



Schwingungstechnik und
Erschütterungen im
Bauwesen

baudyn.de

Messung
Berechnung
Beratung
Gutachten

Messergebnisse

Projekt 2015375
Inhalt BV Mittlerer Landweg
Messung von Schienenverkehrs-Erschütterungen im Gebäude
Dokument 2017-12-15-2015375-N2-1-ME

Erschütterungstechnische Untersuchungen mit Schwingungsmessungen
im fertig gestellten Wohngebäude Am Gleisdreieck Haus 16 b zur Ermittlung
der Einwirkungen von Schienenverkehrs-Erschütterungen auf Menschen

Auftraggeber PGH Planungsgesellschaft Holzbau mbH



Anmerkung Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen

Seitenanzahl 18

Datum 15.12.2017

baudyn GmbH

baudyn GmbH
Baudynamik &
Strukturmonitoring



Bearbeiter: Alena Cicak B. Sc.



Sitz der Gesellschaft
Hamburg HRB 110933

USt-IdNr.: DE266720694

Inhaltsverzeichnis

1 Messobjekt und Messpunkte.....3

1.1 Datenblatt Messobjekt und Erschütterungen.....3

1.2 Lageplan.....4

1.2.1 Übersicht und Messobjekt Am Gleisdreieck 16 b.....4

1.2.2 Grundriss EG und Messpunkt MP1.....5

1.2.3 Grundriss 1. OG und Messpunkte MP2 und MP3.....5

1.3 Fotodokumentation, Am Gleisdreieck 16 b.....6

1.3.1 MP1 ZXY Konsole EG.....6

1.3.2 MP2 Z 1.OG Wohnzimmer6

1.3.3 MP3 Z 1.OG Schlafzimmer.....7

2 Schwingungsmessungen.....8

2.1 Ergebnistabelle: Amplituden und Frequenzen.....8

2.2 Ergebnistabelle: Bewertete Schwingstärke KBFmax.....9

2.3 Messungen im Zeit- und Frequenzbereich.....10

2.3.1 Schne065-066: Güterzug auf dem entfernten Gleis.....10

2.3.2 Schne075-076: Güterzug auf dem entfernten Gleis.....11

2.3.3 Schne084-085: Güterzug auf dem entfernten Gleis.....12

2.3.4 Schne087-088: Güterzug auf dem entfernten Gleis.....13

2.3.5 Schne092: Güterzug auf dem entfernten Gleis.....14

2.3.6 Schne110-111: Güterzug auf dem nahen Gleis.....15

3 Schienenverkehrshäufigkeit.....16

4 Zusammenfassende Ergebnistabelle.....17

5 Anforderungen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“.....18

5.1 Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“.....18

5.1.1 Tabelle 1: Gebietsabhängige Anforderungen.....18

5.1.2 Anhang D: Erläuterung zur subjektiven Wahrnehmung.....18

1 Messobjekt und Messpunkte

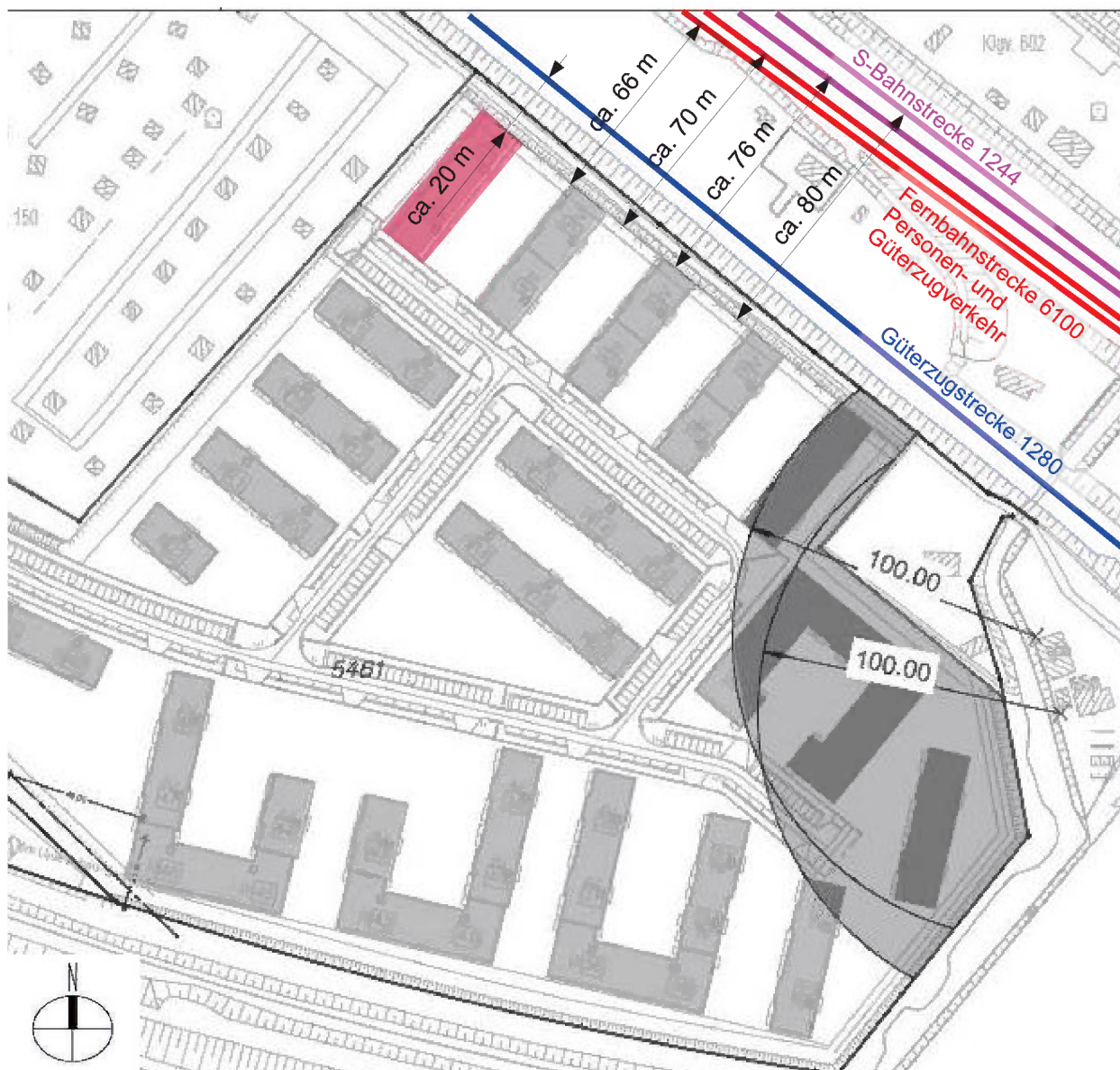
1.1 Datenblatt Messobjekt und Erschütterungen

Messobjekt	
Adresse	Am Gleisdreieck Haus 16 b, 21033 Hamburg
Geschosse	3
Keller	Nein
Nutzung	Wohngebäude
Bauart	Express Bau
Gründung	-
Baujahr	2017
Baulicher Zustand	-
Baugrund	-
Zuordnung DIN 4150 T3	-

Erschütterungen	
Einwirkung auf	Menschen in Gebäuden
Quelle	Schienenverkehr
Gerätebezeichnung	Doppelstockwagen (DS), ICE, IC, S-Bahn, Güterzüge (GZ)
Betriebszustand	-
Abstand	-
Witterung	-
Fremderschütterung	Menschen
Subj. Beob. Bearbeiter	-
Sekundäreffekte	-
Subj. Beob. Dritte	-

1.2 Lageplan

1.2.1 Übersicht und Messobjekt Am Gleisdreieck 16 b



1.2.2 Grundriss EG und Messpunkt MP1

Darstellung der Kombination „2 x Haus Typ A“ mit KITA im EG

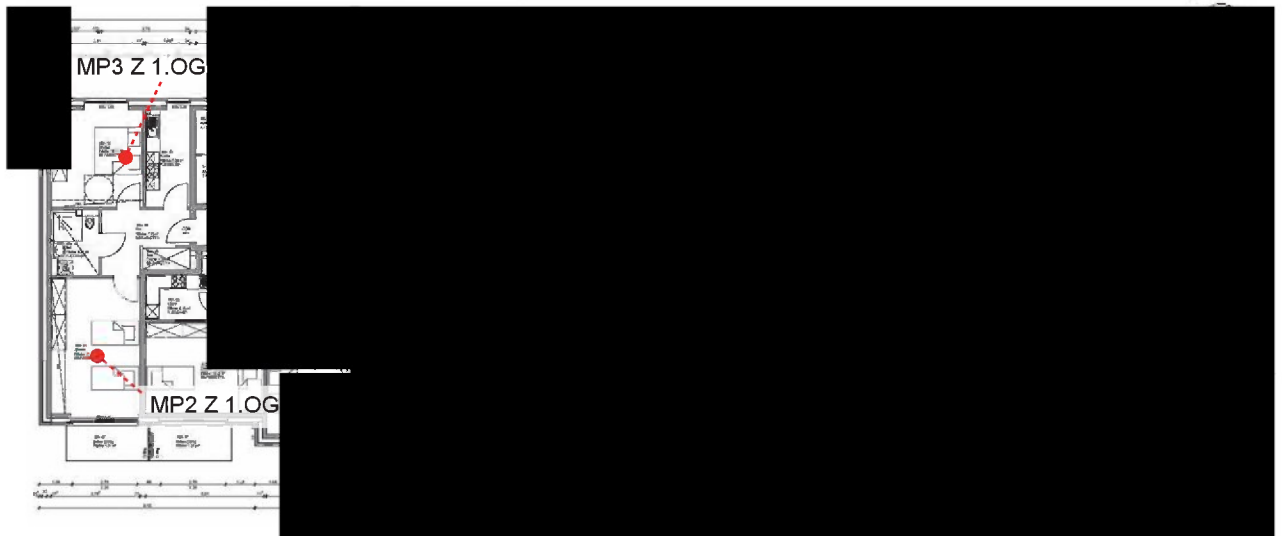
Haus 1+2, Haus 21+22,
Haus 31+32



1.2.3 Grundriss 1. OG und Messpunkte MP2 und MP3

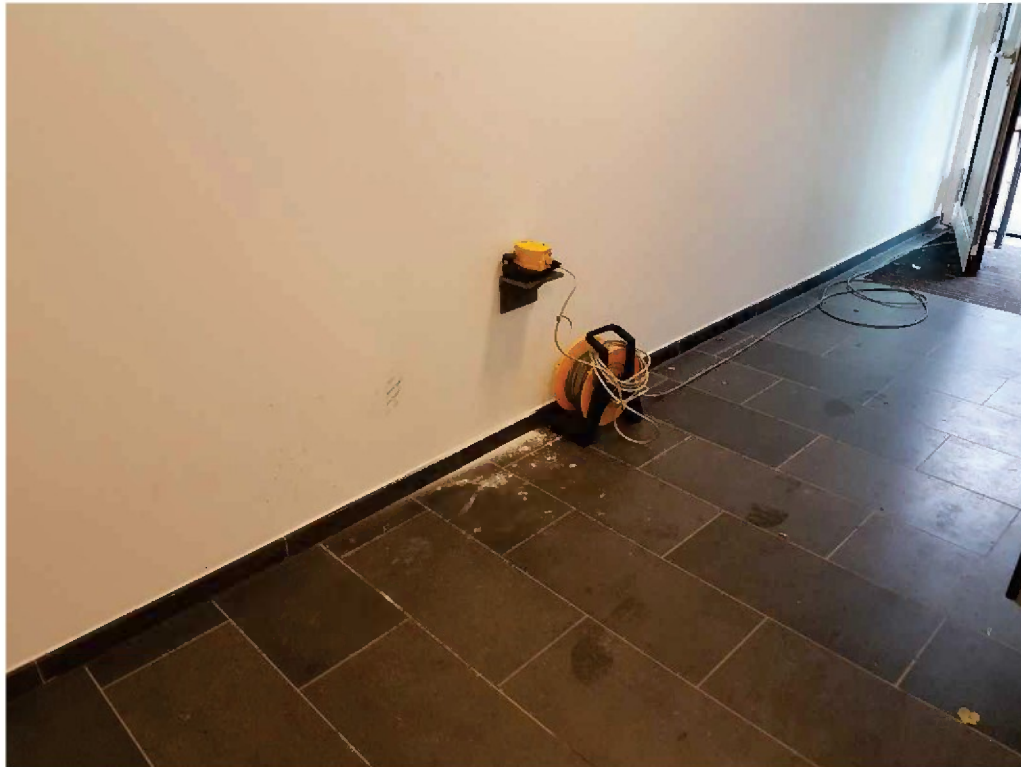
Darstellung der Kombination „2 x Haus Typ A“ mit KITA im EG

Haus 1+2, Haus 21+22,
Haus 31+32

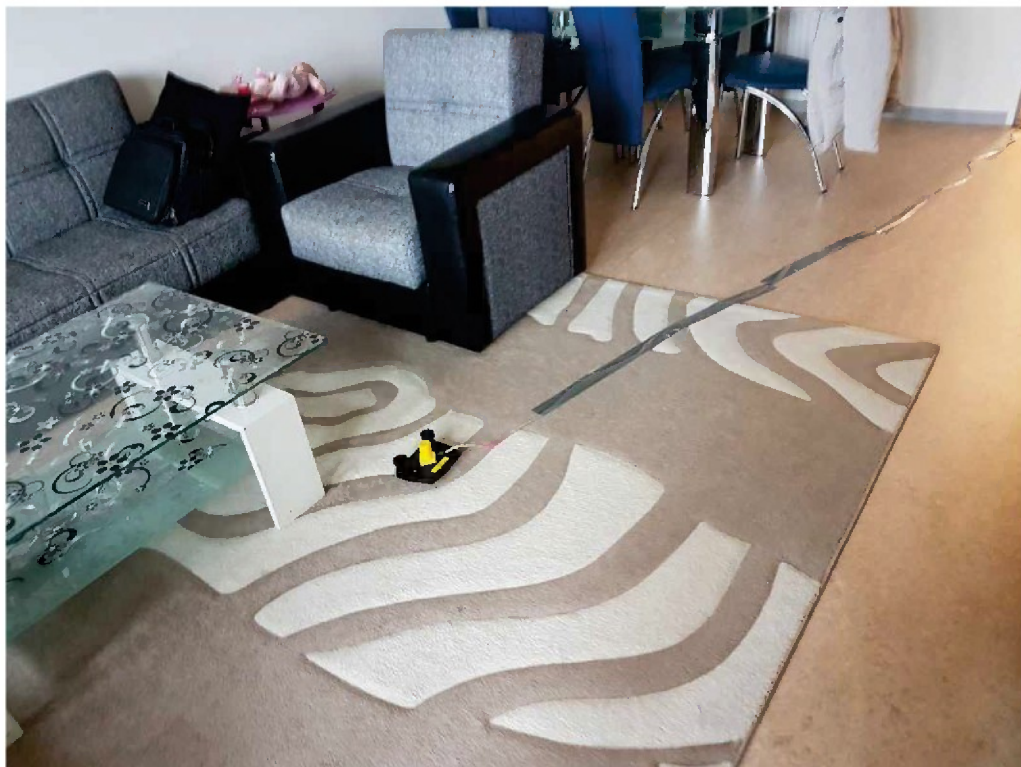


1.3 Fotodokumentation, Am Gleisdreieck 16 b

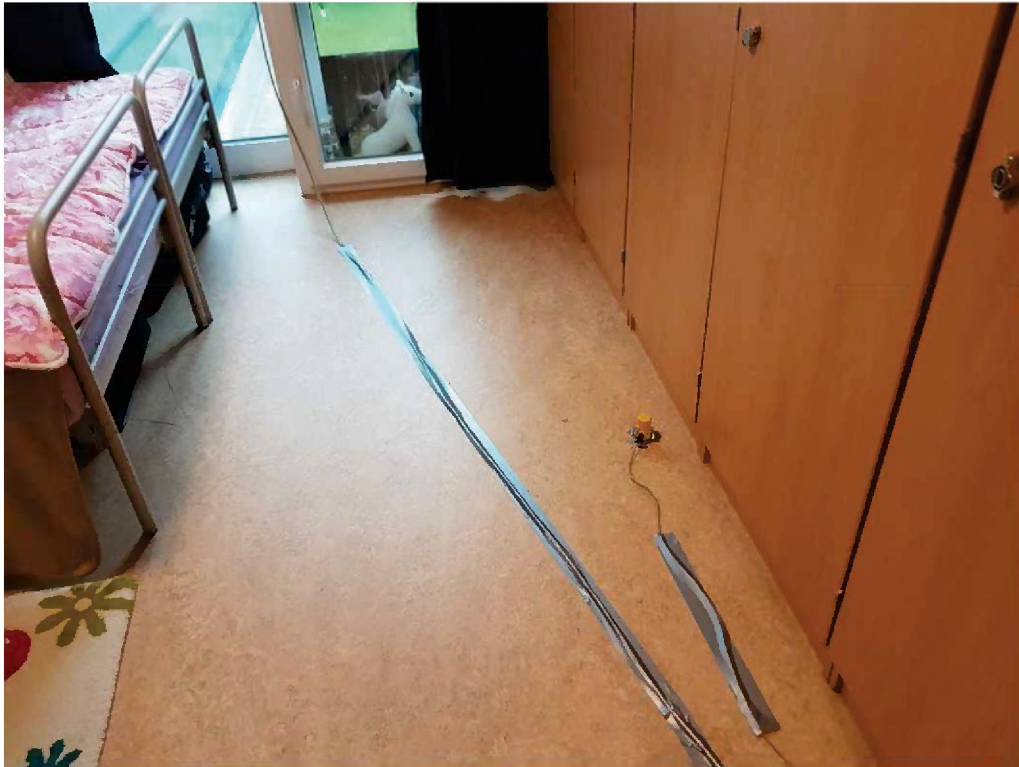
1.3.1 MP1 ZXY [REDACTED]



1.3.2 MP2 Z 1.OG [REDACTED]



1.3.3 MP3 Z 1.0G [REDACTED]



2 Schwingungsmessungen

2.1 Ergebnistabelle: Amplituden und Frequenzen

Projekt: 2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017											
Messungen von Schienenverkehr											
Gemessene maximale Schwinggeschwindigkeiten und dominierende Frequenzen											
		MP1 Z Konsole EG		MP1 X Konsole EG		MP1 Y Konsole EG		MP2 Z 1.OG Wohnzimmer		MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	
Nr.	Ereignis	Kanal 1		Kanal 2		Kanal 3		Kanal 4		Kanal 5	
		mm/s	Hz	mm/s	Hz	mm/s	Hz	mm/s	Hz	mm/s	Hz
27	S-Bahn	0.02	3.3	0.03	3.3	0.03	3.3	0.09	3.3	0.03	3.3
28	ICE -> B K4 Stoß	0.13	4.5	0.07	3.5	0.07	3.3	-	-	0.18	4.5
34	ICE -> B	0.05	5.0	0.04	5.0	0.05	5.0	0.12	5.0	0.07	5.0
35	ICE -> Hbf	0.05	5.0	0.02	2.8	0.05	5.0	0.16	5.0	0.08	4.8
36	DS K1,2,3 Stoß	-	-	-	-	-	-	0.05	5.0	0.03	7.8
39	Zug	0.05	5.0	0.03	5.0	0.05	5.0	0.12	5.0	0.07	5.0
41	GZ -> Hbf	0.10	3.8	0.10	3.5	0.06	3.8	0.17	3.8	0.17	3.8
42	ICE -> B	0.05	5.0	0.04	1.8	0.04	5.0	0.11	5.0	0.08	5.0
56	DS -> B	0.06	4.5	0.09	4.5	0.05	4.8	0.13	4.8	0.09	4.8
65	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (065-066)	0.11	4.5	0.07	4.3	0.07	4.5	0.18	4.5	0.17	4.5
66	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (065-066)	0.11	4.3	0.07	2.8	0.07	4.3	0.20	4.3	0.15	5.5
70	ICE -> B	0.06	5.0	0.04	5.0	0.04	5.0	0.11	5.0	0.10	5.0
74	ICE -> Hbf K4 stoß	0.03	5.3	0.03	2.3	0.04	5.0	-	-	0.05	4.8
75	GZ -> B (auf entfernten Gleis) (075-076) K2,3,4 Stoß	0.18	5.8	-	-	-	-	-	-	0.28	5.8
76	GZ -> B (auf entfernten Gleis) (075-076) K2,3,4 Stoß	0.13	5.5	-	-	-	-	-	-	0.16	5.5
84	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (084-085) K4 Stoß	0.18	4.3	0.09	4.3	0.09	4.3	-	-	0.32	4.3
85	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (084-085) K4 Stoß	0.05	4.3	0.05	4.3	0.05	4.3	-	-	0.07	4.5
87	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (087-088) K4 Stoß	0.09	4.8	0.06	3.8	0.04	3.8	-	-	0.16	4.8
88	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (087-088) K4 Stoß	0.12	4.5	0.06	4.5	0.06	4.5	-	-	0.19	4.5
92	GZ -> B (auf entfernten Gleis)	0.04	4.3	0.03	2.0	0.03	4.8	0.09	4.8	0.06	4.8
93	GZ -> B K1,2,3 Stoß	-	-	-	-	-	-	0.14	7.3	0.13	7.8
94	ICE -> B	0.06	4.8	0.02	4.8	0.04	4.8	0.11	4.8	0.10	4.8
95	Zug	0.06	4.5	0.03	4.5	0.04	4.5	0.10	4.5	0.08	4.5
96	DS -> B	0.08	4.5	0.02	4.5	0.05	4.5	0.12	4.5	0.11	4.5
97	Zug	0.04	4.8	0.02	5.0	0.04	5.0	0.12	5.0	0.06	4.8
98	ICE -> B	0.04	4.8	0.02	1.8	0.04	5.0	0.13	5.0	0.07	4.8
99	Zug K4 Stoß	0.06	4.5	0.04	4.8	0.05	4.8	-	-	0.08	4.5
100	Zug	0.07	4.5	0.03	4.5	0.04	4.5	0.11	4.5	0.08	4.5
103	Zug	0.05	4.0	0.04	3.5	0.04	4.0	0.12	4.0	0.07	4.0
104	ICE -> Hbf	0.04	4.8	0.04	1.8	0.04	5.0	0.11	5.3	0.13	4.8
105	DS -> B	0.06	4.5	0.03	4.5	0.03	4.3	0.10	4.5	0.08	4.5
106	Mehrer Züge (DS+ICE) (106-107)	0.09	4.0	0.06	2.3	0.05	4.0	0.13	4.5	0.13	4.5
107	Mehrer Züge (DS+ICE) (106-107)	0.10	4.0	0.05	4.0	0.05	4.0	0.16	4.0	0.16	4.0
110	GZ -> B (110-111) K4 Stoß	0.05	5.0	0.03	1.8	0.03	4.8	-	-	0.11	5.0
111	GZ -> B (110-111) K4 Stoß	0.05	4.3	0.05	1.8	0.03	4.3	-	-	0.07	4.3
112	Zug	0.04	4.8	0.02	5.0	0.04	5.0	0.11	5.0	0.07	4.8
114	DS	0.06	4.5	0.02	4.5	0.03	4.5	0.13	4.5	0.08	4.5
115	Zug	0.05	4.8	0.02	4.8	0.05	4.8	0.12	4.8	0.08	4.8
116	Zug	0.04	4.8	0.02	1.8	0.03	4.8	0.12	5.0	0.06	4.8
v_{max} bei f_{dom}		0.18	4.3	0.10	3.5	0.09	4.3	0.20	4.3	0.32	4.3
v_{max} energetischer Mittelwert		0.08		0.05		0.05		0.13		0.12	
Standardabw.		0.04		0.02		0.01		0.03		0.06	
Minimaler Wert		0.02		0.02		0.03		0.05		0.03	
Maximaler Wert		0.18		0.10		0.09		0.20		0.32	

*Erläuterung zur Tabelle: „Stoß“ infolge von Aktivität durch Bewohner i.S. Fremderschütterung

2.2 Ergebnistabelle: Bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}

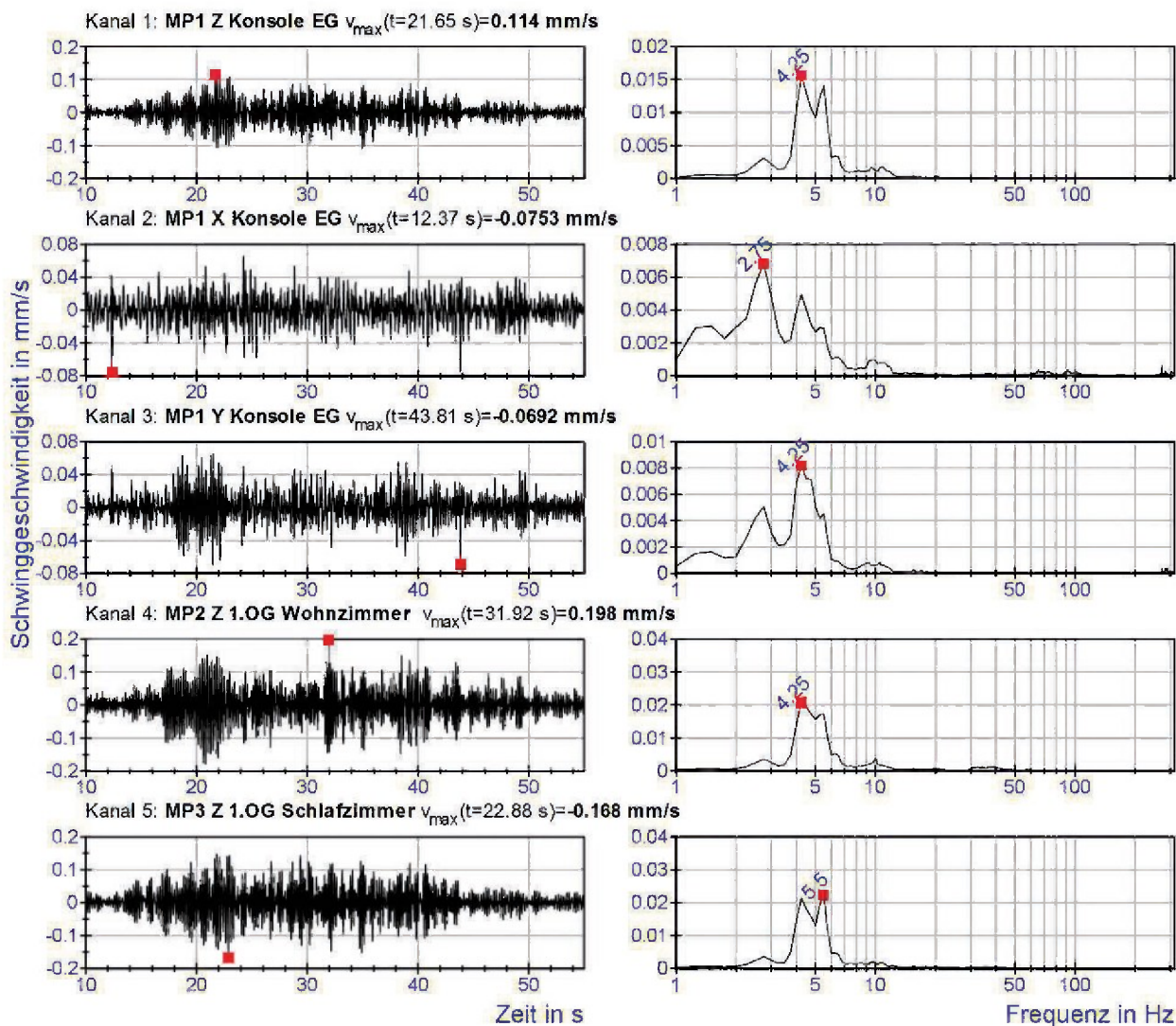
Projekt: 2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017											
Messungen von Schienenverkehr											
Gemessene KB_{Fmax} Werte und dominierende Frequenzen											
MP1 Z Konsole EG											
MP1 X Konsole EG											
MP1 Y Konsole EG											
MP2 Z 1.OG Wohnzimmer											
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer											
Nr.	Ereignis	Kanal 1		Kanal 2		Kanal 3		Kanal 4		Kanal 5	
		KB_{Fmax}	Hz	KB_{Fmax}	Hz	KB_{Fmax}	Hz	KB_{Fmax}	Hz	KB_{Fmax}	Hz
27	S-Bahn	0.01	3.3	0.01	3.3	0.01	3.3	0.04	3.3	0.01	3.3
28	ICE -> B K4 Stoß	0.05	4.5	0.02	3.5	0.03	3.3	-	-	0.07	4.5
34	ICE -> B	0.02	5.0	0.01	5.0	0.02	5.0	0.05	5.0	0.03	5.0
35	ICE -> Hbf	0.02	5.0	0.01	2.8	0.02	5.0	0.06	5.0	0.03	4.8
36	DS K1,2,3 Stoß	-	-	-	-	-	-	0.02	5.0	0.01	7.8
39	Zug	0.02	5.0	0.01	5.0	0.02	5.0	0.06	5.0	0.03	5.0
41	GZ -> Hbf	0.04	3.8	0.03	3.5	0.02	3.8	0.06	3.8	0.06	3.8
42	ICE -> B	0.02	5.0	0.01	1.8	0.02	5.0	0.05	5.0	0.03	5.0
56	DS -> B	0.03	4.5	0.02	4.5	0.02	4.8	0.06	4.8	0.04	4.8
65	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (065-066)	0.05	4.5	0.02	4.3	0.03	4.5	0.07	4.5	0.07	4.5
66	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (065-066)	0.05	4.3	0.02	2.8	0.02	4.3	0.08	4.3	0.07	5.5
70	ICE -> B	0.03	5.0	0.01	5.0	0.02	5.0	0.05	5.0	0.04	5.0
74	ICE -> Hbf K4 stoß	0.01	5.3	0.01	2.3	0.01	5.0	-	-	0.02	4.8
75	GZ -> B (auf entfernten Gleis) (075-076) K2,3,4 Stoß	0.09	5.8	-	-	-	-	-	-	0.13	5.8
76	GZ -> B (auf entfernten Gleis) (075-076) K2,3,4 Stoß	0.07	5.5	-	-	-	-	-	-	0.08	5.5
84	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (084-085) K4 Stoß	0.08	4.3	0.03	4.3	0.03	4.3	-	-	0.12	4.3
85	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (084-085) K4 Stoß	0.02	4.3	0.02	4.3	0.02	4.3	-	-	0.03	4.5
87	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (087-088) K4 Stoß	0.04	4.8	0.02	3.8	0.01	3.8	-	-	0.06	4.8
88	GZ -> Hbf (auf entfernten Gleis) (087-088) K4 Stoß	0.05	4.5	0.02	4.5	0.02	4.5	-	-	0.08	4.5
92	GZ -> B (auf entfernten Gleis)	0.02	4.3	0.01	2.0	0.01	4.8	0.03	4.8	0.02	4.8
93	GZ -> B K1,2,3 Stoß	-	-	-	-	-	-	0.06	7.3	0.07	7.8
94	ICE -> B	0.03	4.8	0.01	4.8	0.02	4.8	0.04	4.8	0.04	4.8
95	Zug	0.03	4.5	0.01	4.5	0.01	4.5	0.04	4.5	0.03	4.5
96	DS -> B	0.03	4.5	0.01	4.5	0.02	4.5	0.05	4.5	0.04	4.5
97	Zug	0.02	4.8	0.01	5.0	0.02	5.0	0.05	5.0	0.03	4.8
98	ICE -> B	0.02	4.8	0.01	1.8	0.01	5.0	0.05	5.0	0.02	4.8
99	Zug K4 Stoß	0.03	4.5	0.02	4.8	0.02	4.8	-	-	0.04	4.5
100	Zug	0.03	4.5	0.01	4.5	0.02	4.5	0.05	4.5	0.04	4.5
103	Zug	0.02	4.0	0.02	3.5	0.01	4.0	0.05	4.0	0.03	4.0
104	ICE -> Hbf	0.02	4.8	0.01	1.8	0.02	5.0	0.05	5.3	0.05	4.8
105	DS -> B	0.02	4.5	0.01	4.5	0.01	4.3	0.04	4.5	0.03	4.5
106	Mehrer Züge (DS+ICE) (106-107)	0.04	4.0	0.02	2.3	0.02	4.0	0.05	4.5	0.06	4.5
107	Mehrer Züge (DS+ICE) (106-107)	0.04	4.0	0.02	4.0	0.02	4.0	0.07	4.0	0.07	4.0
110	GZ -> B (110-111) K4 Stoß	0.02	5.0	0.01	1.8	0.01	4.8	-	-	0.03	5.0
111	GZ -> B (110-111) K4 Stoß	0.02	4.3	0.01	1.8	0.01	4.3	-	-	0.03	4.3
112	Zug	0.02	4.8	0.01	5.0	0.02	5.0	0.05	5.0	0.03	4.8
114	DS	0.03	4.5	0.01	4.5	0.01	4.5	0.05	4.5	0.03	4.5
115	Zug	0.02	4.8	0.01	4.8	0.02	4.8	0.05	4.8	0.03	4.8
116	Zug	0.01	4.8	0.01	1.8	0.01	4.8	0.05	5.0	0.02	4.8
Fett: max KB_{Fmax} bei f_{dom}		0.091	5.8	0.034	4.3	0.034	4.3	0.075	4.3	0.135	5.8
KB_{Fmax}											
energetischer Mittelwert		0.037		0.015		0.019		0.051		0.053	
Standardabw.		0.019		0.007		0.005		0.011		0.027	
Minimaler Wert		0.009		0.005		0.011		0.018		0.012	
Maximaler Wert		0.091		0.034		0.034		0.075		0.135	

*Erläuterung zur Tabelle: „Stoß“ infolge von Aktivität durch Bewohner i.S. Fremderschütterung

2.3 Messungen im Zeit- und Frequenzbereich

2.3.1 Schne065-066: Güterzug auf dem entfernten Gleis

Projekt: 2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017 Messung: Schne065-066 1.11.2017 12:44:06
Messungen von Schienenverkehr

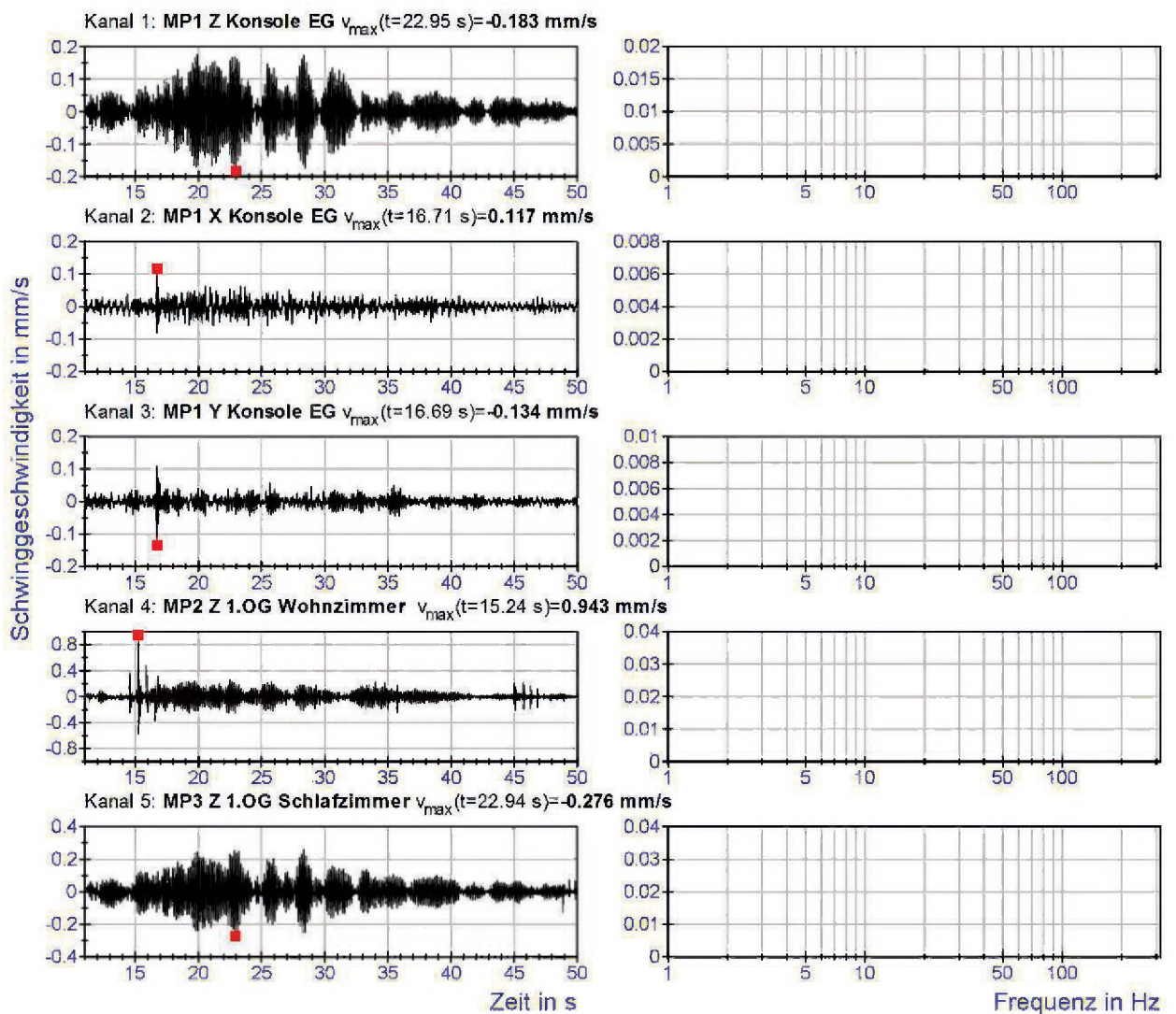


- Kanal 2 ungültig, Schwingungen durch Fremderschütterung verursacht.

2.3.2 Schne075-076: Güterzug auf dem entfernten Gleis

Projekt: 2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017 Messung: Schne075-076 1.11.2017 13:21:02

Messungen von Schienenverkehr

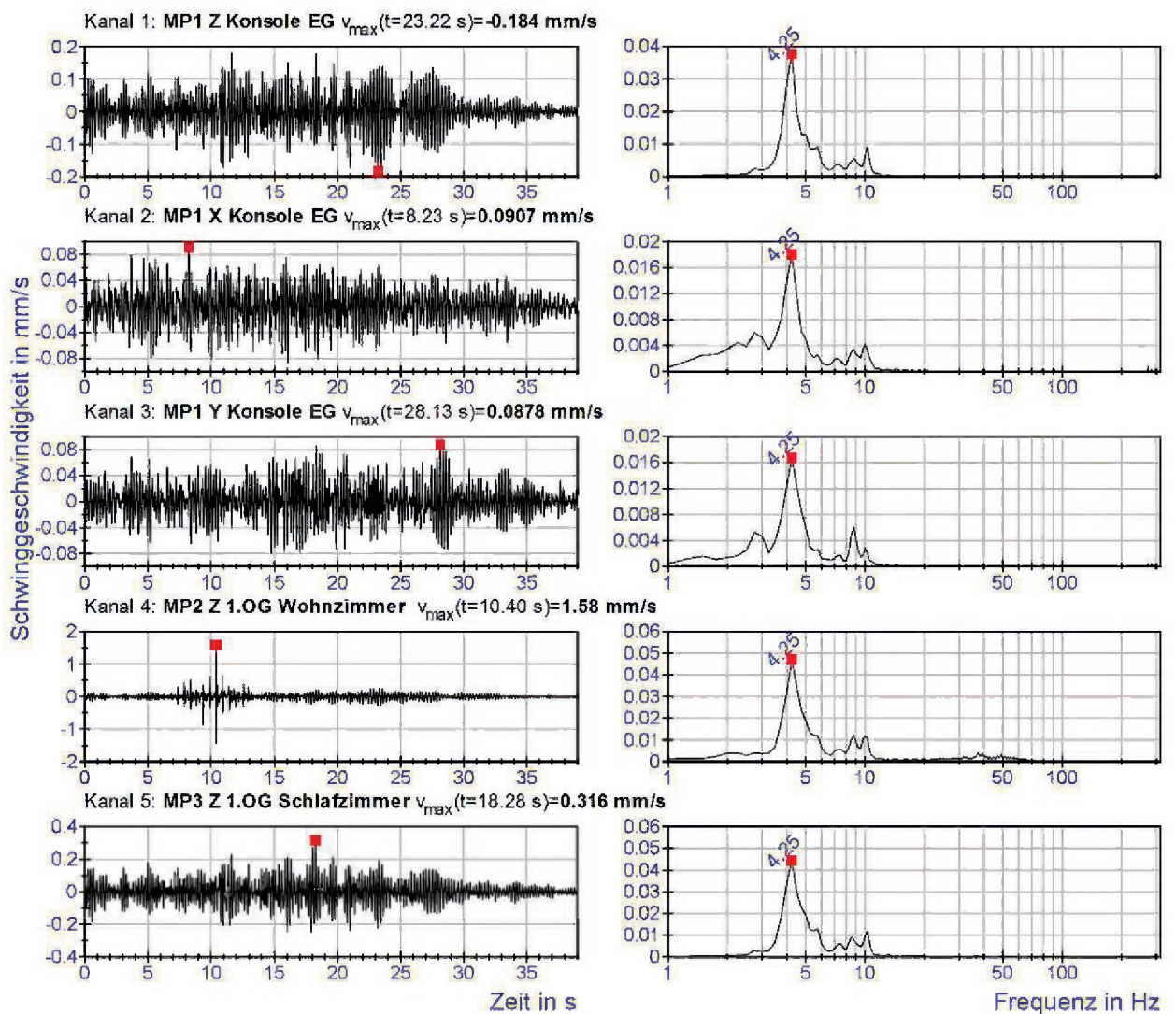


- Kanal 2, 3 und 4 ungültig, Schwingungen durch Fremderschütterung verursacht.

2.3.3 Schne084-085: Güterzug auf dem entfernten Gleis

Projekt: 2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017 Messung: Schne084-085 1.11.2017 13:44:40

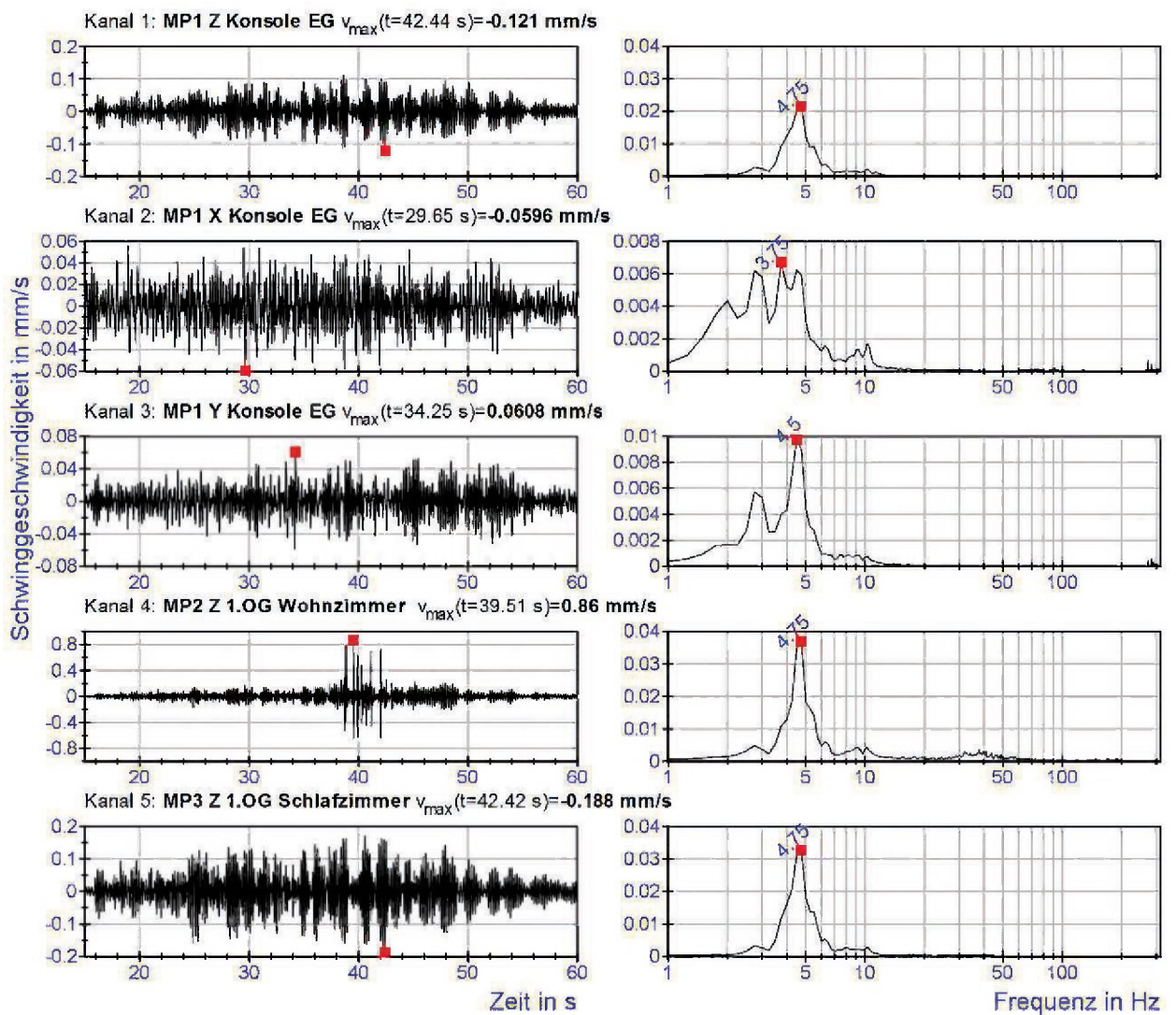
Messungen von Schienenverkehr



- Kanal 4 ungültig, Schwingungen durch Fremderschütterung verursacht.

2.3.4 Schne087-088: Güterzug auf dem entfernten Gleis

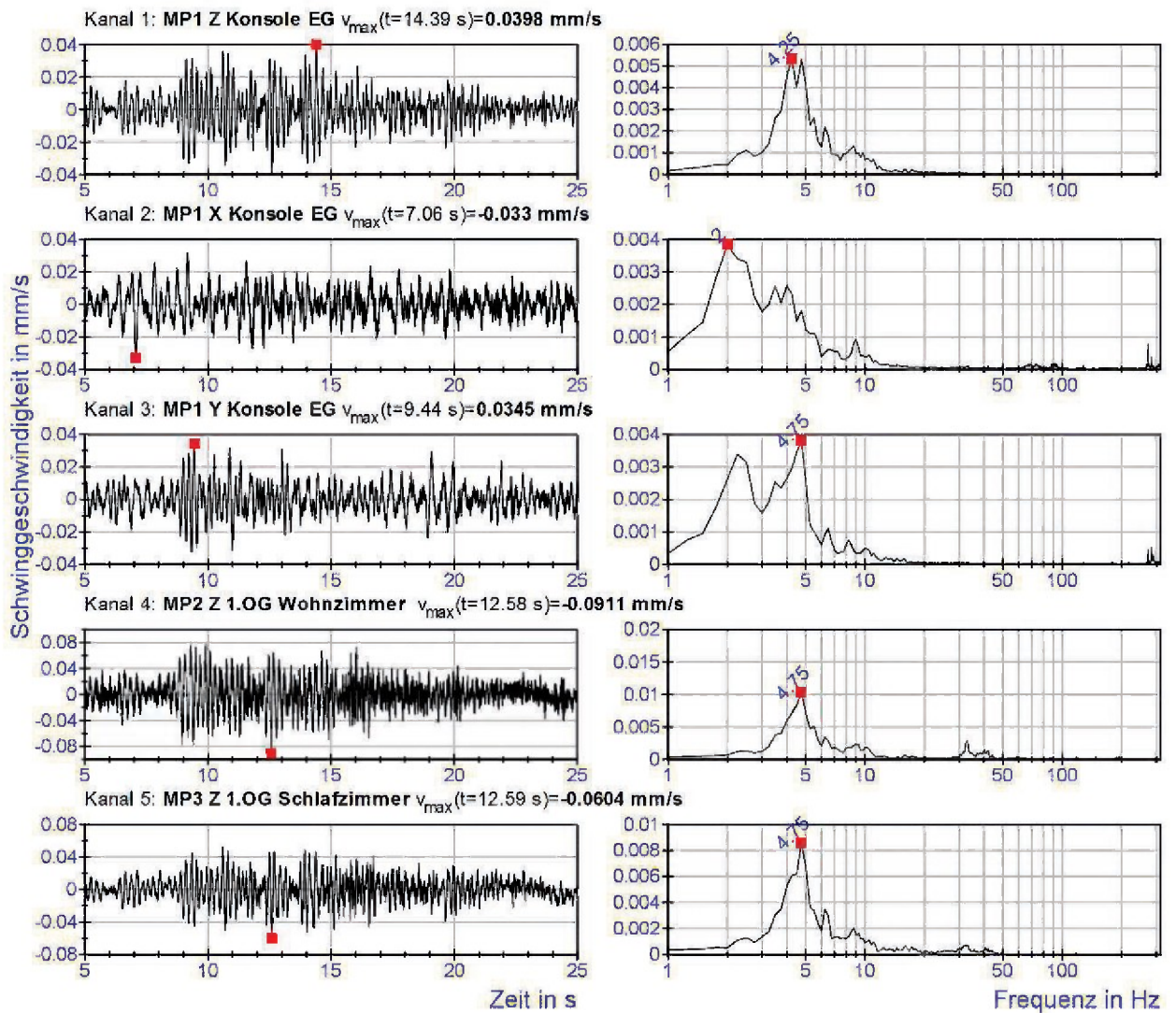
Projekt: 2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017 Messung: Schne087-088 1.11.2017 13:52:05
Messungen von Schienenverkehr



- Kanal 4 ungültig, Schwingungen durch Fremderschütterung verursacht.

2.3.5 Schne092: Güterzug auf dem entfernten Gleis

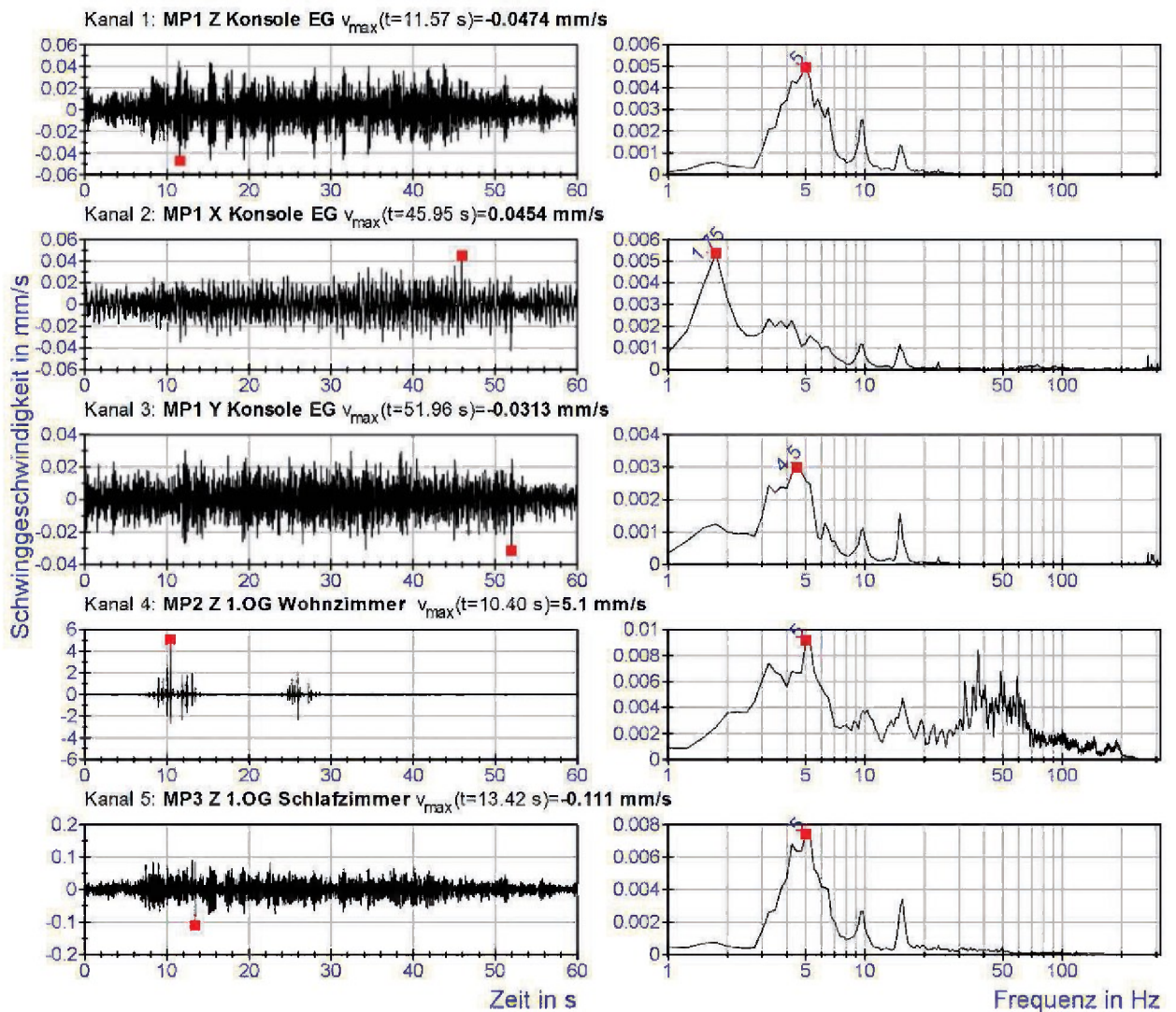
Projekt: 2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017 Messung: Schne092 1.11.2017 14:00:34
 Messungen von Schienenverkehr



2.3.6 Schne110-111: Güterzug auf dem nahen Gleis

Projekt: 2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017 Messung: Schne110-111 1.11.2017 15:53:41

Messungen von Schienenverkehr



- Kanal 4 ungültig, Schwingungen durch Fremderschütterung verursacht.

3 Schienenverkehrshäufigkeit

Schienenverkehr 2015	Einwirktake Te	
	Tags 6-22 Uhr Tr = 1920	Nachts 22-6 Uhr Tr = 960
S-Bahn Richtung Bergedorf	112	20
S-Bahn Richtung Hauptbahnhof	112	20
Regio. Doppelst.w. Ri. Bergedorf	19	5
Regio. Doppelst.w. Ri. Hauptbahnhof	19	5
ICE Richtung Bergedorf	17	1
ICE Richtung Hauptbahnhof	17	1
IC/EC Richtung Bergedorf	15	0
IC/EC Richtung Hauptbahnhof	15	0
Güterzugverkehr	14	9
Güterzugverkehr nah	6	6

Quelle: Deutsche Bahn AG, [REDACTED], 02.02.2016

4 Zusammenfassende Ergebnistabelle

2015375 BV Mittlerer Landweg Messung 2017							
Erschütterungen							
Anforderungen	DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1						
	Anhaltswert A_u		Anhaltswert A_o		Anhaltswert A_r		Einhaltung
	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	
Zeile 3 Mischgebiet	5	0.3	5	0.3	0.10	0.07	ja
Zeile 4 allg. Wohngebiet	3	0.2	3	0.2	0.07	0.05	ja
Messung	max. bewerte Schwingstärke KB_{Fmax}		max. bewerte Schwingstärke KB_{Fmax}		Beurteilungs- Schwingstärke KB_{FTr}		
	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	
MP1 Z Konsole EG	0.09	0.09	0.09	0.09	0	0	-
MP1 X Konsole EG	0.03	0.03	0.03	0.03	0	0	-
MP1 Y Konsole EG	0.03	0.03	0.03	0.03	0	0	-
MP2 Z 1.OG Wohnzimmer	0.08	0.08	0.08	0.08	0	0	-
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0.14	0.14	0.14	0.14	0	0.01	-

5 Anforderungen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“

5.1 Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“

5.1.1 Tabelle 1: Gebietsabhängige Anforderungen

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2, „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 1 (Ausgabe Juni 1999)							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche 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 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 Gebieteinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.							

5.1.2 Anhang D: Erläuterung zur subjektiven Wahrnehmung

Eine Erläuterung der subjektiven Wahrnehmung von Erschütterungen wird im informativen Anhang D der aktuellen Ausgabe der DIN 4150 Teil 2 gegeben:

„Einen Hinweis auf die Fühlbarkeit der Erschütterungseinwirkung gibt die Größe KBF_{max}. Die Fühlschwelle liegt bei den meisten Menschen im Bereich zwischen KB=0.1 und KB=0.2 [praktisch handelt es sich um KBF_{max}]. In der Umgebungssituation „Wohnung“ werden bereits gerade spürbare Erschütterungen als störend empfunden. Erschütterungseinwirkungen um KB=0.3 werden beim ruhigen Aufenthalt in Wohnungen überwiegend bereits als gut spürbar und entsprechend stark störend wahrgenommen.“