

**BV: POTSDAM - GESCHWISTER-SCHOLL-STRASSE, 14471 POTSDAM  
ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG ENTLANG DER  
FERNBAHNSTRECKE BERLIN-MAGDEBURG**

Auftraggeber: Schulz und Huster Architekten  
Berliner Straße 50  
14467 Berlin

Berichtsnummer: X0418/001/II-02

Dieser Bericht umfasst 8 Seiten Text und 18 Seiten Anhang.

Messstelle nach  
§ 29b BImSchG  
für Geräusche und  
Erschütterungen

Berlin, 13.11.2015

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

  
M. Sc. David Heucke  
Bearbeitung

  
Dipl.-Geophys. Sebastian Ibbeken  
Freigabe / fachliche Verantwortung



## Änderungsindex

Revision	Datum	Geänderte Seiten	Hinzugefügte Seiten	Erläuterungen
01	12.06.2014	-	-	Erstellung
02	13.11.2015	3, 5, 6, A1		Entfall Tiefgarage, Abschätzung Güterverkehr, Anpassung Gebäudelage

## Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung .....	3
2	Unterlagen, Abkürzungen .....	3
2.1	Unterlagenverzeichnis .....	3
2.2	Abkürzungsverzeichnis .....	4
3	Örtliche Situation, Messdurchführung .....	4
4	Ergebnisse der Erschütterungsmessungen .....	5
5	Berechnung der zu erwartenden Erschütterungen .....	6
6	Ermittlung und Bewertung des sekundären Luftschalls, Vorgehensweise .....	7
7	Bewertung, Empfehlungen .....	8
	Anhang .....	1
	Anhang A1 .....	1
	Übersichtslageplan mit Anordnung der Messpunkte MP 1 bis MP 7 und Bahnstrecke auf Kartengrundlage mit geplanten Gebäuden .....	1
	Anhang A2 .....	2
	Fotos von den Messpunkten .....	2
	Anhang A3 .....	6
	Messtechnik, Messdurchführung der Schwingungsmessungen am 25.02.2014 .....	6
	Anhang A4 .....	7
	Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen (Tabelle 1, DIN 4150-2) .....	7
	Anhang B .....	1
	Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 1, Darstellung im Zeitbereich .....	1
	Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 2, Darstellung im Zeitbereich .....	2
	Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 3, Darstellung im Zeitbereich .....	3
	Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 4, Darstellung im Zeitbereich .....	4
	Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 5, Darstellung im Zeitbereich .....	5
	Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 6, Darstellung im Zeitbereich .....	6
	Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 7, Darstellung im Zeitbereich .....	7
	Anhang C: Sekundärer Luftschall .....	1

## 1 Aufgabenstellung

Das Büro Schulz und Huster Architekten plant in Potsdam auf dem Gelände zwischen der Geschwister-Scholl-Straße im Norden und der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg im Süden den Neubau einer Wohnanlage. Die Gebäude sind in ohne Unterkellerung in massiver Bauweise mit Stahlbetondecken, durchgehender steifer Bodenplatte und bis zu drei Vollgeschossen geplant.

Im Süden des Baugrundstückes verläuft die Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg. Da dieser Abschnitt stark frequentiert ist, ist im Vorfeld des Bauvorhabens zu klären, ob der Schienenverkehr relevante Auswirkungen auf die zukünftige Bebauung haben könnte.

Dazu werden Erschütterungsmessungen an vorhandenen Fundamenten auf dem Grundstück durchgeführt. Auf Basis dieser Freifeld-Messungen können die zu erwartenden Erschütterungen und der sekundäre Luftschall in den neuen Gebäuden abgeschätzt werden. Bei dem sekundären Luftschall handelt es sich um den von Decken und Wänden abgestrahlten Schall, der infolge der Anregung durch Erschütterungen entsteht.

## 2 Unterlagen, Abkürzungen

### 2.1 Unterlagenverzeichnis

Nr.	Dokument/Quelle	Bezeichnung / Beschreibung	
[1]	DIN 4150	Erschütterungen im Bauwesen	
		Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen	2001-06
		Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	1999-06
		Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen	1999-02
[2]	DIN 45669	Messung von Schwingungsimmissionen	
		Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung	2010-09
		Teil 2: Messverfahren	2005-06
[3]	DIN 45672	Schwingungsmessg. in der Umgebung von Schienenverkehrswegen	
		Teil 1: Messverfahren	2009-12
		Teil 2: Auswerteverfahren	1995-07
[4]	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm	1998-08
[5]	Deutsche Bahn AG Abteilung Systemtechnik	Körperschall- und Erschütterungsschutz – Leitfaden für den Planer Informationsschrift 1996-08 in aktualisierter Fassung zzgl. der Ergebnisse neuerer Studien der DB, dargestellt in der „Zeitschrift für Lärmbekämpfung“, Ausgabe 01/2006	1999-02
[6]	24. BImSchV	24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrsweg-Schallschutzmaßnahmenverordn.)	1997-02
[7]	Zugzahlen Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg	Angaben der Deutschen Bahn zu den Zugzahlen für 2025	
[8]	Angaben per E-Mail	Schulz und Huster Architekten, Potsdam Planunterlagen und weitere Angaben zu den geplanten Gebäuden	

## 2.2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
WBI	Wölfel Beratende Ingenieure
MP	Messpunkt
$KB_F(t)$	bewertete Schwingstärke gemäß DIN 4150-2 ([1])
$KB_{Fmax}$	Maximalwert der bewerteten Schwingstärke nach [1]
$KB_{FTi}$	Taktmaximalwert = Maximum der bewerteten Schwingstärke für jeden 30 s-Takt
$KB_{FTm}$	Taktmaximal-Effektivwert, gebildet aus den Taktmaximalwerten $KB_{FTi}$ nach [1]
$KB_{FTr}$	Beurteilungsschwingstärke, welche die Einwirkungsdauer berücksichtigt
EG, OG, DG	Erdgeschoss, Obergeschoss, Dachgeschoss
WA	Allgemeines Wohngebiet (gemäß BauNVO)

## 3 Örtliche Situation, Messdurchführung

Das Bauvorhaben ist nördlich der Geschwister-Scholl-Straße nahe der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg geplant, auf der vorwiegend Regionalbahnen verkehren. Auf dem Gelände befinden sich derzeit noch einzelne Gebäude (Lageplan auf Seite A1). Das Baugrundstück ist als allgemeines Wohngebiet einzustufen (vgl. Anhangseite A7).

Die Erschütterungsmessungen wurden am 25. Februar 2014 durchgeführt. Die Messpunkte befanden sich an vorhandenen Fundamenten von Bestandsbauten, z. B. im Seniorenwohnheim Geschwister Scholl.

Die Messpunkte (MP) sind im Folgenden zusammengestellt (vgl. auch Anhangseiten A2ff.):

- MP 1 im EG des Seniorenwohnheims ca. 37 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg
- MP 2 im Außenbereich des Seniorenwohnheims ca. 35,5 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg
- MP 3 auf einem vorhandenen Fundament ca. 25 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg
- MP 4 auf einem vorhandenen Fundament ca. 41 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg
- MP 5 auf einem vorhandenen Fundament ca. 45 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg
- MP 6 im Außenbereich des Seniorenwohnheims ca. 78 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg
- MP 7 im Außenbereich des Seniorenwohnheims ca. 62 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg

Es wurde jeweils an 2 Messpunkten gleichzeitig gemessen, die Messpunkte MP 2 - 7 entstanden durch Umsetzen der Sensoren während der Messzeit (s. Messaufbau im Anhang A6). Weitere Angaben zur Durchführung der Messungen und der verwendeten Messtechnik sind im Anhang A6 dargestellt.

Während der Messzeit wurden vorwiegend die Vorbeifahrten von Regionalbahnen registriert. Weiterhin wurden einzelne Signale bei Straßenverkehr und bei anderen Fremdeinwirkungen abgespeichert, z. B. Testmessungen zur Kontrolle der Messtechnik.

Die Messung erfolgte gemäß DIN 45669 ([2]). Die Auswertung und Bewertung der Messwerte wird gemäß DIN 4150 ([1]) und dem „Leitfaden für den Planer“ ([5]) der Deutschen Bahn AG durchgeführt.

## 4 Ergebnisse der Erschütterungsmessungen

Zur Beurteilung der Erschütterungen werden die Zugzahlen berücksichtigt, um damit die Beurteilungswerte tags/nachts zu ermitteln. Für die folgende Berechnung werden die für das Jahr 2025 angenommen Fahrten zugrunde gelegt.

Tabelle 1: Zugvorbeifahrten nach Zugarten und Tageszeit für Prognose 2025

Art der Bahnen	Anzahl bei Tag	Anzahl bei Nacht
Streckenabschnitt Potsdam Wildpark Süd – Potsdam Wildpark Ost (Strecken-Nr.: 6113), Güterzug	2	2
Streckenabschnitt Potsdam Wildpark Süd – Potsdam Wildpark Ost (Strecken-Nr.: 6113), Regionalzug	32	6
Streckenabschnitt Bahnhof Potsdam Park Sanssouci – Potsdam Wildpark Ost (Strecken-Nr.: 6110), Güterzug	2	2
Streckenabschnitt Bahnhof Potsdam Park Sanssouci – Potsdam Wildpark Ost (Strecken-Nr.: 6110), Regionalzug	142	20
Streckenabschnitt Bahnhof Potsdam Park Sanssouci – Potsdam Wildpark Ost (Strecken-Nr.: 6110), Nacht- bzw. sonstiger Fernreisezug	3	1
<b>Summe</b>	<b>181</b>	<b>31</b>

Bei der Auswertung wurden die gemessenen Zeitabschnitte auf Fremdeinwirkungen hin überprüft; im Zweifelsfall wurden die betreffenden Signale nicht für die Auswertung herangezogen. Aus diesen Signalen wird der Taktmaximaleffektiv-Wert  $KB_{FTm}$  ermittelt.

Da bei den Messungen keine Güterzugvorbeifahrten registriert werden konnten, wurden alle gemessenen Signale der Regionalzüge für die Güterzugauswertung pauschal um 20 % erhöht; damit wird berücksichtigt, dass die Güterzüge i.d.R. höhere Immissionen verursachen<sup>1</sup>. Aufgrund der deutlich höheren Anzahl an Personenzügen ist für die Ermittlung der Beurteilungswerte der Einfluss der Güterzüge eher gering.

Die Vorbeifahrten von Fernzügen wie IC/ICE werden wie Regionalzüge angesetzt; auch in diesem Fall ist die Anzahl an Ereignissen sehr gering im Vergleich zu den Regionalzügen.

In der Tabelle 2 sind die ermittelten KB-Werte je Messpunkt dokumentiert.

<sup>1</sup> Es wird dabei der Prognosezustand ab 2020 angenommen, für den die Güterwagen mit Verbundstoffbremsen ausgerüstet sein werden und damit - gegenüber heute - deutlich geringere erschütterungsverursachende Radrauheiten aufweisen

Tabelle 2: Taktmaximal-Effektivwerte aus gemessenen Erschütterungen

Messpunkt	Taktmaximal-Effektivwert $KB_{FTm}$ [ - ]	Taktmaximal-Effektivwert $KB_{FTm}$ [ - ]
	Regionalzug (inkl. Fernverkehr)	Güterzug
MP 1	0,066	0,079*
MP 2	0,020	0,024*
MP 3	0,125	0,150*
MP 4	0,048	0,058*
MP 5	0,074	0,089*
MP 6	0,026	0,031*
MP 7	0,030	0,036*

\* Überhöhung der Signale um 20% wegen der fehlenden Güterzugvorbeifahrten

Gemäß DIN 4150-2, Kap. 3.6, können bei der Auswertung einzelne Takte bzw.  $KB_{FTi}$ -Werte zu Null gesetzt werden, wenn die Werte unter 0,1 [ - ] liegen. Darauf wurde in vorliegendem Fall aufgrund der relativ niedrigen Anzahl an Vorbeifahrten je Messpunkt verzichtet. Diese Vorgehensweise liegt auf der sicheren Seite und trägt zur Prognosesicherheit bei.

## 5 Berechnung der zu erwartenden Erschütterungen

Für die Prognose-Berechnung muss die Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf das Bauwerk und eine mögliche Verstärkung der Erschütterungen in den Gebäuden berücksichtigt werden.

Dafür werden folgende Annahmen zur Bauweise vorausgesetzt:

- Erstellung von mehrgeschossigen Einheiten mit breitem Grundriss um eine möglichst große anzuregende Masse zu erhalten. Kleine, isoliert stehende Wohneinheiten sollten vermieden werden.
- Ausbildung der Untergeschosse der Gebäude in massiver und steifer Stahlbeton-Bauweise mit durchgehender Bodenplatte. Die durchgehende Bodenplatte der Gebäude „West“, „Mitte“ und „Ost“ wird mit einer Stärke von mindestens 35 cm ausgeführt.

Bei dem vorliegenden Fall der Gebäude in Massivbauweise kann beim Übergang der Erschütterungen auf das Gebäude eine frequenzunabhängige Abminderung um den Faktor 0,5 angesetzt werden (Messpunkte 2 bis 7). Aufgrund von vertikalen Deckenschwingungen wird eine Verstärkung um bis zu einem Faktor 5 innerhalb der Gebäude angesetzt (alle Messpunkte; s. Anhang A7).

Deshalb werden die Messwerte zur Prognose der in den Räumen zu erwartenden Erschütterungen von den Messpunkten 2 bis 7 um den Faktor 2,5 für die vertikalen Richtungen und 1 für die horizontalen Richtung und bei dem Messpunkt 1 im Bestandsgebäude um den Faktor 5 für die vertikalen Schwingungen und Faktor 2 für die horizontalen Schwingungen erhöht.

Tabelle 3: Beur.-Schwingstärke, Vergleich mit Anhaltswerten für den Schienenverkehr

Verursacher	Zeit	Taktmax.-Eff.-werte u. Beurteilungs-Schwingstärke					Anhaltswerte $A_r$ [ - ] gemäß [1]
			MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	
Züge							WA
181	Tag	$KB_{FTi}$ [ - ]	0,020	0,006	0,039	0,015	0,07
31	Nacht	$KB_{FTi}$ [ - ]	0,012	0,004	0,023	0,009	0,05

Tabelle 4: Beur.-Schwingstärke, Vergleich mit Anhaltswerten für den Schienenverkehr (Fortsetzung)

Verursacher	Zeit	Taktmax.-Eff.-werte u. Beurteilungs-Schwingstärke				Anhaltswerte A <sub>r</sub> [ - ] gemäß [1]
			MP 5	MP 6	MP 7	
<b>Züge</b>						<b>WA</b>
181	Tag	KB <sub>FTr</sub> [ - ]	0,023	0,008	0,009	0,07
31	Nacht	KB <sub>FTr</sub> [ - ]	0,014	0,005	0,006	0,05

Die Erschütterungen auf die geplanten Gebäude werden für die zu erwartenden Zug-Vorbeifahrten in 2025 aus Güterzug und Regionalzug in Tabelle 3 und 4 wie folgt prognostiziert:

- Die Werte der bewerteten Beurteilungs-Schwingstärke (KB<sub>FTr</sub>-Werte) liegen an allen Messpunkten unter den Anhaltswerten A<sub>r</sub> der Norm für „Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2)“.

## 6 Ermittlung und Bewertung des sekundären Luftschalls, Vorgehensweise

Die Ermittlung des sekundären Luftschalls erfolgt aufgrund der Vorgaben aus [5]. Zur Beurteilung des sekundären Luftschalls existiert derzeit keine verbindliche Vorschrift. Ersatzweise werden daher Regelwerke aus dem Umfeld herangezogen, z.B. die TA Lärm (s. [4]). In der Rechtsprechung der letzten Jahre wurde vorrangig auf die Vorgaben der 24. BImSchV verwiesen (s. [6]).

- Für die Ermittlung des sekundären Luftschalls werden die Terzschnelle-Spektren ausgewertet; für die Auswertung werden die Terzen bis 100 Hz berücksichtigt. Dieser Frequenzbereich ist gemäß neuerer Studien der DB ausreichend (vgl. [5]).
- Die Signale werden wiederum mit den vorgenannten Faktoren für eine mögliche Verstärkung im Gebäude pauschal beaufschlagt; diese Vorgehensweise liegt auf der sicheren Seite, da eine Verstärkung i.d.R. nur bei bestimmten Frequenzen auftritt (z.B. bei Deckenresonanzen)
- An den Messpunkten werden jeweils die Pegel des sekundären Luftschalls für die Vorbeifahrten der Regional- und Güterverkehrszüge gebildet. Die Berechnungen sind im Anhang C dargestellt.
- Zur Bildung der Beurteilungspegel (L<sub>A</sub>) werden mittlere Pegelwerte herangezogen. Dabei gehen Anzahl und mittlere Dauer der Vorbeifahrten tagsüber/nachts ein (s. Anhangseite C4).

Die Beurteilungspegel liegen für alle Messpunkte tagsüber und nachts unter 25 dB(A), wodurch alle Vorgaben, sogar auch die strengeren Anforderungen gemäß der TA-Lärm eingehalten werden. Hier werden Richtwerte von 35 dB(A) tags und 25 dB(A) nachts genannt.

Allerdings kann es nachts zu Überschreitungen des sog. Spitzenpegelkriteriums nach TA-Lärm kommen: Die ermittelten Pegel für einzelne Vorbeifahrten liegen bei Messpunkt 4 und 7 über 35 dB(A). Die Einhaltung dieses Spitzenpegelkriteriums ist bei Bauvorhaben nahe Bahnlinien zumeist schwierig; gemäß anderen Regelwerken wie z.B. der 24. BImSchV existiert keine Vorgabe für Einzelpegel.

## 7 Bewertung, Empfehlungen

Die am 25.02.2014 infolge Schienenverkehr aufgenommenen Messwerte auf dem Baugrundstück an der Geschwister-Scholl-Straße in Potsdam wurden gemäß DIN 4150 für die fühlbaren Erschütterungen und nach TA-Lärm für den sekundären (hörbaren) Luftschall bewertet. Eine erhebliche Belästigung von Personen in den zukünftigen Gebäuden im Sinne der DIN 4150-2 ist nicht zu erwarten. Dabei wurde der Schutzanspruch für reine bzw. allgemeine Wohngebiete zugrunde gelegt. Die genannten Annahmen zur steifen und massiven Gebäudeausbildung werden dabei vorausgesetzt.

Zur Steigerung des Komforts wird allerdings empfohlen, Resonanzüberhöhungen auf Gebäudedecken vorzubeugen. Diese sollten möglichst steif in Stahlbeton und mit Decken-Eigenfrequenzen deutlich über 15 Hz ausgebildet werden.

Bei den Beurteilungspegeln des sekundären Luftschalls werden die Vorgaben gemäß TA-Lärm und anderer gängiger Regelwerke eingehalten; es kann allerdings zu Überschreitungen des sog. Spitzenpegelkriteriums nach TA-Lärm bei einzelnen, ungünstigen Vorbeifahrten kommen.

Abschließend weisen wir darauf hin, dass die Einhaltung der Anhaltswerte ein festgelegtes Mindestmaß an Erschütterungsschutz garantiert. Sie gewährt jedoch auf keinen Fall Erschütterungsfreiheit, die Norm lässt ausdrücklich Werte über der Spürbarkeitsschwelle zu.

Berlin, 13.11.2015

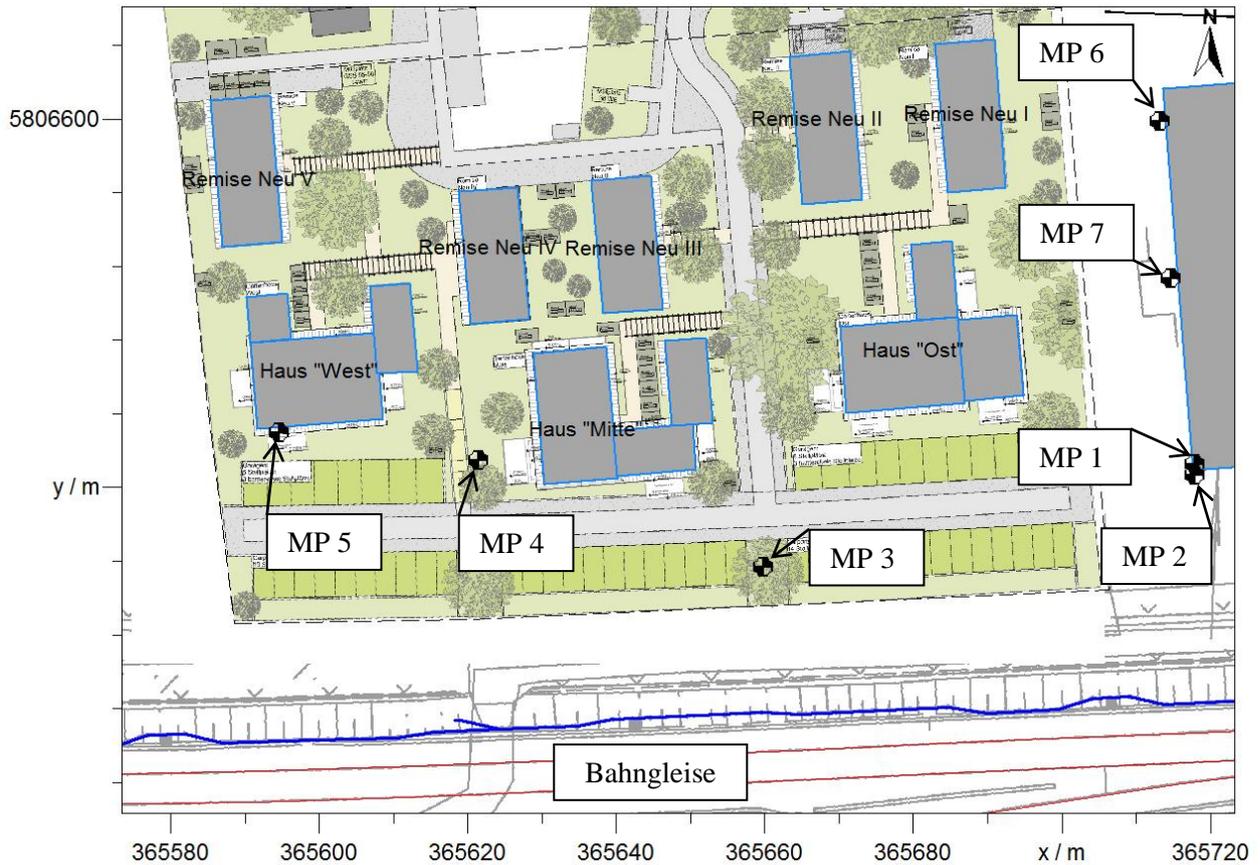
Ib/Hc/Lr

Übersichten, Pläne

**Anhang**

**Anhang A1**

Übersichtslageplan mit Anordnung der Messpunkte MP 1 bis MP 7 und Bahnstrecke auf Kartengrundlage mit geplanten Gebäuden



Übersichten, Pläne

**Anhang A2**

Fotos von den Messpunkten



Messpunkt MP 1



Messpunkt MP 2

Übersichten, Pläne

Fotos von den Messpunkten



Messpunkt MP 3



Messpunkt MP 4

Übersichten, Pläne

Fotos von den Messpunkten



Messpunkt MP 5



Messpunkt MP 6

Übersichten, Pläne

Fotos von den Messpunkten



Messpunkt MP 7

## Übersichten, Pläne

**Anhang A3**

## Messtechnik, Messdurchführung der Schwingungsmessungen am 25.02.2014

Messzeit:	am 25. Februar 2014 von ca. 13:00 bis 16:00 Uhr und für MP 1 vom 25.02.2014 – 27.02.2014 (48 Stunden)
Messorte:	Jeweils 2 Messpunkte gleichzeitig, ein wechselnder Messpunkt auf dem geplanten Baufeld an der Geschwister-Scholl-Straße in Potsdam und ein fester Messpunkt (MP 1) im Seniorenwohnheim Geschwister Scholl
Verursacher:	Schienenverkehr der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg, teilweise auch Straßenverkehr
Messpunkte (MP):	MP 1: im Erdgeschoss des Seniorenwohnheims ca. 37 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg MP 2: im Außenbereich des Seniorenwohnheims ca. 35,5 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg MP 3: auf einem vorhandenen Fundament ca. 25 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg MP 4: auf einem vorhandenen Fundament ca. 41 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg MP 5: auf einem vorhandenen Fundament ca. 45 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg MP 6: auf einem vorhandenen Fundament ca. 78 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg MP 7: auf einem vorhandenen Fundament ca. 62 m nördlich der Fernbahnstrecke Berlin-Magdeburg  Messaufbau 1 mit MP 1 und 2 Messaufbau 2 mit MP 1 und 3 Messaufbau 3 mit MP 1 und 4 Messaufbau 4 mit MP 1 und 5 Messaufbau 5 mit MP 1 und 6 Messaufbau 6 mit MP 1 und 7 Messaufbau 7 mit MP 1 (48-Stunden-Messung)  x-Richtung: Ost-West y-Richtung: Nord-Süd z-Richtung: vertikal  An allen Messpunkten wurde jeweils triaxial gemessen; Ankopplung der Messaufnehmer gemäß DIN 45669
Messdatenerfassung und -verarbeitung:	Schwingungsmesser nach DIN 45669 2 x SYSCOM MR 3000c mit externer Batterie, SYSCOM Instruments SA Lenovo Notebook mit Mess- und Auswertesoftware MEDA, WÖLFEL Meßsysteme Software GmbH + Co. KG  Die obere Grenzfrequenz für die analogen Filter wurde mit $\geq 315$ Hz eingestellt. Abtastung: obere Grenzfrequenz $\geq 400$ Hz, entspricht Abtastfrequenz $\geq 1.024$ Hz. Die Messkette wurde vor und nach den Messungen auf Funktionsfähigkeit überprüft.
Umfeldbedingungen:	heiter bis wolkig, ca. 10 bis 12 °C, trocken, kaum Wind

## Übersichten, Pläne

**Anhang A4**

Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen (Tabelle 1, DIN 4150-2)

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

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

Laut der vorliegenden Angaben ist der relevante Bereich als allgemeines Wohngebiet (WA) einzustufen, somit gelten die Anhaltswerte gemäß Zeile 4 der o.g. Tabelle.

**Angesetztes Übertragungsverhalten zur Prognose der Erschütterungen in Gebäuden für die Messpunkte 2 ÷ 7**

Richtung	Faktor für die Fundamentankopplung	Faktor für die Resonanzüberhöhung	Resultierender Faktor
horizontal (x und y)	0,5	2,0	1,0
vertikal (z)	0,5	5,0	2,5

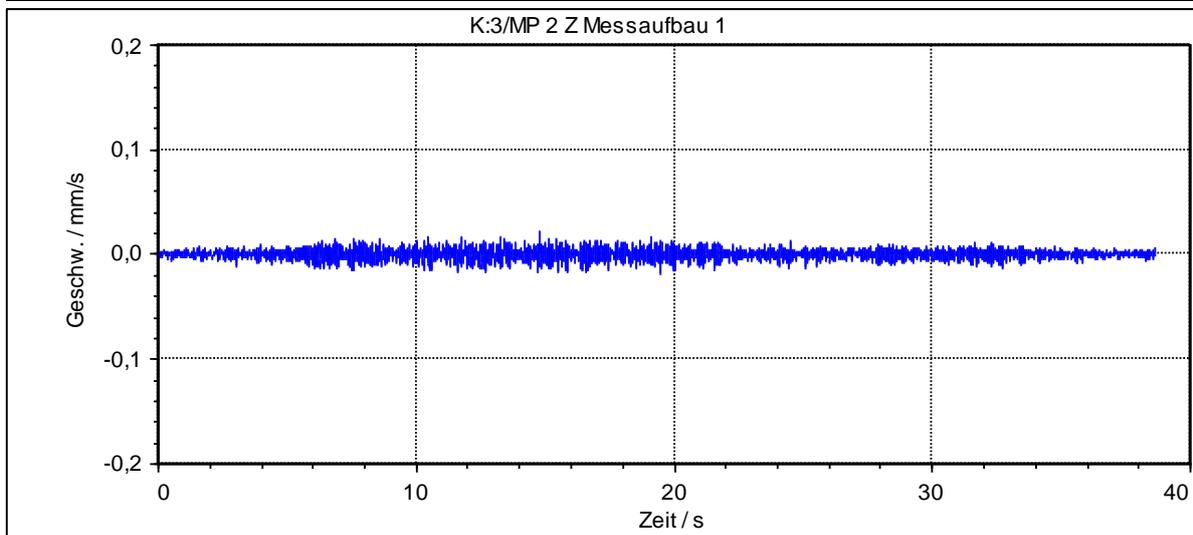
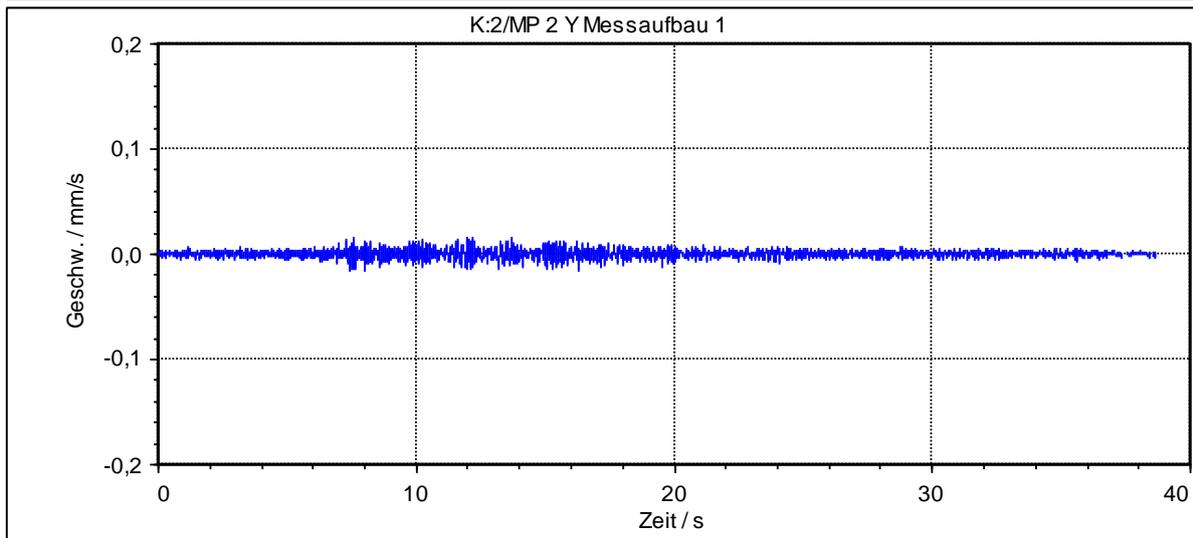
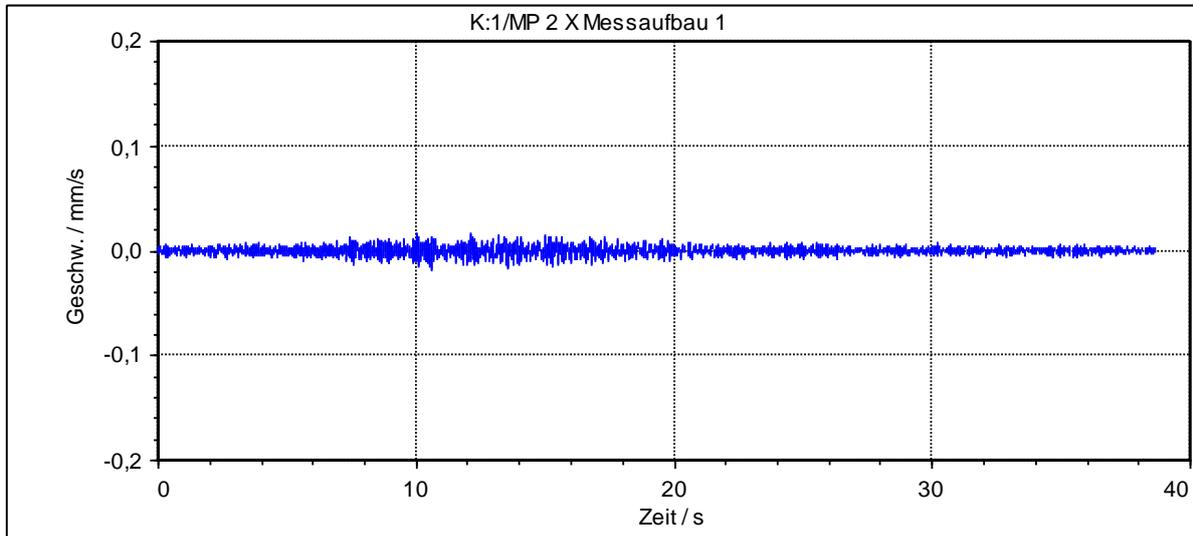
**Angesetztes Übertragungsverhalten zur Prognose der Erschütterungen in Gebäuden für den Messpunkte 1**

Richtung	Faktor für die Fundamentankopplung	Faktor für die Resonanzüberhöhung	Resultierender Faktor
horizontal (x und y)	-	2,0	2,0
vertikal (z)	-	5,0	5,0

Ergebnisse

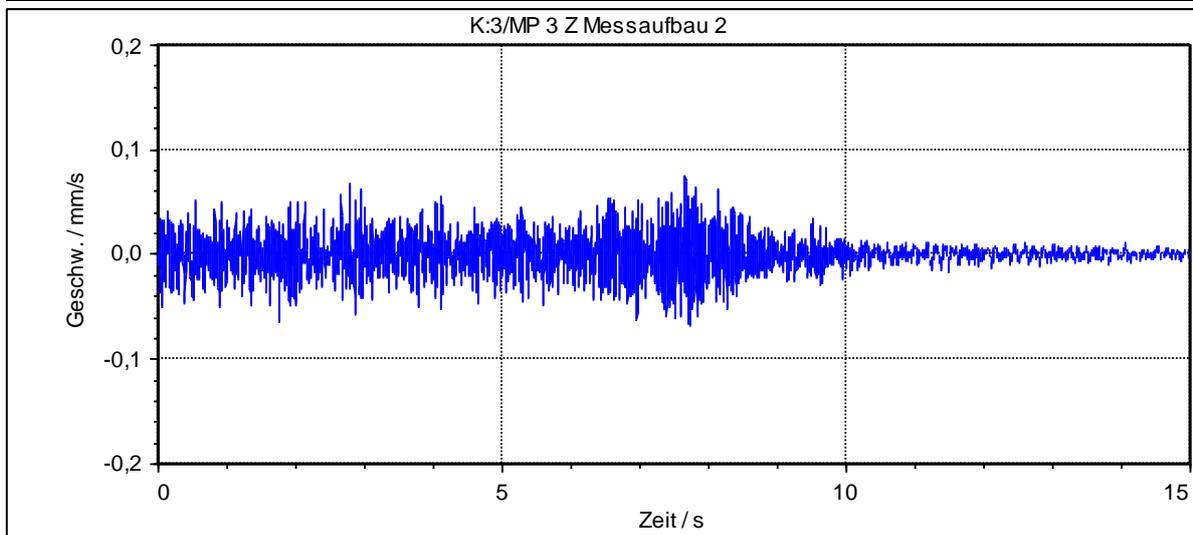
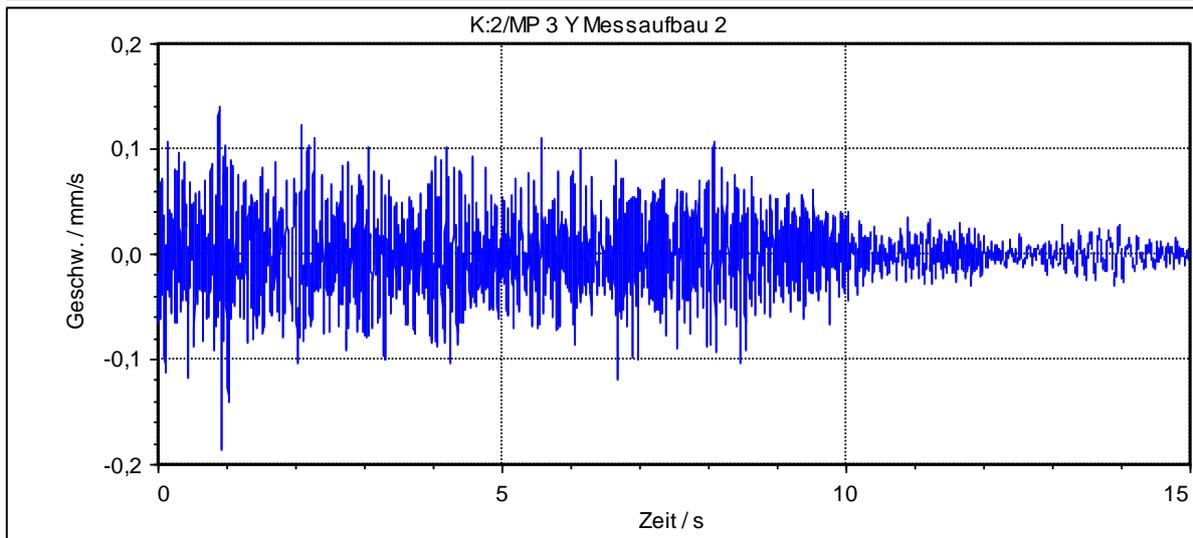
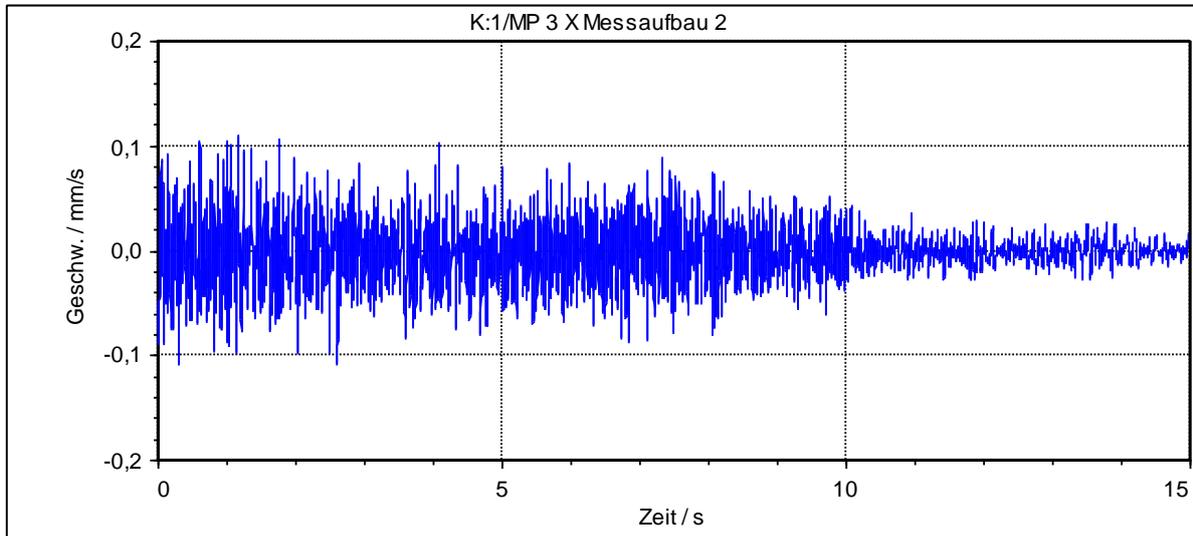
**Anhang B**

Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 1, Darstellung im Zeitbereich



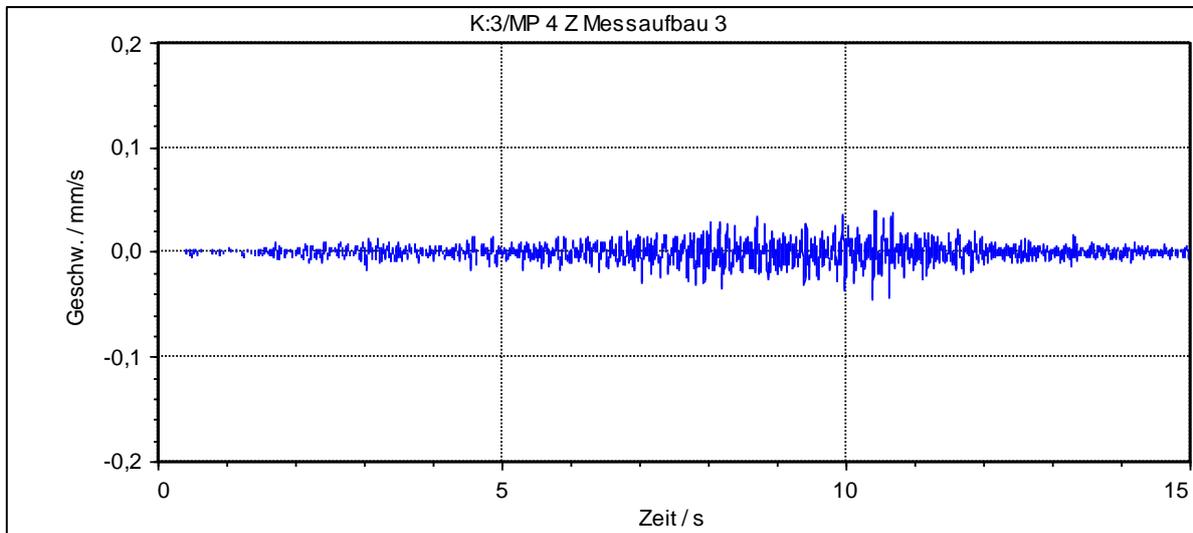
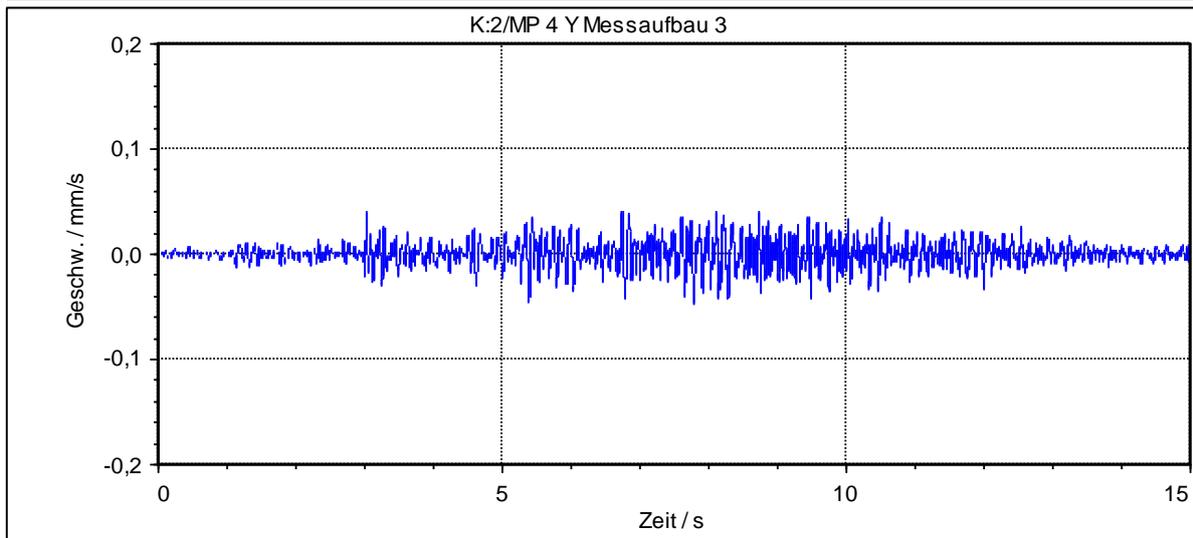
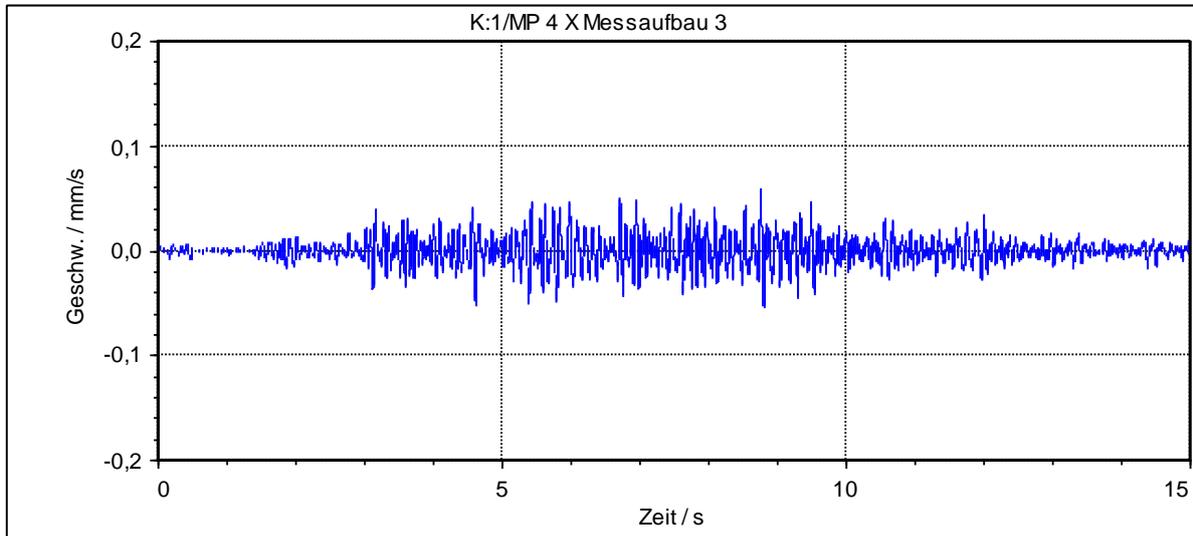
Ergebnisse

Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 2, Darstellung im Zeitbereich



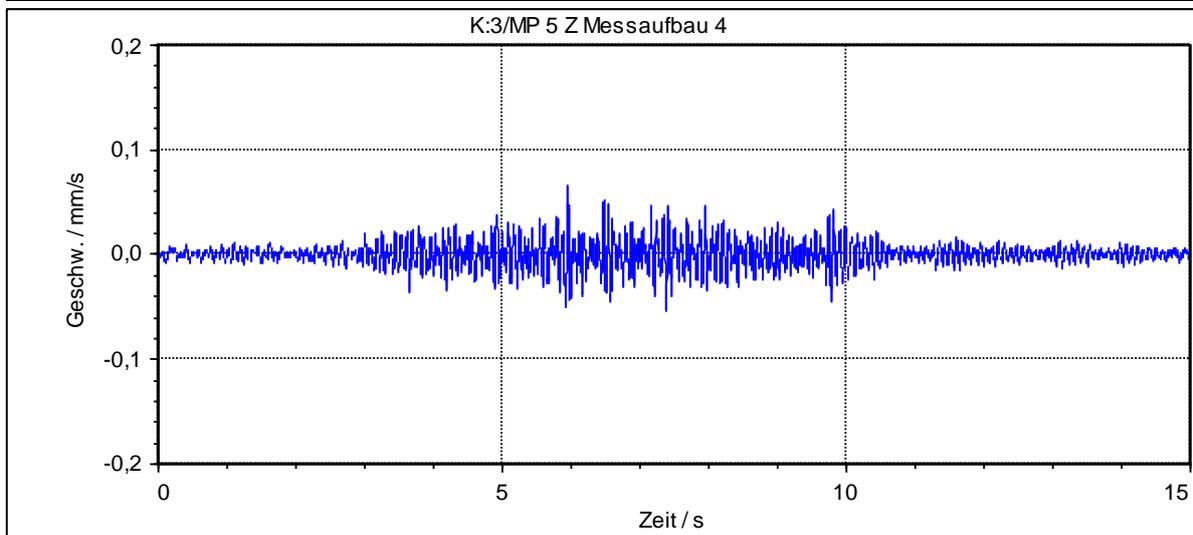
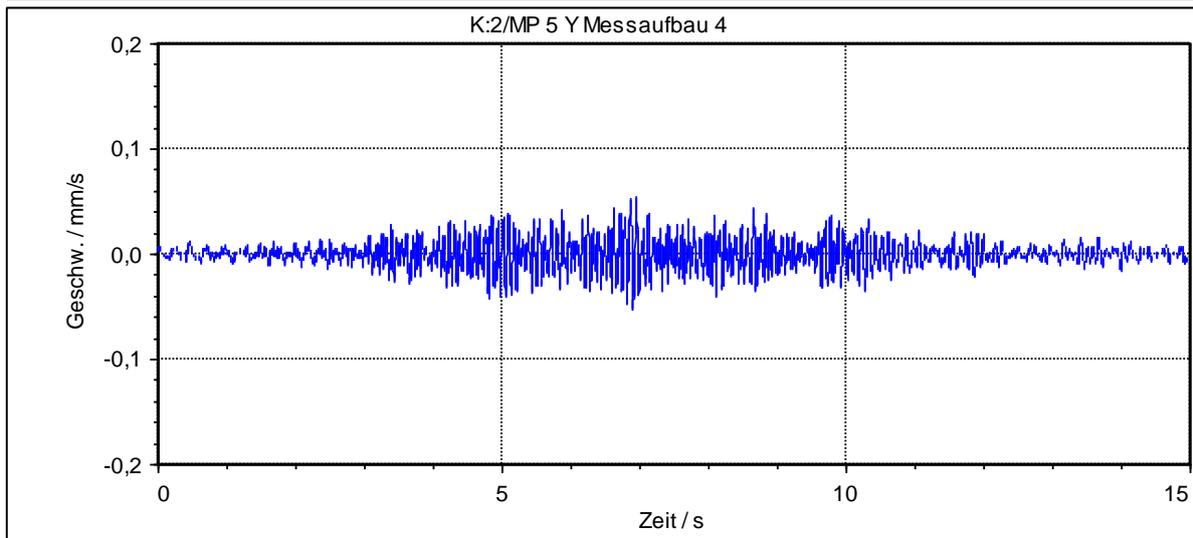
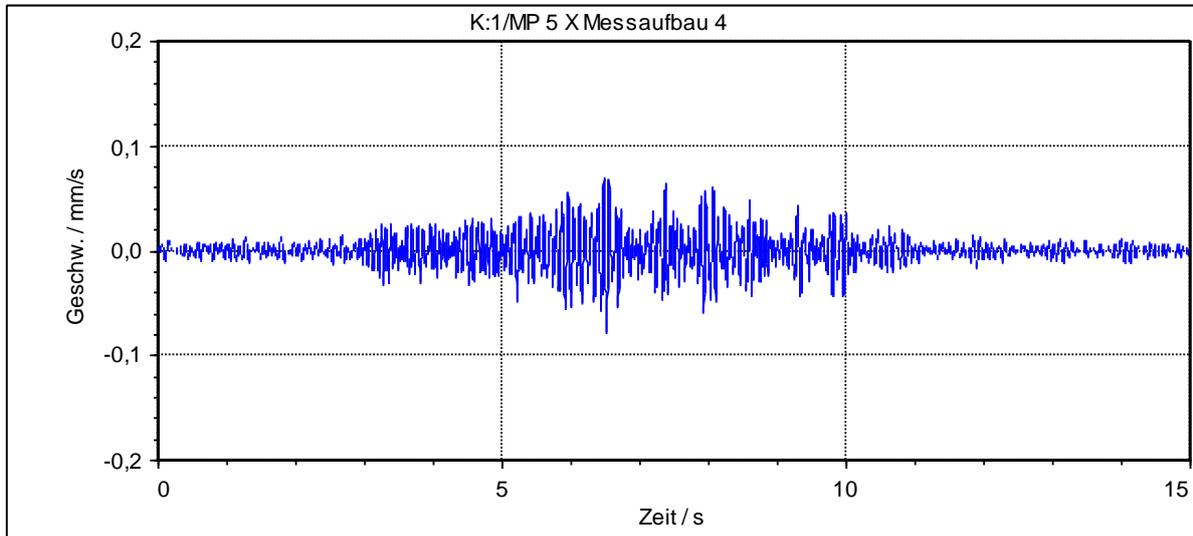
Ergebnisse

Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 3, Darstellung im Zeitbereich



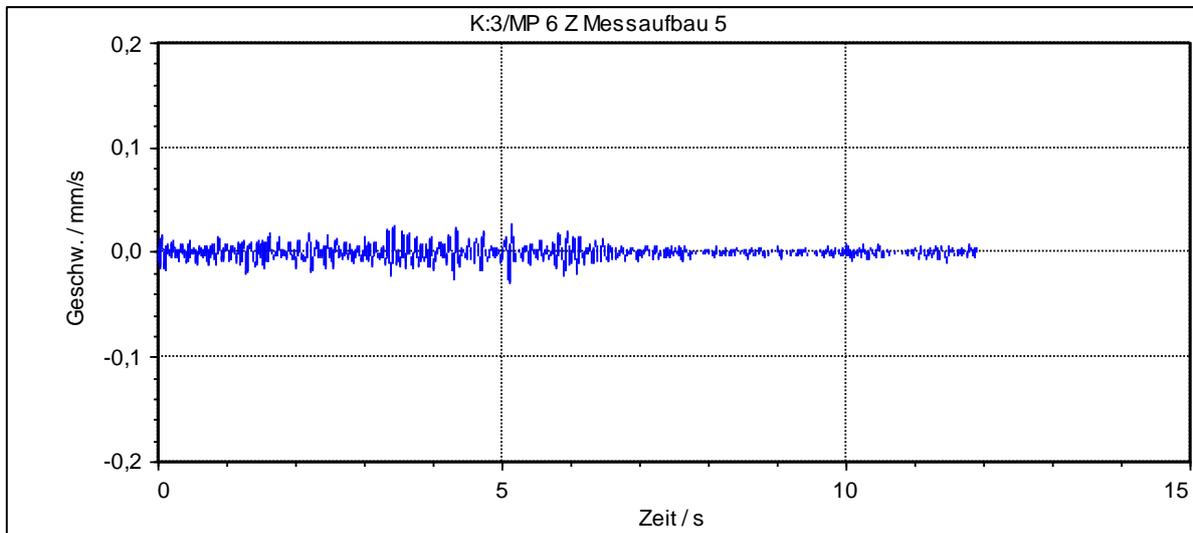
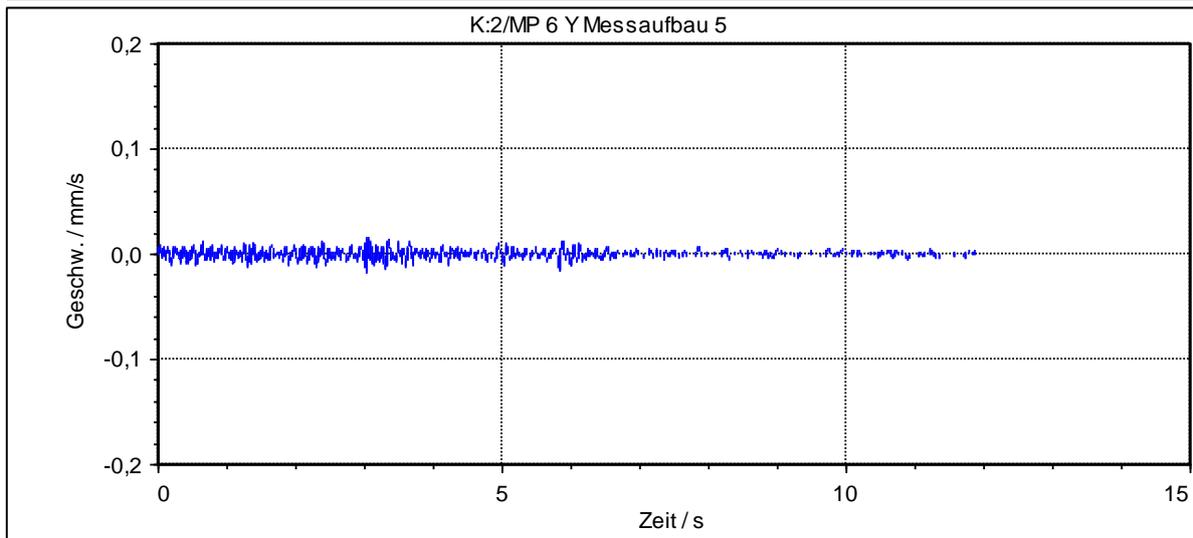
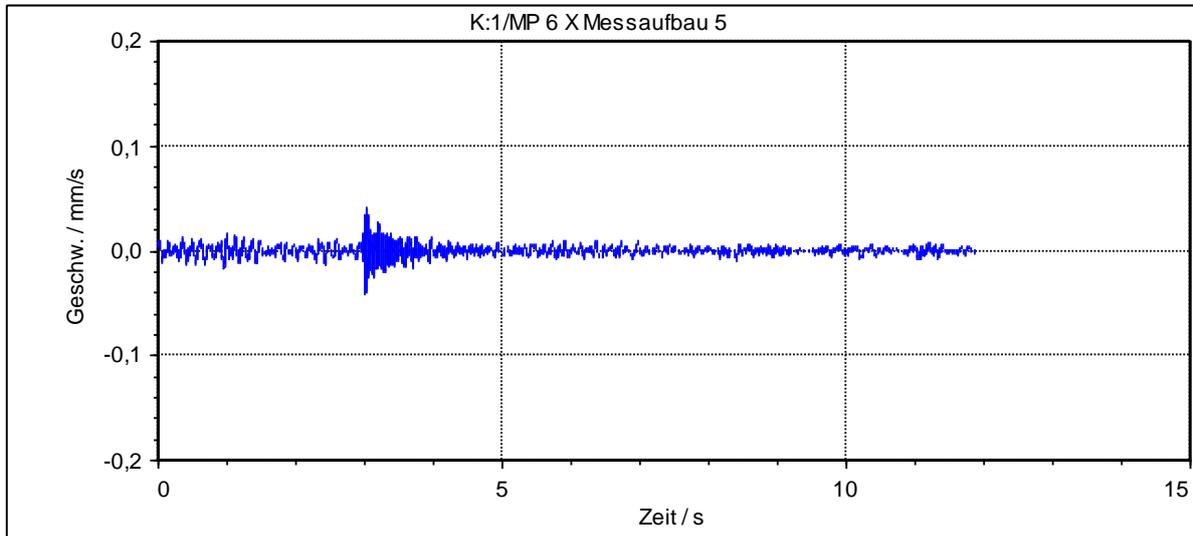
Ergebnisse

Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 4, Darstellung im Zeitbereich



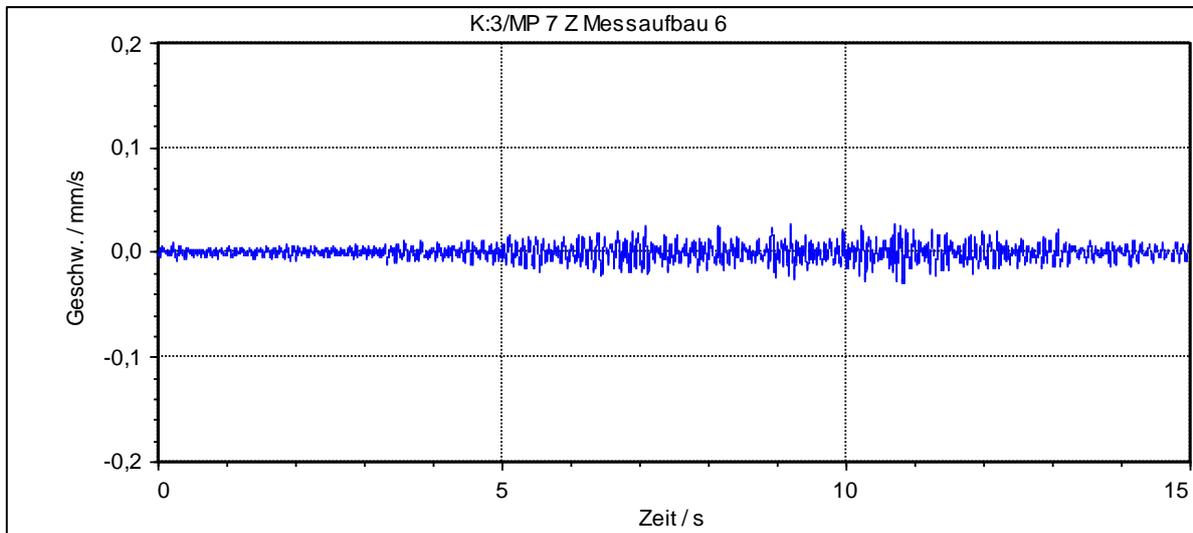
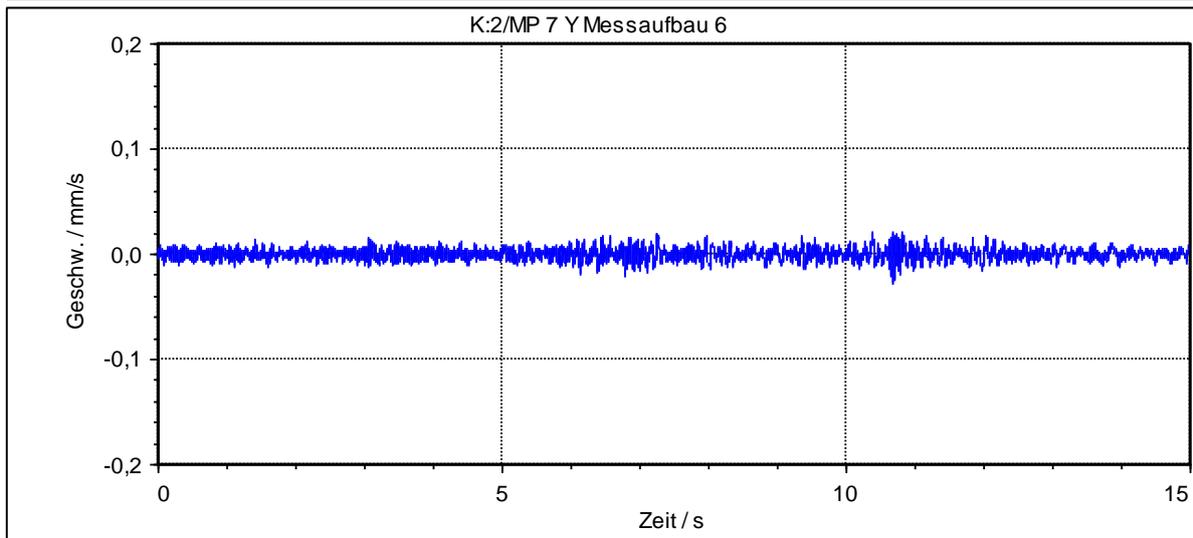
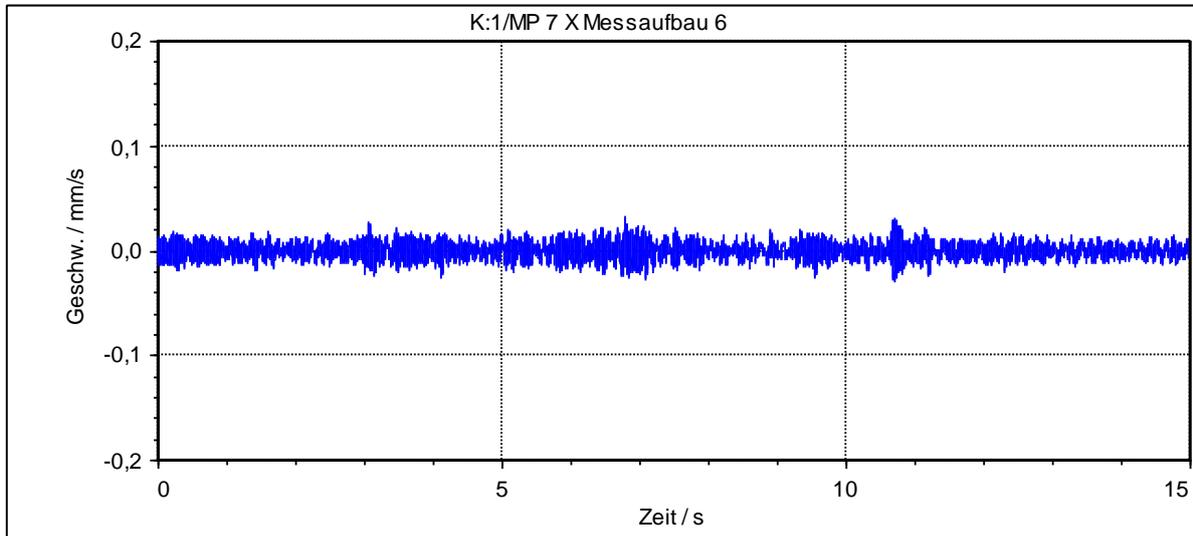
Ergebnisse

Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 5, Darstellung im Zeitbereich



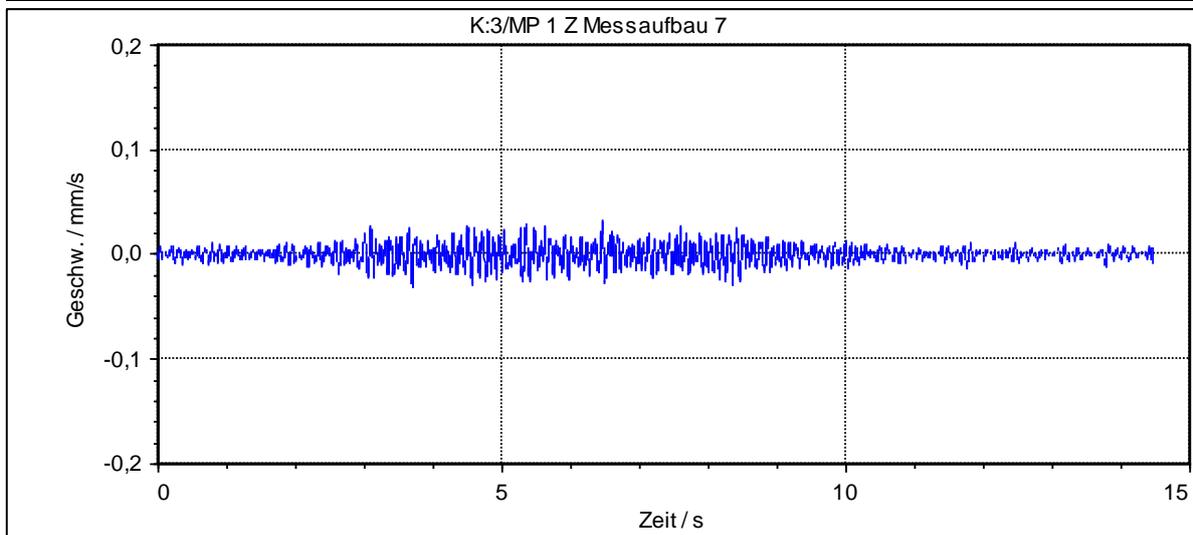
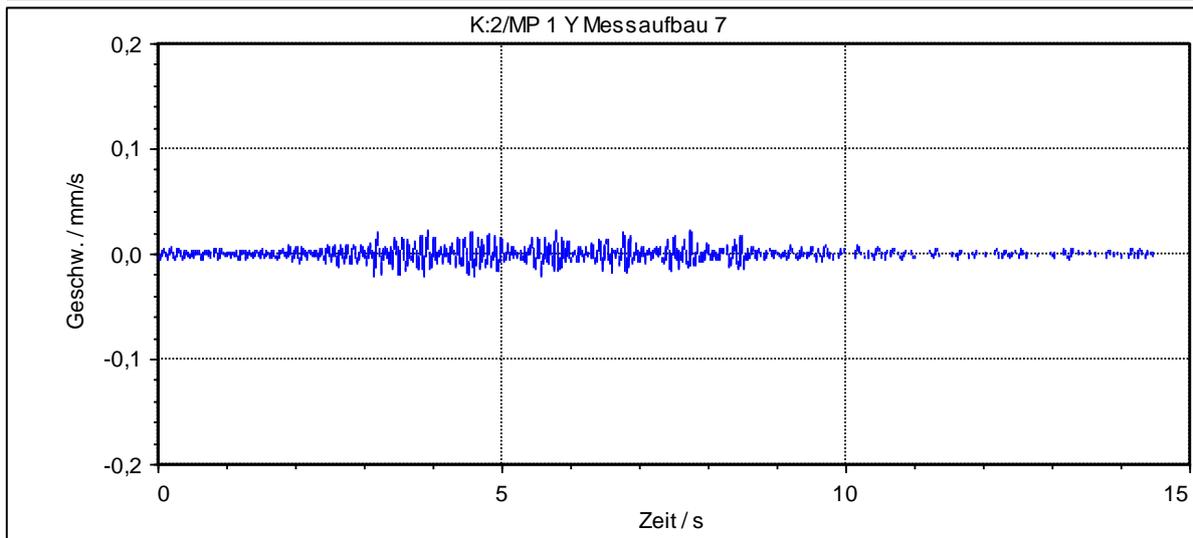
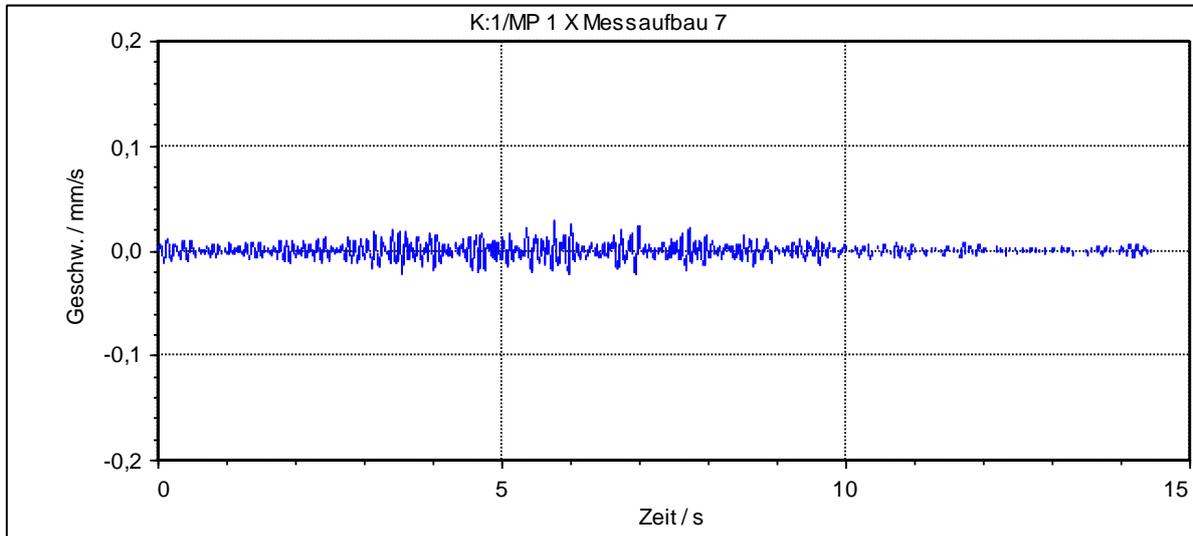
Ergebnisse

Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 6, Darstellung im Zeitbereich



Ergebnisse

Zug-Vorbeifahrt bei Messaufbau 7, Darstellung im Zeitbereich



Ergebnisse

**Anhang C: Sekundärer Luftschall**

Berechnung zum sekundären Luftschall gemäß [ 5 ] für MP 1, MP 2 und MP 3 (energetisch gemittelt)

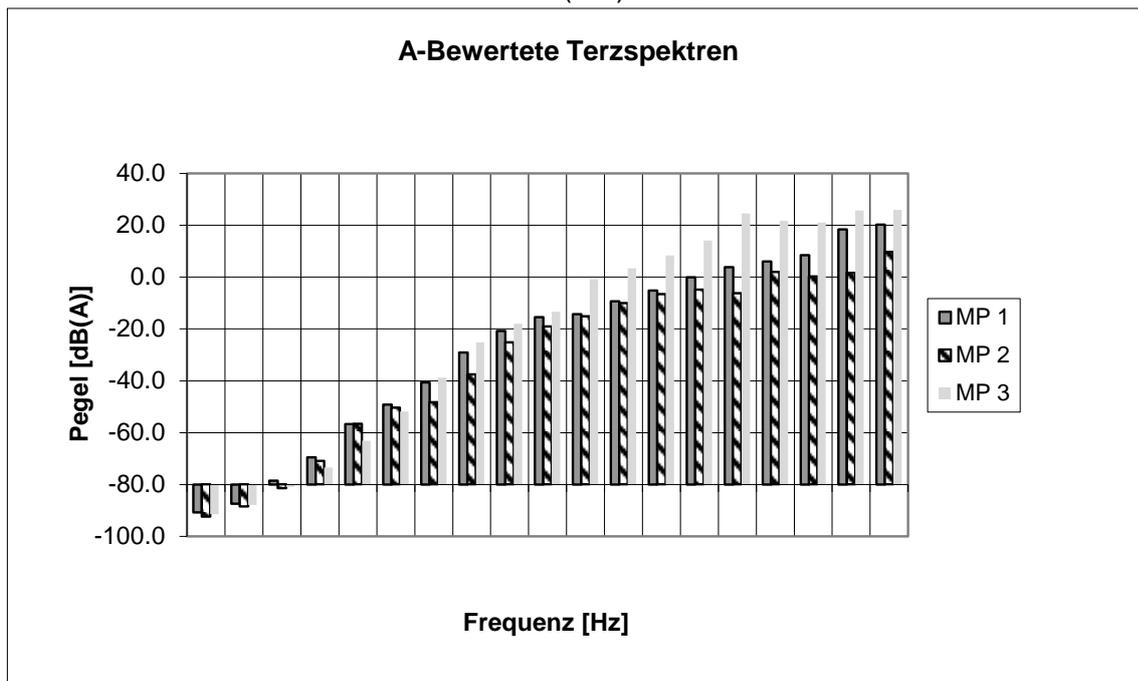
**Terzspektren aus Zug-Vorbeifahrten**

Frequenz [Hz]	Pegel [dB]				A-Pegel [dB(A)]		
	MP 1	MP 2	MP 3	A-Bewertung	MP 1	MP 2	MP 3
1.6	29.19	27.58	28.49	-120	-90.8	-92.4	-91.5
2	30.53	29.54	30.15	-118	-87.5	-88.5	-87.8
2.5	32.52	29.53	30.04	-111	-78.5	-81.5	-81.0
3.125	35.46	34.09	31.58	-105	-69.5	-70.9	-73.4
4	40.77	40.88	34.31	-97.5	-56.7	-56.6	-63.2
5	41.77	40.59	39.13	-91	-49.2	-50.4	-51.9
6.3	43.41	35.74	45.20	-84	-40.6	-48.3	-38.8
8	47.95	39.41	51.90	-77	-29.1	-37.6	-25.1
10	49.66	45.23	52.40	-70.4	-20.7	-25.2	-18.0
12.5	47.94	44.31	50.09	-63.4	-15.5	-19.1	-13.3
16	42.44	41.54	55.84	-56.7	-14.3	-15.2	-0.9
20	41.18	40.50	53.85	-50.5	-9.3	-10.0	3.4
25	39.52	38.15	53.06	-44.7	-5.2	-6.6	8.4
31.5	39.36	34.55	53.52	-39.4	0.0	-4.9	14.1
40	38.49	28.34	59.16	-34.6	3.9	-6.3	24.6
50	36.26	32.14	51.95	-30.2	6.1	1.9	21.7
63	34.73	26.50	47.31	-26.2	8.5	0.3	21.1
80	40.93	24.08	48.14	-22.5	18.4	1.6	25.6
100	39.33	28.88	45.01	-19.1	20.2	9.8	25.9

**Schnellepegel:  $L_{vA}$  [dB(A)]**      **22.8**      **11.6**      **31.3**

**ermittelter sekundärer Luftschall  $L_{sek}$  [dB(A)]:**      **29.5**      **22.8**      **34.6**

**Zugzahlen**      **Tag: 181**       **$L_{A(Tag)}$  [dB(A)]: 14.4**      **7.7**      **19.6**  
                          **Nacht: 31**       **$L_{A(Nacht)}$  [dB(A)]: 9.8**      **3.1**      **14.9**



## Ergebnisse

Berechnung zum sekundären Luftschall gemäß [ 5 ] für MP 4, MP 5 und MP 6 (energetisch gemittelt)

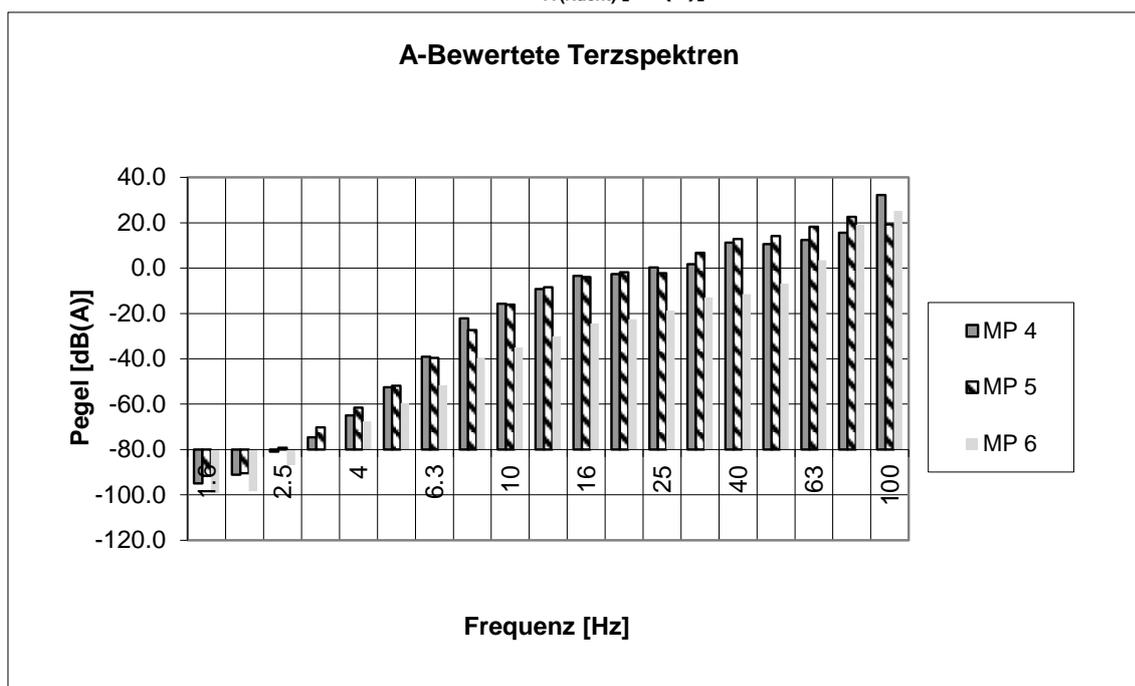
## Terzspektren aus Zug-Vorbeifahrten

Frequenz [Hz]	Pegel [dB]				A-Pegel [dB(A)]		
	MP 4	MP 5	MP 6	A-Bewertung	MP 4	MP 5	MP 6
1.6	25.07	28.28	20.82	-120	-94.9	-91.7	-99.2
2	26.85	27.52	19.66	-118	-91.2	-90.5	-98.3
2.5	30.09	31.75	24.12	-111	-80.9	-79.3	-86.9
3.125	30.34	34.78	25.16	-105	-74.7	-70.2	-79.8
4	32.58	35.90	29.96	-97.5	-64.9	-61.6	-67.5
5	38.50	39.03	31.40	-91	-52.5	-52.0	-59.6
6.3	44.93	44.38	32.32	-84	-39.1	-39.6	-51.7
8	54.82	49.59	37.42	-77	-22.2	-27.4	-39.6
10	54.76	54.25	35.43	-70.4	-15.6	-16.1	-35.0
12.5	54.15	54.88	33.27	-63.4	-9.3	-8.5	-30.1
16	53.27	52.68	32.25	-56.7	-3.4	-4.0	-24.5
20	47.86	48.68	27.88	-50.5	-2.6	-1.8	-22.6
25	45.03	42.51	25.97	-44.7	0.3	-2.2	-18.7
31.5	41.11	46.18	26.50	-39.4	1.7	6.8	-12.9
40	45.80	47.36	23.09	-34.6	11.2	12.8	-11.5
50	40.75	44.33	23.37	-30.2	10.5	14.1	-6.8
63	38.58	44.39	29.60	-26.2	12.4	18.2	3.4
80	38.04	45.02	41.65	-22.5	15.5	22.5	19.1
100	51.28	38.34	44.29	-19.1	32.2	19.2	25.2

Schnellepegel:  $L_{VA}$  [dB(A)]      32.4      25.8      26.2

ermittelter sekundärer Luftschall  $L_{sek}$  [dB(A)]:      35.2      31.3      31.5

Zugzahlen      Tag:      181       $L_{A(Tag)}$  [dB(A)]:      20.2      16.3      16.5  
                     Nacht:      31       $L_{A(Nacht)}$  [dB(A)]:      15.6      11.6      11.8



Ergebnisse

Berechnung zum sekundären Luftschall gemäß [ 5 ] für MP 7 (energetisch gemittelt)

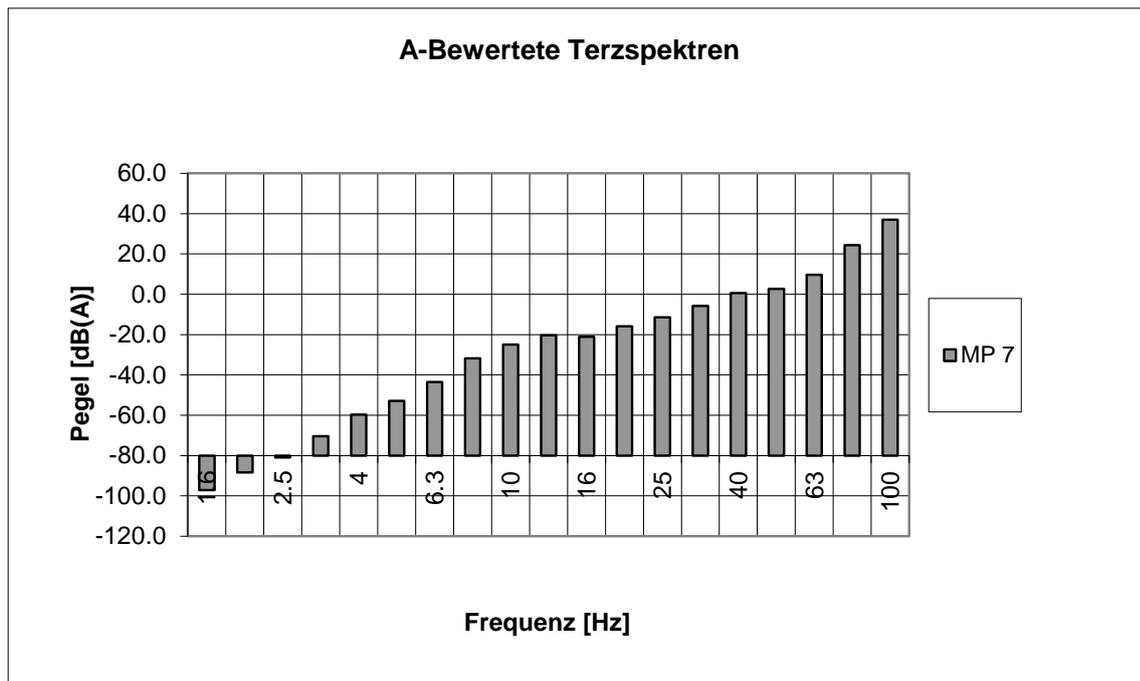
Terzspektren aus Zug-Vorbeifahrten

Frequenz [Hz]	Pegel [dB]			A-Pegel [dB(A)]		
	MP 7		A-Bewertung	MP 7		
1.6	22.92		-120	-97.1		
2	29.54		-118	-88.5		
2.5	30.10		-111	-80.9		
3.125	34.65		-105	-70.4		
4	37.84		-97.5	-59.7		
5	38.06		-91	-52.9		
6.3	40.51		-84	-43.5		
8	45.20		-77	-31.8		
10	45.48		-70.4	-24.9		
12.5	43.05		-63.4	-20.4		
16	35.56		-56.7	-21.1		
20	34.65		-50.5	-15.9		
25	33.26		-44.7	-11.4		
31.5	33.62		-39.4	-5.8		
40	35.27		-34.6	0.7		
50	32.87		-30.2	2.7		
63	35.85		-26.2	9.6		
80	46.85		-22.5	24.3		
100	56.15		-19.1	37.1		

Schnellepegel:  $L_{VA}$  [dB(A)] 37.3

ermittelter sekundärer Luftschall  $L_{sek}$  [dB(A)]: 38.2

Zugzahlen Tag: 181  $L_A$  (Tag) [dB(A)]: 23.1  
 Nacht: 31  $L_A$  (Nacht) [dB(A)]: 18.5



## Ergebnisse

Berechnung zum sekundären Luftschall bei Zug-Vorbeifahrt gemäß [ 5 ]

Für die Ermittlung der Beurteilungspegel für die Zeiträume Tag/Nacht werden die Streckenbelastungen unter Berücksichtigung der einzelnen Zuggattungen und die dazugehörigen Vorbeifahrzeiten  $t_{\text{zug}}$  angesetzt. Die Berechnungen der Beurteilungspegel pro Zuggattung erfolgen gemäß folgenden Gleichungen:

Tag:

$$L_{A,m\text{-Tag}} = L_{\text{sek}} + 10 \lg \frac{t_{\text{zug}} \cdot N_T}{57600} \quad [\text{dB}]$$

Darin bedeuten:

$N_T$ : Anzahl der Zugereignisse (Zeitraum 6 Uhr bis 22 Uhr)

Nacht:

$$L_{A,m\text{-Nacht}} = L_{\text{sek}} + 10 \lg \frac{t_{\text{zug}} \cdot N_N}{28800} \quad [\text{dB}]$$

Darin bedeuten:

$N_N$ : Anzahl der Zugereignisse (Zeitraum 22 Uhr bis 6 Uhr)

(Aus [5], „Leitfaden für den Planer“ der DB)