Erschütterungsuntersuchung
Baugebiet „Neues Wohnen Nord-West“
Opladen

Dipl.-Ing. (FH) C. Angerer

Bericht-Nr.: ACB-20120920-5940/3

20.09.2012

Titel:	Erschütterungsuntersuchung Baugebiet „Neues Wohnen Nord-West“ Opladen
Auftraggeber:	Paeschke GmbH Elisabeth-Selbert-Straße 9 40764 Langenfeld
Auftrag vom:	05.09.2012
Bericht-Nr.:	ACB-20120920-5940/3
Umfang:	26 Seiten
Datum:	20.09.2012
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) C. Angerer

Zusammenfassung:

In Leverkusen/Opladen ist östlich der Werkstättenstraße ein neues Wohngebiet geplant. Das Baugebiet befindet sich zum Teil im Einflussbereich der westlich gelegenen Bahnlinie (Bahnhof Opladen). Es ist zu untersuchen, ob durch den Bahnverkehr in geplanten Gebäuden Erschütterungsimmissionen auftreten, die die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Zur Beurteilung der Erschütterungen in den zukünftigen Gebäuden wurden auf dem Baugelände an mehreren Positionen (MP 1, MP 2 und MP 3) Erschütterungsmessungen mit vertikaler Schwingungserfassung durchgeführt und eine Prognose der zu erwartenden Immissionen erstellt.

Die Prognoseberechnungen hatten zum Ergebnis, dass die erwarteten Erschütterungsimmissionen in den geplanten Gebäuden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (allgemeines Wohngebiet) einhalten. Erschütterungseinwirkungen, die oberhalb einer Schwinggeschwindigkeit von 8 mm/s liegen und damit Gebäudeschäden verursachen könnten, sind nicht zu erwarten.

Die Orientierungswerte für den sekundären Luftschall (Mittelungspegel) und den maximalen sekundären Luftschall werden in den geplanten Gebäuden des „bahnliniennahen“ Bereiches ebenfalls eingehalten. Es sind daher für das geplante Baugebiet keine Erschütterungsschutzmaßnahmen erforderlich.

Diese Unterlage darf nur insgesamt kopiert und weiterverwendet werden.

Inhalt

1 Aufgabenstellung 4
2 Örtliche Gegebenheiten 4
3 Beurteilungsgrundlagen 4
3.1 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen 5
3.2 Sekundärer Luftschall 5
4 Messgeräte 6
5 Messpunkte 6
6 Messergebnisse 6
7 Erschütterungsprognose 7
8 Zusammenfassung 8

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Lageplan Erschütterungsmesspunkte
Anlage 2: Ergebnisse Erschütterungsmessung
Anlage 3: Terzspektren der Messung
Anlage 4: Schwingungstechnische Übertragungswerte
Anlage 5: Zugverkehrszahlen
Anlage 6: Messschriebe Schwinggeschwindigkeit Zugvorbeifahrten
Anlage 7: Fotodokumentation

1 Aufgabenstellung

In Leverkusen/Opladen ist östlich der Werkstättenstraße ein neues Wohngebiet geplant. Das Baugebiet befindet sich zum Teil im Einflussbereich der westlich gelegenen Bahnlinie (Bahnhof Opladen). Es ist zu untersuchen, ob durch den Bahnverkehr in geplanten Gebäuden Erschütterungsimmissionen auftreten, die die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Die Paeschke GmbH beauftragte die ACCON GmbH eine erschütterungstechnische Untersuchung für das Baugebiet durchzuführen.

Es sind die auf dem Baugebiet durch den Bahnverkehr erzeugten Erschütterungen zu messen. Mit den Messergebnissen werden die in geplanten Gebäuden zu erwartenden Erschütterungen und der Sekundärschall prognostiziert. Diese Immissionen werden mit den Anhaltswerten verglichen und beurteilt. Gegebenenfalls sind erschütterungstechnische Schutzmaßnahmen zu erarbeiten.

2 Örtliche Gegebenheiten

Das Gelände des Bauvorhabens liegt östlich des Bahnhofs Opladen nördlich des ehemaligen Kesselhauses an der Werkstättenstraße (siehe Lageplan Anlage 1). Die Bahnlinie verläuft im Untersuchungsgebiet ebenerdig.

3 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen unterscheidet die DIN 4150 zwischen Einwirkungen auf den Menschen in Gebäuden und schädlichen Einwirkungen auf Gebäude. Die Beurteilung bezieht sich auf alle drei Schwingrichtungen, wobei nur der Maximalwert der größten Einzelkomponente zur Beurteilung herangezogen wird. Die wesentlichen Beurteilungsgrundlagen der DIN 4150 werden im Folgenden zusammengefasst.

Tabelle 1 Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Menschen in Gebäuden

Einwirkungsort	tags (6^{00} - 22^{00} Uhr)			nachts (22^{00} - 6^{00} Uhr)		
	A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
Industriegebiet	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
Gewerbegebiet	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
Mischgebiet	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
allgemeines und reines Wohngebiet	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
Sondergebiete Kliniken	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten, wenn

- die maximale bewertete Schwingstärke kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u ist, oder wenn
- die Beurteilungs-Schwingstärke kleiner oder gleich dem Anhaltswert A_r ist.

Die Anforderungen der Norm sind dagegen nicht eingehalten, wenn

- die maximale bewertete Schwingstärke größer als der obere Anhaltswert A_o ist, oder wenn
- die Beurteilungs-Schwingstärke größer als der Anhaltswert A_r ist.

Die Bedingungen für den unteren und oberen Anhaltswert gelten für jedes einzelne Ereignis (Zugvorbeifahrt, KB_{Fmax}), während sich der Anhaltswert A_r auf einen über die zu beurteilende Zeit zu bildenden Mittelwert bezieht (KB_{FTr}).

Bauliche Schäden durch Erschütterungen aus dem Bahnbetrieb sind im Allgemeinen nicht zu erwarten, da die auftretenden Schwinggeschwindigkeiten in an Bahnlinien gelegenen Wohngebäuden häufig dafür zu gering sind.

3.1 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen

Die Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen hängt von der Höhe des KB-Wertes und von der Frequenzzusammensetzung der Erschütterungseinwirkung ab. Für die subjektive Wahrnehmung spielt daneben das übrige Umfeld (Vorhandensein von anderen störenden Umwelteinflüssen) eine Rolle. Die folgende Tabelle kann deshalb nur zur orientierenden Einschätzung der Wirkung von Erschütterungen dienen.

Tabelle 2: Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen in Abhängigkeit vom KB-Wert

KB = 1,6	stark spürbar
KB = 0,6	gut spürbar
KB = 0,14	gerade spürbar
KB = 0,1	Fühlschwelle

3.2 Sekundärer Luftschall

Wird ein Gebäude durch Erschütterungen angeregt, kann aufgrund der schwingenden Wände und Decken ein für die Bewohner hörbarer sekundärer Luftschall entstehen. Für die Beurteilung von sekundärem Luftschall gibt es keine direkt verbindliche Richtlinie. In der Regel sind die Immissionsrichtwerte der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm; August 1998) heranzuziehen. In der TA Lärm sind Richtwerte bei Geräuschübertragung innerhalb von Gebäuden und bei Körperschallübertragung angegeben. Danach gelten für Wohnräume, unabhängig von der Lage des Gebäudes und der Gebietseinstufung, folgende Richtwerte:

Tabelle 3: Richtwerte für Sekundärschall in Gebäuden

Beurteilungszeitraum	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)
Sekundärluftschall	35 dB(A)	25 dB(A)

Die Richtwerte in Tabelle 3 beziehen sich auf Mittelungspegel (L_m,sek) über die jeweilige Beurteilungszeit. Es soll vermieden werden, dass kurzzeitige Geräuschspitzen den Richtwert um mehr als 10 dB überschreiten.

4 Messgeräte

Zur Erfassung der durch den Schienenverkehr verursachten Erschütterungen, wurde eine 8-kanalige Messanlage mit folgenden, der DIN 45669, Teil 1 (Messungen von Schwingungsimmissionen, Anforderungen an Schwingungsmesser; 1995) entsprechenden, Messgeräte eingesetzt:

- 8–kanalige Messdatenerfassung und Konditionierung mit Cronos-PL2 der Fa. imc
- Beschleunigungsaufnehmer Typ 393A03 der Fa. PCB
- Messrechner mit Signalanalyse Software FAMOS der Fa. imc
- Schwingungskalibrator Typ VC-11 der Fa. MMF

5 Messpunkte

Für die Prognose der Erschütterungen in den zukünftigen Gebäuden wurden auf dem Baugelände an mehreren Messpunkten in der Nähe der Bahnlinie Erschütterungsmessungen mit vertikaler Schwingungserfassung durchgeführt. (siehe Anlage 1, Lageplan Erschütterungsmesspunkte).

6 Messergebnisse

Die Erschütterungsmessung erfolgte am 10.09.2012 in der Zeit von 15.30 –18.00 Uhr. In diesem Zeitraum wurden insgesamt 24 Bahnvorbeifahrten messtechnisch erfasst.

Für die Messpunkte ist die maximale bewertete Schwingstärke KBF_{max} und die Schwingschnelle v der Züge mit den Bahndaten in Anlage 2 eingetragen.

In den Graphiken, Anlage 3, sind die gemittelten Terzspektren der Züge an den Messpunkten dargestellt.

7 Erschütterungsprognose

Für die Berechnung der zukünftigen Erschütterungseinwirkung in den geplanten Gebäuden des Bauvorhabens Leverkusen/Opladen, „neues Wohnen Nord-West“ fanden die Messergebnisse die an den Messpunkten MP 1, MP 2, MP 3 gewonnen werden konnten Verwendung. Die Ermittlung der Erschütterungseinwirkung basiert auf den gemittelten Terzspektren der Zugvorbeifahrten. Mit diesen Terzspektren, und einer Übertragungsfunktion vom Erdreich in die Gebäudefundamente und in das Erdgeschoss bzw. die Obergeschosse, werden die in geplanten Gebäuden auftretenden Terzspektren und Erschütterungseinwirkungen repräsentativ berechnet. Bei der Berechnung wird vorausgesetzt, dass die geplanten Gebäude in Massivbauart mit Decken aus Stahlbeton ausgeführt werden.

Mit den ermittelten Terzschnellespektren wird die Schwingschnelle v, die maximale, bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und der sekundäre Luftschall L_{sek} berechnet. Die Berechnungen des sekundären Luftschalls erfolgen bei Ansatz der für den Streckenabschnitt prognostizierten Zugzahlen (siehe Anlage 5, Prognose 2015). Die geplante Gütergleisverlegung ist in der Betrachtung der Erschütterungsbelastung berücksichtigt. Die Ergebnisse der Erschütterungsprognose sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Die Ergebnistabelle zeigt die prognostizierten Erschütterungseinwirkungen für die „bahnliniennahen“ Bereiche (MP1/IO 1, MP2/IO 2 und MP3/IO 3).

Tabelle 4 Prognostizierte Schwingstärken in geplanten Gebäuden des Bauvorhabens „neues Wohnen Nord-West“ Leverkusen/Opladen

Immissionsort	Schwing-schnelle	Max. bew. Schwingstärke	Beurteilungsschwingstärke		Sekundärer Luftschall		Maximaler Sek.Luftschall
	v [mm/s]	KB_{Fmax}	KB_{FTr} Tag	KB_{FTr} Nacht	$L_{sek, tags}$ [dB(A)]	$L_{sek, nachts}$ [dB(A)]	$L_{sek, max}$ [dB(A)]
Opladen IO1							
EG	0.021	0.006	0.002	0.002	17.3	17.5	11.4
1.OG	0.022	0.006	0.002	0.002	17.3	17.6	11.5
Opladen IO2							
EG	0.017	0.005	0.001	0.001	15.5	16.4	10.3
1.OG	0.017	0.005	0.001	0.001	15.6	16.4	10.4
Opladen IO3							
EG	0.036	0.012	0.003	0.003	19.9	20.5	21.4
1.OG	0.036	0.012	0.003	0.003	19.9	20.5	21.5
Anhaltswerte Wohngebiet	8	$A_{u,Nacht}$ = 0,1 $A_{o,Nacht}$ = 0.2	A_r =0,07	A_r =0,05	35	25	35

Der Vergleich zwischen den prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten in Tabelle 4 und dem für mögliche Gebäudeschäden heranzuziehenden Anhaltswert der DIN 4150, Teil 3 (zweite Spalte, Anhaltswert 8 mm/s), zeigt, dass der Anhaltswert eingehalten wird. Gebäudeschäden sind deshalb durch Erschütterungen aus dem Bahnverkehr in den geplanten Gebäuden nicht zu erwarten.

Wie die Tabelle 4 des Weiteren zeigt, liegen die erwarteten Erschütterungsimmissionen an allen Immissionsorten unter dem Anhaltswert A_u Nacht (Wohngebiet) und auch unterhalb des Anhaltswertes A_r für die Beurteilungsschwingstärke. Die Anforderungen der DIN 4150-2 sind somit eingehalten. Der Orientierungswert für den sekundären Luftschall (Mittelungspegel) und der Orientierungswert für den maximalen sekundären Luftschall ($L_{sek, max}$ Nacht) werden ebenfalls eingehalten.

Es sind daher für das geplante Baugebiet keine Erschütterungsschutzmaßnahmen erforderlich.

An der Nordwestecke des Bebauungsplangebietes existieren an der Werkstättenstraße Wohngebäude älterer Bauart. Diese Altbauten waren nicht Gegenstand der Erschütterungsuntersuchung. Die Belastungssituation in diesen Altbauten und die Auswirkungen der Gütergleisverlegung in Opladen werden gegebenenfalls im diesbezüglichen Planfeststellungsverfahren untersucht.

In der Südwestecke des Bebauungsplangebietes ist ein neues Gebäude mit gewerblicher Nutzung geplant. Wohnnutzung ist in diesem Gebäude ausgeschlossen. Die Erschütterungsbelastung in diesem Gebäude wird im Vergleich zum Immissionsort 3 (MP 3, Wohngebäude) aufgrund des geringeren Abstandes zu den Bahngleisen tendenziell höher sein. Da die Anhalts- und Orientierungswerte für Gewerbegebäude aber deutlich höher sind als für Wohngebäude kann auch für das geplante Gewerbegebäude von einer Einhaltung der Anhaltswerte ausgegangen werden.

8 Zusammenfassung

In Leverkusen/Opladen ist östlich der Werkstättenstraße ein neues Wohngebiet geplant. Das Baugebiet befindet sich zum Teil im Einflussbereich der westlich gelegenen Bahnlinie (Bahnhof Opladen). Es ist zu untersuchen, ob durch den Bahnverkehr in geplanten Gebäuden Erschütterungsimmissionen auftreten, die die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Zur Beurteilung der Erschütterungen in den zukünftigen Gebäuden wurden auf dem Baugelände an mehreren Positionen (MP 1, MP 2 und MP 3) Erschütterungsmessungen mit vertikaler Schwingungserfassung durchgeführt und eine Prognose der zu erwartenden Immissionen erstellt.

Die Prognoseberechnungen hatten zum Ergebnis, dass die erwarteten Erschütterungsimmissionen in den geplanten Gebäuden die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (allgemeines Wohngebiet) einhalten. Erschütterungseinwirkungen, die oberhalb einer Schwinggeschwindigkeit von 8 mm/s liegen und damit Gebäudeschäden verursachen könnten, sind nicht zu erwarten.

Die Orientierungswerte für den sekundären Luftschall (Mittelungspegel) und den maximalen sekundären Luftschall werden in den geplanten Gebäuden des „bahnliniennahen“ Bereiches eben-

falls eingehalten. Es sind daher für das geplante Baugebiet keine Erschütterungsschutzmaßnahmen erforderlich.

Greifenberg, 20.09.2012

i.A. Christian Angerer

i.A. Franz J. Maget

ACCON GmbH
Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik

Quellenverzeichnis

Für die Untersuchung wurden folgende Grundlagen herangezogen:

[1] DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999

[2] DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999

[3] DIN 45669-1 „Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung“, September 2010

[4] DIN 45669-2 „Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 2: Messverfahren“, Juni 2005

[5] Körperschall und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, Deutsche Bahn AG, August 1996

Anlage 1

Lageplan Erschütterungsmesspunkte

Erschütterungsmesspunkte
Bebauungsgebiet
"Neues Wohnen Nord-West
Opladen
MP 1
MP 2
MP 3
2324 Prognose
2730 Prognose
2674 Prognose
Grüne Mitte
Spiel- und Liegewiesen
Kletterhalle im Kesselhaus
Spielplatz
Netz- und Klettergerüst
Stadthäuser
Einzelhandel

Anlage 2

Ergebnisse Erschütterungsmessung

Messergebnisse

Messort: Opladen
Messtag: 10.09.2012

Maximale Schwinggeschwindigkeit

Zugdaten					MP 1 Erdmesspunkt vertikal	MP 2 Erdmesspunkt vertikal	MP 3 Erdmesspunkt vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	Gleis	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	15:52	GZ	75	5	0.005	0.003	0.006
2	15:58	ICE	115	2	0.009	0.007	0.015
3	16:06	LOK	76	5	0.005	0.004	0.004
4	16:07	ICE	132	3	0.011	0.010	0.019
5	16:24	RB	40	3	0.005	0.004	0.006
6	16:16	RB	73	2	0.005	0.005	0.010
7	16:17	GZ	63	5	0.008	0.008	0.011
8	16:24	RE	51	3	0.009	0.006	0.012
9	16:26	IC	128	2	0.012	0.010	0.021
10	16:34	IC	117	3	0.009	0.007	0.017
11	16:35	RE	53	2	0.009	0.007	0.018
12	16:47	RB	39	3	0.004	0.004	0.007
13	16:50	RB	42	2	0.007	0.007	0.009
14	17:04	ICE	129	2	0.010	0.014	0.023
15	17:13	RB	41	3	0.005	0.007	0.007
16	17:18	LOK	78	4	0.004	0.004	0.005
17	17:21	RB	53	2	0.006	0.004	0.008
18	17:23	ICE	115	3	0.008	0.007	0.016
19	17:30	RB	38	3	0.006	0.007	0.013
20	17:35	RB	51	2	0.010	0.007	0.019
21	17:39	LOK	74	5	0.004	0.004	0.007
22	17:42	IC	118	3	0.013	0.012	0.018
23	17:44	RE	57	2	0.008	0.006	0.017
24	17:50	RB	40	3	0.004	0.004	0.007

Messergebnisse

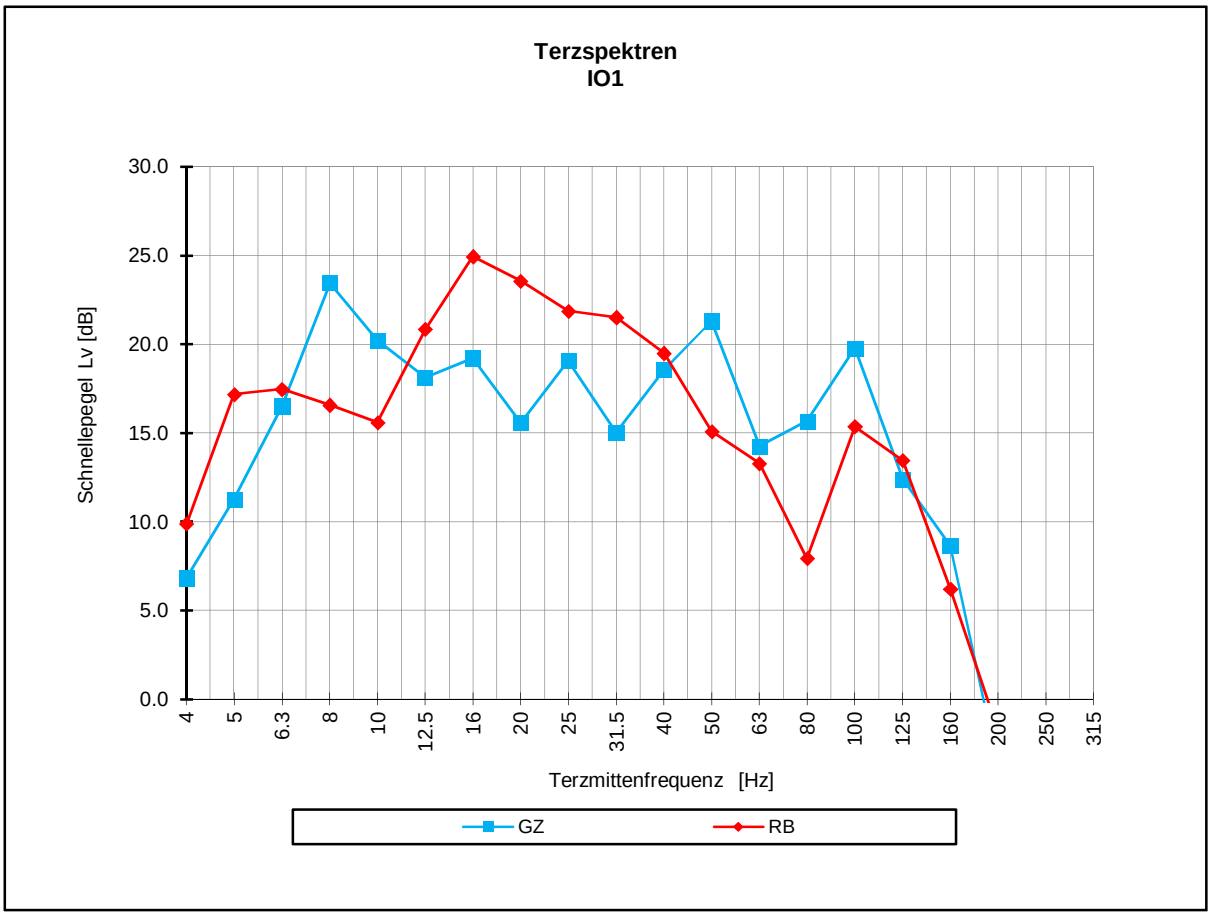
Messort: Opladen
Messtag: 10.09.2012

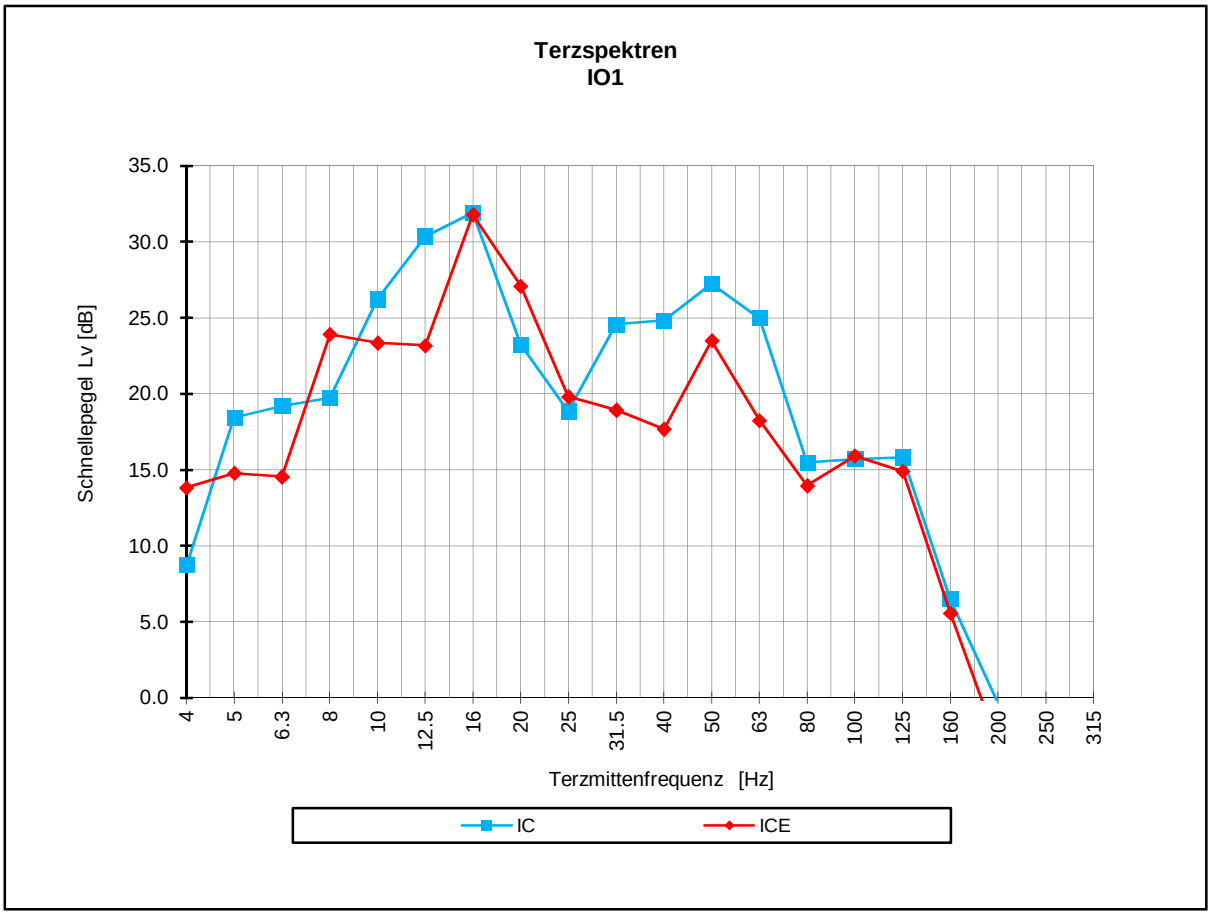
Maximale bewertete Schwingstärke:

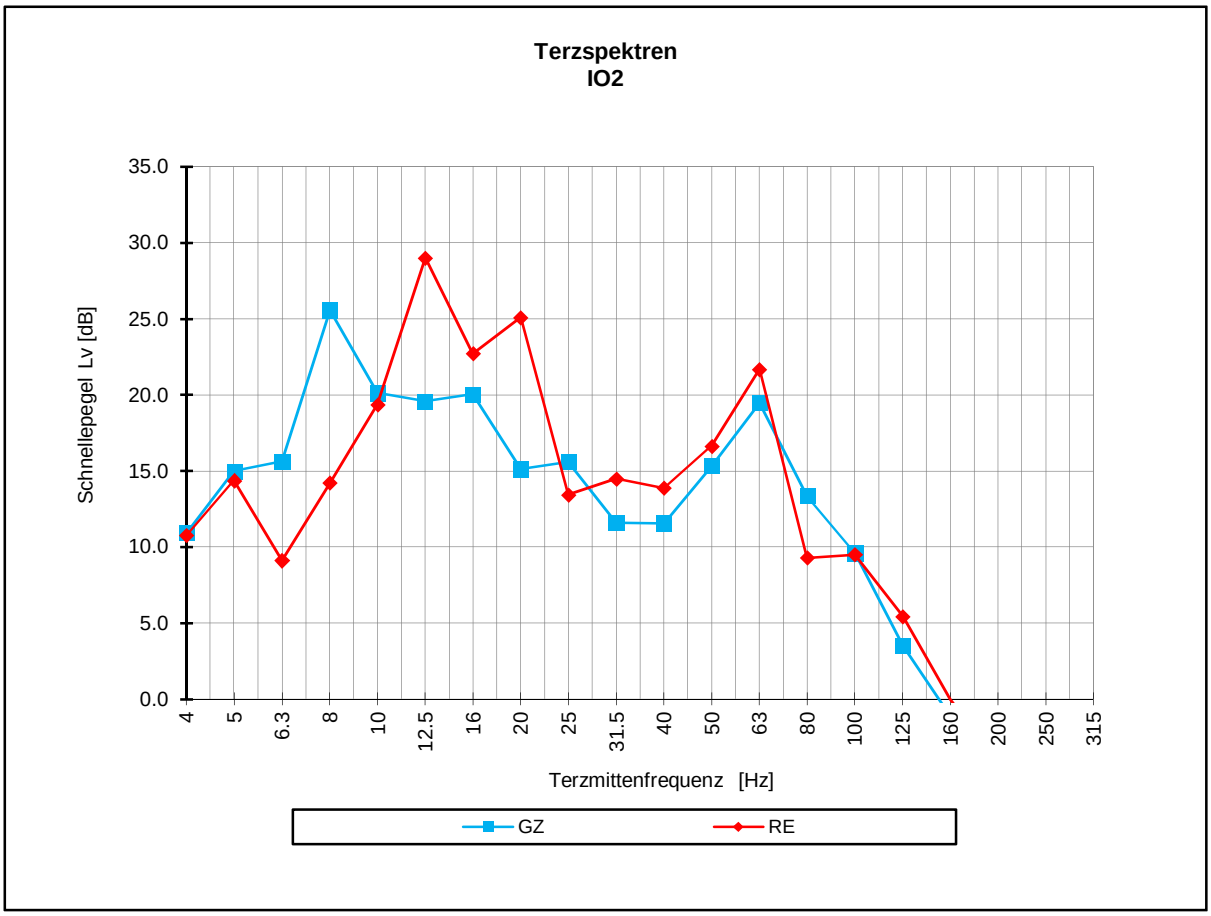
Zugdaten					MP 1 Erdmesspunkt vertikal	MP 2 Erdmesspunkt vertikal	MP 3 Erdmesspunkt vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	Gleis	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	15:52	GZ	75	5	0.001	0.001	0.002
2	15:58	ICE	115	2	0.003	0.002	0.005
3	16:06	LOK	76	5	0.001	0.001	0.001
4	16:07	ICE	132	3	0.003	0.004	0.007
5	16:24	RB	40	3	0.001	0.001	0.002
6	16:16	RB	73	2	0.001	0.001	0.003
7	16:17	GZ	63	5	0.002	0.002	0.003
8	16:24	RE	51	3	0.003	0.002	0.004
9	16:26	IC	128	2	0.003	0.003	0.006
10	16:34	IC	117	3	0.003	0.002	0.005
11	16:35	RE	53	2	0.003	0.002	0.007
12	16:47	RB	39	3	0.001	0.001	0.002
13	16:50	RB	42	2	0.002	0.002	0.004
14	17:04	ICE	129	2	0.003	0.004	0.007
15	17:13	RB	41	3	0.002	0.003	0.002
16	17:18	LOK	78	4	0.001	0.001	0.002
17	17:21	RB	53	2	0.001	0.001	0.002
18	17:23	ICE	115	3	0.003	0.002	0.005
19	17:30	RB	38	3	0.002	0.002	0.004
20	17:35	RB	51	2	0.003	0.002	0.005
21	17:39	LOK	74	5	0.001	0.001	0.002
22	17:42	IC	118	3	0.004	0.003	0.005
23	17:44	RE	57	2	0.002	0.002	0.005
24	17:50	RB	40	3	0.001	0.001	0.002

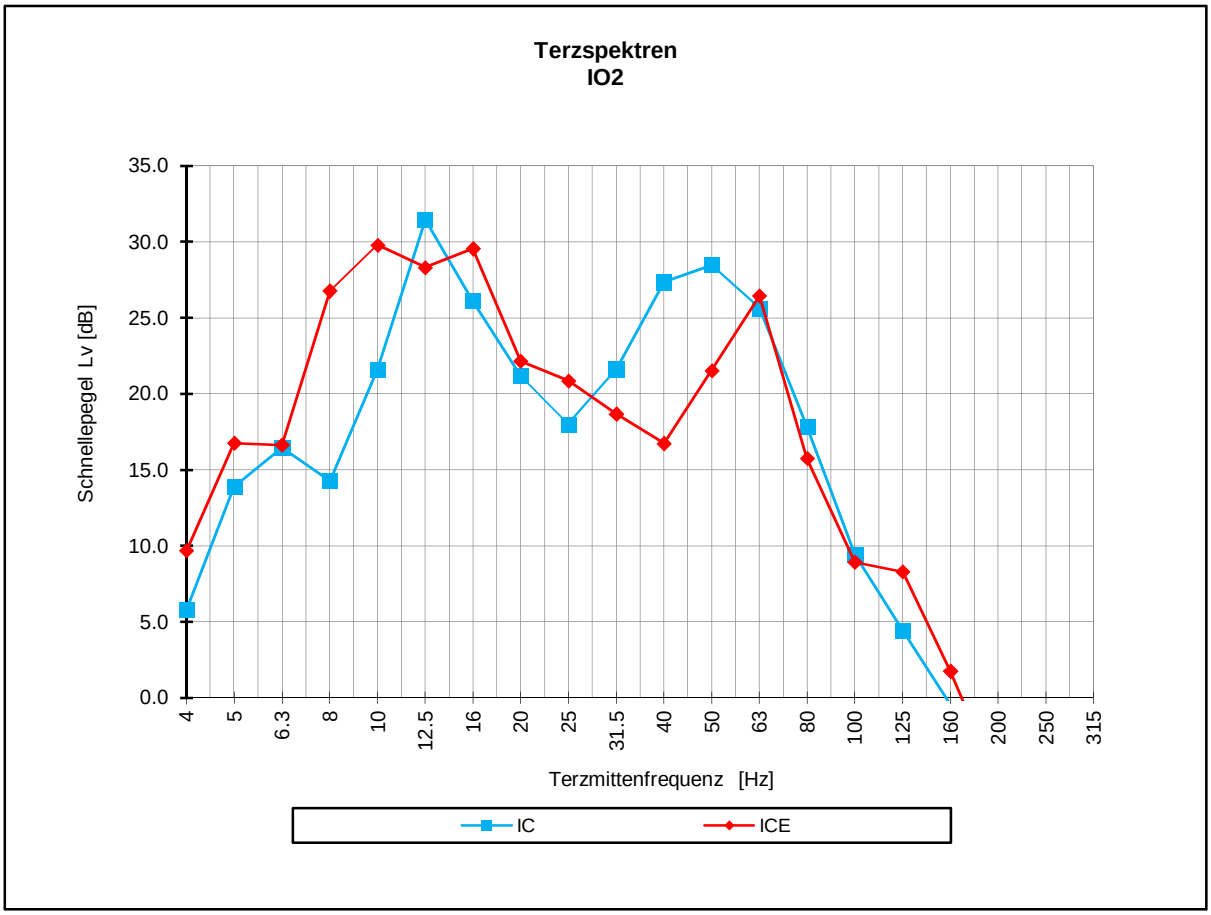
Anlage 3

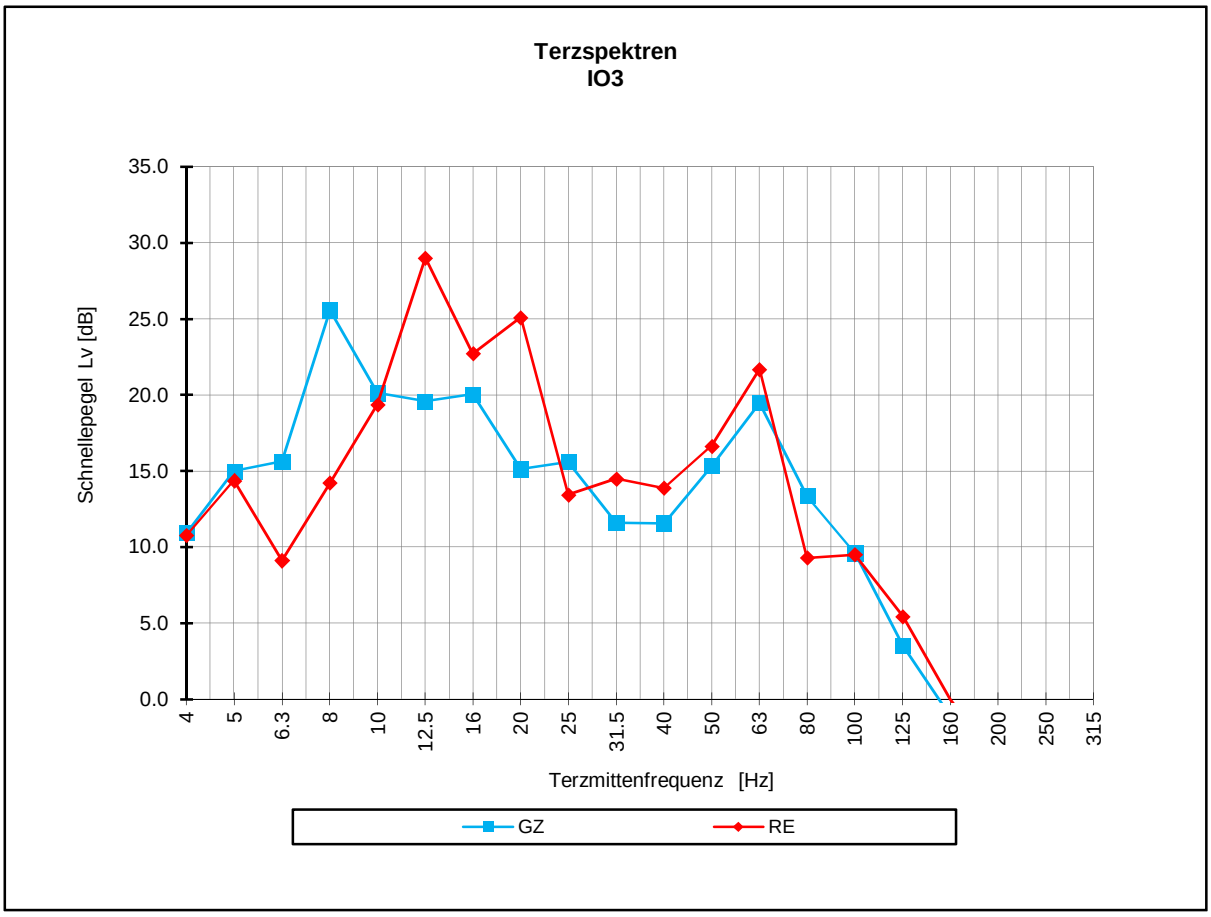
Terzspektren der Messung

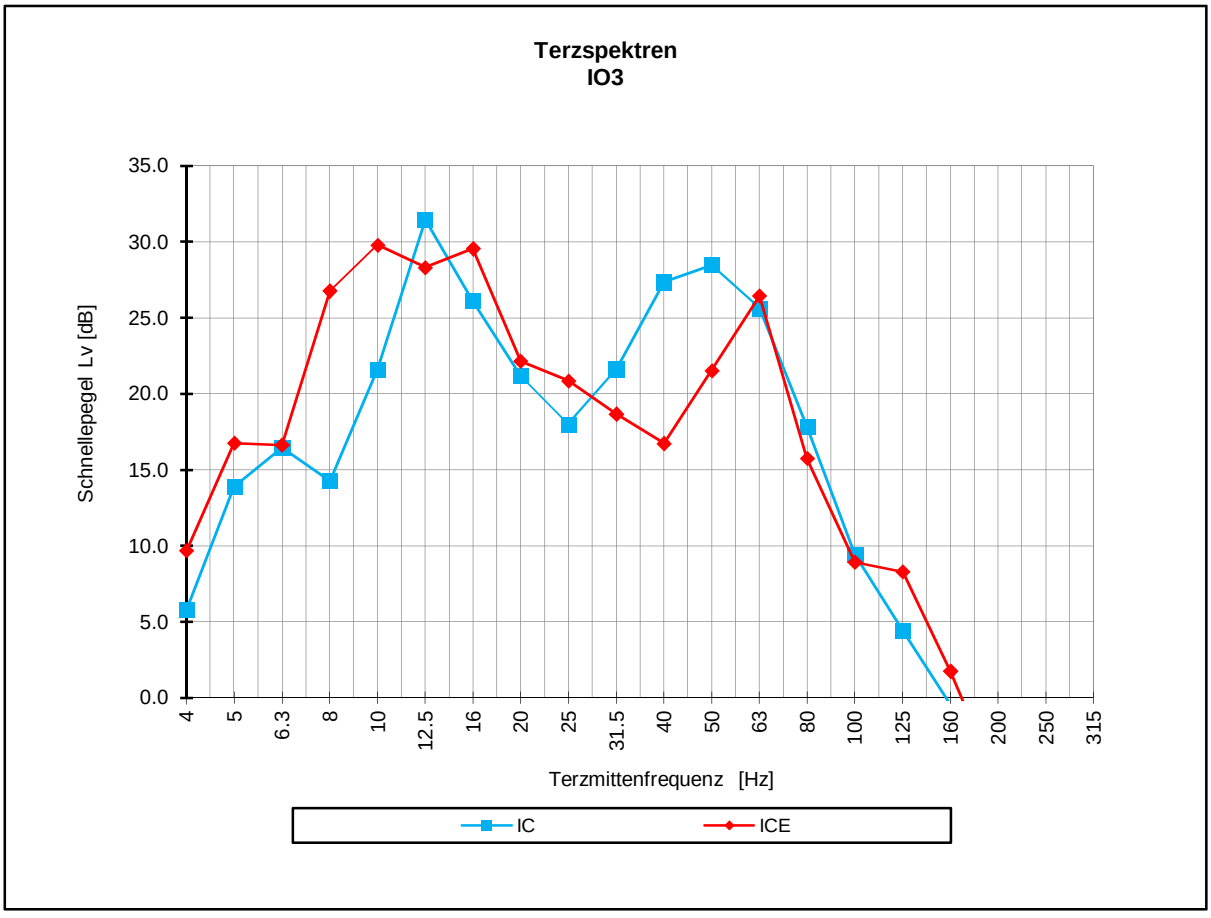

Terzspektren
IO1
Schnellepegel Lv [dB]
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
4
5
6.3
8
10
12.5
16
20
25
31.5
40
50
63
80
100
125
160
200
250
315
Terzmittenfrequenz [Hz]
GZ
RB


Terzspektren
IO1
Schnellepegel Lv [dB]
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
4
5
6.3
8
10
12.5
16
20
25
31.5
40
50
63
80
100
125
160
200
250
315
Terzmittenfrequenz [Hz]
IC
ICE


Terzspektren
IO2
Schnellepegel Lv [dB]
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
4
5
6.3
8
10
12.5
16
20
25
31.5
40
50
63
80
100
125
160
200
250
315
Terzmittenfrequenz [Hz]
GZ
RE

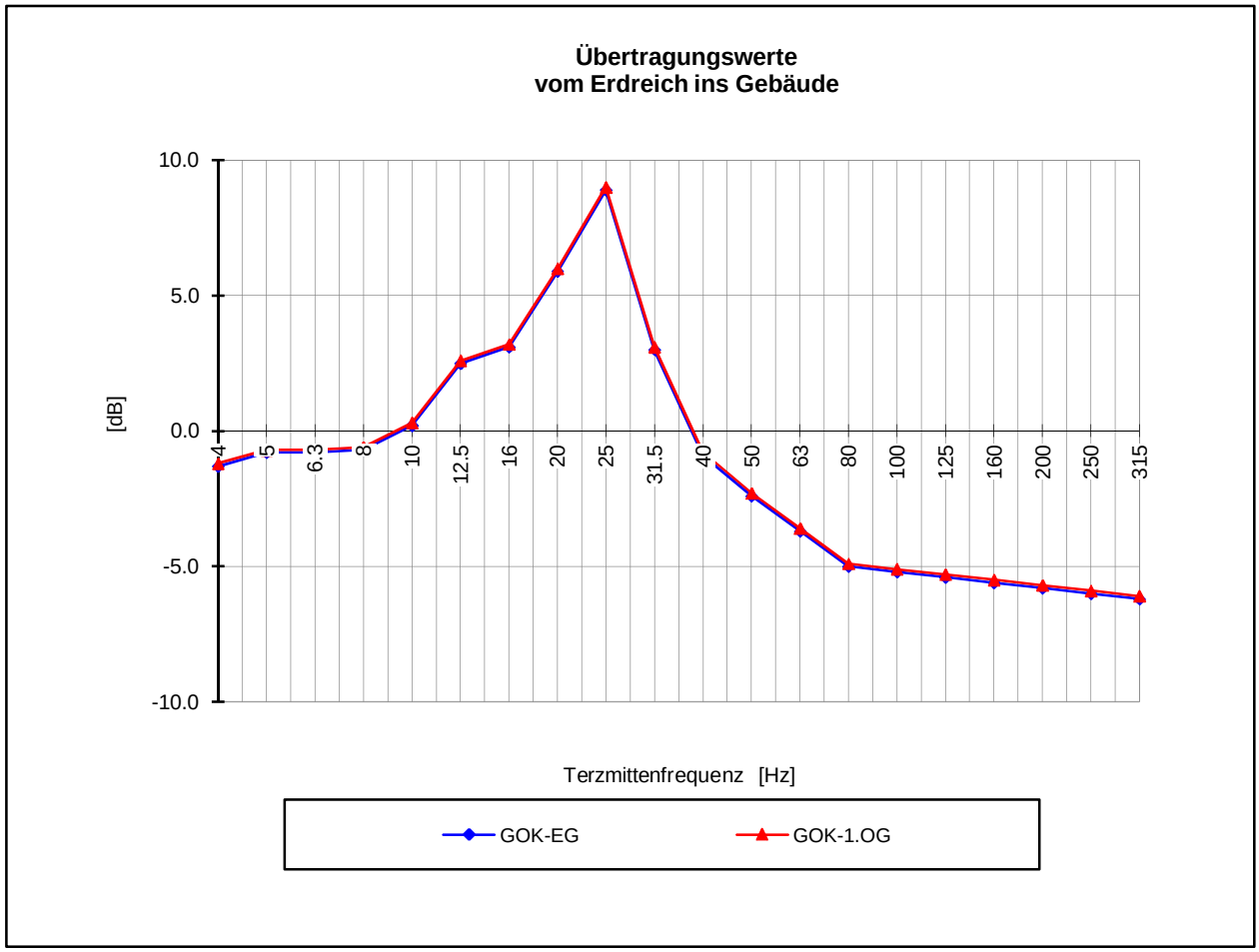

Terzspektren
IO2
Schnellepegel Lv [dB]
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
4
5
6.3
8
10
12.5
16
20
25
31.5
40
50
63
80
100
125
160
200
250
315
Terzmittenfrequenz [Hz]
IC
ICE


Terzspektren
IO3
Schnellepegel Lv [dB]
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
4
5
6.3
8
10
12.5
16
20
25
31.5
40
50
63
80
100
125
160
200
250
315
Terzmittenfrequenz [Hz]
GZ
RE


Terzspektren
IO3
Schnellepegel Lv [dB]
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
4
5
6.3
8
10
12.5
16
20
25
31.5
40
50
63
80
100
125
160
200
250
315
Terzmittenfrequenz [Hz]
IC
ICE

Anlage 4

Schwingungstechnische Übertragungswerte


Übertragungswerte
vom Erdreich ins Gebäude
10.0
5.0
0.0
-5.0
-10.0
[dB]
4
5
6.3
8
10
12.5
16
20
25
31.5
40
50
63
80
100
125
160
200
250
315
Terzmittenfrequenz [Hz]
GOK-EG
GOK-1.OG

Anlage 5

Zugverkehrszahlen

Strecke 2324 Prognose 2015 (2 Gleise)

2	3	4	5	4	5	6	7	8	9	12	11	10	13	14	15	16	17	18
Zuggattung	**N**	**l**	**v**	**p**	**DFz**	**DD**	**Dl**	**Dv**	**N**	**l**	**v**	**p**	**DFz**	**DD**	**Dl**	**Dv**	**Lm25i**	
	Tag								Nacht								Tag	Nacht
		m	km/h	%	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		m	km/h	%	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
GZ-E	19	700	90	0	0	7,0	9,2	-0,9	-								66,3	-99,0
GZ-E	110	700	100	10	0	6,6	16,8	0,0	30	700	100	10	0	6,6	14,2	0,0	74,5	71,8
GZ-E	20	700	120	10	0	6,6	9,4	1,6	20	700	120	10	0	6,6	12,4	1,6	68,6	71,6
GZ-E	4	700	120	100	0	0,0	2,4	1,6	4	700	120	100	0	0,0	5,4	1,6	55,0	58,0
gesamt	153								54				Summe (ohne Schienenbonus)				**76,0**	**74,8**
													pro Gleis				**73,0**	**71,8**

Strecke 2674 Prognose 2015 (1 Gleis)

2	3	4	5	4	5	6	7	8	9	12	11	10	13	14	15	16	17	18
Zuggattung	**N**	**l**	**v**	**p**	**DFz**	**DD**	**Dl**	**Dv**	**N**	**l**	**v**	**p**	**DFz**	**DD**	**Dl**	**Dv**	**Lm25i**	
	Tag								Nacht								Tag	Nacht
		m	km/h	%	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		m	km/h	%	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
GZ-E	14	700	70	10	0	6,6	7,9	-3,1	5	700	70	10	0	6,6	6,4	-3,1	62,4	60,9
gesamt	14								5				Summe (ohne Schienenbonus)				**62,4**	**60,9**

Strecke 2730 Prognose 2015 (2 Gleise)

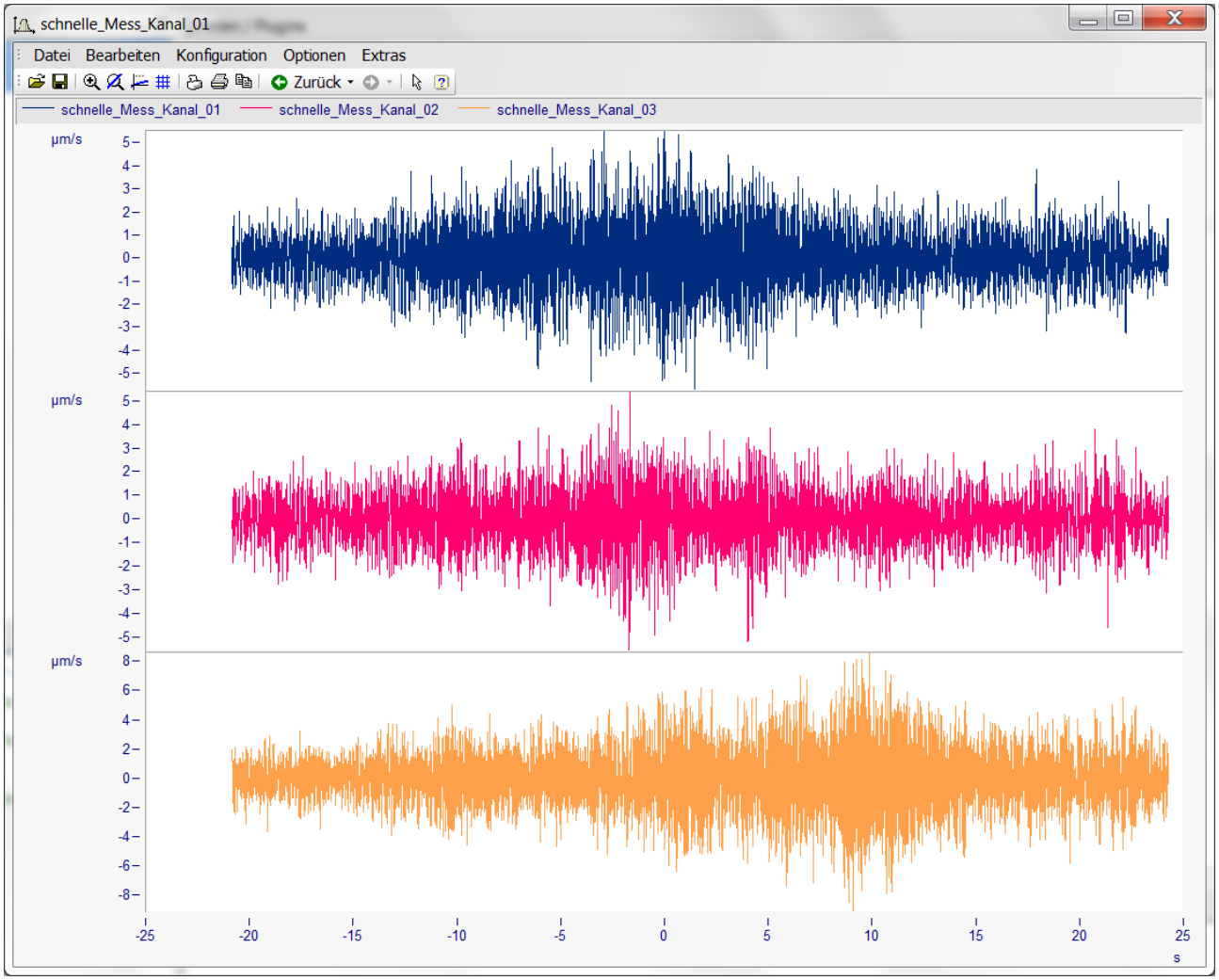
2	3	4	5	4	5	6	7	8	9	12	11	10	13	14	15	16	17	18
Zuggattung	**N**	**l**	**v**	**p**	**DFz**	**DD**	**Dl**	**Dv**	**N**	**l**	**v**	**p**	**DFz**	**DD**	**Dl**	**Dv**	**Lm25i**	
	Tag								Nacht								Tag	Nacht
		m	km/h	%	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		m	km/h	%	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
GZ-E	20	700	90	0	0	7,0	9,4	-0,9	40	700	90	0	0	7,0	15,4	-0,9	66,5	72,5
GZ-E	10	700	100	10	0	6,6	6,4	0,0	20	700	100	10	0	6,6	12,4	0,0	64,0	70,1
GZ-E	12	700	120	10	0	6,6	7,2	1,6	20	700	120	10	0	6,6	12,4	1,6	66,4	71,6
RB-ET	62	140	140	100	0	0,0	7,3	2,9	8	140	140	100	0	0,0	1,5	2,9	61,3	55,4
RE-E	32	180	160	100	0	0,0	5,6	4,1	6	180	160	100	0	0,0	1,3	4,1	60,6	56,4
ICE	26	210	160	100	-3	0,0	5,3	4,1	8	210	160	100	-3	0,0	3,2	4,1	57,4	55,3
ICE	16	400	160	100	-3	0,0	6,0	4,1	2	400	160	100	-3	0,0	0,0	4,1	58,1	52,1
IC-E	8	290	160	100	0	0,0	1,6	4,1									56,7	-99,0
NZ-E	2	330	160	100	0	0,0	-3,8	4,1	2	330	160	100	0	0,0	-0,8	4,1	51,2	54,2
gesamt	188								106	Summe (ohne Schienenbonus)							**72,0**	**76,4**
										pro Gleis							**69,0**	**73,4**

Anlage 6

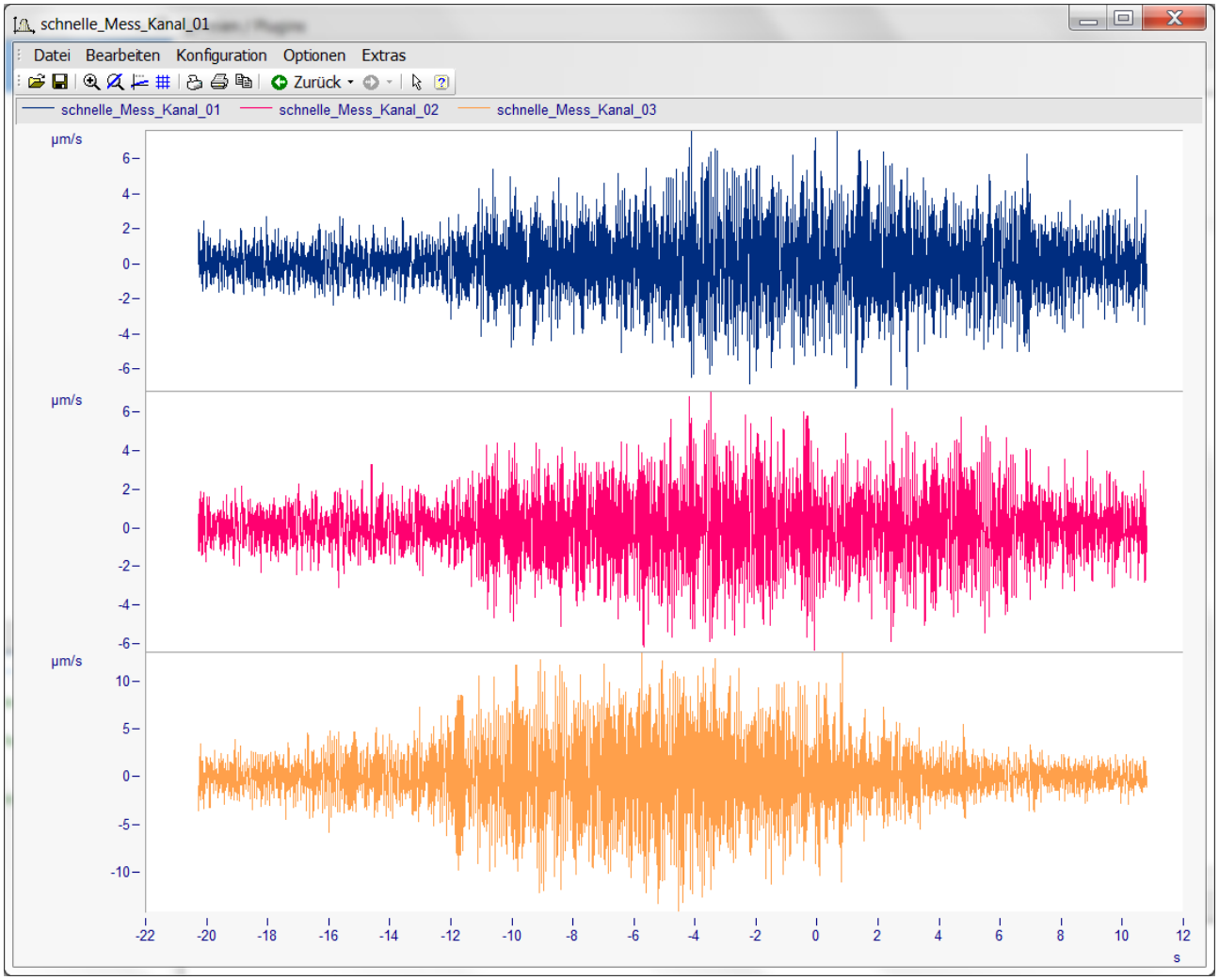
Messschriebe Schwinggeschwindigkeit Zugvorbeifahrten

(Exemplarisch)

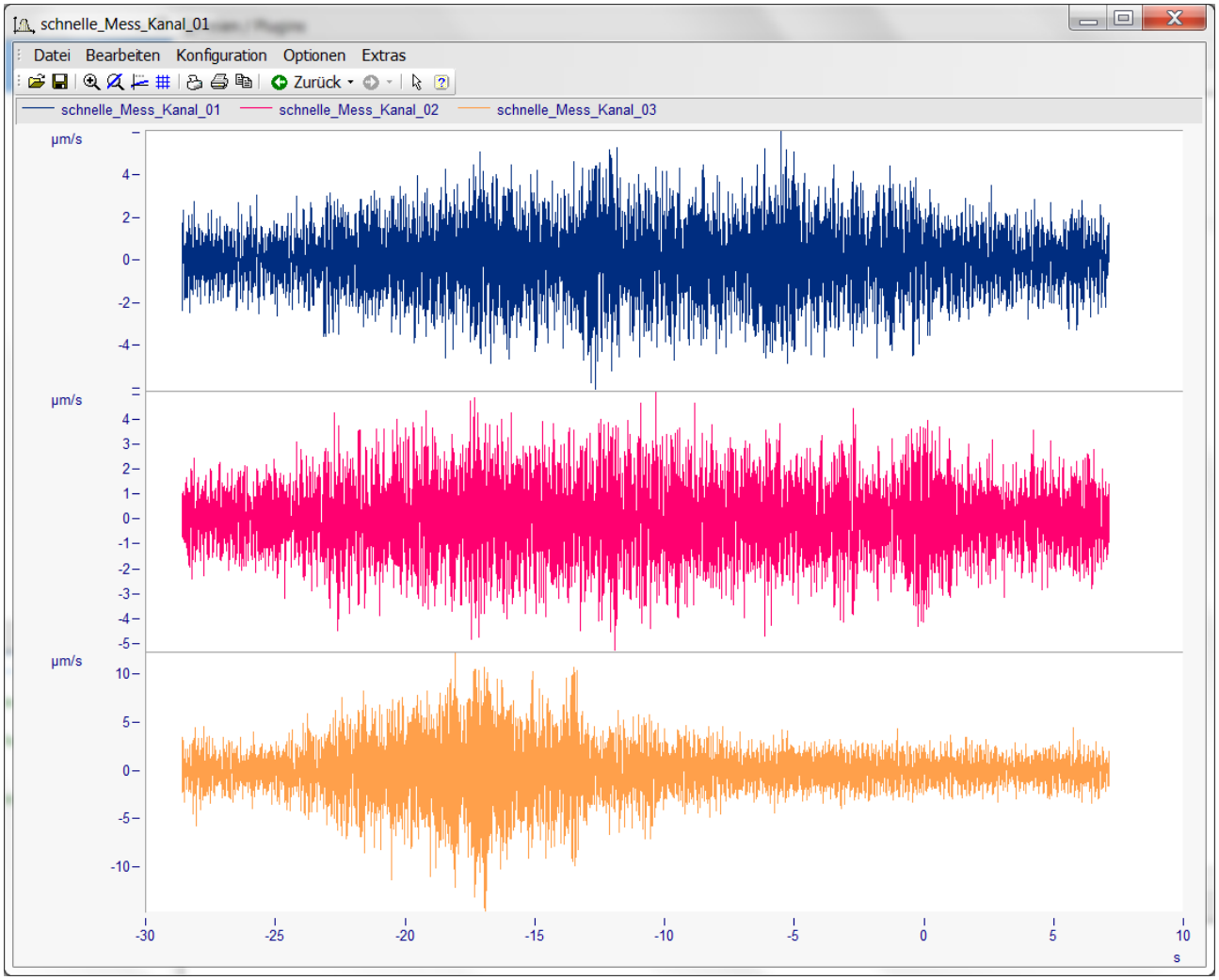
Messung 8, Regionalbahn Gleis 3



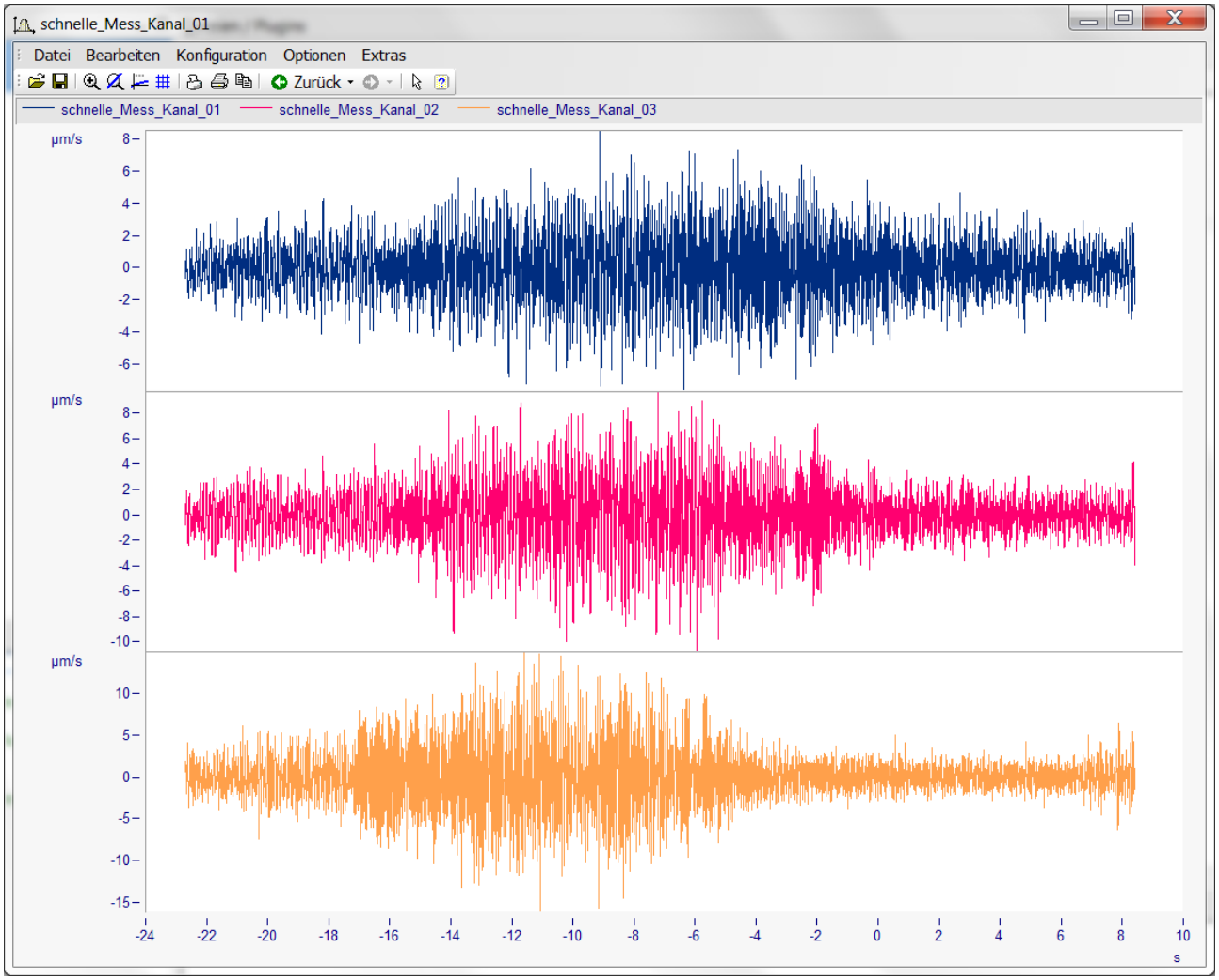
Messung 9, IC Gleis 2



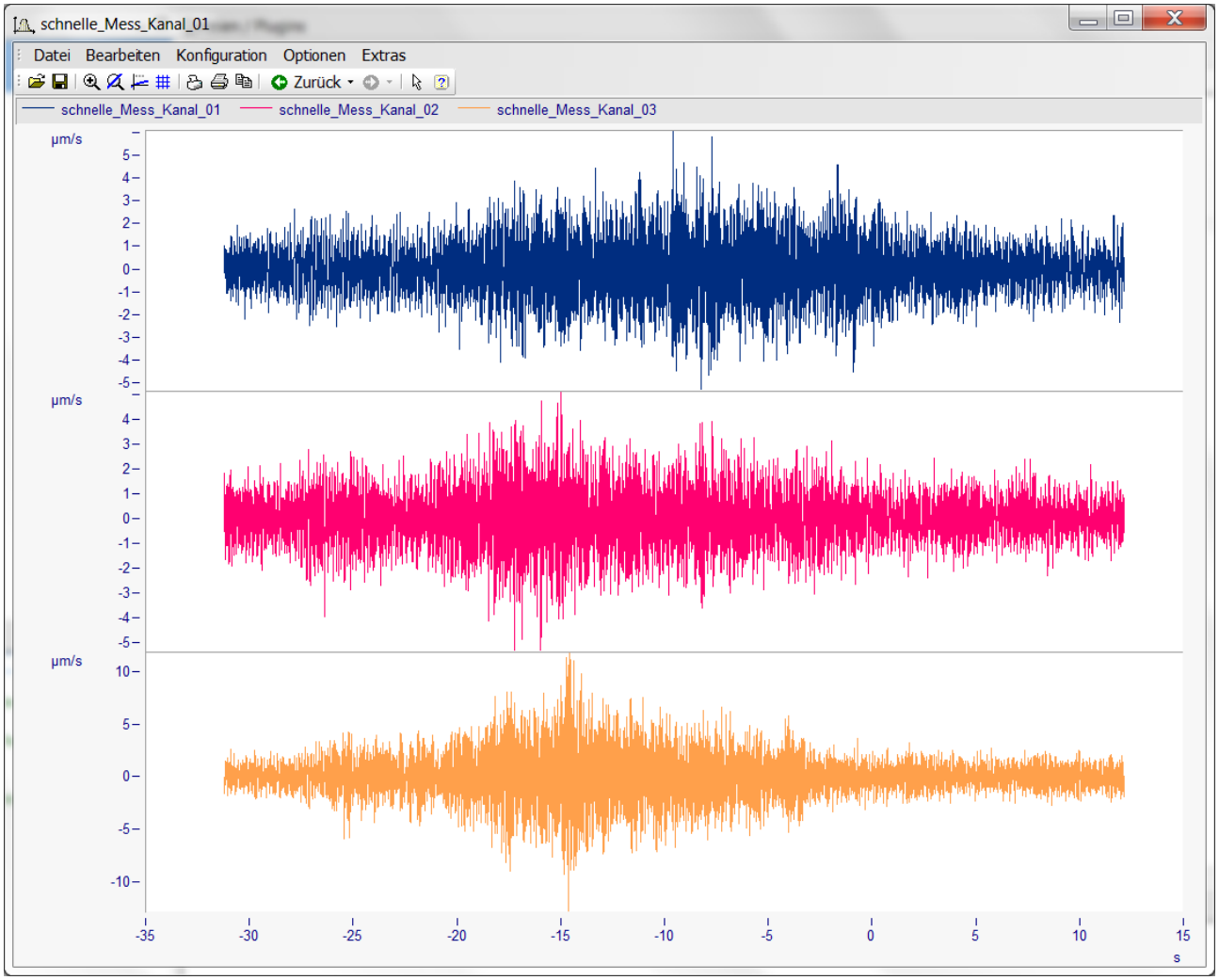
Messung 11, Regionalbahn Gleis 2



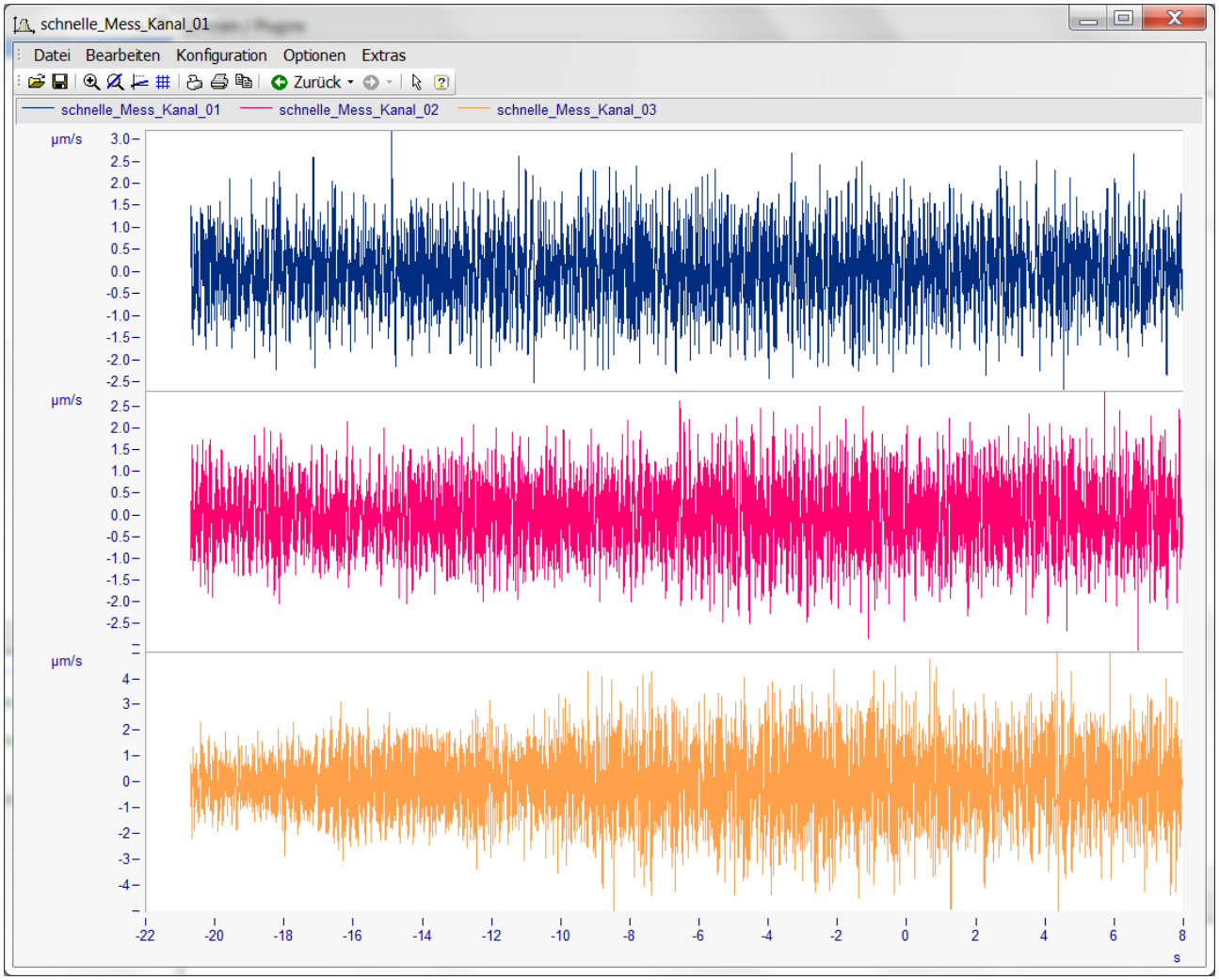
Messung 14, ICE Gleis 2



Messung 23, Regionalbahn Gleis 2



Messung 24, Regionalbahn Gleis 3



Anlage 7

Fotodokumentation

Blick auf das Untersuchungsgebiet (Nordbereich mit bestehender DB-Halle)

Bestehende DB-Halle von Westen

Regionalexpress

IC

ICE

ICE