

Beteiligungsgesellschaft
von:



*Zukunft
Gewissheit geben.*

GUTACHTEN

**Nr. L 7581-1
Oestrich-Winkel**

**über die Erschütterungsmessungen
in Wohngebäuden
an der rechtsrheinischen Schienenstrecke
in Oestrich-Winkel**



Messstelle nach § 26 Bundes-
Immissionsschutzgesetz
(BImSchG)

Auftraggeber: Hessisches Ministerium für Umwelt,
Klimaschutz, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden

Datum: 05.08.2014

Unsere Zeichen:
UT-F2/Go

Dokument:
L7581-1 Oestrich-Winkel Stand
2015-02-12 Freigabe zur
Veröffentlichung.docx

Ausgestellt am: 05.08.2014

Das Dokument besteht aus
55 Seiten
Seite 1 von 55

Die auszugsweise Wiedergabe
des Dokumentes und die
Verwendung zu Werbezwecken
bedürfen der schriftlichen
Genehmigung der
TÜV Technische
Überwachung Hessen GmbH.

Anzahl der Ausfertigungen: 3fach Auftraggeber
1fach Auftragnehmer

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die unter-
suchten Prüfgegenstände.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Markus Gooßens
Dipl.-Ing. Martin Heinig
Nico Petry

VMPA-SPG-134-97-HE



Managementsystem
ISO 9001 / ISO14001
zertifiziert durch:



GL Systems Certification

Handelsregister Darmstadt HRB 4915
Id.-Nr.: DE 111665790
Bankverbindung:
Landesbank Hessen-Thüringen
Kto. 5007 594 004 · BLZ 500 500 00

Aufsichtsratsvorsitzender:
Dipl.-Ing. Horst Schneider
Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Reiner Block
Dipl.-Betw. Erwin Blumenauer

Telefon: +49 69 7916-303
Telefax: +49 69 7916-477
www.tuev-hessen.de
TÜV[®]

TÜV Technische
Überwachung Hessen GmbH
Industrie Service
Geschäftsfeld Umwelttechnik
Am Römerhof 15
D-60486 Frankfurt am Main
Deutschland



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Rechts- und Beurteilungsgrundlagen	3
3	Anforderungen zum Erschütterungsschutz	4
	3.1. Anforderungen zur Vermeidung von Gebäudeschäden	4
	3.2. Anforderungen zum Schutz der Menschen in Gebäuden	5
4	Messdurchführung	7
	4.1. Messtag und –zeit	7
	4.2. Messsysteme	7
	4.3. Messorte	7
	4.3.1. Messorte bei Objekt 1	8
	4.3.2. Messorte bei Objekt 2	11
	4.4. Geräteeinstellung und Objekt-Zuordnung	15
	4.5. Angaben zu dem Erschütterungsemittenten	15
5	Messergebnis und Auswertung	16
	5.1. Einwirkungen auf bauliche Anlagen (DIN 4150 Teil 3).....	16
	Objekt 1 Wohnhaus.....	16
	Objekt 2 Wohnhaus.....	17
	5.2. Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 Teil 2)	18
	Objekt 1: Wohnhaus.....	18
	Objekt 2: Wohnhaus.....	18
6	Zusammenfassung	19
7	Anhang:	21



1 Aufgabenstellung

Die TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH (nachfolgend kurz TÜV Hessen) wurde vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) mit Schreiben vom 23.1.2014 beauftragt die Erschütterungsimmissionen an ausgewählten Orten in der Nachbarschaft der rechtsrheinischen Schienenverkehrsstrecke zu ermitteln und zu bewerten. Ziel der Untersuchung ist es zu prüfen, inwieweit schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes infolge von Erschütterungen durch den Bahnverkehr vorliegen.

Im vorliegenden Gutachten L7581-1 Oestrich-Winkel werden hierzu zwei Wohnhäuser in Oestrich-Winkel untersucht. Die Auswahl der Messorte erfolgte mit Abstimmung des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (Herrn Benarik).

2 Rechts- und Beurteilungsgrundlagen

Bei der Abfassung dieses Berichtes wurden folgende Rechts- und Beurteilungsgrundlagen herangezogen:

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 02. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943)
- DIN 4150 Teil 1, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 1, Vorermittlung von Schwingungsgrößen, vom Juni 2001
- DIN 4150 Teil 2, Ausgabe Juni 1999, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- DIN 4150 Teil 3, Ausgabe Februar 1999, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen
- DIN 45669 Teil 1, Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1, Schwingungsmesser – Anforderungen und Prüfungen, vom September 2010
- DIN 45669 Teil 1 Berichtigung 1, Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1, Schwingungsmesser – Anforderungen und Prüfungen, Berichtigung zu DIN 45669-1:2010-09, vom Dezember 2012
- DIN 45669 Teil 2, Messung von Schwingungsemissionen, Teil 2, Messverfahren, vom Juni 2005
- Auszug aus dem Liegenschaftskataster Hessen, Amt für Bodenmanagement Limburg a. d. Lahn, Gemeinde: Oestrich-Winkel, Stand 21.02.2014
- Telefonische Mitteilung der Gebietsausweisung durch Frau Schreiner, Stadtverwaltung Oestrich-Winkel, 19.02.2014



3 Anforderungen zum Erschütterungsschutz

Es ist hier zu unterscheiden zwischen den Anforderungen zum Schutz vor Gebäudeschäden und den Anforderungen zum Schutz der Menschen in Gebäuden im Hinblick auf die Belästigung durch Erschütterungsimmissionen.

3.1. Anforderungen zur Vermeidung von Gebäudeschäden

Die DIN 4150 Teil 3 enthält Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von Kurzzeit- und Dauererschütterungen. Werden diese Anhaltswerte (DIN 4150 Teil 3, Tabelle 3) eingehalten, so treten Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, deren Ursachen auf Erschütterungen zurückzuführen wären, nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden bei Einhaltung der Anhaltswerte trotzdem Schäden beobachtet, ist davon auszugehen, dass andere Ursachen für die Schäden maßgebend sind. Werden die Anhaltswerte überschritten, folgt daraus nicht unbedingt, dass Schäden auftreten werden.

Bei dem Schienenverkehr ist von Dauererschütterungen auszugehen, da deren häufiges, wiederholtes Auftreten und die zeitliche Länge der Anregung ausreichen, um in den betroffenen Strukturen Resonanzen erzeugen zu können (vgl. Ziffer 3.4; 3.5 DIN 4150 Teil 3). In der folgenden Tabelle 1 sind die entsprechenden Kennwerte der DIN 4150 Teil 3 dargestellt.

Tabelle 1: Tabelle 3 der DIN 4150 Teil 3, Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf **Bauwerke**

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5

Die Anhaltswerte der Tabelle 3 für horizontale Dauererschütterungen werden für die vertikalen Dauererschütterungen unter Ziffer 6.2 für Geschossdecken wie folgt ergänzt:



Für die Beurteilung vertikaler Schwinggeschwindigkeiten von **Geschossdecken** nennt die DIN 4150 Teil 3 für die Gebäude nach Tabelle 3 Zeilen 1 und 2 dieser Norm, einen Anhaltswert von:

$$v_i = 10 \text{ mm/s.}$$

Wird dieser Anhaltswert eingehalten, so treten erfahrungsgemäß keine Schäden auf, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen sind. Bei Gebäuden nach Tabelle 3 dieser Norm, Zeile 3 (z. B. Gebäude unter Denkmalschutz), wird kein Anhaltswert für die Beurteilung von Geschossdecken angegeben.

3.2. Anforderungen zum Schutz der Menschen in Gebäuden

In DIN 4150 Teil 2 werden Anforderungen an den Erschütterungsschutz genannt, bei deren Einhaltung eine erhebliche Belästigung von Menschen in Gebäuden ausgeschlossen werden kann. In der folgenden Tabelle 2 sind die entsprechenden Kennwerte der DIN 4150 Teil 2 dargestellt. Als Beurteilungsgröße dient die bewertete Schwingstärke KB_F die aus den unbewerteten Erschütterungssignalen (Schwinggeschwindigkeit bzw. Schnelle für alle drei Raumrichtungen) bestimmt wird. Aus dem aufgezeichneten Signal aller drei Raumrichtungen wird der Maximalwert KB_{Fmax} bestimmt und das Signal wird in i Takte von 30 Sekunden eingeteilt. Der den Takt i bestimmende Wert wird KB_{FTi} genannt. In der Norm sind die Anhaltswerte A_u und A_o genannt, die mit dem Wert KB_{Fmax} verglichen werden

Die Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 gelten als eingehalten, wenn $KB_{Fmax} \leq A_u$ ist.

Wird der untere Anhaltswert A_u überschritten ist zu prüfen, ob der obere Anhaltswert A_o eingehalten ist und ob die Erschütterungseinwirkungen selten oder häufig auftreten. Wird bei dieser Prüfung der Anhaltswert A_o eingehalten und sind die Erschütterungen seltene Ereignisse, dann sind auch die Anforderungen der Norm eingehalten. Treten die Erschütterungen häufig auf, so ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTi} zu ermitteln und mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen. Dabei werden Erschütterungen, die unter der Schwelle von $KB_{FTi} = 0,1$ liegen gleich 0 gesetzt, um die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTi} nicht wesentlich anzuheben. Hierfür wird die Anzahl dieser Takte bei der Berechnung der Beurteilungsschwingstärke dennoch berücksichtigt.

Die Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 gelten auch dann als eingehalten, wenn $KB_{FTi} \leq A_r$ ist.

Für Schienenverkehr macht die DIN 4150 Teil 2 im Abschnitt 6.5.3.5 eine abweichende Bedeutung des oberen Anhaltswertes A_o . Bei seltener Überschreitung des oberen Anhaltswertes A_o durch den Schienenverkehr gilt die Norm in der Nachtzeit als eingehalten. Außerdem wird ein weiterer oberer Anhaltswert von $A_o = 0,6$ genannt der mit dem KB_{FTi} -Wert zu vergleichen ist, bei dessen Überschreitung nach der Ursache (z.B. Flachstellen an den Rädern) bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen und diese möglichst rasch zu beheben ist. Diese hohen Werte sind bei der Berechnung von KB_{FTi} zu berücksichtigen.



Tabelle 2: Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 2, Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen

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

Bei durch **Schieneverkehr** verursachte Erschütterungen, wird bei einer Überschreitung des unteren Anhaltswertes A_u durch die maximale bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ gleich im nächsten Prüfschritt die Beurteilungsschwingstärke $KB_{F_{Tr}}$ ermittelt und mit dem Anhaltswert A_r verglichen. Des weiteren wird bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärke $KB_{F_{Tr}}$ aus Schienenverkehrserschütterungen der Faktor zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten **nicht** angewendet.



4 Messdurchführung

4.1. Messtag und –zeit

Die Messungen wurden in der Nachtzeit zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr am Donnerstag, den 6. Februar, auf Freitag, den 7. Februar, von Herrn Martin Heinig und Herrn Markus Gooßens durchgeführt.

4.2. Messsysteme

Für die Erschütterungsmessungen wurden zwei 8-kanalige Schwingungsmesssysteme vom Typ 9800 der Firma Beitzler- Messtechnik eingesetzt. Das System 9800 ist ein Schwingungsmesser nach DIN 45669 Teil 1. Die Erschütterungsmesseinrichtung „HLUG-A“ vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie wurde durch den Hersteller im November 2012 unter Bezug auf das nationale Normal kalibriert. Diese Kalibrierung ist somit bis November 2014 gültig. Die Erschütterungsmesseinrichtung „HLUG-B“ vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie wurde durch den Hersteller im Januar 2013 unter Bezug auf das nationale Normal kalibriert. Diese Kalibrierung ist somit bis Januar 2015 gültig. Die Genauigkeit der gemessenen Erschütterungssignale mit den verwendeten Messeinrichtungen (unbewertet/bewertet) beträgt $\pm 15\%$ (nach DIN 4150).

Die Ankopplung der Schwingungsaufnehmer erfolgt nach DIN 45699 Teil 2 für Aufstellung und Ankopplung bei harten Unterlagen nach Ziff. 5.3.2 (Bild1 b). Hierfür werden an den Platten jeweils drei abgerundete Füße festgeschraubt und möglichst waagrecht aufgestellt. Ein Abheben oder Wandern der Schwingungsaufnehmer ist dann nicht zu erwarten, wenn die Schwingbeschleunigungsspitzenwerte in allen Messrichtungen $\leq 3 \text{ m/s}^2$ sind. Damit lassen sich nach DIN 45669 Teil 2 unverfälschte Messungen bis 100 Hz für die vertikale Richtung und bis 40 Hz für die horizontale Richtung durchführen.

Für die Aufstellung bei weichen Unterlagen erfolgt die Ankopplung nach Ziff. 5.3.2 (Bild a) der DIN 45699 Teil 2. Hierbei werden spitze Füße für das Eindringen in die weichen Unterlagen, wie zum Beispiel Teppich oder Fußbodenbelag, an die Platten angeschraubt. Der Frequenzbereich für vernachlässigbare Messabweichungen wird in der DIN 45699 Teil 2 Ziff. 5.3.3.1 mit bis 100 Hz für alle Richtungen angegeben. Die Schwingbeschleunigungsspitzenwerte sollen dabei in allen Messrichtungen $\leq 3 \text{ m/s}^2$ sein. Die Masse des Schwingaufnehmer mit Ankopplungseinrichtung soll etwa 2,5 kg betragen.

4.3. Messorte

Die Messungen wurden an zwei Objekten durchgeführt:

Objekt 1: Wohnhaus

Objekt 2: Wohnhaus

Die Gebietsausweisung wurde gemäß Auskunft der Stadtverwaltung Oestrich-Winkel (Frau Schreiner) für das Objekt 1 als Misch-/Dorfgebiet (MI) und für das Objekt 2 als Allgemeines Wohngebiet (WA) angegeben. Entsprechend der tatsächlichen Nutzung erfolgte weiter unten der Vergleich mit den Anhaltswerten für Allgemeines Wohnen. Die Lage der Messobjekte zum Gleisverlauf wird mit nachfolgender Abbildung 1 angegeben:

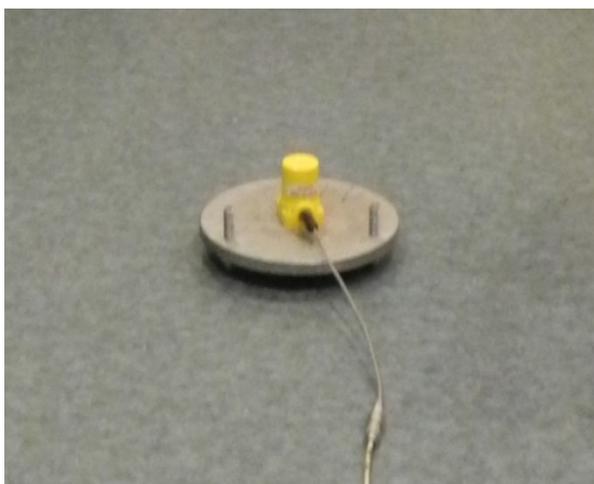
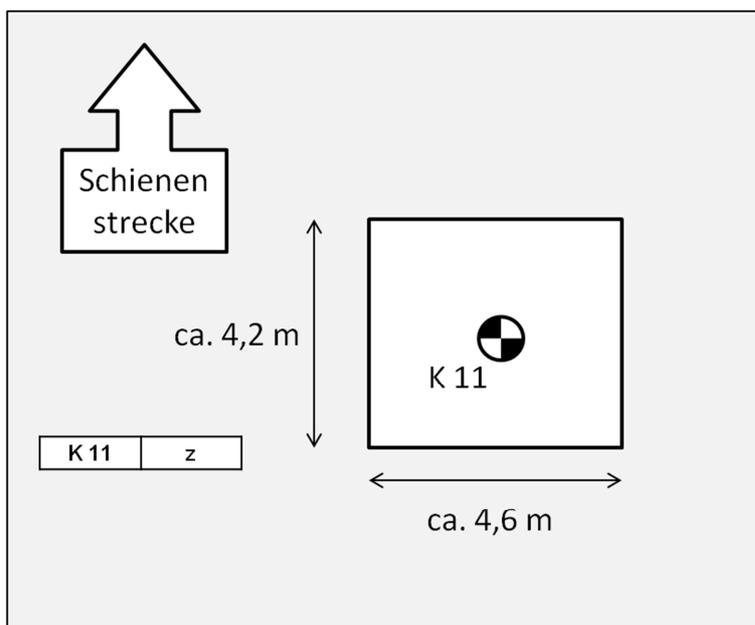
Die konkreten Messorte im Gebäude sollen nach DIN 4150 Teil 2 an den Stellen gewählt werden, an denen die stärksten Erschütterungen zu erwarten sind. Dies ist erfahrungsgemäß für vertikale Schwingungen die Deckenfeldmitte des oberen Geschosses. Für horizontale Schwingungen soll nach DIN 4150 Teil 3 an den Außenwänden gemessen werden. Für die Bewertung nach DIN 4150 Teil 3 soll zusätzlich am Fundament ein Messort gewählt werden.

4.3.1. Messorte bei Objekt 1

Das Objekt 1 ist ein dreistöckiges Wohnhaus, das 1816 errichtet wurde. Das Erdgeschoss ist aus Backsteinen ausgemauert. Darüber befindet sich für das 1. und das 2. Obergeschoss als Holzfachwerk. Das Wohnhaus ist nicht unterkellert. Nach Angaben der Hauseigentümer steht das Haus unter Denkmalschutz. Die Entfernung von der Schienentrasse bis zum Gebäude beträgt etwa 62 m.

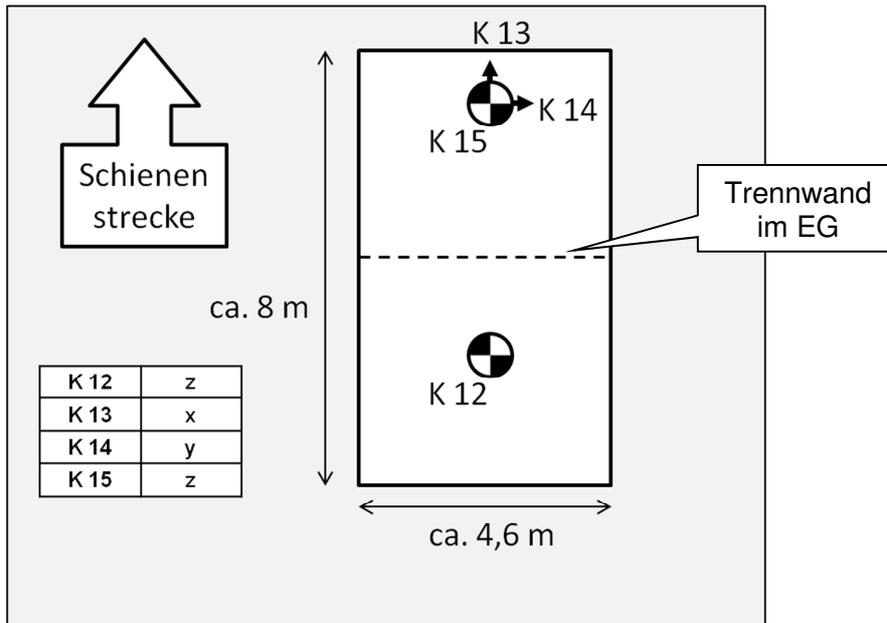
Messpunkt 1

Der Messpunkt 1 wurde in der Deckenmitte eines Kinderzimmers im 2. Obergeschoss festgelegt. Hier werden die höchsten vertikalen Einwirkungen der Erschütterungen erwartet.



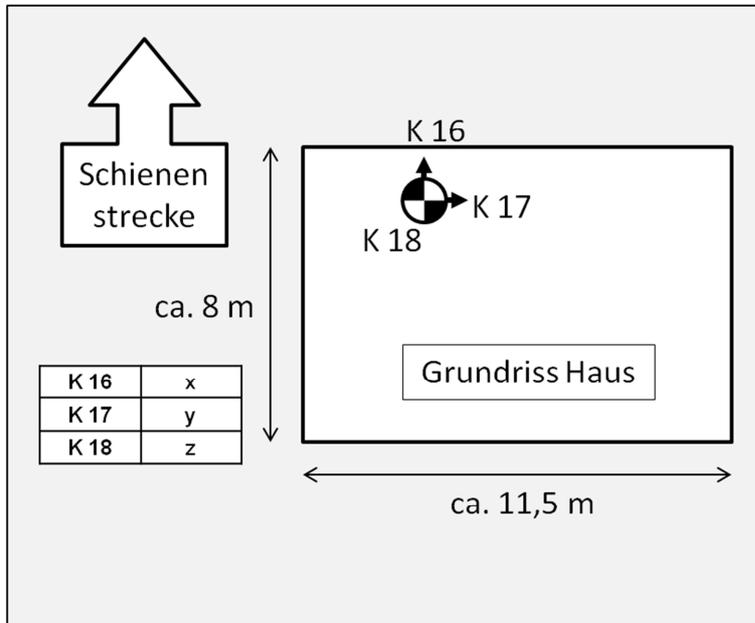
Messpunkt 2 und 3

Für die vertikalen Schwingungen im 1. Obergeschoss wurde der Messpunkt 2 festgelegt. Dieser befindet sich im Wohnzimmer auf der Deckenfeldmitte des Wohnhauses. Der Messpunkt 2 ist in der Draufsicht des Gebäudes deckungsgleich zum Messpunkt 1. Der Messpunkt 3 wurde im 1. Obergeschoss in der Nähe der Außenwand, welche zur Erregung zugewandt ist, platziert. Hier werden die höchsten horizontalen Erschütterungen erwartet.



Messpunkt 4

Der Messpunkt 4 wurde auf der Türschwelle des Heizraumes bestimmt. Mit einem Triaxial-Geophon werden hier die Einwirkungen auf das Fundament untersucht.





Für das Objekt 1 wurde die Erschütterungsmesseinrichtung „HLUG-B“ vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie verwendet. Es wurden folgende Kanäle zu den Messpunkten zugeordnet:

Tabelle 3: Kanalbelegung der Messeinrichtung „HLUG-B“ bei Objekt 1

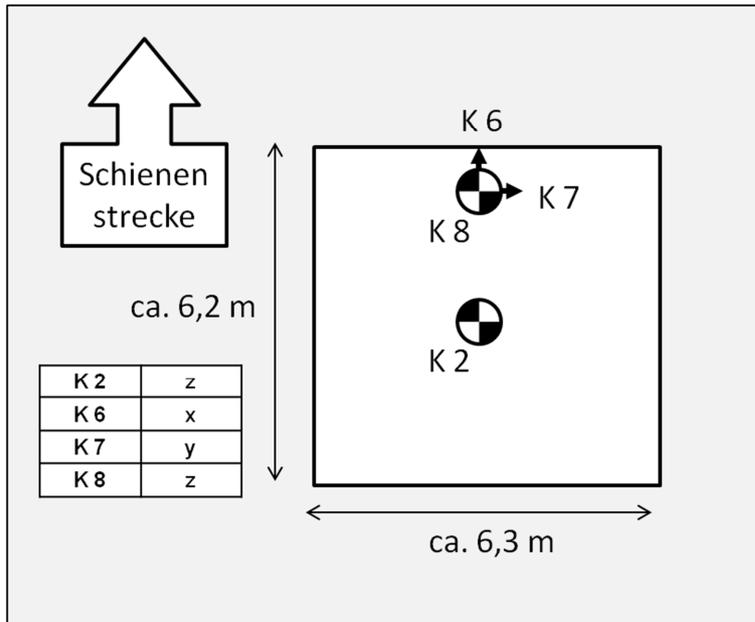
	Kanal		Ausrichtung zur Außenwand / Gleisstrecke	Position im Haus
MP 1	11	z	vertikal	2.OG, Kinderzimmer Deckenfeldmitte
MP 2	12	z	vertikal	1.OG, Wohnzimmer Deckenfeldmitte
MP 3	13	x	horizontal senkrecht	1.OG, Wohnzimmer Außenwand
	14	y	horizontal parallel	
	15	z	vertikal	
MP 4	16	x	horizontal senkrecht	EG, Fundament Türschwelle im Heizraum
	17	y	horizontal parallel	
	18	z	vertikal	

4.3.2. Messorte bei Objekt 2

Das Objekt 2 ist ein Wohnhaus mit 2. Stockwerken und einem Keller. Dieses massiv ausgemauerte Haus ist nach Angaben der Eigentümer im Jahr 1980 errichtet worden. Das Wohnhaus ist etwa 24 m von der Schienenstrecke entfernt.

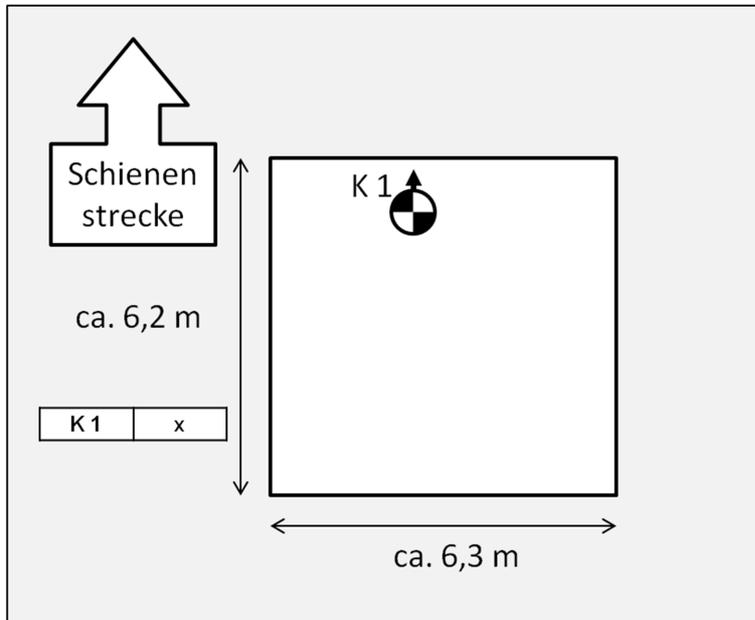
Messpunkt 1 und 2

Der Messpunkt 1 wurde an der Außenwand im 1. Dachgeschoss für die horizontale und vertikale Erschütterung platziert. Der Messpunkt 2 befindet sich auf der Deckenfeldmitte des 1. Obergeschosses in einem Wohnzimmer. Hier sind die stärksten vertikalen Schwingungen zu erwarten.



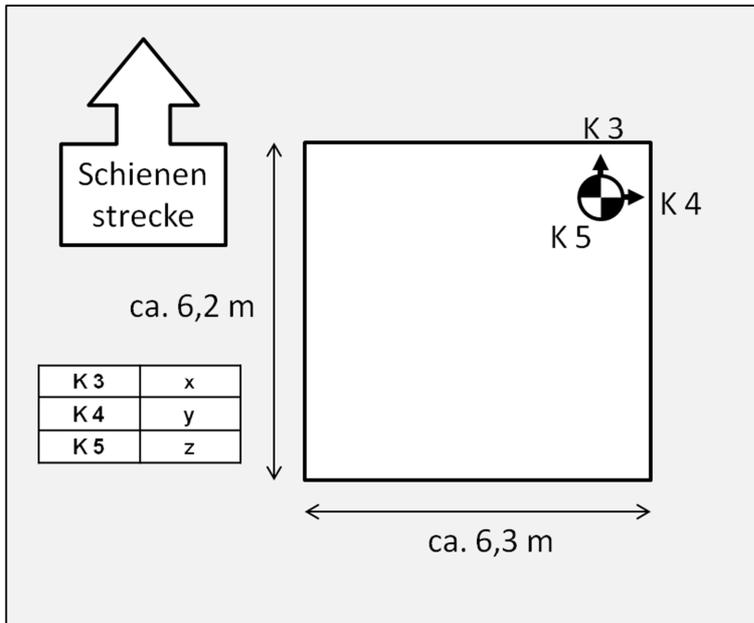
Messpunkt 3

Bei Messpunkt 3 wurde ein horizontaler Aufnehmer in senkrechter Richtung zur Gleisstrecke im Erdgeschoss aufgestellt.



Messpunkt 4

Der Messpunkt 4 wurde im Keller an der Außenwand, welche zur Gleisstrecke ausgerichtet ist, bestimmt.





Für das Objekt 2 wurde die Erschütterungsmesseinrichtung „HLUG-A“ vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie verwendet. Es werden folgende Kanäle den Messpunkten zugeordnet:

Tabelle 4: Kanalbelegung der Messeinrichtung „HLUG-A“ bei Objekt 2

	Kanal		Ausrichtung zur Außenwand / Gleisstrecke	Position im Haus
MP 3	1	x	horizontal senkrecht	EG, Wohnzimmer Außenwand
MP 2	2	z	vertikal	1 .OG, Wohnzimmer Deckenfeldmitte
MP 4	3	x	horizontal senkrecht	KG, Fundament Außenwand
	4	y	horizontal parallel	
	5	z	vertikal	
MP 1	6	z	vertikal	1.OG, Wohnzimmer Außenwand
	7	x	horizontal senkrecht	
	8	y	horizontal parallel	

4.4. Geräteeinstellung und Objekt-Zuordnung

Dem Objekt 1 wurde die Messeinrichtung „HLUG-B“ vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie als Dauermessstation zugeordnet. Die Messungen sind automatisch durch eine Überschreitung eingestellter Schwellenwerte (Trigger) gestartet worden. Der Schwellenwert wurde so gewählt, dass eine Zugvorbeifahrt ausreichte diesen zu überschreiten, jedoch nicht durch den Straßenverkehr, wobei auch schwere Kraftfahrzeuge (Lkw, Busse) den Triggerwert überschreiten können.

Für das Objekt 2 wurde die Messeinrichtung „HLUG-A“ verwendet. Hier wurden per Hand die Messungen gestartet. Zur weiteren Information wurde die Zuggattung, Fahrtrichtung und die Uhrzeit der Vorbeifahrt notiert.

Aufgezeichnet wurde als primäres Messsignal für jeden Vorgang an beiden Messeinrichtungen das der Schwingschnelle (Schwinggeschwindigkeit) proportionale und bandbegrenzte Signal nach DIN 45669 Teil 1 im Arbeitsfrequenzbereich von 1 Hz bis 315 Hz.

4.5. Angaben zu dem Erschütterungsemittenten

Der zu untersuchende Erschütterungsemittent ist die zweigleisige Schienenstrecke 3507 Wiesbaden Ost – Niederlahnstein. Diese Schienenstrecke wird nachts hauptsächlich von Güterzügen befahren. Es verkehren zur Nachtzeit (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) nur vereinzelt Regionalbahnen.

Die Störquellen im Objekt 1 sind die Bewegungen der Bewohner und die unmittelbar angrenzende Straße. Die Bewegungen der Bewohner des Hauses sind in den Zeitverläufen der



Schwingungen als Überlagerung zu der eigentlichen Einwirkung des Zugverkehrs nicht ersichtlich. Die Straße stellt die größere Störquelle dar. Durch das Sichten der Zeitverläufe konnte überprüft werden, ob eine Überlagerung zwischen der Straße (z.B. ein Lkw) und einem Zug stattfand. Es konnte bei keiner aufgezeichneten Zugmessung ein eindeutiger fremderzeugter Ausschlag durch die Bewohner oder der Straße festgestellt werden, so dass eine diesbezügliche Überbewertung auszuschließen ist.

Bei dem Objekt 2 ist keine Störquelle durch Bewegung der Bewohner oder andere Emittenten beobachtet worden.

5 Messergebnis und Auswertung

Insgesamt sind in der Nacht, 06.02 auf 07.02.2014 zwischen 22:00 und 06:00 Uhr, 86 Züge in Oestrich-Winkel durchgefahren.

Sie teilen sich auf in 8 Regionalbahnen (3 Richtung Koblenz; 5 Richtung Wiesbaden) und 78 Güterzüge (39 Richtung Koblenz; 39 Richtung Wiesbaden).

Die einzelnen Messergebnisse sind für das Objekt 1 in Anhang 1 bis 4 mit der maximalen Schwingschnelle v_{\max} , den $KB_{F_{\max}}$ -Werten und den KB_{FTm} -Werten dargestellt. Durch die automatische Steuerung sind nicht alle Zugvorbeifahrten aufgezeichnet worden, da einige den Schwellenwert nicht erreicht haben. Dieses sind die Regionalbahnen sowie ein Güterzug der nicht gemessen wurde.

Die einzelnen Messergebnisse für das Objekt 2 sind analog in Anhang 5 bis 8 aufgelistet und dargestellt.

Ausgewertet wurden nur Messungen bei denen gesichert keine wesentlichen Störungen durch andere Erschütterungsemittenten (Straße, Bewohner) zu finden waren.

Die Genauigkeit der mit den verwendeten Messeinrichtungen gemessenen Erschütterungssignale (unbewertet/bewertet) beträgt nach DIN $\pm 15\%$. Ein Abzug der Messunsicherheit auf die dargestellten Ergebnisse wurde mit vorliegender Auswertung nicht durchgeführt.

5.1. Einwirkungen auf bauliche Anlagen (DIN 4150 Teil 3)

Objekt 1 Wohnhaus

Die höchsten horizontalen Schwingungen wurden bei der Messung Nr. 68 auf dem Messpunkt 3 (Kanal 13, 1. OG Wohnzimmer, horizontal rechtwinklig zur Gleisstrecke ausgerichtet) festgestellt. Die maximale Schwinggeschwindigkeit betrug:

$$v_{\max} = 0,536 \text{ mm/s.}$$

Der Emittent war ein Güterzug Richtung Koblenz um 3:49 Uhr. Der Anhaltswert von $v_i = 2,5 \text{ mm/s}$ nach Tabelle 3 der Norm DIN 4150 Teil 3, Tabelle 3, Zeile 3 für unter Denkmalschutz stehende Gebäude, wird somit unterschritten.



Die höchsten vertikalen Schwingungen wurden auf dem Messpunkt 1 (Kanal 11, 2. OG, Kinderzimmer, Deckenfeldmitte) bei der Messung Nr. 68 festgesellt. Hierbei wurde die maximale Schwinggeschwindigkeit mit

$$v_{\max} = 1,380 \text{ mm/s}$$

während der Vorbeifahrt eines Güterzuges Richtung Koblenz um 3:49 Uhr gemessen.

Die DIN 4150 Teil 3 macht für die Deckenschwingungen in Gebäuden, die unter Denkmalschutz stehen, keine Angaben. Es kann daher nach der DIN 4150 Teil 3 nicht abgeschätzt werden, ob Schäden durch die Erschütterung der Schienenstrecke hervortreten können (Vergleiche hierzu aber auch Abschnitt 3.1 Seite 5 oben; hier jedoch nur allgemeine Angaben zu vertikalen Schwingungen).

Objekt 2 Wohnhaus

Die höchsten horizontalen Schwingungen wurden mit der Messung Nr. 68 um 03:49 Uhr auf dem Messpunkt 1 (Kanal 8, 1. OG Wohnzimmer, parallel zur Gleisstrecke ausgerichtet) festgestellt. Die maximale Schwinggeschwindigkeit betrug:

$$v_{\max} = 1,514 \text{ mm/s.}$$

Der Anhaltswert von $v_i = 5 \text{ mm/s}$ nach Tabelle 3 Zeile 2 dieser Norm, wird somit unterschritten.

Die höchsten vertikalen Schwingungen wurden auf dem Messpunkt 2 (Kanal 2, 1. OG, Wohnzimmer, Deckenfeldmitte) bei der Messung Nr. 59 festgesellt. Hierbei war die maximale Schwinggeschwindigkeit bei

$$v_{\max} = 1,541 \text{ mm/s}$$

Dieser Höchstwert wurde bei einer zeitgleichen Vorbeifahrt zweier Güterzüge um 2:58 Uhr gemessen. Für die Deckenschwingungen in vertikaler Richtung wird nach der Norm der Anhaltswert von $v_i = 10 \text{ mm/s}$ eingehalten.



5.2. Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 Teil 2)

Objekt 1: Wohnhaus

Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen der Einwirkung auf Menschen in Gebäuden sind nur Messpunkte von Bedeutung die in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen angeordnet sind. Hier wird zur Vereinfachung nur der nachfolgende Messpunkt 1 im 2. Obergeschoss für das Kinderzimmer aufgeführt. Die Auswertung der weiteren Messpunkte ist im Anhang 3 dargestellt.

Für das Kinderzimmer im 2. Obergeschoss wurde die höchste maximale bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ -Wert (Kanal 11, Deckenfeldmitte vertikal) von:

$$KB_{F_{max}} = 0,638$$

mit der Messung Nr. 90 (Güterzug Richtung Wiesbaden um 5:52 Uhr) ermittelt. Hierbei wird der obere Anhaltswert von 0,3 für Dorf-/Mischgebieten um das 2-fache überschritten.

Insgesamt wurde der obere Anhaltswert in der gesamten Messzeit (22:00 bis 6:00 Uhr) 44-mal überschritten.

Der gebietsunabhängige Anhaltswert nach Ziffer 6.5.3.5 der DIN 4150 Teil 2 von $A_0 = 0,6$, bei dem nach der Ursache (z. B. Flachstellen an den Rädern) zu forschen ist, wurde insgesamt zweimal überschritten.

Weiterhin wurde für diesen Messpunkt 1 (Kanal 11, Deckenfeldmitte, vertikal) im Kinderzimmer des 2. Obergeschosses die Beurteilungsstärke KB_{FT_r} für die gesamte Messung von 84 Zugvorbeifahrten, davon 77 Güterzügen, berechnet. Die Beurteilungsschwingstärke wurde mit einem Wert für die Nachtzeit von:

$$KB_{FT_r} = 0,102$$

ermittelt. Damit wird der Anhaltswert A_r von 0,07 nachts überschritten. Somit gelten die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten.

Objekt 2: Wohnhaus

Hier wird ebenfalls nur ein Messpunkt bewertet. Die weitere Auswertung der Messpunkte ist im Anhang 7 dargestellt. Zur Bewertung wird der Messpunkt 2 (Kanal 2, 1. OG, Wohnzimmer, vertikal) mit den Anhaltswerten verglichen. Die höchste bewertete Schwingstärke beträgt bei diesem Messpunkt:

$$KB_{F_{max}} = 0,761$$

Gemessen wurde dieser Wert bei einer Vorbeifahrt eines Güterzuges Richtung Koblenz um 0:13 Uhr (Messung Nr. 30). Damit überschreitet dieser Wert den oberen Anhaltswert A_0 von 0,2 (vgl. Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 2, Zeile 4, für Allgemeines Wohngebiet). Dieser Anhaltswert wurde in der gemessenen Nachtzeit (22:00 bis 6:00 Uhr) 69-mal überschritten. Der gebietsunabhängige Anhaltswert nach Ziffer 6.5.3.5 der DIN 4150 Teil 2 von $A_0 = 0,6$, bei dem nach der Ursache (z. B. Flachstellen an den Rädern) zu forschen ist, wurde insgesamt dreimal überschritten.



Bei Überschreitung des oberen Anhaltwertes ist die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} zu bilden. Diese beträgt für den Messpunkt 2 (1. OG, Wohnzimmer, vertikal):

$$KB_{FT_r} = 0,100$$

Dieser Wert überschreitet den Beurteilungsanhaltswert nachts von $A_r = 0,05$ um das 2-fache. Damit gelten die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten.

6 Zusammenfassung

Es wurden die Erschütterungsimmissionen an zwei Wohnhäusern in Oestrich-Winkel untersucht. Die Lage der Gebäude sowie die einzelnen Messpunkte in den Gebäuden werden in Kapitel 4.3 dieses Messberichtes erläutert.

Nach der DIN 4150 Teil 3 konnte für das Objekt 2 keine Überschreitung der Anhaltswerte festgestellt werden. Schäden durch Erschütterungen sind hier somit erfahrungsgemäß nicht zu erwarten. Für das Objekt 1 werden die horizontalen Schwingungen ebenfalls unterschritten. Für vertikale Schwingungen für Decken in Gebäuden, die unter Denkmalschutz stehen, macht die DIN 4150 Teil 3 keine Angaben, so dass für das Objekt 1 keine Bewertung durchgeführt wird.

Die Beurteilung der Messergebnisse ist in Tabelle 5 dokumentiert.

Tabelle 5: Beurteilung der Messwerte hinsichtlich ihrer Einwirkung auf den Menschen

	Gebietsnutzung	$KB_{F_{max}}$	A_o	KB_{FT_r}	A_r	Ausschöpfung des Anhaltswertes	Beurteilung
Objekt 1	MI	0,641	0,3	0,102	0,07	146 %	A_o und A_r deutlich überschritten
Objekt 2	WA	0,741	0,2	0,100	0,05	200 %	A_o und A_r deutlich überschritten

Die Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 werden an beiden Häusern überschritten und somit gelten die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten. Auch bei Abzug der Messunsicherheit von $\pm 15\%$ wird der Beurteilungswert A_r überschritten.

Insgesamt wurde der obere Anhaltswert in der gesamten Messzeit (22:00 bis 6:00 Uhr) **44-mal** an Objekt 1 und **69-mal** an Objekt 2 überschritten.

*Nach Ziffer 6.5.3.5 der DIN 4150 Teil 2 hat der obere Anhaltswert A_o für den Schienenverkehr nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen **seltener** Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne KB_{FT_i} Werte bei oberirdischen Strecken gebietsunabhängig über $A_o = 0,6$ so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zu-*



geinheit zu forschen und diese möglichst rasch zu beheben. Bei der Messung wurde dieser obere Anhaltswert bei Objekt 1 **2-mal** und bei Objekt 2 **3-mal** überschritten.

Die Messungen haben zum Ergebnis geführt, dass bei Objekt 1 und 2 die Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 deutlich überschritten werden, womit eine erhebliche Belästigung einhergeht. Dies bedeutet, dass bei dem vorhandenen Schienenverkehr unter Würdigung der Kriterien der Regelmäßigkeit des nächtlichen Vorkommens, d.h. nach Art, Ausmaß und Dauer gemäß § 3 (1) (3) im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes „schädliche Umwelteinwirkungen“ anzunehmen sind.

Umwelt Service
Umweltgutachten
Lärm- und Erschütterungsschutz

Markus Gooßens

Martin Heinig

Erich Krämer



7 Anhang:

Anhang 1:	Übersicht der Immissionswerte für Objekt 1	22
Anhang 2:	Darstellung der v_{\max} -Werte für Objekt 1	23
Anhang 3:	Darstellung der $KB_{F_{\max}}$ -Werte für Objekt 1	29
Anhang 4:	Darstellung der KB_{FTm} -Werte für Objekt 1	35
Anhang 5:	Übersicht der Immissionswerte für Objekt 2	40
Anhang 6:	Darstellung der v_{\max} -Werte für Objekt 2	41
Anhang 7:	Darstellung der $KB_{F_{\max}}$ -Werte für Objekt 2	46
Anhang 8:	Darstellung der KB_{FTm} -Werte für Objekt 2	51



Anhang 1: Übersicht der Immissionswerte für Objekt 1

Wohnhaus: 65375 Oestrich-Winkel
Messzeitraum: 06.02.2014 22:00 Uhr bis 07.02.2014 06:00 Uhr
Gebietsausweisung: Misch-/ Dorfgebiet (MI)
Bewertung: nach Zeile 3 der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 2
 unterer Anhaltswert $A_u = 0,15$ (nachts)
 oberer Anhaltswert $A_o = 0,3$ (nachts)
 oberer Anhaltswert nach Ziffer 6.5.3.5 $A_o = 0,6$ (nachts)
 Anhaltswert zur Beurteilung $A_r = 0,07$ (nachts)

	KZ 2. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	EG	EG	EG
	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
	x	z	x	y	z	x	y	z
KB_{Fmax}	0,638	0,540	0,220	0,226	0,247	0,112	0,093	0,247
Anzahl der A_o - Überschreitungen	44	13	0	0	0	0	0	0
KB_{FTr}	0,102	0,074	0,019	0,020	0,026	0,005	0,000	0,026
KB_{FTm}	0,298	0,218	0,057	0,058	0,077	0,015	0,000	0,077

grün markierte: Anforderung der Norm eingehalten
gelb markierte: A_u überschritten, KB_{FTr} wird geprüft
rot markierte: Anforderung der Norm nicht eingehalten

Bei Kanal 11 (Kinderzimmer im 2. Obergeschoss) wurde der obere Anhaltswert nach Ziffer 6.5.3.5 mit $A_o = 0,6$ **zweimal überschritten**.

Messpositionen:

KZ 2. OG	K11	Kinderzimmer im 2. Obergeschoss (Deckenmitte vertikal)
WZ 1. OG	K12	Wohnzimmer im 1. Obergeschoss (Deckenmitte vertikal)
WZ 1. OG	K13	Wohnzimmer im 1. Obergeschoss (nähe Außenwand, horizontal senkrecht zur Bahn)
WZ 1. OG	K14	Wohnzimmer im 1. Obergeschoss (nähe Außenwand, horizontal parallel zur Bahn)
WZ 1. OG	K15	Wohnzimmer im 1. Obergeschoss (nähe Außenwand, vertikal)
EG	K16	Erdgeschoss / Fundament (Türschwelle, horizontal senkrecht zur Bahn)
EG	K17	Erdgeschoss / Fundament (Türschwelle, horizontal parallel zur Bahn)
EG	K18	Erdgeschoss / Fundament (Türschwelle, horizontal vertikal)



Anhang 2: Darstellung der v_{\max} -Werte für Objekt 1

Objekt 1: 65375 Oestrich-Winkel

Messzeitraum: 06.02.2014 22:00 Uhr bis 07.02.2014 06:00 Uhr

Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t [s]	KZ	WZ	WZ	WZ	WZ	EG	EG	EG								
										2. OG	1. OG	1. OG	1. OG	1. OG											
										$v_{\max,i}$ [mm/s]								K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z								
7	06.02.2014	22:00			RB	Wi	75	68	4																
8	06.02.2014	22:02	30	1	GZ	Ko	285	60	17	0,997	0,574	0,297	0,316	0,417	0,154	0,119	0,395								
9/1	06.02.2014	22:06	35	2	GZ	Wi	720	89	29	0,576	0,376	0,143	0,186	0,191	0,081	0,074	0,152								
9/2										0,620	0,344	0,123	0,143	0,159	0,065	0,058	0,123								
10	06.02.2014	22:07			GZ	Ko	-	-	15																
11	06.02.2014	22:10			Hin.		-																		
12	06.02.2014	22:23	35	2	GZ	Ko	465	80	21	0,645	0,469	0,254	0,188	0,274	0,174	0,092	0,254								
13/1	06.02.2014	22:47	45	2	GZ	Ko	630	71	32	0,895	0,729	0,336	0,321	0,422	0,190	0,157	0,402								
13/2										0,400	0,255	0,167	0,185	0,171	0,098	0,092	0,152								
14	06.02.2014	22:51	30	1	GZ	Ko	420	76	20	0,557	0,416	0,186	0,204	0,284	0,137	0,089	0,253								
15	06.02.2014	22:58			RB	Ko	75	68	4																
16	06.02.2014	23:00			RB	Wi	75	68	4																
17	06.02.2014	23:04	35	2	GZ	Wi	435	65	24	0,421	0,308	0,096	0,144	0,164	0,071	0,057	0,141								
18/1	06.02.2014	23:08	45	2	GZ	Ko	405	42	35	0,547	0,383	0,269	0,277	0,293	0,127	0,100	0,247								
18/2										0,740	0,307	0,157	0,205	0,204	0,086	0,060	0,178								
19	06.02.2014	23:12	40	2	GZ	Ko	525	65	29	0,608	0,434	0,162	0,177	0,175	0,079	0,082	0,144								
20/1	06.02.2014	23:17	40	2	GZ	Ko	270	42	23	0,330	0,347	0,107	0,132	0,123	0,056	0,046	0,099								
20/2										0,073	0,067	0,031	0,067	0,087	0,017	0,016	0,059								
21	06.02.2014	23:20	30	1	GZ	Wi	375	71	19	0,615	0,572	0,170	0,306	0,254	0,090	0,093	0,214								
22/1	06.02.2014	23:22	55	2	GZ	Ko	630	61	37	0,411	0,207	0,092	0,137	0,093	0,050	0,032	0,062								
22/2										0,183	0,185	0,096	0,135	0,106	0,032	0,023	0,082								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	KZ 2. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	EG	EG	EG
										$v_{max,i}$ [mm/s]							
										K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z
23/1	06.02.2014	23:28	60	2	GZ	Wi	240	72	12	0,886	0,591	0,248	0,308	0,353	0,131	0,138	0,294
23/2										0,245	0,338	0,095	0,143	0,104	0,058	0,052	0,070
24	06.02.2014	23:34	40	2	GZ	Ko	645	73	32	0,417	0,433	0,151	0,115	0,095	0,067	0,051	0,081
25	06.02.2014	23:38	35	2	GZ	Wi	-	-	28	0,598	0,311	0,124	0,190	0,181	0,062	0,065	0,137
26/1	06.02.2014	23:40	60	2	GZ	Ko	270	65	15	1,179	0,759	0,388	0,478	0,470	0,252	0,212	0,437
26/2										0,172	0,143	0,066	0,132	0,133	0,040	0,030	0,096
27	06.02.2014	23:41	40	2	GZ	Wi	-	-	53	0,184	0,175	0,066	0,095	0,078	0,026	0,020	0,049
28	06.02.2014	23:56			RB	Ko	75	68	4								
29/1	07.02.2014	00:00	35	2	GZ	Ko	600	86	25	0,675	0,536	0,340	0,256	0,373	0,199	0,121	0,342
29/2										0,317	0,216	0,088	0,084	0,110	0,045	0,025	0,087
30/1	07.02.2014	00:13	35	2	GZ	Ko	495	71	25	0,867	0,693	0,198	0,176	0,387	0,108	0,112	0,356
30/2										0,084	0,072	0,026	0,071	0,083	0,014	0,018	0,057
31/1	07.02.2014	00:32	40	2	GZ	Ko	765	92	30	0,753	0,532	0,239	0,275	0,314	0,147	0,117	0,325
31/2										0,088	0,056	0,054	0,082	0,075	0,043	0,020	0,057
32	07.02.2014	00:35	30	1	GZ	Wi	480	102	17	0,884	0,718	0,326	0,428	0,440	0,173	0,202	0,366
33	07.02.2014	00:39	30	1	GZ	Ko	495	71	25	0,649	0,468	0,168	0,204	0,215	0,135	0,103	0,185
34	07.02.2014	00:48	30	1	GZ	Wi	525	63	30	0,562	0,533	0,185	0,190	0,208	0,102	0,076	0,187
35	07.02.2014	00:51	35	2	GZ	Ko	495	74	24	0,729	0,500	0,196	0,209	0,254	0,126	0,101	0,231
36	07.02.2014	00:53	35	2	GZ	Wi	525	76	25	0,552	0,470	0,156	0,222	0,202	0,079	0,075	0,163
37	07.02.2014	00:57	30	1	GZ	Wi	405	69	21	0,551	0,585	0,224	0,257	0,259	0,111	0,090	0,230
38/1	07.02.2014	01:07	35	2	GZ	Ko	525	73	26	1,062	0,715	0,266	0,263	0,403	0,155	0,114	0,362
38/2										0,468	0,254	0,147	0,146	0,196	0,082	0,072	0,178
39	07.02.2014	01:10	40	2	GZ	Wi	465	56	30	0,413	0,248	0,091	0,131	0,130	0,051	0,058	0,108
40	07.02.2014	01:16	35	2	GZ	Wi	540	65	30	0,629	0,555	0,161	0,223	0,257	0,081	0,089	0,233
41	07.02.2014	01:20	30	1	GZ	Wi	465	80	21	0,591	0,467	0,176	0,236	0,302	0,106	0,094	0,276



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	KZ 2. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	EG	EG	EG								
										$v_{max,i}$ [mm/s]								K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z								
42	07.02.2014	01:26	30	1	GZ	Wi	465	73	23	0,566	0,492	0,128	0,142	0,144	0,090	0,052	0,123								
43	07.02.2014	01:32	30	1	GZ	Wi	450	77	21	0,993	0,466	0,269	0,264	0,319	0,103	0,095	0,279								
44/1	07.02.2014	01:37	50	2	GZ	Wi	450	65	25	1,094	0,860	0,474	0,310	0,484	0,317	0,147	0,510								
44/2										0,145	0,136	0,121	0,137	0,129	0,078	0,039	0,105								
45	07.02.2014	01:41	30	1	GZ	Wi	495	66	27	0,535	0,502	0,118	0,161	0,147	0,072	0,048	0,113								
46	07.02.2014	01:46	35	2	GZ	Ko	525	86	22	0,458	0,605	0,115	0,134	0,151	0,162	0,151	0,138								
47	07.02.2014	01:50	30	1	GZ	Ko	525	86	22	0,832	0,522	0,322	0,322	0,350	0,153	0,108	0,317								
48	07.02.2014	01:55	35	2	GZ	Ko	420	69	22	0,787	0,418	0,145	0,139	0,150	0,085	0,065	0,130								
49	07.02.2014	02:01	30	1	GZ	Ko	0	0	28	0,970	0,443	0,167	0,211	0,207	0,104	0,073	0,171								
50	07.02.2014	02:04	35	2	GZ	Ko	465	80	21	0,622	0,737	0,267	0,274	0,324	0,132	0,132	0,292								
51/2	07.02.2014	02:11	35	2	GZ	Ko	705	94	27	0,829	0,696	0,316	0,424	0,408	0,173	0,168	0,364								
51/2										0,446	0,239	0,089	0,138	0,120	0,044	0,042	0,086								
52	07.02.2014	02:14	30	1	GZ	Ko	495	81	22	1,021	0,622	0,306	0,276	0,413	0,176	0,112	0,385								
53	07.02.2014	02:23	35	2	GZ	Ko	525	79	24	0,712	0,592	0,330	0,360	0,302	0,207	0,153	0,291								
54	07.02.2014	02:27	35	2	GZ	Wi	480	75	23	0,818	0,460	0,195	0,188	0,201	0,101	0,084	0,161								
55	07.02.2014	02:32	35	2	GZ	Wi	-	-	30	0,454	0,481	0,143	0,226	0,184	0,097	0,074	0,168								
56	07.02.2014	02:43	30	1	GZ	Wi	660	88	27	0,507	0,464	0,128	0,151	0,158	0,074	0,080	0,154								
57	07.02.2014	02:46	35	2	GZ	Wi	660	88	27	0,684	0,467	0,135	0,195	0,229	0,071	0,069	0,181								
58	07.02.2014	02:51	30	1	GZ	Wi	-	-	27	0,734	0,737	0,260	0,342	0,381	0,148	0,217	0,382								
59/1	07.02.2014	02:58	45	2	GZ/GZ	Wi/Ko	-	-	36	0,894	0,599	0,347	0,457	0,482	0,229	0,217	0,438								
59/2										0,365	0,296	0,108	0,170	0,184	0,065	0,058	0,147								
60/1	07.02.2014	03:03	35	2	GZ	Ko	645	93	25	0,817	0,466	0,256	0,256	0,338	0,160	0,117	0,320								
60/2										0,068	0,050	0,030	0,087	0,090	0,021	0,037	0,075								
61	07.02.2014	03:07	30	1	GZ	Ko	480	86	20	0,691	0,677	0,261	0,272	0,309	0,158	0,131	0,268								
62	07.02.2014	03:11	30	1	GZ	Ko	375	79	17	0,732	0,521	0,278	0,214	0,275	0,153	0,110	0,242								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t [s]	KZ	WZ	WZ	WZ	WZ	EG	EG	EG								
										2. OG	1. OG	1. OG	1. OG	1. OG											
										$v_{max,i}$ [mm/s]								K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z								
63	07.02.2014	03:18			Hin.		-																		
64/1	07.02.2014	03:20	60	2	GZ/GZ	Ko/Wi	690	99	25	0,842	0,737	0,268	0,287	0,446	0,181	0,168	0,399								
64/2										0,709	0,381	0,178	0,195	0,217	0,109	0,074	0,206								
65	07.02.2014	03:25	30	1	GZ	Ko	495	85	21	1,164	0,666	0,404	0,280	0,529	0,206	0,118	0,521								
66	07.02.2014	03:29	35	2	GZ	Ko	420	72	21	0,717	0,522	0,266	0,243	0,320	0,169	0,111	0,320								
67	07.02.2014	03:47			Hin.		-																		
68	07.02.2014	03:49	30	1	GZ	Ko	435	92	17	1,380	0,889	0,536	0,492	0,641	0,268	0,214	0,602								
69	07.02.2014	03:52	25	1	GZ	Wi	345	78	16	0,746	0,579	0,186	0,244	0,239	0,087	0,101	0,222								
70	07.02.2014	03:55	30	1	GZ	Wi	645	86	27	0,663	0,450	0,192	0,255	0,268	0,088	0,094	0,235								
71/1	07.02.2014	04:00	40	2	GZ/GZ	Wi/Ko	435	78	20	0,940	0,665	0,324	0,377	0,374	0,178	0,150	0,352								
71/2										0,197	0,105	0,094	0,205	0,115	0,057	0,069	0,105								
72	07.02.2014	04:05	30	1	GZ	Ko	570	93	22	0,959	0,508	0,238	0,223	0,273	0,130	0,118	0,244								
73	07.02.2014	04:07	35	2	GZ	Wi	600	94	23	0,624	0,399	0,153	0,164	0,189	0,078	0,071	0,169								
74/1	07.02.2014	04:12	40	2	GZ	Ko	360	54	24	0,594	0,397	0,206	0,324	0,286	0,121	0,124	0,256								
74/2										0,178	0,151	0,072	0,147	0,105	0,038	0,053	0,081								
75	07.02.2014	04:21	25	1	GZ	Wi	390	88	16	0,569	0,438	0,205	0,305	0,280	0,091	0,103	0,256								
76	07.02.2014	04:30	30	1	GZ	Wi	630	91	25	0,511	0,414	0,146	0,219	0,212	0,082	0,100	0,199								
77	07.02.2014	04:33	25	1	GZ	Wi	480	91	19	0,557	0,687	0,196	0,280	0,399	0,111	0,110	0,364								
78	07.02.2014	04:34	35	2	GZ	Ko	525	76	25	0,745	0,415	0,194	0,225	0,253	0,112	0,082	0,233								
79	07.02.2014	04:47	30	1	GZ	Wi	645	93	25	0,320	0,211	0,078	0,088	0,120	0,051	0,034	0,103								
80	07.02.2014	04:59	30	1	GZ	Ko	480	75	23	0,667	0,505	0,213	0,225	0,255	0,144	0,103	0,238								
81	07.02.2014	05:01			RB	Wi	75	68	4																
82	07.02.2014	05:06	30	1	GZ	Wi	255	48	19	0,500	0,277	0,184	0,167	0,177	0,096	0,082	0,157								
83	07.02.2014	05:12	30	1	GZ	Wi	525	90	21	0,747	0,484	0,199	0,287	0,269	0,112	0,109	0,227								
84	07.02.2014	05:20	30	1	GZ	Wi	690	99	25	0,974	0,652	0,156	0,206	0,173	0,093	0,066	0,135								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t [s]	KZ	WZ	WZ	WZ	WZ	EG	EG	EG								
										2. OG	1. OG	1. OG	1. OG	1. OG											
										$v_{max,i}$ [mm/s]								K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z								
85	07.02.2014	05:23	30	1	GZ	Ko	300	77	14	0,808	0,513	0,225	0,248	0,202	0,162	0,103	0,176								
86	07.02.2014	05:32			RB	Wi	75	68	4																
87	07.02.2014	05:39	30	1	GZ	Wi	495	74	24	0,431	0,325	0,173	0,215	0,220	0,106	0,085	0,176								
88	07.02.2014	05:43	30	1	GZ	Wi	540	85	23	0,510	0,470	0,144	0,156	0,171	0,072	0,074	0,146								
89	07.02.2014	05:48	30	1	GZ	Wi	390	67	21	0,563	0,563	0,114	0,146	0,147	0,074	0,051	0,100								
90	07.02.2014	05:52	30	1	GZ	Wi	390	94	15	1,114	1,020	0,223	0,372	0,320	0,136	0,165	0,287								
91	07.02.2014	05:57			RB	Ko	75	68	4																
92	07.02.2014	06:00			RB	Wi	75	54	5																
		Σ	2575	112					v_{max} :	1,380	1,020	0,536	0,492	0,641	0,317	0,217	0,602								

t [s] Vorbeifahrzeit des Zuges

t_E [s] Einwirkzeit der Erschütterung

$v_{max,i}$ Maximale Schwinggeschwindigkeit je Messkanal und Zugereignis

v_{max} Maximale Schwinggeschwindigkeit je Messkanal für alle Zugereignisse

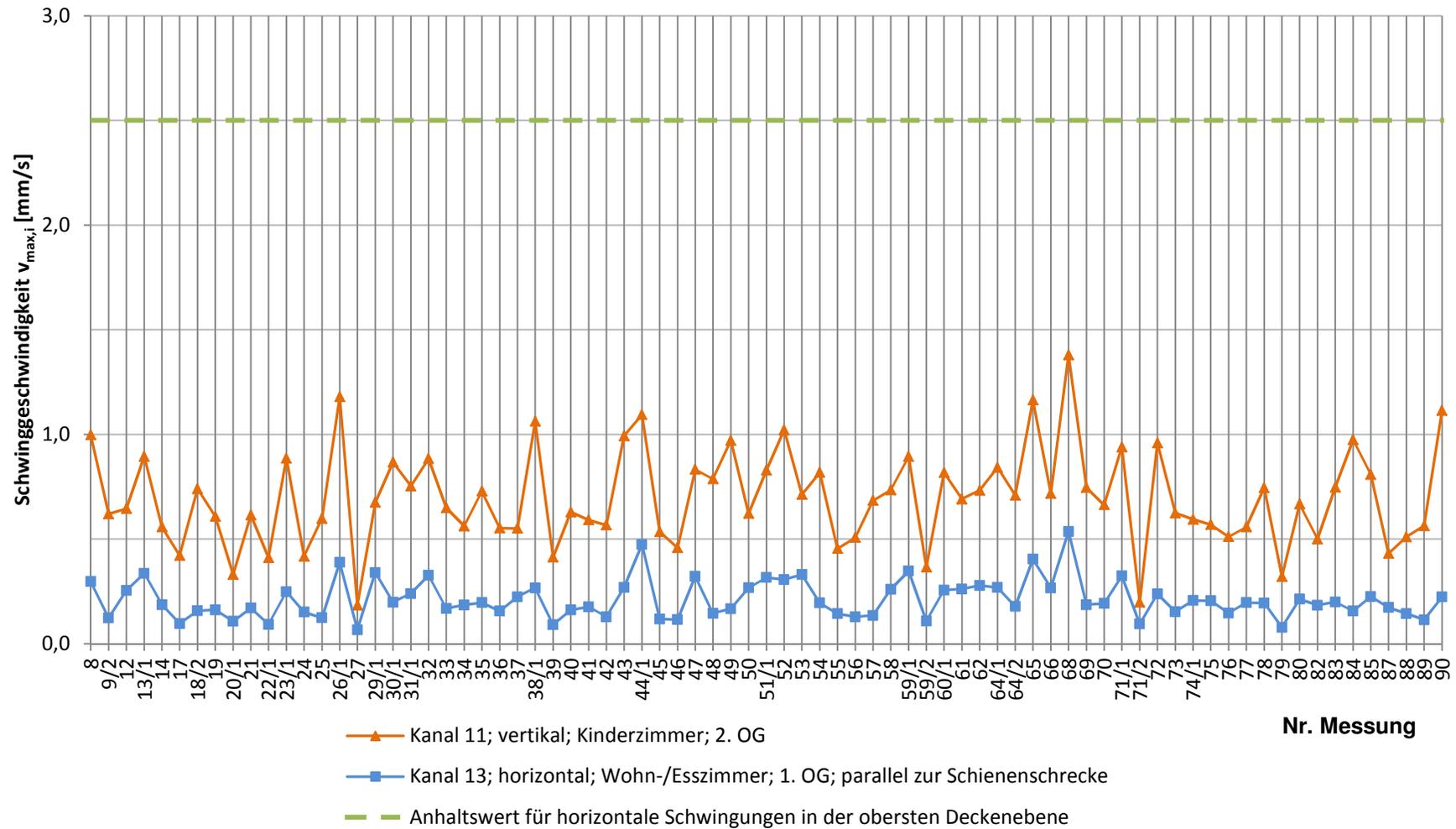
Hin. Hintergrundmessung

Zuglänge und Zug-Geschwindigkeit sind aus Waggonzahl und gestoppter Vorbeifahrtszeiten errechnete ca. Werte.

Zugart: GZ Güterzug Fahrtrichtung: Wi Wiesbaden
 RB Regionalbahn Ko Koblenz



Objekt 1: $v_{\max,i}$ -Werte für die gemessenen Zugvorbeifahrten





Anhang 3: Darstellung der KB_{Fmax} -Werte für Objekt 1

Objekt 1: 65375 Oestrich-Winkel

Messzeitraum: 06.02.2014 22:00 Uhr bis 07.02.2014 06:00 Uhr

Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- rich- tung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrtzeit t[s] t [s]	KZ	WZ	WZ	WZ	WZ	EG	EG	EG								
										2. OG	1. OG	1. OG	1. OG	1. OG											
										$KB_{Fmax,i}$								K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z								
7	06.02.2014	22:00			RB	Wi	75	68	4																
8	06.02.2014	22:02	30	1	GZ	Ko	285	60	17	0,407	0,268	0,124	0,118	0,167	0,050	0,049	0,163								
9/1	06.02.2014	22:06	35	2	GZ	Wi	720	89	29	0,324	0,204	0,057	0,053	0,057	0,029	0,025	0,057								
9/2										0,343	0,152	0,040	0,038	0,045	0,022	0,019	0,044								
10	06.02.2014	22:07			GZ	Ko	-	-	15																
11	06.02.2014	22:10			Hin.		-	-																	
12	06.02.2014	22:23	35	2	GZ	Ko	465	80	21	0,274	0,216	0,096	0,055	0,098	0,064	0,032	0,097								
13/1	06.02.2014	22:47	45	2	GZ	Ko	630	71	32	0,396	0,259	0,128	0,117	0,160	0,066	0,052	0,158								
13/2										0,195	0,106	0,045	0,050	0,054	0,026	0,025	0,054								
14	06.02.2014	22:51	30	1	GZ	Ko	420	76	20	0,272	0,214	0,069	0,056	0,101	0,049	0,030	0,100								
15	06.02.2014	22:58			RB	Ko	75	68	4																
16	06.02.2014	23:00			RB	Wi	75	68	4																
17	06.02.2014	23:04	35	2	GZ	Wi	435	65	24	0,239	0,146	0,038	0,042	0,056	0,019	0,020	0,054								
18/1	06.02.2014	23:08	45	2	GZ	Ko	405	42	35	0,291	0,193	0,126	0,093	0,108	0,057	0,044	0,103								
18/2										0,250	0,109	0,070	0,056	0,064	0,037	0,025	0,064								
19	06.02.2014	23:12	40	2	GZ	Ko	525	65	29	0,323	0,242	0,056	0,056	0,062	0,025	0,027	0,057								
20/1	06.02.2014	23:17	40	2	GZ	Ko	270	42	23	0,163	0,198	0,041	0,039	0,038	0,019	0,017	0,038								
20/2										0,027	0,024	0,009	0,019	0,024	0,006	0,006	0,021								
21	06.02.2014	23:20	30	1	GZ	Wi	375	71	19	0,274	0,277	0,063	0,102	0,092	0,032	0,041	0,089								
22/1	06.02.2014	23:22	55	2	GZ	Ko	630	61	37	0,210	0,095	0,034	0,037	0,028	0,022	0,013	0,026								
22/2										0,074	0,071	0,019	0,031	0,021	0,008	0,007	0,018								
23/1	06.02.2014	23:28	60	2	GZ	Wi	240	72	12	0,416	0,276	0,109	0,114	0,123	0,048	0,051	0,113								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- rich- tung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrtzeit t [s]	KZ	WZ	WZ	WZ	WZ	EG	EG	EG								
										2. OG	1. OG	1. OG	1. OG	1. OG											
										KB _{Fmax,i}								K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z								
23/2									0,124	0,183	0,033	0,038	0,032	0,018	0,016	0,028									
24	06.02.2014	23:34	40	2	GZ	Ko	645	73	32	0,218	0,262	0,060	0,042	0,032	0,022	0,019	0,030								
25	06.02.2014	23:38	35	2	GZ	Wi	-	-	28	0,350	0,159	0,049	0,066	0,062	0,024	0,030	0,057								
26/1	06.02.2014	23:40	60	2	GZ	Ko	270	65	15	0,505	0,274	0,150	0,175	0,190	0,092	0,085	0,184								
26/2										0,078	0,073	0,018	0,038	0,042	0,013	0,012	0,040								
27	06.02.2014	23:41	40	2	GZ	Wi	-	-	53	0,100	0,092	0,022	0,026	0,021	0,009	0,007	0,016								
28	06.02.2014	23:56			RB	Ko	75	68	4																
29/1	07.02.2014	00:00	35	2	GZ	Ko	600	86	25	0,288	0,222	0,127	0,093	0,127	0,070	0,045	0,128								
29/2										0,148	0,102	0,025	0,026	0,034	0,014	0,010	0,032								
30/1	07.02.2014	00:13	35	2	GZ	Ko	495	71	25	0,352	0,393	0,081	0,059	0,130	0,035	0,035	0,130								
30/2										0,024	0,022	0,008	0,019	0,023	0,005	0,006	0,021								
31/1	07.02.2014	00:32	40	2	GZ	Ko	765	92	30	0,334	0,236	0,092	0,091	0,111	0,060	0,047	0,116								
31/2										0,031	0,021	0,015	0,023	0,023	0,012	0,008	0,023								
32	07.02.2014	00:35	30	1	GZ	Wi	480	102	17	0,394	0,293	0,119	0,168	0,174	0,064	0,084	0,165								
33	07.02.2014	00:39	30	1	GZ	Ko	495	71	25	0,310	0,242	0,066	0,077	0,075	0,048	0,037	0,072								
34	07.02.2014	00:48	30	1	GZ	Wi	525	63	30	0,257	0,311	0,069	0,065	0,068	0,041	0,028	0,066								
35	07.02.2014	00:51	35	2	GZ	Ko	495	74	24	0,367	0,212	0,077	0,080	0,084	0,051	0,034	0,079								
36	07.02.2014	00:53	35	2	GZ	Wi	525	76	25	0,230	0,236	0,057	0,068	0,063	0,037	0,031	0,062								
37	07.02.2014	00:57	30	1	GZ	Wi	405	69	21	0,271	0,251	0,078	0,088	0,095	0,042	0,038	0,095								
38/1	07.02.2014	01:07	35	2	GZ	Ko	525	73	26	0,503	0,271	0,100	0,103	0,137	0,059	0,047	0,132								
38/2										0,224	0,107	0,061	0,049	0,056	0,024	0,026	0,055								
39	07.02.2014	01:10	40	2	GZ	Wi	465	56	30	0,219	0,132	0,033	0,041	0,043	0,020	0,022	0,041								
40	07.02.2014	01:16	35	2	GZ	Wi	540	65	30	0,330	0,275	0,061	0,066	0,087	0,037	0,030	0,088								
41	07.02.2014	01:20	30	1	GZ	Wi	465	80	21	0,272	0,200	0,074	0,076	0,112	0,044	0,036	0,110								
42	07.02.2014	01:26	30	1	GZ	Wi	465	73	23	0,303	0,247	0,052	0,051	0,045	0,041	0,024	0,041								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- rich- tung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrtzeit t [s]	KZ	WZ	WZ	WZ	WZ	EG	EG	EG								
										2. OG	1. OG	1. OG	1. OG	1. OG											
										KB _{Fmax,i}								K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z								
64/1	07.02.2014	03:20	60	2	GZ/GZ	Ko/Wi	690	99	25	0,398	0,263	0,099	0,103	0,146	0,059	0,055	0,141								
64/2										0,400	0,196	0,069	0,067	0,086	0,039	0,027	0,087								
65	07.02.2014	03:25	30	1	GZ	Ko	495	85	21	0,557	0,282	0,156	0,101	0,204	0,079	0,048	0,205								
66	07.02.2014	03:29	35	2	GZ	Ko	420	72	21	0,370	0,237	0,112	0,079	0,115	0,066	0,041	0,115								
67	07.02.2014	03:47			Hin.		-	-																	
68	07.02.2014	03:49	30	1	GZ	Ko	435	92	17	0,637	0,323	0,220	0,226	0,247	0,112	0,093	0,247								
69	07.02.2014	03:52	25	1	GZ	Wi	345	78	16	0,369	0,351	0,072	0,092	0,083	0,033	0,038	0,085								
70	07.02.2014	03:55	30	1	GZ	Wi	645	86	27	0,254	0,262	0,075	0,086	0,099	0,036	0,037	0,099								
71/1	07.02.2014	04:00	40	2	GZ/GZ	Wi/Ko	435	78	20	0,467	0,345	0,112	0,146	0,153	0,060	0,060	0,158								
71/2										0,100	0,042	0,029	0,044	0,031	0,017	0,019	0,029								
72	07.02.2014	04:05	30	1	GZ	Ko	570	93	22	0,487	0,243	0,087	0,073	0,096	0,051	0,041	0,090								
73	07.02.2014	04:07	35	2	GZ	Wi	600	94	23	0,336	0,201	0,057	0,052	0,061	0,030	0,026	0,062								
74/1	07.02.2014	04:12	40	2	GZ	Ko	360	54	24	0,275	0,217	0,076	0,120	0,114	0,043	0,048	0,118								
74/1										0,087	0,065	0,021	0,045	0,031	0,012	0,023	0,029								
75	07.02.2014	04:21	25	1	GZ	Wi	390	88	16	0,295	0,227	0,078	0,127	0,105	0,034	0,042	0,108								
76	07.02.2014	04:30	30	1	GZ	Wi	630	91	25	0,251	0,187	0,060	0,083	0,079	0,040	0,038	0,081								
77	07.02.2014	04:33	25	1	GZ	Wi	480	91	19	0,292	0,314	0,078	0,098	0,140	0,040	0,045	0,140								
78	07.02.2014	04:34	35	2	GZ	Ko	525	76	25	0,334	0,212	0,070	0,068	0,092	0,043	0,030	0,094								
79	07.02.2014	04:47	30	1	GZ	Wi	645	93	25	0,170	0,110	0,034	0,032	0,038	0,023	0,012	0,038								
80	07.02.2014	04:59	30	1	GZ	Ko	480	75	23	0,337	0,209	0,092	0,073	0,091	0,048	0,040	0,092								
81	07.02.2014	05:01			RB	Wi	75	68	4																
82	07.02.2014	05:06	30	1	GZ	Wi	255	48	19	0,268	0,139	0,067	0,058	0,069	0,032	0,031	0,067								
83	07.02.2014	05:12	30	1	GZ	Wi	525	90	21	0,440	0,241	0,076	0,090	0,091	0,042	0,041	0,090								
84	07.02.2014	05:20	30	1	GZ	Wi	690	99	25	0,499	0,326	0,070	0,064	0,062	0,041	0,025	0,055								
85	07.02.2014	05:23	30	1	GZ	Ko	300	77	14	0,395	0,258	0,087	0,081	0,075	0,058	0,043	0,071								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahr- rich- tung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t [s]	KZ	WZ	WZ	WZ	WZ	EG	EG	EG								
										2. OG	1. OG	1. OG	1. OG	1. OG											
										KB _{Fmax,i}								K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z								
86	07.02.2014	05:32			RB	Wi	75	68	4																
87	07.02.2014	05:39	30	1	GZ	Wi	495	74	24	0,209	0,157	0,059	0,072	0,068	0,038	0,031	0,065								
88	07.02.2014	05:43	30	1	GZ	Wi	540	85	23	0,288	0,253	0,062	0,060	0,066	0,034	0,026	0,063								
89	07.02.2014	05:48	30	1	GZ	Wi	390	67	21	0,316	0,299	0,053	0,047	0,042	0,036	0,019	0,040								
90	07.02.2014	05:52	30	1	GZ	Wi	390	94	15	0,638	0,540	0,093	0,138	0,111	0,048	0,069	0,112								
91	07.02.2014	05:57			RB	Ko	75	68	4																
92	07.02.2014	06:00			RB	Wi	75	54	5																
		Σ	2575	112					KB_{Fmax}:	0,638	0,540	0,220	0,226	0,247	0,112	0,093	0,247								

t [s] Vorbeifahrzeit des Zuges

t_E [s] Einwirkzeit der Erschütterung

$KB_{Fmax,i}$ Maximale Schwinggeschwindigkeit je Messkanal und Zugereignis

KB_{Fmax} Maximale Schwinggeschwindigkeit je Messkanal für alle Zugereignisse

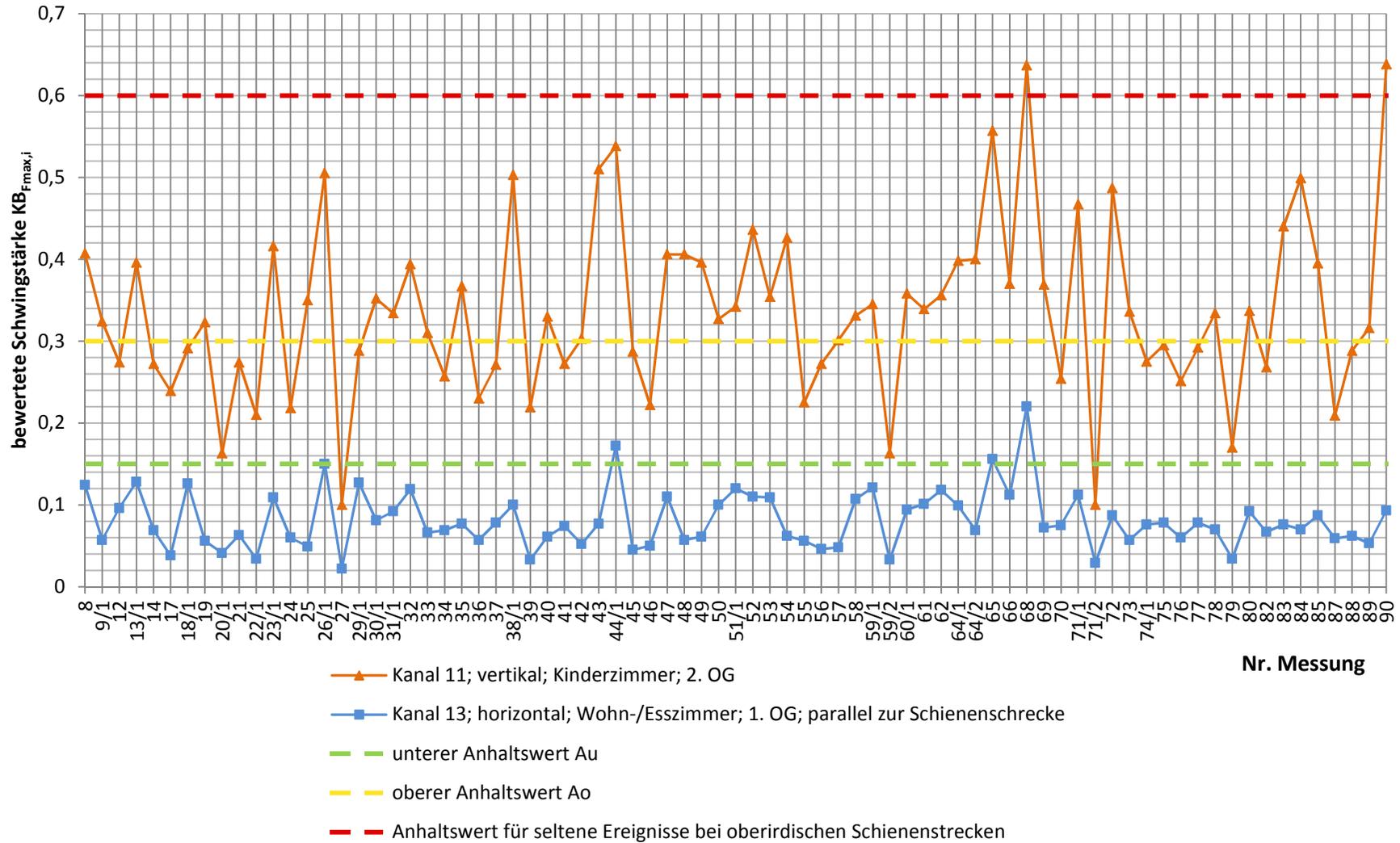
Hin. Hintergrundmessung

Zuglänge und Zug-Geschwindigkeit sind aus Waggonzahl und gestoppter Vorbeifahrtszeiten errechnete ca. Werte.

Zugart: GZ Güterzug Fahrtrichtung: Wi Wiesbaden
 RB Regionalbahn Ko Koblenz



Objekt 1: $KB_{F_{max,i}}$ -Werte für die gemessenen Zugvorbeifahrten





Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	KZ 2. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	EG	EG	EG
										KB _{FTm,i}							
										K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
										z	z	x	y	z	x	y	z
29	07.02.2014	00:00	35	2	GZ	Ko	600	86	25	0,229	0,173	0,090	0,000	0,090	0,000	0,000	0,091
30	07.02.2014	00:13	35	2	GZ	Ko	495	71	25	0,249	0,278	0,000	0,000	0,092	0,000	0,000	0,092
31	07.02.2014	00:32	40	2	GZ	Ko	765	92	30	0,236	0,167	0,000	0,000	0,078	0,000	0,000	0,082
32	07.02.2014	00:35	30	1	GZ	Wi	480	102	17	0,394	0,293	0,119	0,168	0,174	0,000	0,000	0,165
33	07.02.2014	00:39	30	1	GZ	Ko	495	71	25	0,310	0,242	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
34	07.02.2014	00:48	30	1	GZ	Wi	525	63	30	0,257	0,311	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
35	07.02.2014	00:51	35	2	GZ	Ko	495	74	24	0,260	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
36	07.02.2014	00:53	35	2	GZ	Wi	525	76	25	0,163	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
37	07.02.2014	00:57	30	1	GZ	Wi	405	69	21	0,271	0,251	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
38	07.02.2014	01:07	35	2	GZ	Ko	525	73	26	0,389	0,206	0,071	0,073	0,097	0,000	0,000	0,093
39	07.02.2014	01:10	40	2	GZ	Wi	465	56	30	0,155	0,093	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40	07.02.2014	01:16	35	2	GZ	Wi	540	65	30	0,233	0,194	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
41	07.02.2014	01:20	30	1	GZ	Wi	465	80	21	0,272	0,200	0,000	0,000	0,112	0,000	0,000	0,110
42	07.02.2014	01:26	30	1	GZ	Wi	465	73	23	0,303	0,247	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
43	07.02.2014	01:32	30	1	GZ	Wi	450	77	21	0,510	0,246	0,000	0,000	0,105	0,000	0,000	0,103
44	07.02.2014	01:37	50	2	GZ	Wi	450	65	25	0,380	0,329	0,122	0,079	0,117	0,079	0,000	0,115
45	07.02.2014	01:41	30	1	GZ	Wi	495	66	27	0,287	0,289	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
46	07.02.2014	01:46	35	2	GZ	Ko	525	86	22	0,157	0,233	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
47	07.02.2014	01:50	30	1	GZ	Ko	525	86	22	0,406	0,221	0,110	0,103	0,122	0,000	0,000	0,119
48	07.02.2014	01:55	35	2	GZ	Ko	420	69	22	0,287	0,173	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
49	07.02.2014	02:01	30	1	GZ	Ko	0	0	28	0,396	0,261	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
50	07.02.2014	02:04	35	2	GZ	Ko	465	80	21	0,231	0,248	0,071	0,000	0,084	0,000	0,000	0,082
51	07.02.2014	02:11	35	2	GZ	Ko	705	94	27	0,288	0,244	0,085	0,111	0,107	0,000	0,000	0,107
52	07.02.2014	02:14	30	1	GZ	Ko	495	81	22	0,436	0,292	0,110	0,000	0,151	0,000	0,000	0,152
53	07.02.2014	02:23	35	2	GZ	Ko	525	79	24	0,250	0,202	0,077	0,091	0,093	0,000	0,000	0,094



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	KZ 2. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	EG	EG	EG	
										KB _{FTm,i}								
										K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	
										z	z	x	y	z	x	y	z	
79	07.02.2014	04:47	30	1	GZ	Wi	645	93	25	0,170	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
80	07.02.2014	04:59	30	1	GZ	Ko	480	75	23	0,337	0,209	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
81	07.02.2014	05:01			RB	Wi	75	68	4									
82	07.02.2014	05:06	30	1	GZ	Wi	255	48	19	0,268	0,139	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
83	07.02.2014	05:12	30	1	GZ	Wi	525	90	21	0,440	0,241	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
84	07.02.2014	05:20	30	1	GZ	Wi	690	99	25	0,499	0,326	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
85	07.02.2014	05:23	30	1	GZ	Ko	300	77	14	0,395	0,258	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
86	07.02.2014	05:32			RB	Wi	75	68	4									
87	07.02.2014	05:39	30	1	GZ	Wi	495	74	24	0,209	0,157	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
88	07.02.2014	05:43	30	1	GZ	Wi	540	85	23	0,288	0,253	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
89	07.02.2014	05:48	30	1	GZ	Wi	390	67	21	0,316	0,299	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
90	07.02.2014	05:52	30	1	GZ	Wi	390	94	15	0,638	0,540	0,000	0,138	0,111	0,000	0,000	0,112	
91	07.02.2014	05:57			RB	Ko	75	68	4									
92	07.02.2014	06:00			RB	Wi	75	54	5									
		Σ	2575	112						KB_{FTm}:	0,298	0,225	0,057	0,058	0,077	0,015	0,000	0,077
										KB_{FTr}:	0,102	0,077	0,019	0,020	0,026	0,005	0,000	0,026
										s(KB_{FTm}²)	0,073	0,040	0,007	0,007	0,010	0,002	0,000	0,009



t[s] Vorbeifahrtzeit des Zuges
t_E[s] Einwirkzeit der Erschütterung
KB_{FTm,i} Taktmaximaleffektivwert je Messkanal und Zugereignis
KB_{FTm} Taktmaximaleffektivwert je Messkanal für alle Zugereignisse
KB_{FTr} Beurteilungs-Schwingstärke je Messkanal für alle Zugereignisse
s(KB_{FTm}²) Standardabweichung des quadratischen Mittelwertes nach DIN 4150 Teil 2, Formel A.2
Hin. Hintergrundmessung

Zuglänge und Zug-Geschwindigkeit sind aus Waggonzahl und gestoppter Vorbeifahrtszeiten errechnete ca.Werte.

Zugart: GZ Güterzug Fahrtrichtung: Wi Wiesbaden
RB Regionalbahn Ko Koblenz



Anhang 5: Übersicht der Immissionswerte für Objekt 2

Wohnhaus: 65375 Oestrich-Winkel
Messzeitraum: 06.02.2014 22:00 Uhr bis 07.02.2014 06:00 Uhr
Gebietsausweisung: Allgemeines Wohngebiet (WA)
Bewertung: nach Zeile 4 der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 2
 unterer Anhaltswert $A_u = 0,1$ (nachts)
 oberer Anhaltswert $A_o = 0,2$ (nachts)
 obere Anhaltswert nach Ziffer 6.5.3.5 $A_o = 0,6$ (nachts)
 Anhaltswert zur Beurteilung $A_r = 0,05$ (nachts)

	WZ EG	WZ 1. OG	KG	KG	KG	WZ 1. OG	WZ 1. OG	WZ 1. OG
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
	x	z	x	y	z	z	x	y
KB_{Fmax}	0,232	0,761	0,143	0,218	0,408	0,406	0,379	0,500
Anzahl der A_o -Überschreitungen	2	69	0	1	13	14	9	12
KB_{FTr}	0,018	0,100	0,009	0,010	0,042	0,044	0,039	0,044
KB_{FTm}	0,055	0,299	0,026	0,031	0,127	0,132	0,115	0,132

grün markierte: Anforderung der Norm eingehalten
gelb markierte: A_u überschritten, KB_{FTr} wird geprüft
rot markierte: Anforderung der Norm nicht eingehalten

Bei Kanal 2 (Wohnzimmer im 1. Obergeschoss) wurde der obere Anhaltswert nach Ziffer 6.5.3.5 mit $A_o = 0,6$ **dreimal überschritten**.

Messpositionen:

WZ 2. EG K1 Wohnzimmer im Erdgeschoss (nähe Außenwand, horizontal senkrecht zur Bahn)
 WZ 1. OG K2 Wohnzimmer im 1. Obergeschoss (Deckenmitte vertikal)
 KG K3 Kellergeschoss (nähe Außenwand, horizontal senkrecht zur Bahn)
 KG K4 Kellergeschoss (nähe Außenwand, horizontal parallel zur Bahn)
 KG K5 Kellergeschoss (nähe Außenwand, vertikal)
 WZ 1. OG K6 Wohnzimmer im 1. Obergeschoss (nähe Außenwand, vertikal)
 WZ 1. OG K7 Wohnzimmer im 1. Obergeschoss (nähe Außenwand, horizontal senkrecht zur Bahn)
 WZ 1. OG K8 Wohnzimmer im 1. Obergeschoss (nähe Außenwand, horizontal parallel zur Bahn)



Anhang 6: Darstellung der v_{\max} -Werte für Objekt 2

Objekt 2: 65375 Oestrich-Winkel

Messzeitraum: 06.02.2014 22:00 Uhr bis 07.02.2014 06:00 Uhr

Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										$v_{\max,i}$ [mm/s]								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
7	06.02.2014	22:00	10	1	RB	Wi	75	68	4	0,023	0,054	0,017	0,016	0,017	0,019	0,024	0,049								
8	06.02.2014	22:02	25	1	GZ	Ko	285	60	17	0,385	1,251	0,244	0,171	0,804	0,824	0,659	0,382								
9	06.02.2014	22:06	35	2	GZ	Wi	720	89	29	0,123	0,524	0,093	0,078	0,225	0,228	0,218	0,185								
10	06.02.2014	22:07	15	1	GZ	Ko	-	-	15	0,115	0,520	0,085	0,071	0,206	0,201	0,158	0,197								
11	06.02.2014	22:10			Hin.					0,015	0,018	0,005	0,004	0,010	0,010	0,013	0,007								
12	06.02.2014	22:23	25	1	GZ	Ko	465	80	21	0,188	0,606	0,146	0,154	0,248	0,435	0,302	0,388								
13	06.02.2014	22:47	40	2	GZ	Ko	630	71	32	0,257	0,993	0,221	0,194	0,631	0,725	0,480	0,469								
14	06.02.2014	22:51	30	1	GZ	Ko	420	76	20	0,196	0,977	0,142	0,185	0,415	0,442	0,286	0,309								
15	06.02.2014	22:58	10	1	RB	Ko	75	68	4	0,045	0,364	0,033	0,026	0,069	0,065	0,088	0,068								
16	06.02.2014	23:00	15	1	RB	Wi	75	68	4	0,022	0,057	0,020	0,019	0,018	0,018	0,029	0,038								
17	06.02.2014	23:04	25	1	GZ	Wi	435	65	24	0,091	0,353	0,079	0,072	0,198	0,217	0,159	0,178								
18	06.02.2014	23:08	40	2	GZ	Ko	405	42	35	0,300	0,779	0,207	0,261	0,467	0,458	0,492	0,726								
19	06.02.2014	23:12	35	2	GZ	Ko	525	65	29	0,168	0,496	0,109	0,108	0,272	0,311	0,245	0,226								
20	06.02.2014	23:17	40	2	GZ	Ko	270	42	23	0,164	0,642	0,125	0,084	0,256	0,256	0,222	0,217								
21	06.02.2014	23:20	25	1	GZ	Wi	375	71	19	0,339	0,660	0,209	0,133	0,400	0,438	0,491	0,330								
22	06.02.2014	23:22	45	2	GZ	Ko	630	61	37	0,107	0,333	0,087	0,056	0,168	0,211	0,163	0,131								
23	06.02.2014	23:28	60	2	GZ	Wi/Ko	240	72	12	0,194	0,728	0,143	0,149	0,442	0,405	0,352	0,422								
24	06.02.2014	23:34	50	2	GZ	Ko	645	73	32	0,110	1,199	0,073	0,071	0,154	0,192	0,210	0,151								
25	06.02.2014	23:38	40	2	GZ	Wi	-	-	28	0,104	0,415	0,085	0,077	0,253	0,233	0,176	0,292								
26	06.02.2014	23:40	30	1	GZ	Ko	270	65	15	0,578	1,301	0,383	0,340	0,904	1,033	0,877	0,788								
27	06.02.2014	23:41	60	2	GZ	Wi	-	-	53	0,052	0,179	0,030	0,048	0,112	0,103	0,096	0,129								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										$v_{max,i}$ [mm/s]								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
28	06.02.2014	23:56	15	1	RB	Ko	75	68	4	0,055	0,199	0,048	0,038	0,067	0,089	0,089	0,090								
29	07.02.2014	00:00	35	2	GZ	Ko	600	86	25	0,233	0,884	0,181	0,179	0,394	0,559	0,339	0,444								
30	07.02.2014	00:13	30	1	GZ	Ko	495	71	25	0,220	1,396	0,188	0,168	0,421	0,454	0,335	0,406								
31	07.02.2014	00:32	30	1	GZ	Ko	765	92	30	0,290	0,804	0,253	0,175	0,454	0,466	0,421	0,412								
32	07.02.2014	00:35	25	1	GZ	Wi	480	102	17	0,284	0,917	0,171	0,239	0,844	0,800	0,541	0,841								
33	07.02.2014	00:39	30	1	GZ	Ko	495	71	25	0,193	0,892	0,151	0,140	0,278	0,433	0,311	0,308								
34	07.02.2014	00:48	30	1	GZ	Wi	525	63	30	0,129	0,608	0,108	0,113	0,351	0,320	0,231	0,275								
35	07.02.2014	00:51	30	1	GZ	Ko	495	74	24	0,190	0,725	0,178	0,190	0,290	0,417	0,296	0,473								
36	07.02.2014	00:53	30	1	GZ	Wi	525	76	25	0,125	0,548	0,103	0,111	0,305	0,261	0,211	0,271								
37	07.02.2014	00:57	25	1	GZ	Wi	405	69	21	0,150	0,874	0,148	0,137	0,380	0,378	0,222	0,368								
38	07.02.2014	01:07	35	2	GZ	Ko	525	73	26	0,282	0,845	0,207	0,214	0,574	0,577	0,527	0,547								
39	07.02.2014	01:10	40	2	GZ	Wi	465	56	30	0,100	0,419	0,076	0,067	0,222	0,218	0,179	0,198								
40	07.02.2014	01:16	35	2	GZ	Wi	540	65	30	0,149	0,599	0,130	0,141	0,300	0,311	0,241	0,333								
41	07.02.2014	01:20	30	1	GZ	Wi	465	80	21	0,160	0,764	0,140	0,140	0,414	0,432	0,261	0,407								
42	07.02.2014	01:26	30	1	GZ	Wi	465	73	23	0,178	0,663	0,132	0,086	0,208	0,220	0,228	0,270								
43	07.02.2014	01:32	30	1	GZ	Wi	450	77	21	0,186	0,686	0,126	0,121	0,424	0,444	0,312	0,352								
44	07.02.2014	01:37	20	1	GZ	Wi	450	65	25	0,246	1,184	0,194	0,146	0,741	0,707	0,342	0,607								
45	07.02.2014	01:41	35	2	GZ	Wi	495	66	27	0,159	0,684	0,129	0,095	0,197	0,175	0,259	0,190								
46	07.02.2014	01:46	35	2	GZ	Ko	525	86	22	0,173	0,533	0,153	0,078	0,196	0,223	0,212	0,235								
47	07.02.2014	01:50	25	1	GZ	Ko	525	86	22	0,250	0,923	0,178	0,195	0,427	0,478	0,372	0,436								
48	07.02.2014	01:55	25	1	GZ	Ko	420	69	22	0,148	1,284	0,125	0,128	0,224	0,256	0,210	0,292								
49	07.02.2014	02:01	30	1	GZ	Ko	-	-	28	0,191	0,929	0,155	0,127	0,243	0,366	0,285	0,311								
50	07.02.2014	02:04	30	1	GZ	Ko	465	80	21	0,213	1,012	0,192	0,163	0,351	0,423	0,366	0,450								
51	07.02.2014	02:11	30	1	GZ	Ko	705	94	27	0,391	1,058	0,268	0,344	0,516	0,650	0,551	0,881								
52	07.02.2014	02:14	30	1	GZ	Ko	495	81	22	0,248	0,771	0,193	0,154	0,385	0,546	0,356	0,381								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										$v_{max,i}$ [mm/s]								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
53	07.02.2014	02:23	30	1	GZ	Ko	525	79	24	0,364	0,807	0,236	0,287	0,363	0,396	0,529	0,585								
54	07.02.2014	02:27	30	1	GZ	Wi	480	75	23	0,143	0,614	0,112	0,121	0,253	0,257	0,208	0,267								
55	07.02.2014	02:32	35	2	GZ	Wi	-	-	30	0,176	0,570	0,113	0,125	0,307	0,336	0,278	0,369								
56	07.02.2014	02:43	35	2	GZ	Wi	660	88	27	0,173	0,457	0,135	0,107	0,238	0,250	0,211	0,201								
57	07.02.2014	02:46	35	2	GZ	Wi	660	88	27	0,172	0,500	0,148	0,111	0,222	0,226	0,256	0,235								
58	07.02.2014	02:51	30	1	GZ	Wi	-	-	27	0,223	0,816	0,169	0,185	0,553	0,626	0,348	0,478								
59	07.02.2014	02:58	40	2	GZ/GZ	Wi/Ko	-	-	36	0,365	1,541	0,278	0,194	0,676	0,652	0,524	0,471								
60	07.02.2014	03:03	35	2	GZ	Ko	645	93	25	0,309	0,953	0,205	0,255	0,391	0,388	0,442	0,687								
61	07.02.2014	03:07	25	1	GZ	Ko	480	86	20	0,371	1,104	0,219	0,189	0,547	0,613	0,513	0,448								
62	07.02.2014	03:11	25	1	GZ	Ko	375	79	17	0,214	1,291	0,154	0,183	0,383	0,401	0,299	0,410								
63	07.02.2014	03:18			Hin.					0,005	0,005	0,004	0,002	0,002	0,002	0,005	0,003								
64	07.02.2014	03:20	55	2	GZ/GZ	Ko/Wi	690	99	25	0,313	0,851	0,217	0,272	0,512	0,494	0,445	0,568								
65	07.02.2014	03:25	30	1	GZ	Ko	495	85	21	0,247	0,874	0,191	0,196	0,400	0,455	0,325	0,451								
66	07.02.2014	03:29	30	1	GZ	Ko	420	72	21	0,312	0,874	0,178	0,181	0,378	0,436	0,508	0,462								
67	07.02.2014	03:47			Hin.					0,005	0,007	0,004	0,002	0,001	0,002	0,005	0,004								
68	07.02.2014	03:49	25	1	GZ	Ko	435	92	17	0,548	1,507	0,317	0,584	1,133	1,001	0,961	1,514								
69	07.02.2014	03:52	20	1	GZ	Wi	345	78	16	0,230	0,688	0,118	0,163	0,493	0,501	0,442	0,408								
70	07.02.2014	03:55	35	2	GZ	Wi	645	86	27	0,125	0,480	0,098	0,103	0,361	0,412	0,210	0,278								
71	07.02.2014	04:00	45	2	GZ/GZ	Wi/Ko	435	78	20	0,267	1,117	0,203	0,311	0,525	0,563	0,399	0,674								
72	07.02.2014	04:05	25	1	GZ	Ko	570	93	22	0,220	1,016	0,141	0,159	0,312	0,391	0,336	0,331								
73	07.02.2014	04:07	25	1	GZ	Wi	600	94	23	0,112	0,602	0,080	0,086	0,244	0,248	0,196	0,203								
74	07.02.2014	04:12	30	1	GZ	Ko	360	54	24	0,425	0,745	0,291	0,343	0,480	0,571	0,543	0,713								
75	07.02.2014	04:21	25	1	GZ	Wi	390	88	16	0,217	0,618	0,162	0,141	0,348	0,339	0,303	0,303								
76	07.02.2014	04:30	30	1	GZ	Wi	630	91	25	0,137	0,491	0,106	0,094	0,304	0,342	0,223	0,240								
77	07.02.2014	04:33	25	1	GZ	Wi	480	91	19	0,164	0,674	0,119	0,133	0,400	0,472	0,266	0,337								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										$v_{max,i}$ [mm/s]								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
78	07.02.2014	04:34	30	1	GZ	Ko	525	76	25	0,128	0,681	0,120	0,099	0,226	0,267	0,212	0,228								
79	07.02.2014	04:47	30	1	GZ	Wi	645	93	25	0,071	0,316	0,059	0,060	0,140	0,143	0,129	0,217								
80	07.02.2014	04:59	30	1	GZ	Ko	480	75	23	0,214	0,734	0,147	0,158	0,423	0,410	0,335	0,392								
81	07.02.2014	05:01	5	1	RB	Wi	75	68	4	0,013	0,050	0,010	0,010	0,016	0,014	0,024	0,012								
82	07.02.2014	05:06	35	2	GZ	Wi	255	48	19	0,131	0,434	0,104	0,116	0,240	0,224	0,211	0,225								
83	07.02.2014	05:12	25	1	GZ	Wi	525	90	21	0,181	0,811	0,115	0,135	0,460	0,453	0,326	0,417								
84	07.02.2014	05:20	30	1	GZ	Wi	690	99	25	0,123	0,619	0,110	0,121	0,187	0,182	0,140	0,209								
85	07.02.2014	05:23	20	1	GZ	Ko	300	77	14	0,272	0,840	0,167	0,138	0,294	0,429	0,328	0,363								
86	07.02.2014	05:32	10	1	RB	Wi	75	68	4	0,020	0,079	0,018	0,019	0,029	0,032	0,031	0,034								
87	07.02.2014	05:39	25	1	GZ	Wi	495	74	24	0,156	0,669	0,140	0,117	0,289	0,306	0,255	0,247								
88	07.02.2014	05:43	25	1	GZ	Wi	540	85	23	0,163	0,628	0,104	0,088	0,262	0,269	0,314	0,233								
89	07.02.2014	05:48	25	1	GZ	Wi	390	67	21	0,099	0,547	0,078	0,078	0,211	0,184	0,169	0,188								
90	07.02.2014	05:52	20	1	GZ	Wi	390	94	15	0,219	0,804	0,152	0,261	0,680	0,561	0,367	0,699								
91	07.02.2014	05:57	5	1	RB	Ko	75	68	4	0,048	0,160	0,044	0,065	0,072	0,078	0,079	0,123								
92	07.02.2014	06:00	10	1	RB	Wi	75	54	5	0,066	0,140	0,051	0,026	0,090	0,090	0,108	0,087								
		Σ	2440	108					v_{max} :	0,578	1,541	0,383	0,584	1,133	1,033	0,961	1,514								

t [s] Vorbeifahrtzeit des Zuges

t_E [s] Einwirkzeit der Erschütterung

$v_{max,i}$ Maximale Schwinggeschwindigkeit je Messkanal und Zugereignis

v_{max} Maximale Schwinggeschwindigkeit je Messkanal für alle Zugereignisse

Hin. Hintergrundmessung

Zuglänge und Zug-Geschwindigkeit sind aus Waggonzahl und gestoppter Vorbeifahrtszeiten errechnete ca. Werte.

Zuggattung: GZ Güterzug

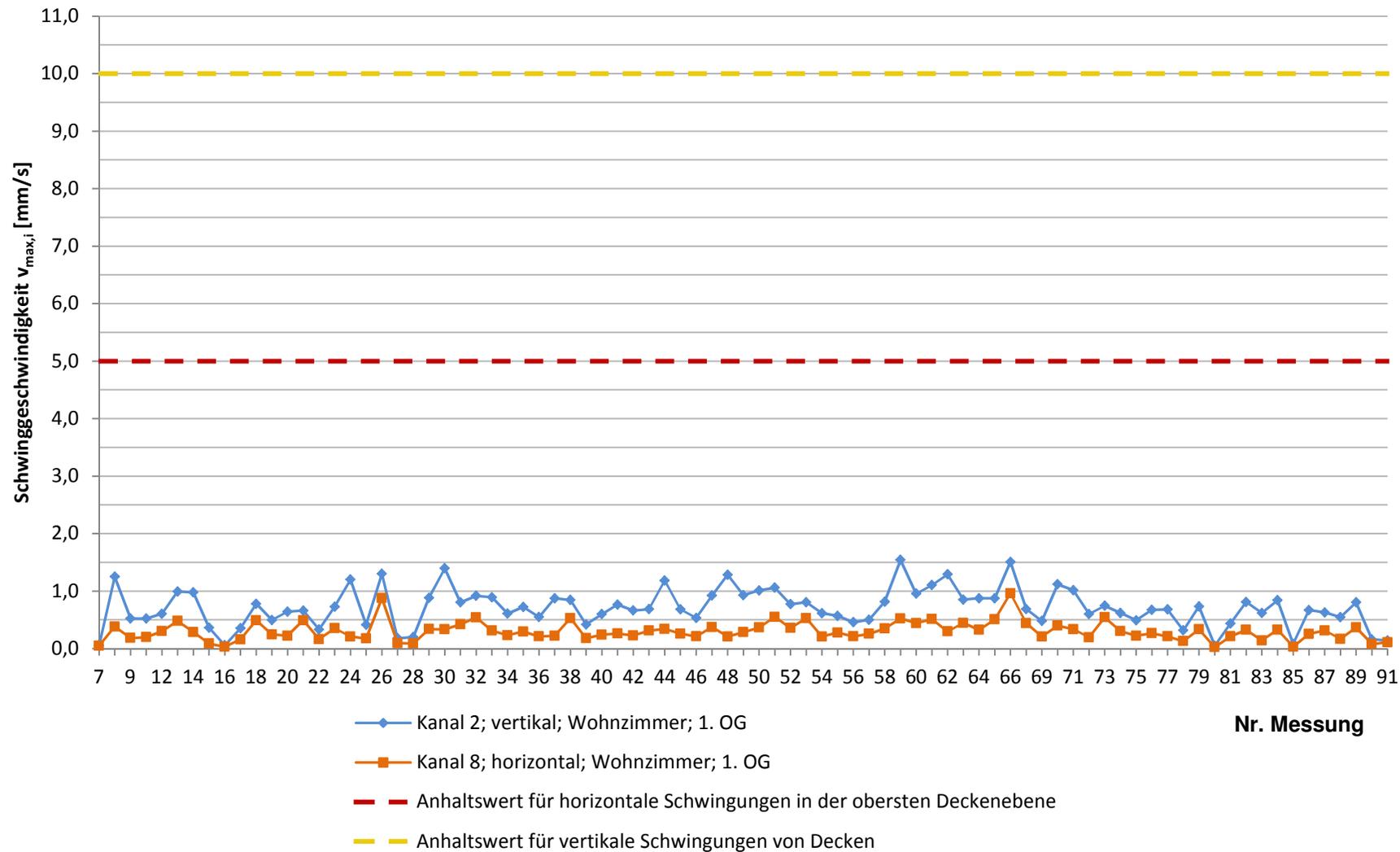
RB Regionalbahn

Fahrtrichtung: Wi Wiesbaden

Ko Koblenz



Objekt 2: $v_{max,i}$ -Werte für die gemessenen Zugvorbeifahrten



Anhang 7: Darstellung der KB_{Fmax} -Werte für Objekt 2

Objekt 2: 65375 Oestrich-Winkel

Messzeitraum: 06.02.2014 22:00 Uhr bis 07.02.2014 06:00 Uhr

Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										$KB_{Fmax,i}$								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
7	06.02.2014	22:00	10	1	RB	Wi	75	68	4	0,007	0,023	0,007	0,006	0,006	0,007	0,011	0,012								
8	06.02.2014	22:02	25	1	GZ	Ko	285	60	17	0,181	0,452	0,102	0,077	0,214	0,226	0,322	0,175								
9	06.02.2014	22:06	35	2	GZ	Wi	720	89	29	0,050	0,235	0,035	0,030	0,081	0,086	0,095	0,079								
10	06.02.2014	22:07	15	1	GZ	Ko	-	-	15	0,044	0,249	0,030	0,026	0,067	0,073	0,070	0,065								
11	06.02.2014	22:10			Hin.					0,003	0,009	0,001	0,001	0,005	0,005	0,007	0,003								
12	06.02.2014	22:23	25	1	GZ	Ko	465	80	21	0,070	0,257	0,064	0,051	0,096	0,195	0,128	0,147								
13	06.02.2014	22:47	40	2	GZ	Ko	630	71	32	0,108	0,430	0,070	0,076	0,221	0,230	0,206	0,211								
14	06.02.2014	22:51	30	1	GZ	Ko	420	76	20	0,075	0,389	0,059	0,044	0,107	0,109	0,116	0,097								
15	06.02.2014	22:58	10	1	RB	Ko	75	68	4	0,019	0,151	0,015	0,011	0,021	0,028	0,040	0,026								
16	06.02.2014	23:00	15	1	RB	Wi	75	68	4	0,006	0,030	0,006	0,006	0,008	0,006	0,011	0,013								
17	06.02.2014	23:04	25	1	GZ	Wi	435	65	24	0,031	0,154	0,027	0,022	0,066	0,067	0,058	0,064								
18	06.02.2014	23:08	40	2	GZ	Ko	405	42	35	0,119	0,393	0,077	0,065	0,177	0,181	0,210	0,199								
19	06.02.2014	23:12	35	2	GZ	Ko	525	65	29	0,052	0,205	0,038	0,038	0,113	0,116	0,107	0,089								
20	06.02.2014	23:17	40	2	GZ	Ko	270	42	23	0,046	0,382	0,029	0,028	0,065	0,073	0,075	0,061								
21	06.02.2014	23:20	25	1	GZ	Wi	375	71	19	0,092	0,320	0,059	0,047	0,166	0,163	0,148	0,134								
22	06.02.2014	23:22	45	2	GZ	Ko	630	61	37	0,040	0,158	0,031	0,023	0,064	0,086	0,068	0,054								
23	06.02.2014	23:28	60	2	GZ	Wi/Ko	240	72	12	0,083	0,309	0,049	0,058	0,168	0,160	0,157	0,177								
24	06.02.2014	23:34	50	2	GZ	Ko	645	73	32	0,050	0,720	0,035	0,028	0,059	0,087	0,097	0,067								
25	06.02.2014	23:38	40	2	GZ	Wi	-	-	28	0,049	0,176	0,037	0,030	0,105	0,099	0,081	0,121								
26	06.02.2014	23:40	30	1	GZ	Ko	270	65	15	0,226	0,445	0,143	0,129	0,386	0,402	0,338	0,331								
27	06.02.2014	23:41	60	2	GZ	Wi	-	-	53	0,017	0,079	0,010	0,012	0,036	0,034	0,038	0,038								
28	06.02.2014	23:56	15	1	RB	Ko	75	68	4	0,020	0,088	0,017	0,018	0,027	0,034	0,031	0,035								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										KB _{Fmax,i}								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
29	07.02.2014	00:00	35	2	GZ	Ko	600	86	25	0,086	0,446	0,073	0,071	0,150	0,203	0,126	0,170								
30	07.02.2014	00:13	30	1	GZ	Ko	495	71	25	0,074	0,761	0,055	0,050	0,144	0,158	0,142	0,113								
31	07.02.2014	00:32	30	1	GZ	Ko	765	92	30	0,131	0,458	0,100	0,065	0,163	0,165	0,177	0,166								
32	07.02.2014	00:35	25	1	GZ	Wi	480	102	17	0,122	0,329	0,069	0,076	0,248	0,239	0,231	0,228								
33	07.02.2014	00:39	30	1	GZ	Ko	495	71	25	0,079	0,482	0,076	0,059	0,108	0,146	0,123	0,130								
34	07.02.2014	00:48	30	1	GZ	Wi	525	63	30	0,054	0,264	0,048	0,044	0,131	0,134	0,088	0,117								
35	07.02.2014	00:51	30	1	GZ	Ko	495	74	24	0,069	0,342	0,070	0,067	0,106	0,134	0,095	0,149								
36	07.02.2014	00:53	30	1	GZ	Wi	525	76	25	0,046	0,206	0,034	0,040	0,103	0,101	0,078	0,104								
37	07.02.2014	00:57	25	1	GZ	Wi	405	69	21	0,054	0,328	0,046	0,044	0,134	0,133	0,091	0,112								
38	07.02.2014	01:07	35	2	GZ	Ko	525	73	26	0,118	0,354	0,082	0,080	0,214	0,216	0,228	0,204								
39	07.02.2014	01:10	40	2	GZ	Wi	465	56	30	0,040	0,204	0,026	0,028	0,087	0,089	0,076	0,080								
40	07.02.2014	01:16	35	2	GZ	Wi	540	65	30	0,072	0,275	0,062	0,063	0,124	0,126	0,111	0,148								
41	07.02.2014	01:20	30	1	GZ	Wi	465	80	21	0,068	0,221	0,054	0,056	0,194	0,180	0,112	0,169								
42	07.02.2014	01:26	30	1	GZ	Wi	465	73	23	0,078	0,227	0,061	0,032	0,087	0,080	0,103	0,101								
43	07.02.2014	01:32	30	1	GZ	Wi	450	77	21	0,068	0,332	0,063	0,046	0,151	0,153	0,110	0,137								
44	07.02.2014	01:37	20	1	GZ	Wi	450	65	25	0,091	0,349	0,081	0,061	0,255	0,247	0,130	0,175								
45	07.02.2014	01:41	35	2	GZ	Wi	495	66	27	0,082	0,389	0,062	0,036	0,081	0,088	0,132	0,102								
46	07.02.2014	01:46	35	2	GZ	Ko	525	86	22	0,081	0,274	0,066	0,032	0,084	0,086	0,110	0,110								
47	07.02.2014	01:50	25	1	GZ	Ko	525	86	22	0,097	0,325	0,075	0,076	0,175	0,171	0,152	0,195								
48	07.02.2014	01:55	25	1	GZ	Ko	420	69	22	0,058	0,443	0,040	0,042	0,074	0,098	0,096	0,101								
49	07.02.2014	02:01	30	1	GZ	Ko	-	-	28	0,079	0,544	0,063	0,051	0,106	0,152	0,109	0,127								
50	07.02.2014	02:04	30	1	GZ	Ko	465	80	21	0,093	0,456	0,076	0,066	0,140	0,156	0,133	0,156								
51	07.02.2014	02:11	30	1	GZ	Ko	705	94	27	0,156	0,441	0,112	0,124	0,197	0,205	0,218	0,267								
52	07.02.2014	02:14	30	1	GZ	Ko	495	81	22	0,092	0,343	0,082	0,059	0,138	0,199	0,143	0,148								
53	07.02.2014	02:23	30	1	GZ	Ko	525	79	24	0,112	0,398	0,078	0,091	0,136	0,151	0,166	0,211								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk-Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug-art	Fahrt-richtung	Zug-länge l [m]	Zug-Geschw. v [km/h]	Vorbei-fahrtzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										KB _{Fmax,i}								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
54	07.02.2014	02:27	30	1	GZ	Wi	480	75	23	0,066	0,303	0,053	0,037	0,089	0,092	0,095	0,117								
55	07.02.2014	02:32	35	2	GZ	Wi	-	-	30	0,055	0,216	0,050	0,042	0,108	0,103	0,089	0,148								
56	07.02.2014	02:43	35	2	GZ	Wi	660	88	27	0,080	0,234	0,064	0,034	0,096	0,094	0,110	0,101								
57	07.02.2014	02:46	35	2	GZ	Wi	660	88	27	0,083	0,231	0,066	0,037	0,094	0,091	0,123	0,110								
58	07.02.2014	02:51	30	1	GZ	Wi	-	-	27	0,083	0,297	0,056	0,067	0,217	0,213	0,127	0,200								
59	07.02.2014	02:58	40	2	GZ/GZ	Wi/Ko	-	-	36	0,120	0,679	0,079	0,062	0,264	0,268	0,180	0,156								
60	07.02.2014	03:03	35	2	GZ	Ko	645	93	25	0,114	0,367	0,071	0,083	0,152	0,155	0,176	0,203								
61	07.02.2014	03:07	25	1	GZ	Ko	480	86	20	0,148	0,502	0,093	0,075	0,230	0,242	0,212	0,193								
62	07.02.2014	03:11	25	1	GZ	Ko	375	79	17	0,088	0,451	0,068	0,071	0,161	0,147	0,125	0,171								
63	07.02.2014	03:18			Hin.					0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001								
64	07.02.2014	03:20	55	2	GZ/GZ	Ko/Wi	690	99	25	0,125	0,411	0,083	0,107	0,198	0,196	0,169	0,244								
65	07.02.2014	03:25	30	1	GZ	Ko	495	85	21	0,087	0,331	0,067	0,074	0,176	0,176	0,125	0,178								
66	07.02.2014	03:29	30	1	GZ	Ko	420	72	21	0,093	0,441	0,060	0,077	0,150	0,162	0,133	0,201								
67	07.02.2014	03:47			Hin.					0,001	0,004	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	0,001								
68	07.02.2014	03:49	25	1	GZ	Ko	435	92	17	0,232	0,461	0,141	0,218	0,408	0,406	0,379	0,500								
69	07.02.2014	03:52	20	1	GZ	Wi	345	78	16	0,097	0,253	0,053	0,063	0,192	0,195	0,183	0,166								
70	07.02.2014	03:55	35	2	GZ	Wi	645	86	27	0,063	0,240	0,044	0,043	0,156	0,156	0,088	0,124								
71	07.02.2014	04:00	45	2	GZ/GZ	Wi/Ko	435	78	20	0,092	0,496	0,063	0,105	0,208	0,216	0,158	0,309								
72	07.02.2014	04:05	25	1	GZ	Ko	570	93	22	0,078	0,350	0,051	0,059	0,126	0,148	0,123	0,135								
73	07.02.2014	04:07	25	1	GZ	Wi	600	94	23	0,044	0,304	0,029	0,030	0,097	0,093	0,083	0,076								
74	07.02.2014	04:12	30	1	GZ	Ko	360	54	24	0,130	0,294	0,093	0,099	0,188	0,193	0,167	0,234								
75	07.02.2014	04:21	25	1	GZ	Wi	390	88	16	0,080	0,276	0,057	0,052	0,137	0,142	0,142	0,140								
76	07.02.2014	04:30	30	1	GZ	Wi	630	91	25	0,059	0,210	0,039	0,035	0,124	0,125	0,103	0,112								
77	07.02.2014	04:33	25	1	GZ	Wi	480	91	19	0,068	0,274	0,041	0,056	0,176	0,174	0,116	0,146								
78	07.02.2014	04:34	30	1	GZ	Ko	525	76	25	0,053	0,271	0,039	0,040	0,078	0,087	0,091	0,091								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										KB _{Fmax,i}								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
79	07.02.2014	04:47	30	1	GZ	Wi	645	93	25	0,028	0,147	0,022	0,023	0,056	0,060	0,052	0,082								
80	07.02.2014	04:59	30	1	GZ	Ko	480	75	23	0,084	0,362	0,058	0,059	0,173	0,168	0,159	0,166								
81	07.02.2014	05:01	5	1	RB	Wi	75	68	4	0,005	0,025	0,003	0,003	0,004	0,004	0,010	0,006								
82	07.02.2014	05:06	35	2	GZ	Wi	255	48	19	0,064	0,175	0,048	0,036	0,090	0,088	0,094	0,097								
83	07.02.2014	05:12	25	1	GZ	Wi	525	90	21	0,067	0,269	0,051	0,054	0,178	0,175	0,108	0,142								
84	07.02.2014	05:20	30	1	GZ	Wi	690	99	25	0,037	0,290	0,032	0,043	0,081	0,083	0,058	0,098								
85	07.02.2014	05:23	20	1	GZ	Ko	300	77	14	0,075	0,340	0,059	0,056	0,114	0,137	0,129	0,139								
86	07.02.2014	05:32	10	1	RB	Wi	75	68	4	0,006	0,037	0,006	0,005	0,010	0,009	0,010	0,011								
87	07.02.2014	05:39	25	1	GZ	Wi	495	74	24	0,061	0,228	0,041	0,036	0,095	0,096	0,110	0,089								
88	07.02.2014	05:43	25	1	GZ	Wi	540	85	23	0,063	0,316	0,051	0,030	0,114	0,114	0,108	0,087								
89	07.02.2014	05:48	25	1	GZ	Wi	390	67	21	0,034	0,285	0,032	0,026	0,062	0,064	0,064	0,070								
90	07.02.2014	05:52	20	1	GZ	Wi	390	94	15	0,075	0,327	0,053	0,063	0,212	0,209	0,136	0,192								
91	07.02.2014	05:57	5	1	RB	Ko	75	68	4	0,019	0,064	0,016	0,017	0,024	0,030	0,034	0,036								
92	07.02.2014	06:00	10	1	RB	Wi	75	54	5	0,024	0,066	0,018	0,011	0,036	0,038	0,037	0,042								
		Σ	2440	108					KB_{Fmax}:	0,232	0,761	0,143	0,218	0,408	0,406	0,379	0,500								

t [s] Vorbeifahrzeit des Zuges

t_E [s] Einwirkzeit der Erschütterung

$KB_{Fmax,i}$ Maximale Schwinggeschwindigkeit je Messkanal und Zugereignis

KB_{Fmax} Maximale Schwinggeschwindigkeit je Messkanal für alle Zugereignisse

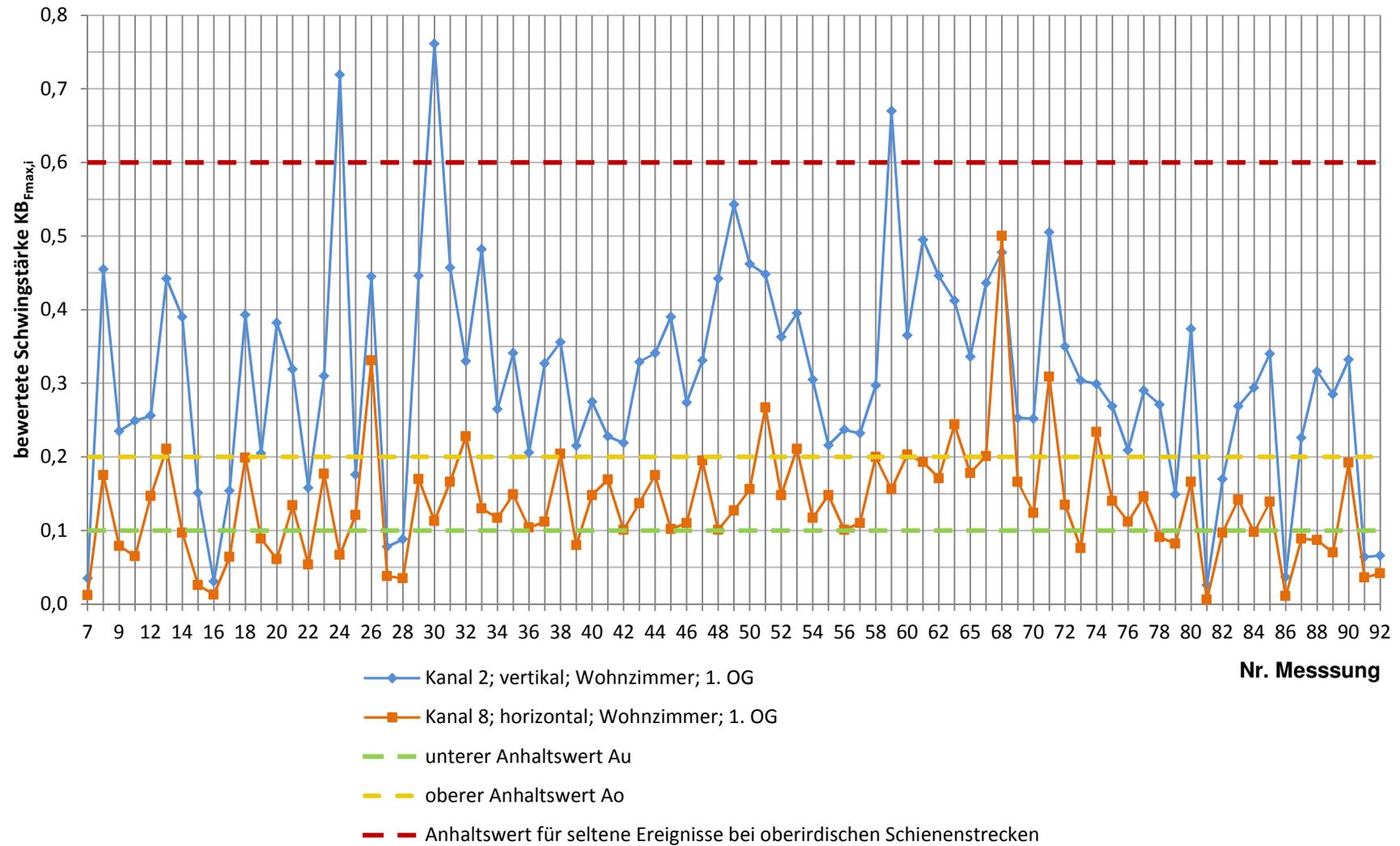
Hin. Hintergrundmessung

Zuglänge und Zug-Geschwindigkeit sind aus Waggonzahl und gestoppter Vorbeifahrtszeiten errechnete ca. Werte.

Zugart: GZ Güterzug Fahrtrichtung: Wi Wiesbaden
 RB Regionalbahn Ko Koblenz



Objekt 2: $KB_{F_{max,i}}$ -Werte für die gemessenen Zugvorbeifahrten





Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t _E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t[s] t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										KB _{FTm,i}								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
29	07.02.2014	00:00	35	2	GZ	Ko	600,0	86	25	0,000	0,315	0,000	0,000	0,106	0,144	0,089	0,120								
30	07.02.2014	00:13	30	1	GZ	Ko	495,0	71	25	0,000	0,761	0,000	0,000	0,144	0,158	0,142	0,113								
31	07.02.2014	00:32	30	1	GZ	Ko	765,0	92	30	0,131	0,458	0,100	0,000	0,163	0,165	0,177	0,166								
32	07.02.2014	00:35	25	1	GZ	Wi	480,0	102	17	0,122	0,329	0,000	0,000	0,248	0,239	0,231	0,228								
33	07.02.2014	00:39	30	1	GZ	Ko	495,0	71	25	0,000	0,482	0,000	0,000	0,108	0,146	0,123	0,130								
34	07.02.2014	00:48	30	1	GZ	Wi	525,0	63	30	0,000	0,264	0,000	0,000	0,131	0,134	0,000	0,117								
35	07.02.2014	00:51	30	1	GZ	Ko	495,0	74	24	0,000	0,342	0,000	0,000	0,106	0,134	0,000	0,149								
36	07.02.2014	00:53	30	1	GZ	Wi	525,0	76	25	0,000	0,206	0,000	0,000	0,103	0,101	0,000	0,104								
37	07.02.2014	00:57	25	1	GZ	Wi	405,0	69	21	0,000	0,328	0,000	0,000	0,134	0,133	0,000	0,112								
38	07.02.2014	01:07	35	2	GZ	Ko	525,0	73	26	0,083	0,250	0,000	0,000	0,151	0,153	0,161	0,144								
39	07.02.2014	01:10	40	2	GZ	Wi	465,0	56	30	0,000	0,144	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
40	07.02.2014	01:16	35	2	GZ	Wi	540,0	65	30	0,000	0,194	0,000	0,000	0,088	0,089	0,078	0,105								
41	07.02.2014	01:20	30	1	GZ	Wi	465,0	80	21	0,000	0,221	0,000	0,000	0,194	0,180	0,112	0,169								
42	07.02.2014	01:26	30	1	GZ	Wi	465,0	73	23	0,000	0,227	0,000	0,000	0,000	0,000	0,103	0,101								
43	07.02.2014	01:32	30	1	GZ	Wi	450,0	77	21	0,000	0,332	0,000	0,000	0,151	0,153	0,110	0,137								
44	07.02.2014	01:37	20	1	GZ	Wi	450,0	65	25	0,000	0,349	0,000	0,000	0,255	0,247	0,130	0,175								
45	07.02.2014	01:41	35	2	GZ	Wi	495,0	66	27	0,000	0,275	0,000	0,000	0,000	0,000	0,093	0,072								
46	07.02.2014	01:46	35	2	GZ	Ko	525,0	86	22	0,000	0,194	0,000	0,000	0,000	0,000	0,078	0,078								
47	07.02.2014	01:50	25	1	GZ	Ko	525,0	86	22	0,000	0,325	0,000	0,000	0,175	0,171	0,152	0,195								
48	07.02.2014	01:55	25	1	GZ	Ko	420,0	69	22	0,000	0,443	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,101								
49	07.02.2014	02:01	30	1	GZ	Ko	-	-	28	0,000	0,544	0,000	0,000	0,106	0,152	0,109	0,127								
50	07.02.2014	02:04	30	1	GZ	Ko	465,0	80	21	0,000	0,456	0,000	0,000	0,140	0,156	0,133	0,156								
51	07.02.2014	02:11	30	1	GZ	Ko	705,0	94	27	0,156	0,441	0,112	0,124	0,197	0,205	0,218	0,267								
52	07.02.2014	02:14	30	1	GZ	Ko	495,0	81	22	0,000	0,343	0,000	0,000	0,138	0,199	0,143	0,148								
53	07.02.2014	02:23	30	1	GZ	Ko	525,0	79	24	0,112	0,398	0,000	0,000	0,136	0,151	0,166	0,211								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t _E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t[s] t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										KB _{FTm,i}								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
54	07.02.2014	02:27	30	1	GZ	Wi	480,0	75	23	0,000	0,303	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,117								
55	07.02.2014	02:32	35	2	GZ	Wi	-	-	30	0,000	0,153	0,000	0,000	0,076	0,073	0,000	0,105								
56	07.02.2014	02:43	35	2	GZ	Wi	660,0	88	27	0,000	0,165	0,000	0,000	0,000	0,000	0,078	0,071								
57	07.02.2014	02:46	35	2	GZ	Wi	660,0	88	27	0,000	0,163	0,000	0,000	0,000	0,000	0,087	0,078								
58	07.02.2014	02:51	30	1	GZ	Wi	-	-	27	0,000	0,297	0,000	0,000	0,217	0,213	0,127	0,200								
59	07.02.2014	02:58	40	2	GZ/GZ	Wi/Ko	-	-	36	0,085	0,480	0,000	0,000	0,187	0,190	0,127	0,110								
60	07.02.2014	03:03	35	2	GZ	Ko	645,0	93	25	0,081	0,260	0,000	0,000	0,107	0,110	0,124	0,144								
61	07.02.2014	03:07	25	1	GZ	Ko	480,0	86	20	0,148	0,502	0,000	0,000	0,230	0,242	0,212	0,193								
62	07.02.2014	03:11	25	1	GZ	Ko	375,0	79	17	0,000	0,451	0,000	0,000	0,161	0,147	0,125	0,171								
63	07.02.2014	03:18			Hin.																				
64	07.02.2014	03:20	55	2	GZ/GZ	Ko/Wi	690,0	99	25	0,088	0,291	0,000	0,076	0,140	0,139	0,120	0,173								
65	07.02.2014	03:25	30	1	GZ	Ko	495,0	85	21	0,000	0,331	0,000	0,000	0,176	0,176	0,125	0,178								
66	07.02.2014	03:29	30	1	GZ	Ko	420,0	72	21	0,000	0,441	0,000	0,000	0,150	0,162	0,133	0,201								
67	07.02.2014	03:47			Hin.																				
68	07.02.2014	03:49	25	1	GZ	Ko	435,0	92	17	0,232	0,461	0,141	0,218	0,408	0,406	0,379	0,500								
69	07.02.2014	03:52	20	1	GZ	Wi	345,0	78	16	0,000	0,253	0,000	0,000	0,192	0,195	0,183	0,166								
70	07.02.2014	03:55	35	2	GZ	Wi	645,0	86	27	0,000	0,170	0,000	0,000	0,110	0,110	0,000	0,088								
71	07.02.2014	04:00	45	2	GZ/GZ	Wi/Ko	435,0	78	20	0,000	0,351	0,000	0,074	0,147	0,153	0,112	0,218								
72	07.02.2014	04:05	25	1	GZ	Ko	570,0	93	22	0,000	0,350	0,000	0,000	0,126	0,148	0,123	0,135								
73	07.02.2014	04:07	25	1	GZ	Wi	600,0	94	23	0,000	0,304	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
74	07.02.2014	04:12	30	1	GZ	Ko	360,0	54	24	0,130	0,294	0,000	0,000	0,188	0,193	0,167	0,234								
75	07.02.2014	04:21	25	1	GZ	Wi	390,0	88	16	0,000	0,276	0,000	0,000	0,137	0,142	0,142	0,140								
76	07.02.2014	04:30	30	1	GZ	Wi	630,0	91	25	0,000	0,210	0,000	0,000	0,124	0,125	0,103	0,112								
77	07.02.2014	04:33	25	1	GZ	Wi	480,0	91	19	0,000	0,274	0,000	0,000	0,176	0,174	0,116	0,146								
78	07.02.2014	04:34	30	1	GZ	Ko	525,0	76	25	0,000	0,271	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								



Nr.	Datum	Uhrzeit	Einwirk- Zeit t_E [s]	Anzahl 30 s Takte	Zug- art	Fahrt- richtung	Zug- länge l [m]	Zug- Geschw. v [km/h]	Vorbei- fahrzeit t [s]	WZ	WZ	KG	KG	KG	WZ	WZ	WZ								
										EG	1. OG				1. OG	1. OG	1. OG								
										KB _{FTm,i}								K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
										x	z	x	y	z	z	x	y								
79	07.02.2014	04:47	30	1	GZ	Wi	645,0	93	25	0,000	0,147	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
80	07.02.2014	04:59	30	1	GZ	Ko	480,0	75	23	0,000	0,362	0,000	0,000	0,173	0,168	0,159	0,166								
81	07.02.2014	05:01	5	1	RB	Wi	75,0	68	4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
82	07.02.2014	05:06	35	2	GZ	Wi	255,0	48	19	0,000	0,124	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
83	07.02.2014	05:12	25	1	GZ	Wi	525,0	90	21	0,000	0,269	0,000	0,000	0,178	0,175	0,108	0,142								
84	07.02.2014	05:20	30	1	GZ	Wi	690,0	99	25	0,000	0,290	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
85	07.02.2014	05:23	20	1	GZ	Ko	300,0	77	14	0,000	0,340	0,000	0,000	0,114	0,137	0,129	0,139								
86	07.02.2014	05:32	10	1	RB	Wi	75,0	68	4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
87	07.02.2014	05:39	25	1	GZ	Wi	495,0	74	24	0,000	0,228	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110	0,000								
88	07.02.2014	05:43	25	1	GZ	Wi	540,0	85	23	0,000	0,316	0,000	0,000	0,114	0,114	0,108	0,000								
89	07.02.2014	05:48	25	1	GZ	Wi	390,0	67	21	0,000	0,285	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
90	07.02.2014	05:52	20	1	GZ	Wi	390,0	94	15	0,000	0,327	0,000	0,000	0,212	0,209	0,136	0,192								
91	07.02.2014	05:57	5	1	RB	Ko	75,0	68	4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
92	07.02.2014	06:00	10	1	RB	Wi	75,0	54	5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
		Σ	2440	108						KB_{FTm}:	0,055	0,299	0,026	0,031	0,127	0,132	0,115	0,132							
										KB_{FTr}:	0,018	0,100	0,009	0,010	0,042	0,044	0,039	0,044							
										s(KB_{FTm}²)	0,009	0,092	0,003	0,005	0,023	0,024	0,021	0,028							



t[s] Vorbeifahrtzeit des Zuges
t_E[s] Einwirkzeit der Erschütterung
KB_{FTm,i} Taktmaximaleffektivwert je Messkanal und Zugereignis
KB_{FTm} Taktmaximaleffektivwert je Messkanal für alle Zugereignisse
KB_{FTr} Beurteilungs-Schwingstärke je Messkanal für alle Zugereignisse
s(KB_{FTm}²) Standardabweichung des quadratischen Mittelwertes nach DIN 4150 Teil 2, Formel A.2
Hin. Hintergrundmessung

Zuglänge und Zug-Geschwindigkeit sind aus Waggonzahl und gestoppter Vorbeifahrtszeiten errechnete ca. Werte.

Zugart:	GZ	Güterzug	Fahrtrichtung:	Wi	Wiesbaden
	RB	Regionalbahn		Ko	Koblenz