MESSBERICHT - ERSCHÜTTERUNGEN

Bauvorhaben:
Projekt „Stuttgart 21“: Umbau des Bahnknotens Stuttgart, Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg, Bereich Stuttgart – Wendlingen mit Flughafenanbindung

Planfeststellungsabschnitt:
Planfeststellungsabschnitt 1.1
Talquerung mit neuem Hauptbahnhof
Bahn-km -0,4-42,0 bis Bahn-km +0,4+32,0

Untersuchungsumfang:
Messtechnische Erfassung und Überwachung von Schwingungseinwirkungen aus den Bauarbeiten im Immissionsbereich IB-E6 „Rosensteinstraße“
(Messpunkt IB-E6, Rosensteinstraße 20, 70173 Stuttgart)

Messzeitraum:
16.10.2014 bis 27.10.2014 (KW 42 bis KW 43)

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers bestimmt.
Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG
Immissionsschutz, Klima, Aerodynamik, Umweltsoftware

Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutzbeauftragter S21 & WeU

bearbeitet durch:
FRITZ GmbH
Fehlheimer Str. 24 ❑ 64683 Einhausen
Telefon (06251) 9646-0
Telefax (06251) 9646-46

E-Mail: info@fritz-ingenieure.de
www.fritz-ingenieure.de

Bericht Nr.: **97712-AME-6.1**
Datum: **31.03.2015**

Auftraggeber:

DB Projekt
Stuttgart – Ulm GmbH
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart

Sachbearbeiter:

Dipl.-Phys. Andreas Malizki

Qualitätskontrolle:

Dipl.-Ing. Rolf Schneider

Umfang des Dokumentes

Textteil: 7 Seiten

Anhang : 6 Seiten

Inhaltsverzeichnis

1 Sachverhalt und Aufgabenstellung 3

2 Bearbeitungsgrundlagen 4

3 Messdurchführung 5

4 Messergebnisse 6

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Messposition am Gebäudefundament 6

Anhänge

Anhang 1.1 graphische Darstellung der Messwerte in KW42
Anhang 1.2 statistische Auswertung der Messwoche in KW42
Anhang 2.1 graphische Darstellung der Messwerte in KW43
Anhang 2.2 statistische Auswertung der Messwoche in KW43
Anhang 3.1 statistische Auswertung (Tabellen)
Anhang 3.2 statistische Auswertung (Grafiken)

Abkürzungsverzeichnis

EBA	Eisenbahnbundesamt
IB	Immissionsbereich
f	Frequenz [Hz]
Hz	Hertz, Schwingung je Sekunde
KW	Kalenderwoche
v / v(t)	Schwingschnelle
v_{max}	maximale Schwingschnelle in [mm/s]
$v_{max,mittel}$	Mittelwert der Maximalen Schwingschnellen in [mm/s]
X;x	1. Koordinate in der Ebene
Y;y	2. Koordinate in der Ebene
Z;z	3. Koordinate senkrecht zur Ebene

1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Der Planfeststellungsbeschluss /5/ für den PFA 1.1 fordert unter Ziffer VIII. 3.3.8 die Durchführung messtechnischer Überwachungsmaßnahmen zur Ermittlung und zur Beurteilung der aus dem Baubetrieb der Baustelle resultierenden Schall- und Erschütterungsimmissionen. Daher wurde ein Messkonzept /6/ zur Überwachung der Emissionen und Immissionen des allgemeinen Baubetriebs im PFA 1.1 durch Geräusche und Erschütterungen entwickelt und mit dem Eisenbahn-Bundesamt (EBA) abgestimmt. Dieses Messkonzept sieht vor, dass an insgesamt drei Messpunkten in drei Immissionsbereichen (IB) regelmäßige stichprobenartige Beweissicherungsmessungen zur erschütterungstechnischen Überwachung des Baugeschehens vorzunehmen sind. Diese Messungen werden in der Regel über einen Zeitraum von etwa 1 Kalenderwoche, also von 7 Kalendertagen durchgeführt.

Im Immissionsbereich IB-E6 „Rosensteinstraße“ werden die Erschütterungsimmissionen, die vom Betrieb der Baulogistikstraße ausgehen, an einem festen Bezugspunkt erfasst.

Dazu wurde am Fundament des Gebäudes „UFA-Palast Stuttgart“ an der Rosensteinstraße 20 am 16.10.2014 erstmalig eine Erschütterungsmessanlage zur Überwachung der Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb der Baulogistikstraße installiert.

Während der geplanten Bauarbeiten ist sicherzustellen, dass es zu keinen dynamischen Einwirkungen auf das Gebäude kommt, die zu möglichen Schäden im Sinne der **DIN 4150-3** führen.

Gemäß **DIN 4150-3**, Tabelle1 Zeile 2, ist für „Wohngebäude und in ihrer Konstruktion ähnlich strukturierte Bauten“, zu gewährleisten, dass bei „kurzzeitigen Erschütterungen“ der größte Wert (Maximalwert) für die drei Raumrichtungen (X-, Y- oder Z-Richtung) am Fundament im Bereich von

$$\mathbf{v_{max} \leq 5 \ldots 20\ mm/s}$$

liegt. Bei dem Gebäude handelt es sich zwar um ein rein gewerbliches Objekt. Im Sinne einer oberen Abschätzung werden jedoch die Anhaltswerte für Wohngebäude zu Grunde gelegt. Der individuelle Anforderungswert richtet sich nach der Frequenz der Schwingung. Dies bedeutet, dass

soweit der Spitzenwert der Schwinggeschwindigkeit **5 mm/s** unterschreitet, unabhängig von der Frequenz, sichergestellt ist, dass die Schwingungen zu keinen Schäden am Bauwerk im Sinne einer Verringerung des Gebrauchswertes führen. Um bei der kontinuierlichen Prüfung der auftretenden Schwingungen einen hinreichenden Sicherheitsabstand zum Anforderungswert einzuhalten, sollten die Bauaktivitäten auf einen Zielwert am Fundament von

$$\mathbf{v_{max} \leq 5\ mm/s}$$

abgestellt werden. Hierdurch wird gewährleistet, dass bei Einhaltung des Wertes mit Sicherheit, d.h. unabhängig von der Frequenz der Schwingung, keinerlei Bauschäden zu erwarten sind. Damit bei den Messungen nicht erst bei der Überschreitung des Anforderungswertes eine Alarmierung hinsichtlich bedenklicher Schwingungsimmissionen erfolgt, werden Schwellenwerte eingeführt. Im Einzelnen werden Schwellenwerte für die Auslösung eines „Voralarms“ und eines „Hauptalarms“ festgelegt. Aufgrund von Erfahrungswerten im Zusammenhang mit ähnlichen Bauvorhaben wurden für den Vor- und Hauptalarm folgende Werte festgelegt:

Voralarm: $\mathbf{v_{max} = 3{,}00\ mm/s}$
Hauptalarm: $\mathbf{v_{max} = 5{,}00\ mm/s}$

Eine Überschreitung der Alarmwerte bzw. des Anforderungswertes führt nicht zwangsläufig zu einem Schaden, er kann jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

2 Bearbeitungsgrundlagen

Den durchgeführten erschütterungstechnischen Messungen wurden die folgenden Normen und Regelwerke herangezogen.

/1/ DIN 4150, Teil 1
„Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001

/2/ DIN 4150, Teil 3
„Erschütterungen im Bauwesen“, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Februar 1999

/3/ DIN 45669 Teil 1, „Messung von Schwingungsimmissionen“ Anforderungen an Schwingungsmesser, September 2010

/4/ DIN 45669 Teil 2, „Messung von Schwingungsimmissionen“ Messverfahren, Juni 2005

/5/ Planfeststellungsbeschluss nach §18 Abs. 1 Allgemeines Eisenbahngesetz für den Umbau des Bahnknotens Stuttgart „Projekt Stuttgart 21", Planfeststellungsabschnitt 1.1, Teilquerung mit neuem Hauptbahnhof; Eisenbahn Bundesamt Außenstelle Karlsruhe/Stuttgart, Standort Stuttgart, Stand 28.01.2005

/6/ DIN Umbau des Bahnknotens Stuttgart „Projekt Stuttgart 21 Planfeststellungsabschnitt 1.1: Messkonzept zur Darstellung des Verfahrens zur Ermittlung und Beurteilung der baubedingten Lärm- und Erschütterungsimmissionen nach Maßgabe des Planfeststellungsbeschlusses (VIII. 3.3.8), Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutzbeauftragter S21 & WeU, bearbeitet durch FRITZ GmbH, Bericht Nr. 97712-AMSE-1, 10.03.2014

3 Messdurchführung

Die Dauerüberwachung wird an der folgenden Messposition durchgeführt:

- ❑ Lüftungsschacht im Bereich der Außenwand zur Baustelle

Für die Durchführung der Messungen wird ein Erschütterungsmesssystem vom Typ MR 3000C eingesetzt. Die Messanlage ist mit einem Geophontripel (X-, Y- und Z-Richtung) ausgerüstet. Die Ankoppelung des Sensors erfolgt auf dem Gebäudefundament im Lüftungsschacht (**siehe Abbildung 1**) gemäß den Vorgaben der **DIN 45669-2 /4/**. Das Messsystem erfüllt die Anforderungen der Klasse 1 gemäß **DIN 45669-1** /3/.

Die an der Messposition auftretenden Schwingungen werden Frequenzbereich bis 315 Hz zeitlich kontinuierlich erfasst und in Echtzeit nach **DIN 4150-3** ausgewertet. Um die Datenmengen einzuschränken, reicht es für die Aufgabenstellung aus, die Maximalwerte der Schwinggeschwindigkeit (**v_{max}**-Wert), die in einem Zeitfenster von jeweils 4 Minuten auftreten, zu erfassen. Mit dieser Methode ist eine durchgängige Protokollierung der Schwingungseinwirkungen gegeben. Das Auslesen der Messdaten erfolgt

in wöchentlichen Abständen. Die Ergebnisse werden in den jeweiligen Messberichten dokumentiert.

Abbildung 1: Messposition am Gebäudefundament

Die Installation der Erschütterungsmessanlage erfolgte am 16.10.2014 an der vorgenannten Messposition.

4 Messergebnisse

In den **Anhängen 1.1** bis **2.1** sind die ermittelten Messdaten für die entsprechende Kalenderwoche von KW 42 bis KW 43 getrennt nach den Messkanälen graphisch dargestellt. Die rote Linie zeigt den definierten Hauptalarmwert, die orangene Linie den Voralarmwert und die schwarze Linie die registrierten Messwerte.

In den **Anhängen 1.2** bis **2.2** findet sich die statistische Auswertung der vorliegenden Messungen. In der oberen Hälfte sind der Tagesmittelwert, der in den 4-minütigen Zeitintervallen aufgetretene Spitzenwert der Schwingschnelle mit der Standardabweichung, sowie der Tagesmaximalwert tabellarisch angegeben. Die letzte Zeile der Tabelle beschreibt die Mittelwerte und Maximalwerte der gesamten Woche. In der unteren Hälfte der Seite befinden sich die graphischen Darstellungen der Mittelwerte für die vorliegende Messung. In dem oberen Diagramm wird der Mittelwert plus Standardabweichung und in dem unteren Diagramm der Maximalwert für den jeweiligen Tag dargestellt.

Im **Anhang 3.1** ist die letzte Zeile der Tabelle aus dem **Anhang 1.2** bzw. **Anhang 2.2** nochmals aufgeführt. Dort werden die Messwerte für alle Wochen des Messzeitraumes dargestellt. Diese Liste wird wöchentlich fortgeschrieben. Im **Anhang 3.2** findet sich die graphische Darstellung der Mittelwerte für den bisher verstrichenen Messzeitraum. Auf die Darstellung der Maximalwerte wurde verzichtet, da hieraus keine Aussage über die Tendenz der Schwingungsimmissionen abzuleiten ist. Die ausgewiesenen Mittelwerte zeigen, ob die Schwingungsimmission im Vergleich zu den Vorwochen zu- oder abgenommen haben.

Aus **Anhang 3.1** ist zu entnehmen, dass die maximale Schwingungsschnelle am Gebäudefundament in horizontaler Y-Richtung mit

$$\mathbf{v_{max} = 0{,}483\ mm/s}$$

registriert wurde. Diese Schwinggeschwindigkeit unterschreitet den Anhaltswert gemäß **DIN 4150-3** von

$$\mathbf{v_i = 5{,}0\ mm/s}$$

um mehr als den Faktor 10 deutlich. Der höchste Mittelwert aller Maximalwerte im 4-Minuten-Takt wurde in X-Richtung festgestellt. Er beträgt

$$\mathbf{v_{max,mittel} = 0{,}023\ mm/s.}$$

Mögliche Gebäudeschäden im Sinne der **DIN 4150-3** infolge der durchgeführten Bautätigkeiten auf der S21 Baustelle können somit ausgeschlossen werden.

Dipl.-Phys. Peter Fritz **Dipl.-Phys. Andreas Malizki**

Von der Industrie- und Handelskammer öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
Dipl.-Phys. Peter Fritz
Sachverständiger für Schall- und Erschütterungsschutz im Städtebau, Hochbau, Anlagenbau und am Arbeitsplatz

VBI - FRITZ GmbH - Beratende Ingenieure
Meßstelle nach § 26 BImSchG zur Ermittlung von Geräuschen und Erschütterungen

ANHANG

Grafische Darstellung der Messwerte

FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

Messzeitraum: von 13.10.2014 bis 20.10.2014

1997\97700-DBPSU-IBS21\PFA 1.1\D-Messungen\Umsetzung-Messkonzept PFA 1.1\B-Erschütterungen\B-Rosensteinstraße\C-Auswertung\[97712-AME6-1-KW42.xls]Grafische_Darstellung

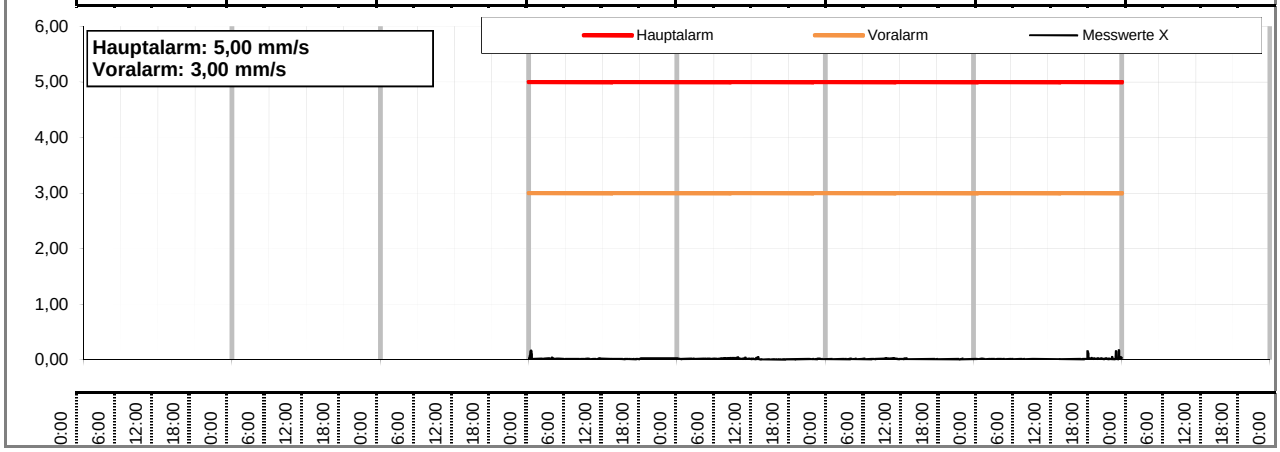
Angaben zum Immissionsort

Messposition: Lüftungsschacht

Objektadresse: Rosensteinstraße 20, 70191 Stuttgart

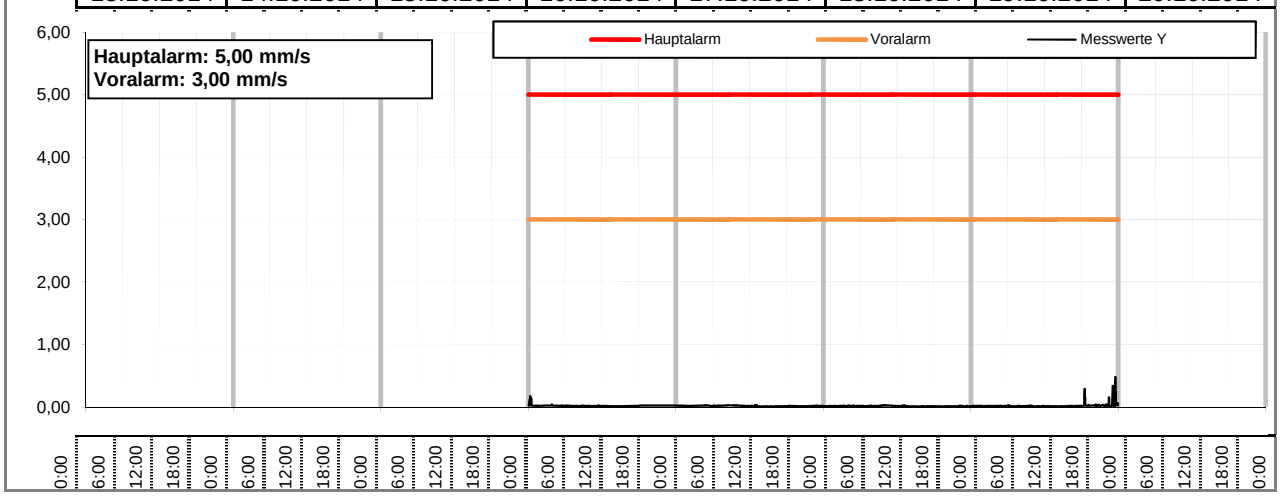
X-Achse

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Montag
13.10.2014	14.10.2014	15.10.2014	16.10.2014	17.10.2014	18.10.2014	19.10.2014	20.10.2014



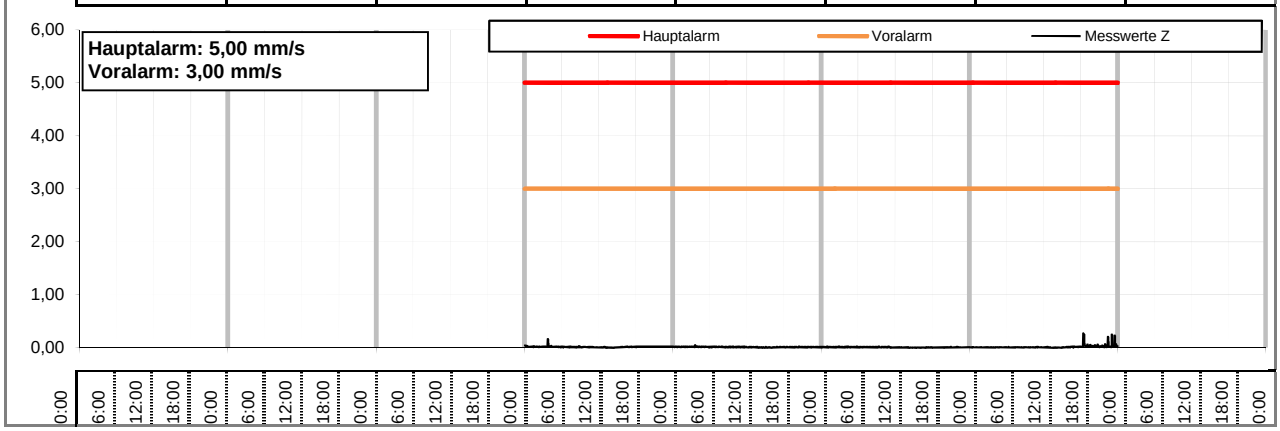
Y-Achse

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Montag
13.10.2014	14.10.2014	15.10.2014	16.10.2014	17.10.2014	18.10.2014	19.10.2014	20.10.2014



Z-Achse

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Montag
13.10.2014	14.10.2014	15.10.2014	16.10.2014	17.10.2014	18.10.2014	19.10.2014	20.10.2014



Statistische Auswertung

Zeitraum vom 13.10.2014 bis 20.10.2014

FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

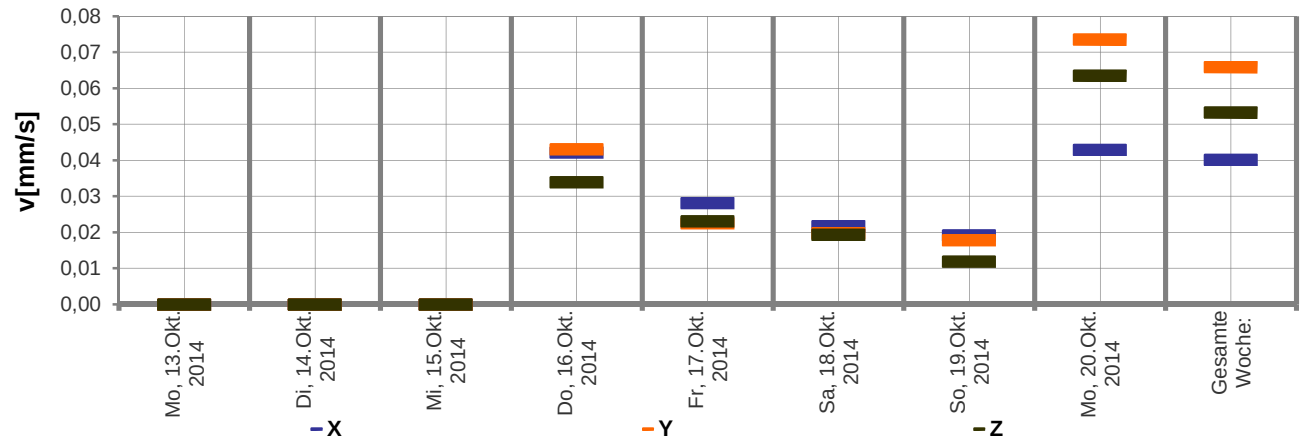
Angaben zum Imissionsort

Messposition: Lüftungsschacht

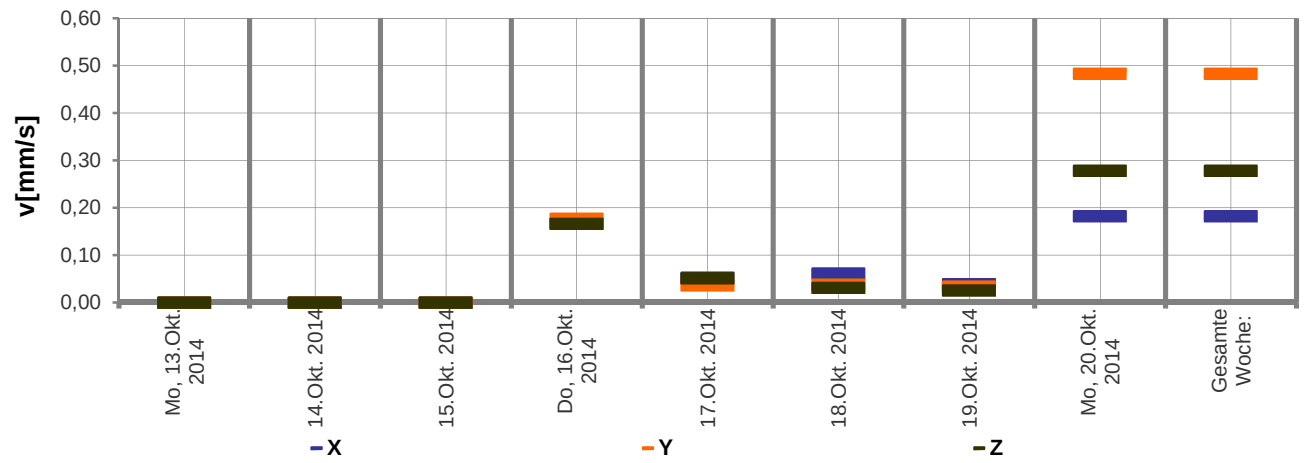
Objektadresse: Rosensteinstraße 20, 70191 Stuttgart

KW 42	Statistische Werte der registrierten Schwingschnellen in [mm/s]								
	X			Y			Z		
Datum	MW	MAX	Stabw	MW	MAX	Stabw	MW	MAX	Stabw
Mo, 13.Okt. 2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Di, 14.Okt. 2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mi, 15.Okt. 2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Do, 16.Okt. 2014	0,023	0,167	0,019	0,022	0,177	0,021	0,020	0,166	0,014
Fr, 17.Okt. 2014	0,022	0,052	0,006	0,018	0,036	0,005	0,015	0,051	0,008
Sa, 18.Okt. 2014	0,016	0,061	0,006	0,015	0,038	0,005	0,012	0,031	0,007
So, 19.Okt. 2014	0,015	0,039	0,004	0,014	0,033	0,004	0,008	0,026	0,004
Mo, 20.Okt. 2014	0,021	0,182	0,022	0,025	0,483	0,048	0,025	0,278	0,039
Gesamte Woche:	**0,018**	**0,182**	**0,012**	**0,018**	**0,483**	**0,021**	**0,015**	**0,278**	**0,017**

Mittelwerte mit Standardabweichung über den Messzeitraum



Maximalwerte über den Messzeitraum



Grafische Darstellung der Messwerte

FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

Messzeitraum: von 20.10.2014 bis 27.10.2014

1997\97700-DBPSU-IBS21\PFA 1.1\D-Messungen\Umsetzung-Messkonzept PFA 1.1\B-Erschütterungen\B-Rosensteinstraße\C-Auswertung\[97712-AME6-1-KW43.xls]Grafische_Darstellung

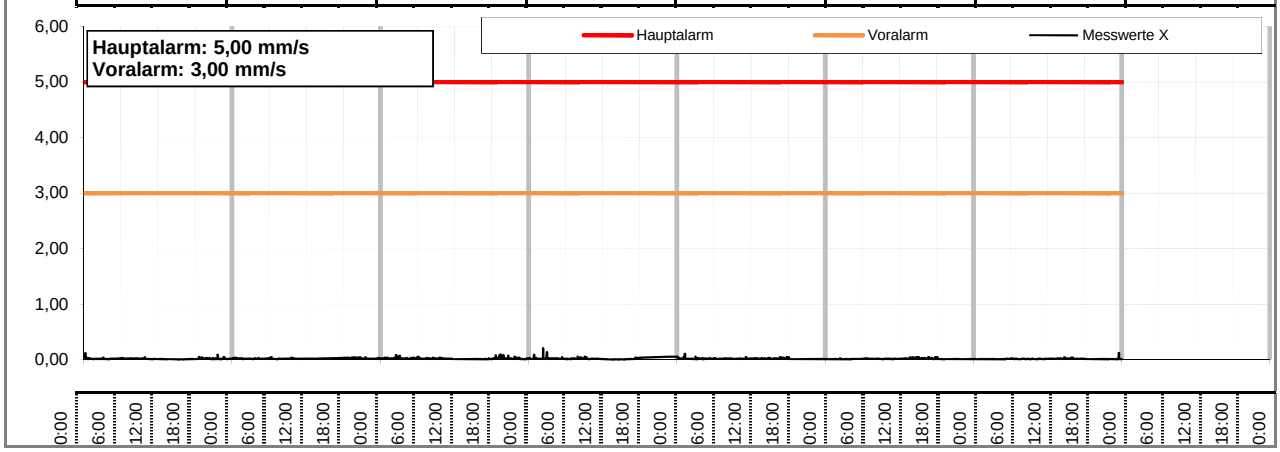
Angaben zum Immissionsort

Messposition: Lüftungsschacht

Objektadresse: Rosensteinstraße 20, 70191 Stuttgart

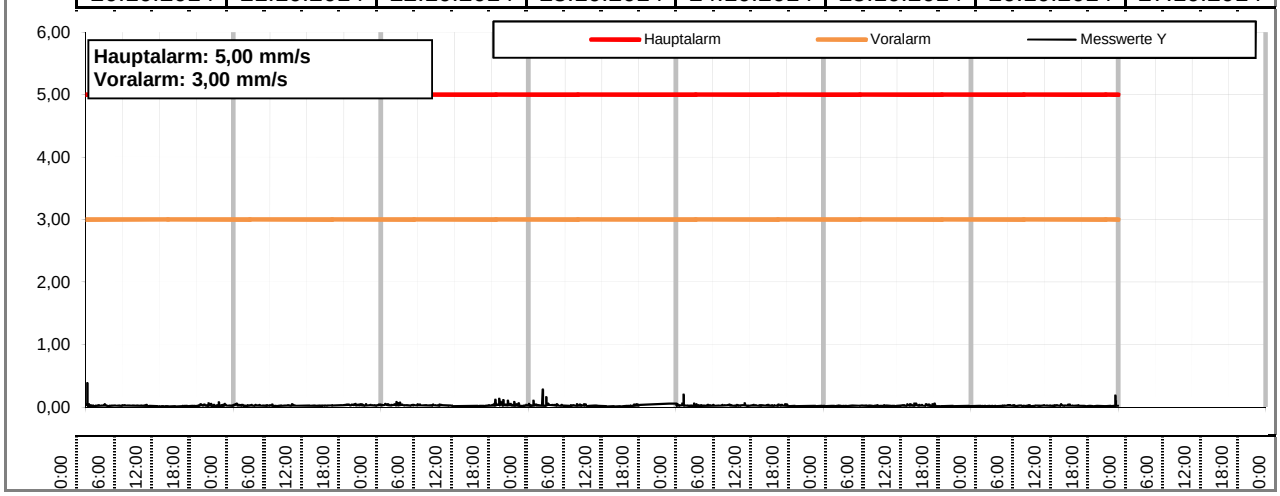
X-Achse

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Montag
20.10.2014	21.10.2014	22.10.2014	23.10.2014	24.10.2014	25.10.2014	26.10.2014	27.10.2014



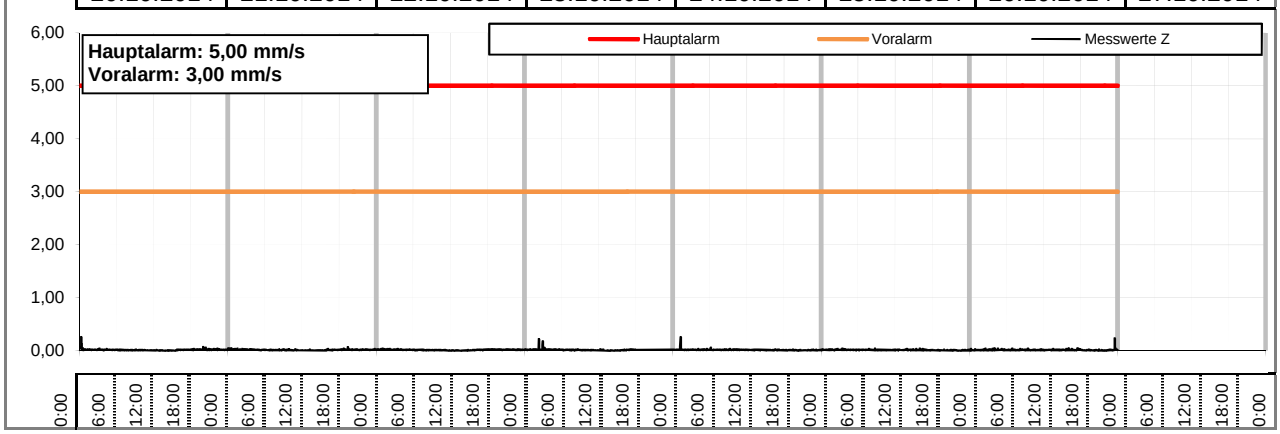
Y-Achse

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Montag
20.10.2014	21.10.2014	22.10.2014	23.10.2014	24.10.2014	25.10.2014	26.10.2014	27.10.2014



Z-Achse

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Montag
20.10.2014	21.10.2014	22.10.2014	23.10.2014	24.10.2014	25.10.2014	26.10.2014	27.10.2014



Statistische Auswertung

Zeitraum vom 20.10.2014 bis 27.10.2014

FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

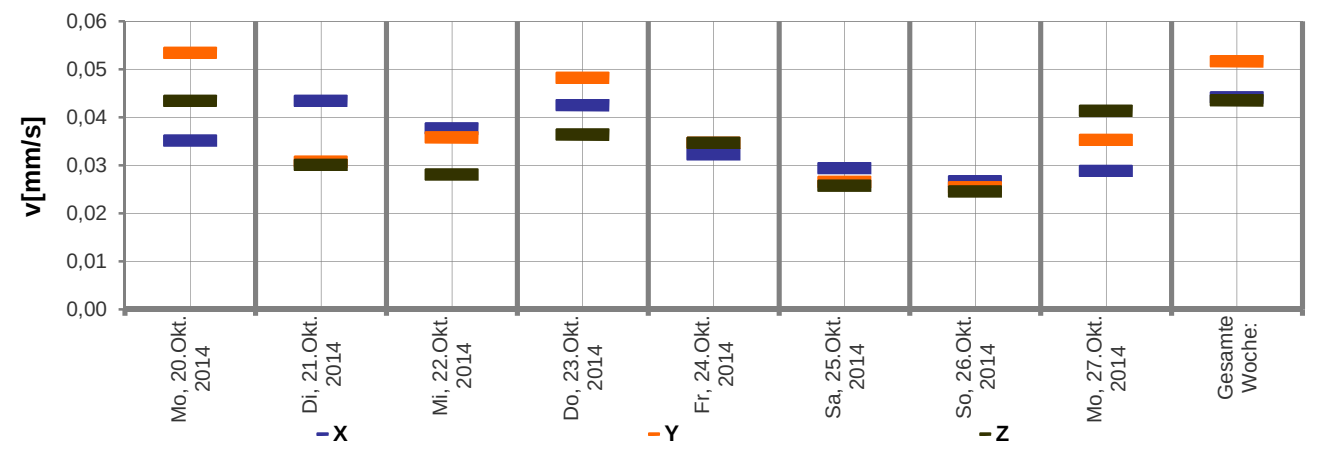
Angaben zum Imissionsort

Messposition: Lüftungsschacht

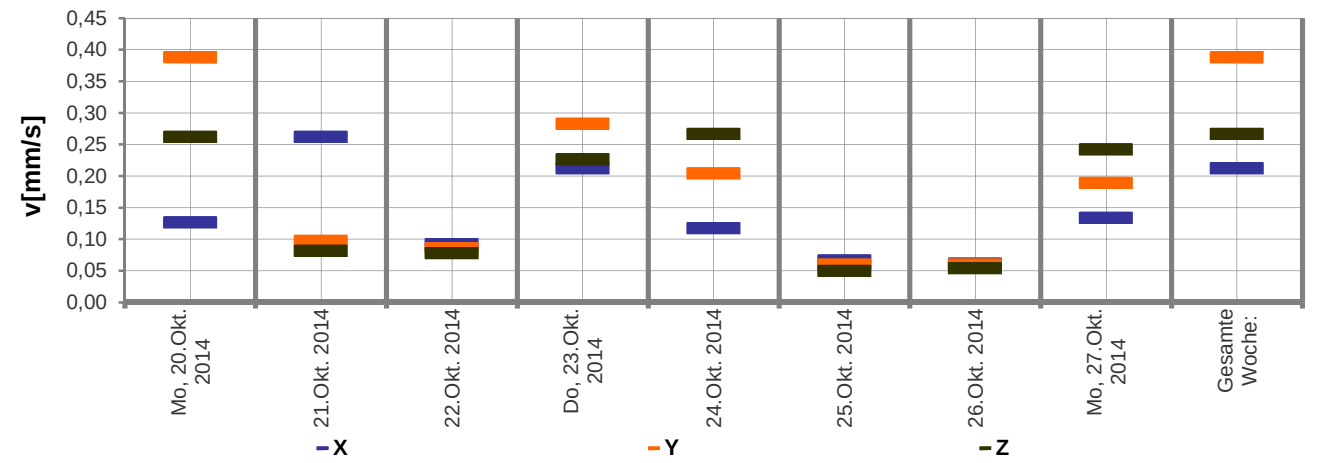
Objektadresse: Rosensteinstraße 20, 70191 Stuttgart

KW 43	Statistische Werte der registrierten Schwingschnellen in [mm/s]								
	X			Y			Z		
Datum	MW	MAX	Stabw	MW	MAX	Stabw	MW	MAX	Stabw
Mo, 20.Okt. 2014	0,025	0,127	0,010	0,024	0,388	0,029	0,022	0,262	0,021
Di, 21.Okt. 2014	0,022	0,262	0,021	0,021	0,098	0,010	0,021	0,082	0,009
Mi, 22.Okt. 2014	0,029	0,093	0,008	0,028	0,086	0,008	0,019	0,078	0,009
Do, 23.Okt. 2014	0,025	0,212	0,018	0,026	0,283	0,022	0,020	0,227	0,017
Fr, 24.Okt. 2014	0,022	0,118	0,010	0,022	0,204	0,013	0,019	0,267	0,016
Sa, 25.Okt. 2014	0,020	0,067	0,009	0,019	0,060	0,007	0,017	0,050	0,008
So, 26.Okt. 2014	0,019	0,062	0,008	0,019	0,060	0,007	0,015	0,055	0,009
Mo, 27.Okt. 2014	0,017	0,134	0,012	0,017	0,189	0,018	0,016	0,242	0,025
Gesamte Woche:	**0,023**	**0,212**	**0,011**	**0,022**	**0,388**	**0,015**	**0,018**	**0,267**	**0,014**

Mittelwerte mit Standardabweichung über den Messzeitraum



Maximalwerte über den Messzeitraum



Statistische Auswertung

Zeitraum von KW 42 bis KW 43

FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

X:\Projekte2\1997\97700-DBPSU-IBS21\PFA 1.1\G-Umsetzung-Messkonzept PFA 1.1\B-Erschütterungen\B-Rosensteinstraße\C-Auswertung\[97712-AME6-1-KW43.xls]Grafische_Darstellung

Angaben zum Imissionsort

Messposition: Lüftungsschacht

Objektadresse: Rosensteinstraße 20, 70191 Stuttgart

		X-Achse v [mm/s]			Y-Achse v [mm/s]			Z-Achse v [mm/s]		
		MW	MAX	Stabw	MW	MAX	Stabw	MW	MAX	Stabw
KW	01									
KW	02									
KW	03									
KW	04									
KW	05									
KW	06									
KW	07									
KW	08									
KW	09									
KW	10									
KW	11									
KW	12									
KW	13									
KW	14									
KW	15									
KW	16									
KW	17									
KW	18									
KW	19									
KW	20									
KW	21									
KW	22									
KW	23									
KW	24									
KW	25									
KW	26									
KW	27									
KW	28									
KW	29									
KW	30									
KW	31									
KW	32									
KW	33									
KW	34									
KW	35									
KW	36									
KW	37									
KW	38									
KW	39									
KW	40									
KW	41									
KW	42	0,018	0,182	0,012	0,018	0,483	0,021	0,015	0,278	0,017
KW	43	0,023	0,212	0,011	0,022	0,388	0,015	0,018	0,267	0,014
KW	44									
KW	45									
KW	46									
KW	47									
KW	48									
KW	49									
KW	50									
KW	51									
KW	52									

Statistische Auswertung für das Jahr 2014 (graphische Darstellung)

Zeitraum von KW 42 bis KW 43

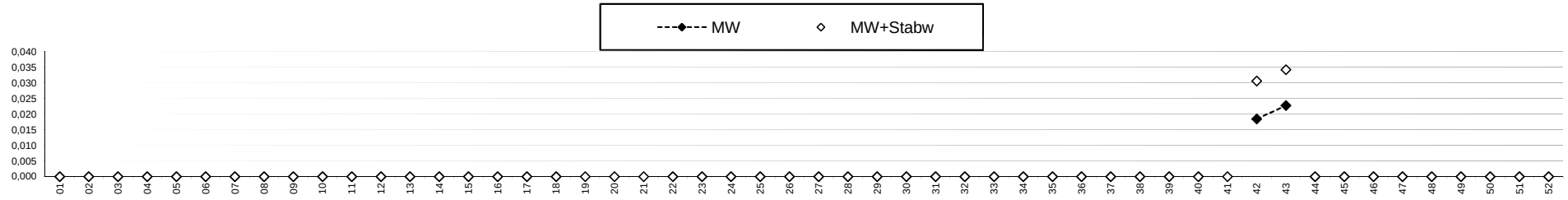
FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

X:\Projekte2\1997\97700-DBPSU-IBS21\PFA 1.1\G-Umsetzung-Messkonzept PFA 1.1\B-Erschütterungen\B-Rosensteinstraße\C-Auswertung\[97712-AME6-1-KW43.xls]Grafische_Darstellung

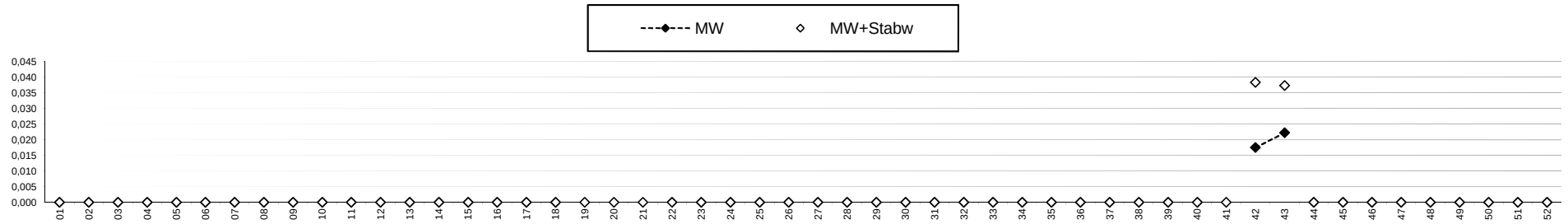
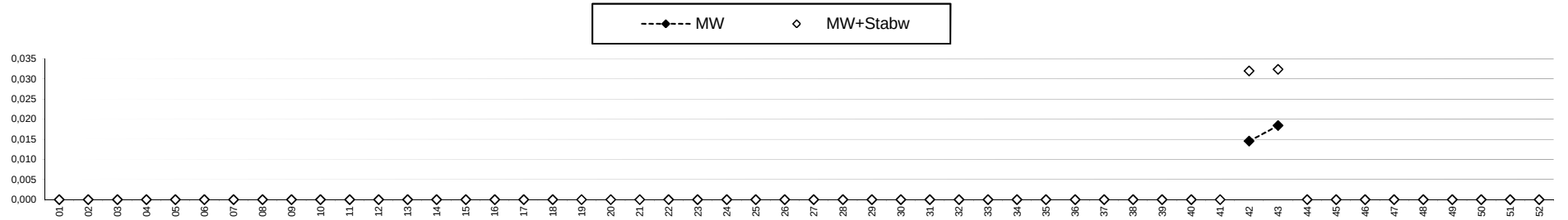
Angaben zum Imissionsort

Messposition: Lüftungsschacht
Objektadresse: Rosensteinstraße 20, 70191 Stuttgart

X-Achse v in [mm/s] Mittelwerte (MW) und Mittelwert mit Standardabweichung (MW + Stabw)



Y-Achse v in [mm/s] Mittelwerte (MW) und Mittelwert mit Standardabweichung (MW + Stabw)



Z-Achse v in [mm/s] Mittelwerte (MW) und Mittelwert mit Standardabweichung (MW + Stabw)