1	13,4	18,7	13,3	10,6	8 Hz		14,1	14,3	12,8	17,2	13,1	9,0
10 Hz		14,4	14,4	13,8	18,9	13,6	11,1	10 Hz		14,4	14,6	13,2	17,4	13,4	9,5
12,5 Hz		15,0	15,1	14,5	19,3	14,2	11,8	12,5 Hz		15,0	15,3	13,9	17,8	14,0	10,3
16 Hz		15,6	15,8	15,4	20,1	14,8	12,9	16 Hz		15,6	16,0	14,8	18,5	14,7	11,4
20 Hz		16,3	16,5	16,3	20,6	15,5	13,5	20 Hz		16,3	16,5	15,7	19,1	15,4	11,9
25 Hz		17,4	17,7	17,5	21,5	16,7	14,2	25 Hz		17,4	17,8	16,8	19,9	16,6	12,6
31,5 Hz		18,8	19,3	18,2	22,7	18,1	14,4	31,5 Hz		19,0	19,6	17,7	21,1	18,1	12,8
40 Hz		19,9	20,2	18,6	23,2	18,5	15,0	40 Hz		20,2	20,9	18,4	21,6	18,8	13,5
50 Hz		19,2	18,8	17,8	22,6	17,8	15,0	50 Hz		19,2	19,1	17,3	21,1	17,7	13,4
62,5 Hz		19,0	18,3	18,0	23,7	17,9	14,7	62,5 Hz		18,6	18,1	17,2	22,2	17,6	13,1
80 Hz		19,2	18,5	18,8	26,1	18,8	15,4	80 Hz		18,6	18,0	17,8	24,6	18,1	13,8

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

7 Fazit, Empfehlungen

- Die Auswertung gemäß DIN 4150-2 („Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden“) ergibt für die Grundstücke mit Einfluss der U-Bahn für Deckeneigenfrequenzen von 8 bis 50 Hz nachts an fast allen Messpunkten Überschreitungen des Anhaltswertes für Mischgebiete.
- Für die Grundstücke ohne Einfluss der U-Bahn kommt es für Deckeneigenfrequenzen von 10, 12,5, 31,5 und 40 Hz zu Überschreitungen des Anhaltswertes für Mischgebiete.
- Die Prognose ergibt keine Beeinträchtigungen durch sekundären Luftschall. Die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm werden bei keinen Deckeneigenfrequenzen überschritten.

Empfehlungen:

- Grundsätzlich empfehlen wir, das Fundament großzügig zu dimensionieren und Untergeschosse als steife Stahlbetonkästen auszubilden.
- Bei der Bebauung der Grundstücke der Kindertagesstätte sowie des Bauspielplatzes sollten Deckeneigenfrequenzen in Frequenzbereich von 10-12,5 Hz und 31,5-40 Hz vermieden werden. Dies kann durch die Ausbildung entsprechender Deckenstärken und –spanweiten erreicht werden.
- Kann einer der genannten Frequenzbereiche nicht durch eine entsprechende Ausbildung der Decken vermieden werden, ist alternativ hierzu eine elastische Gebäudelagerung vorzusehen. Sie ist so auszu-legen, dass bei Erregung in den Frequenzen der oben genannten Deckeneigenfrequenzbereiche eine isolierende Wirkung bereitsteht, so dass die Anhaltswerte eingehalten werden. Dabei gilt zu beachten, dass sie Wirksamkeit der elastischen Gebäudelagerung für den Bereich von 31,5-40 Hz größer einzu-schätzen ist.
- 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 Au-ßenwand entlang der Bahnlinie auszuführen.

 Hamburg, XXXXXXXXXX

Messdurchführung, Messtechnik, Messpositionen

Messzeit / Messorte: 12.08.2020; 10:30 – 13:00 Uhr

Kita Elbkinder, Rübenkamp 15, 22305 Hamburg
Parkplatz, Rübenkamp 35, 22305 Hamburg

Anmerkungen: Messung zur Ermittlung der Erschütterungsimmissionen infolge des Schienenverkehrs auf den Strecken der U-Bahn, S-Bahn und der Güterumgebungsbahn.

Messpunkte (MP): MP 1: auf dem Parkplatz auf Pflastersteinen in ca. 20 m Entfernung zum Gleis der Güterumgehungsstrecke
MP 2: auf dem Parkplatz auf Pflastersteinen in ca. 32 m Entfernung zum Gleis der Güterumgehungsstrecke
MP 3: auf dem Parkplatz auf Pflastersteinen in ca. 42 m Entfernung zum Gleis der Güterumgehungsstrecke
MP 4: auf dem Parkplatz auf Pflastersteinen in ca. 58 m Entfernung zum Gleis der Güterumgehungsstrecke
MP 5: auf dem Parkplatz auf Pflastersteinen in ca. 20 m Entfernung zum Gleis der Güterumgehungsstrecke
MP 6: auf dem Grundstück der Kita außen an der Hauswand in ca. 60 m Entfernung zum Gleis der Güterumgehungsstrecke

x-Richtung: horizontal, senkrecht zur Bahntrasse
y-Richtung: horizontal, parallel zur Bahntrasse
z-Richtung: vertikal

An den Erschütterungsmesspunkten wurde jeweils triaxial gemessen.
Ankopplung der Erschütterungsmessgeräte gemäß DIN 45669

Messaufnehmer: MP 1 ÷ MP 4: SM-6 Geophone von Sensor Nederland, 3D mit Funkknoten Red-Sens, Hersteller Elovis GmbH
MP 5 ÷ MP 6: Geschwindigkeitsaufnehmer MS 3003 von Syscom Instruments

Messgröße der Erschütterungsmesspunkte (MP): Schwinggeschw.: $v = v(t)$ [mm/s]
triaxiale Geschwindigkeitssensoren gemäß DIN 45669-1

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

Messdatenerfassung und -verarbeitung: MP 1 ÷ MP 4: DELL Latitude 5580 mit Mini-Router GL-AR300M

Mess- und Auswertungssoftware MEDA
WÖLFEL Monitoring Systems GmbH + Co. KG, Höchberg bei Würzburg

Umfeldbedingungen: Während der Messungen wurden Vorbeifahrten von U- und S-Bahnen sowie von Güterzügen auf den umliegenden Gleisen in verschiedenen Fahrtrichtungen gemessen. Die Umweltbedingungen waren trocken und sonnig bei ca. 25°C.

Für die Durchführung der Messung verantwortlich war [REDACTED], assistierend tätig war [REDACTED] (beide Fa. Wölfel, Hamburg).

Lagepläne der Messorte und –punkte am der Messung am 12.08.2020

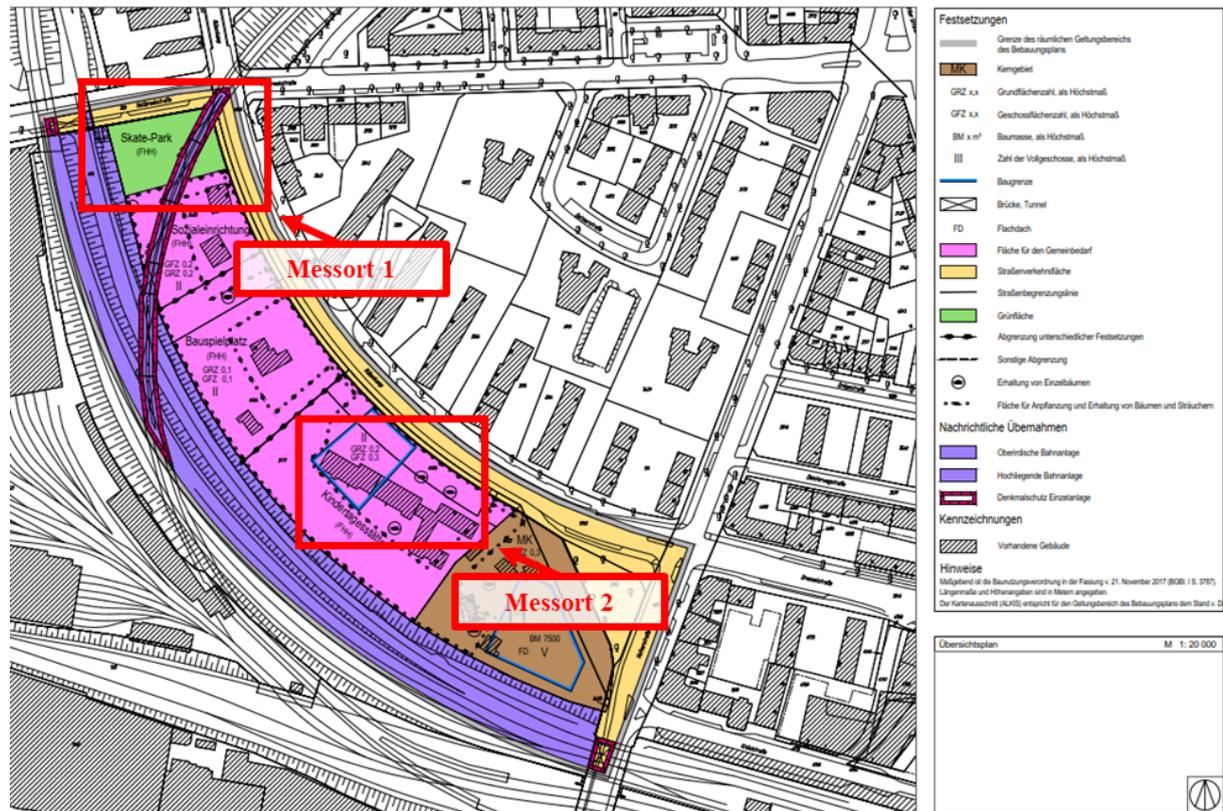


Abbildung A1: Lageplan der zwei Messorte [5]

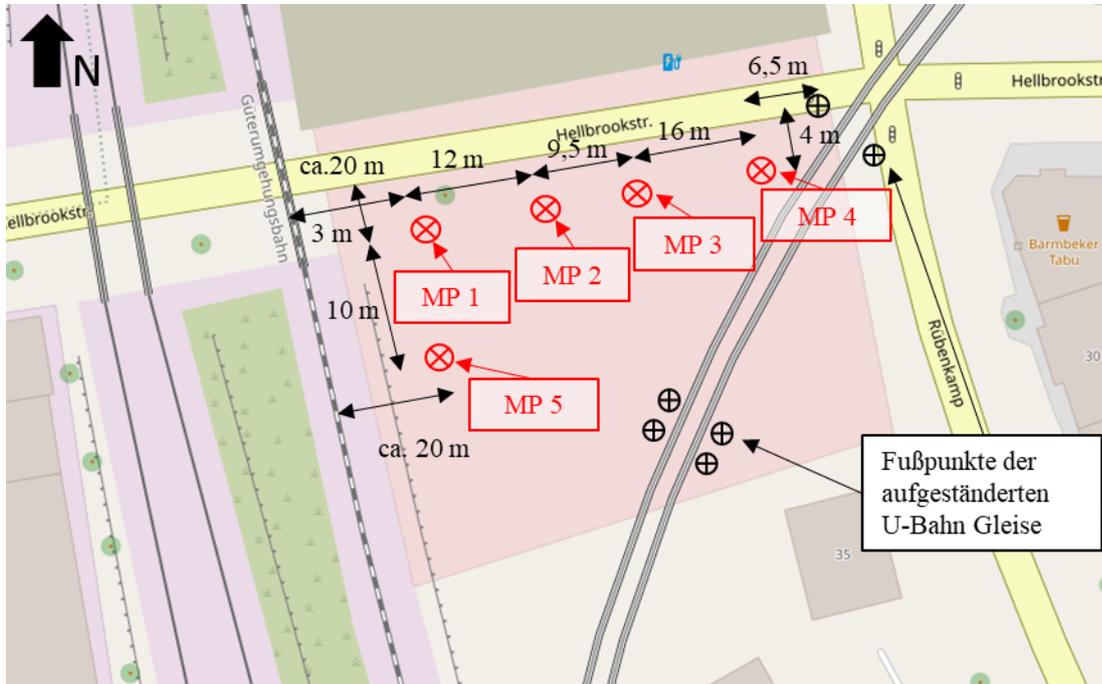


Abbildung A2: Messort 1, Lageplan der Messpunkte 1÷5 [6]



Abbildung A3: Messort 2, Lageplan des Messpunktes 6 [6]

Fotodokumentation der Messung am 12.08.2020

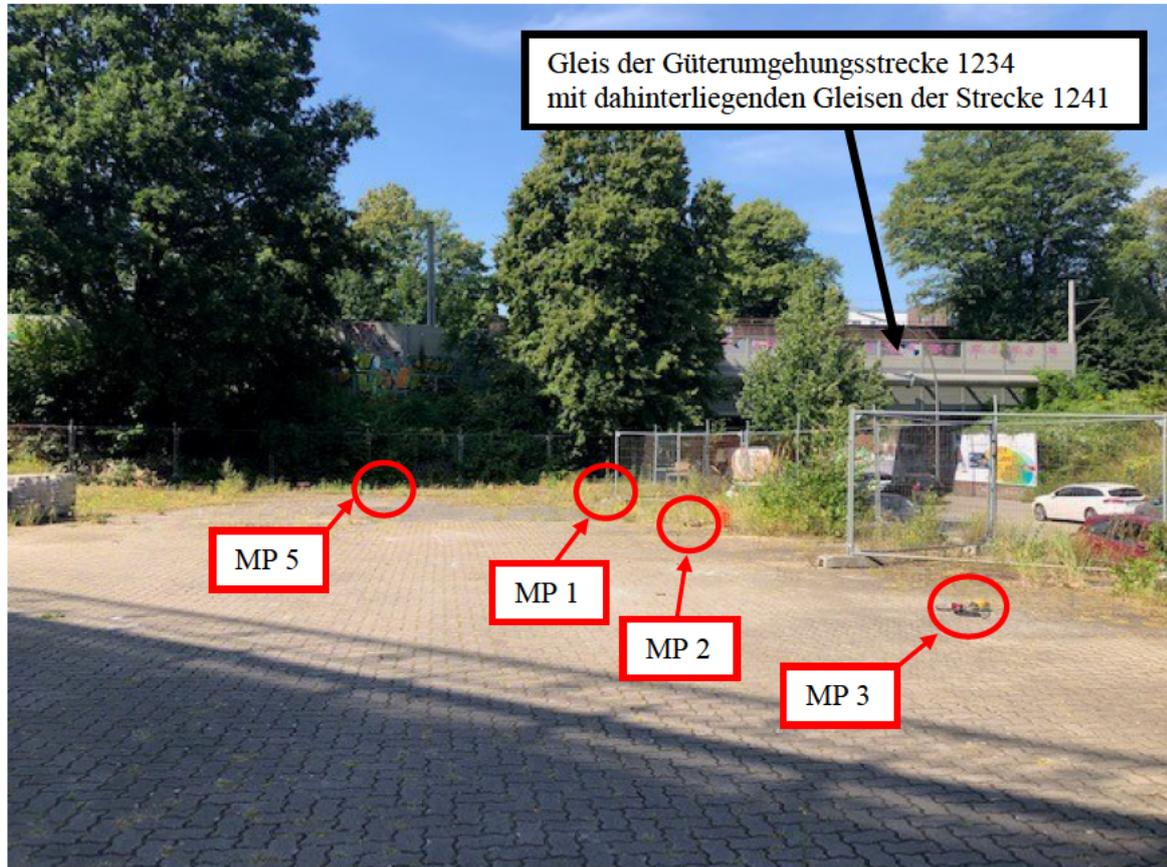


Abbildung A4: Messort 1, Messpunkte 1, 2, 3 und 5 auf dem Parkplatz



Abbildung A5: Messort 1, Messpunkte 1, 2 und 3 auf dem Parkplatz



Abbildung A6: Messort 1, Messpunkt 4 auf dem Parkplatz



Abbildung A7: Messort 1, Messpunkt 5 auf dem Parkplatz



Abbildung A8: Messort 2, Messpunkt 6 an der Hauswand der Kita Elbkinder

Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungen nach DIN 4150-2

Tabelle A1: Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen [1b]

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.

Tabelle 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

Ausgewählte Signale, Darstellung im Zeit- und Frequenzbereich

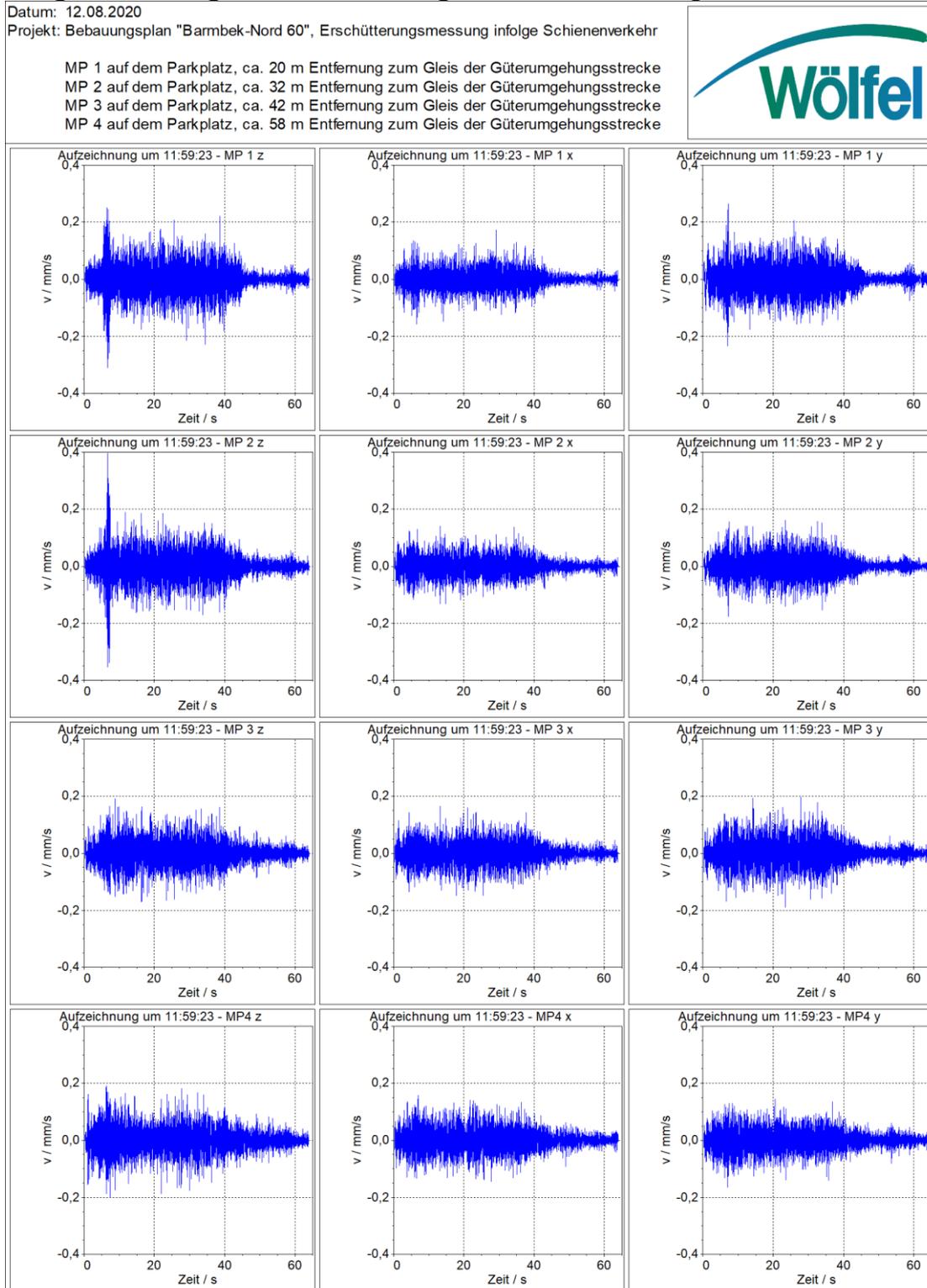


Abbildung B1: Zeitsignale MP 1÷4 infolge Vorbeifahrt eines Güterzuges auf der Strecke 1234 Richtung Norden

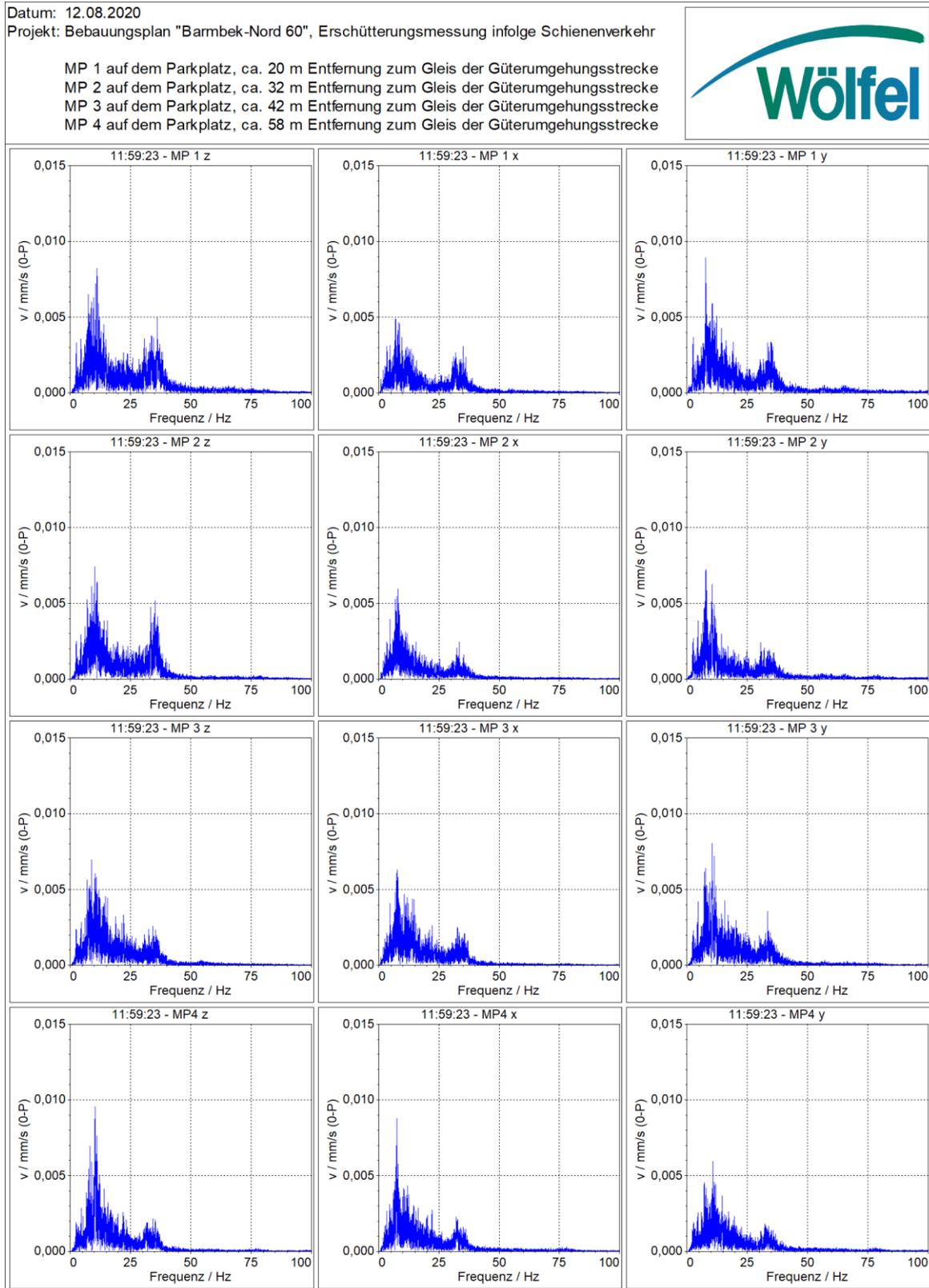


Abbildung B2: Spektren MP 1÷4 infolge Vorbeifahrt eines Güterzuges auf der Strecke 1234 Richtung Norden

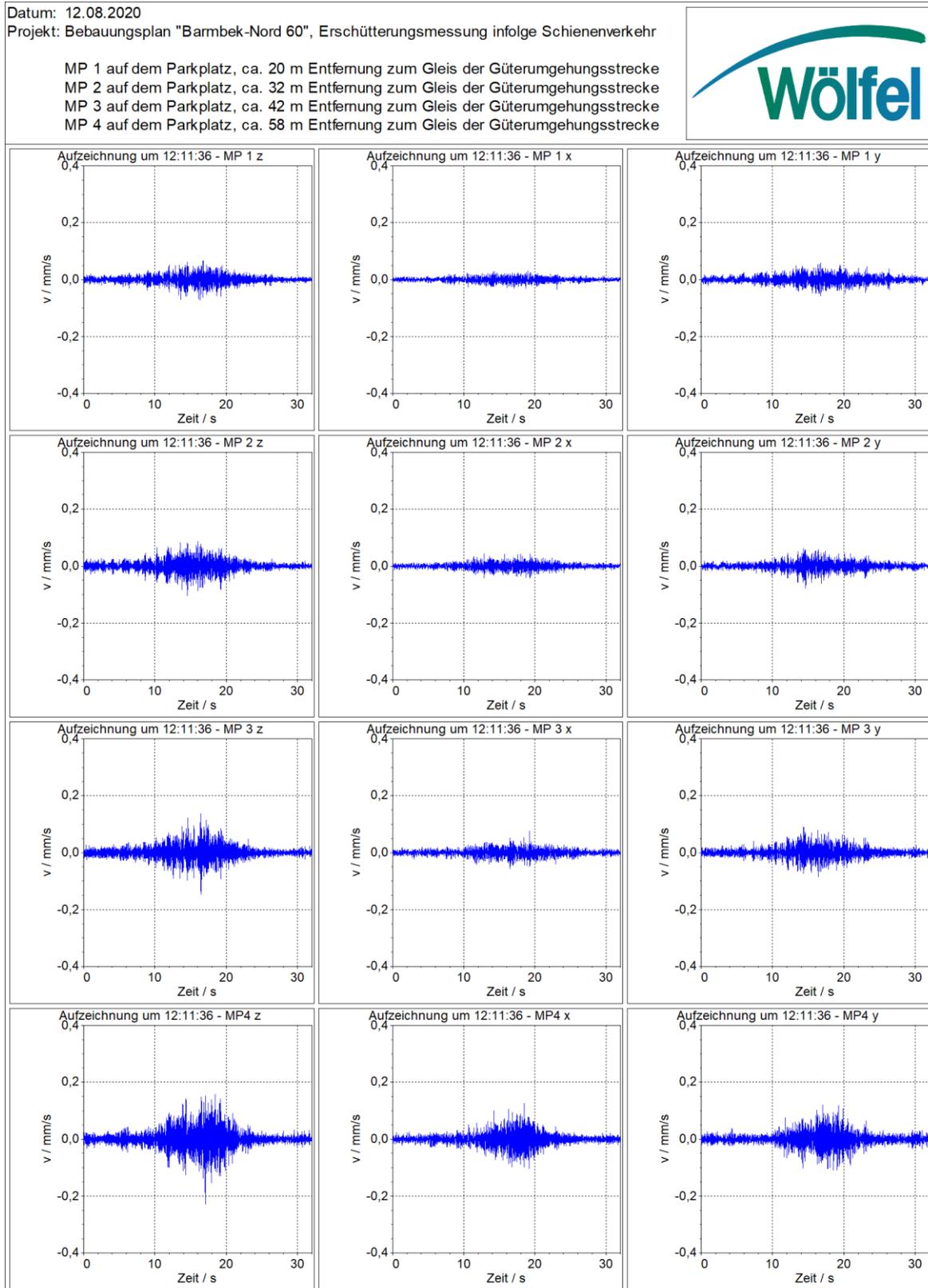


Abbildung B3: Zeitsignale MP 1÷4 infolge Vorbeifahrt einer U-Bahn (U3) auf den aufgeständerten Gleisen in Richtung Habichtstraße

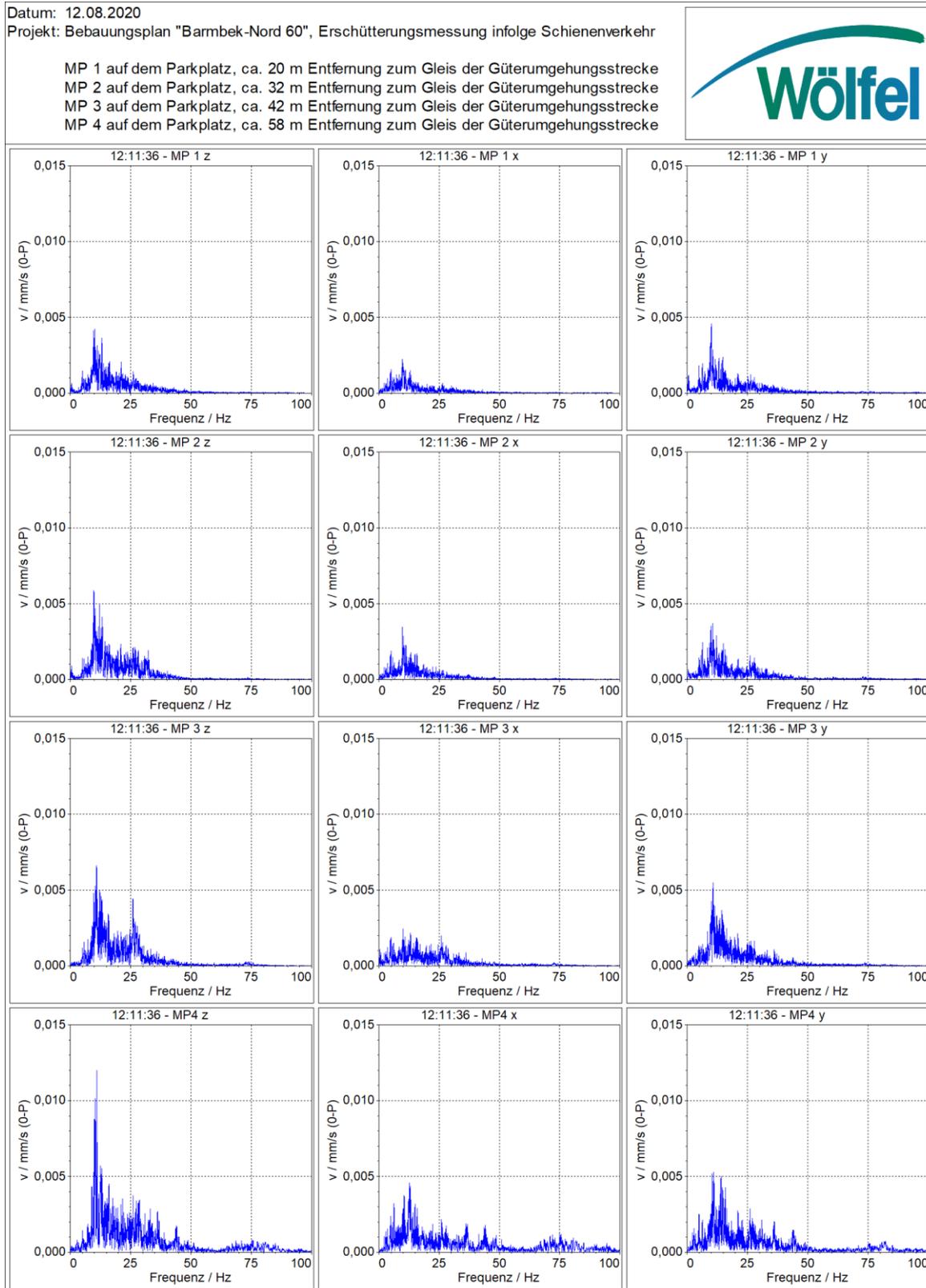


Abbildung B4: Spektren MP 1÷4 infolge Vorbeifahrt einer U-Bahn (U3) auf den aufgeständerten Gleisen in Richtung Habichtstraße

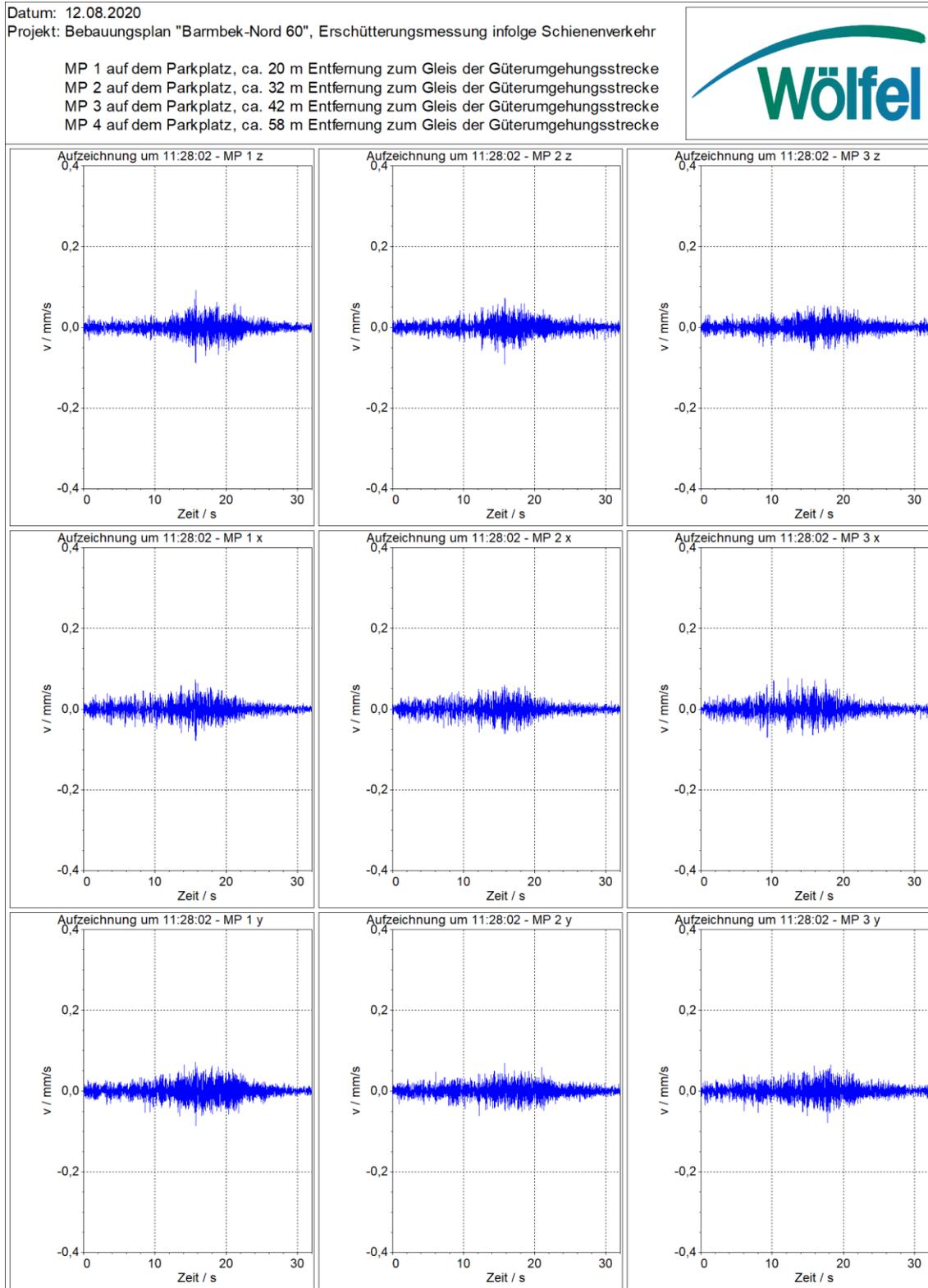


Abbildung B5: Zeitsignale MP 1÷3 infolge Vorbeifahrt einer S-Bahn (S1/11) auf der Strecke 1241 Richtung Alte Wöhr (Stadtpark)

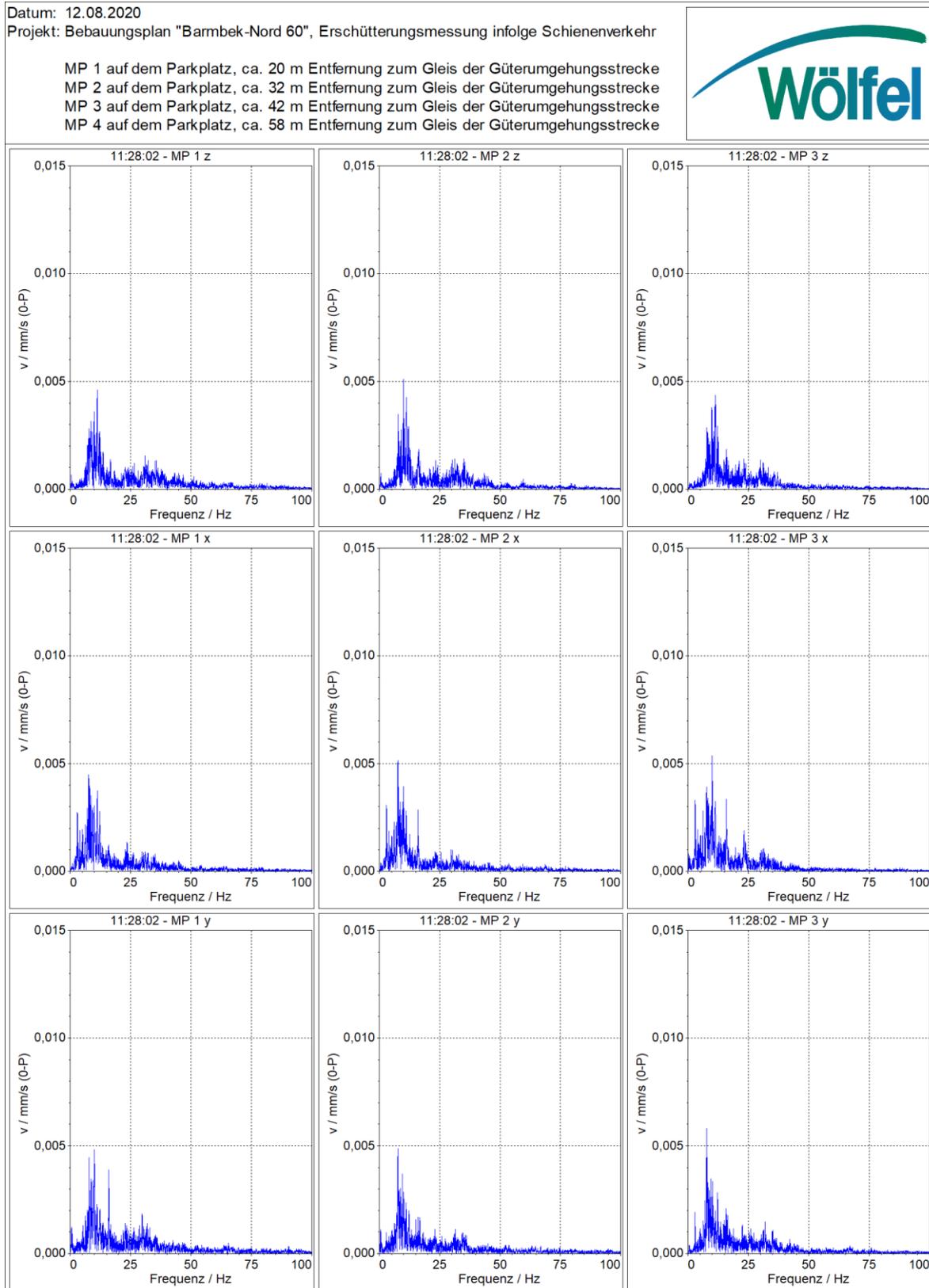


Abbildung B6: Spektren MP 1÷3 infolge Vorbeifahrt einer S-Bahn (S1/11) auf der Strecke 1241 Richtung Alte Wöhr (Stadtpark)

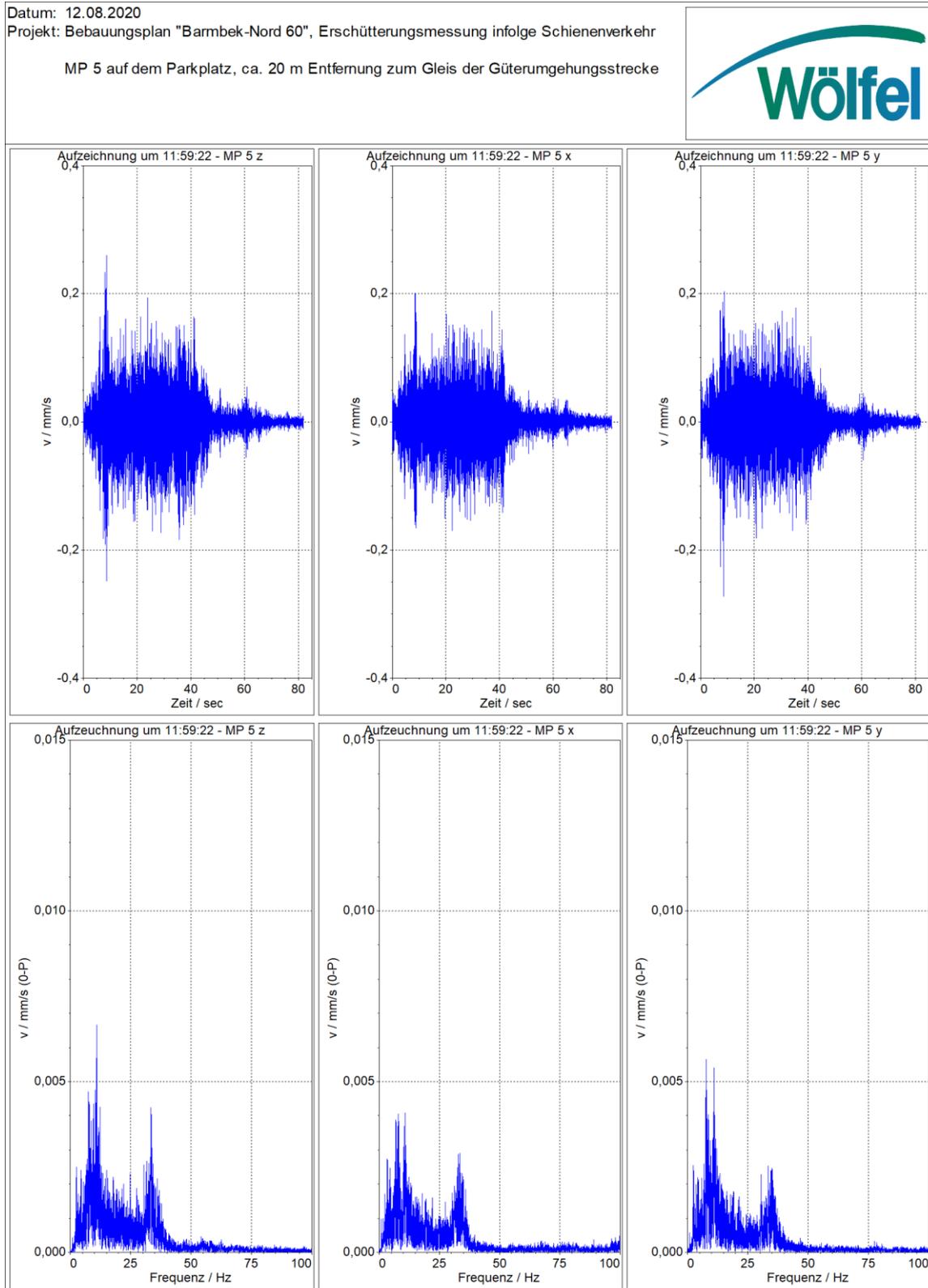


Abbildung B7: Zeitsignale und Spektren MP 5 infolge Vorbeifahrt eines Güterzuges auf der Strecke 1234 Richtung Norden

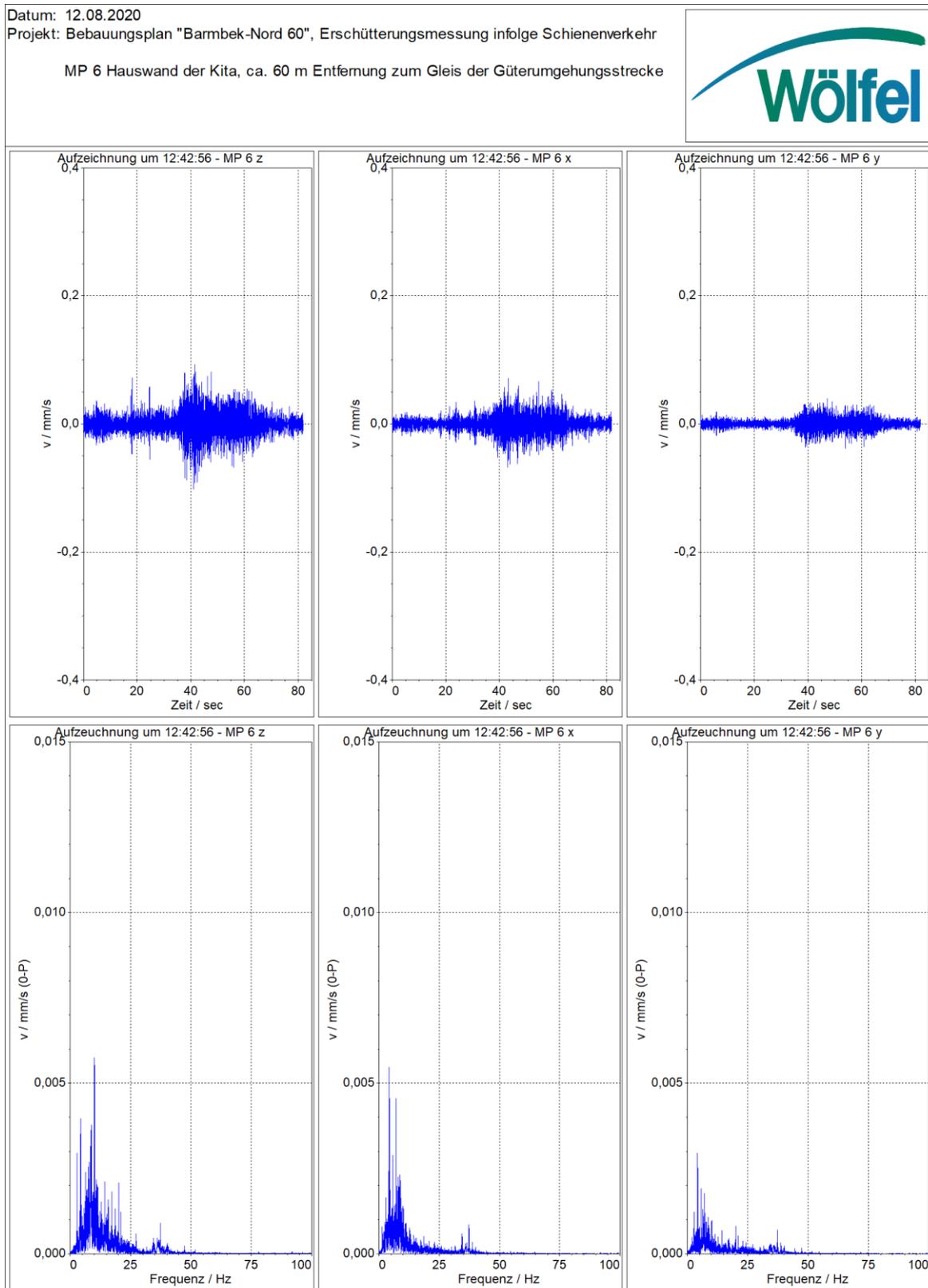


Abbildung B8: Zeitsignale und Spektren MP 6 infolge Vorbeifahrt eines Güterzuges auf der Strecke 1234 Richtung Norden