

**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](mailto:info@fritz-ingenieure.de)[www.fritz-ingenieure.de](http://www.fritz-ingenieure.de)

Bericht Nr.: 97765-AME-1

Datum: 17.09.2013

Auftraggeber:

**DB Projekt  
Stuttgart – Ulm GmbH  
Räpplenstraße 17  
70191 Stuttgart**

Sachbearbeiter:

**Dipl.-Ing. Rolf Schneider**

Umfang des Dokumentes

Textteil: 13 Seiten

Anhang 1: 1 Seite

Anhang 2: 6 Seiten

**MESSBERICHT ERSCHÜTTERUNG****Bauvorhaben:**

Durchführung von Baugrubensicherungen zur Herstellung der Rettungszufahrt im Bereich der Benzstraße im Rahmen des Vorhabens „Stuttgart 21“

**Planfeststellungsabschnitt:**

Planfeststellungsabschnitt 1.6a  
Zuführung Untertürkheim, Los 2a

**Untersuchungsumfang:**

Messung und Beurteilung der Erschütterungsimmissionen aus den Bauarbeiten am 14.09.2013 an dem Gebäude Benzstraße 35 in Stuttgart Untertürkheim

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Sachverhalt und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Bearbeitungsgrundlagen</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Anforderungen</b>	<b>7</b>
<b>5.1</b>	<b>Einwirkungen auf bauliche Anlagen</b>	<b>7</b>
<b>5.2</b>	<b>Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Durchführung der Messungen</b>	<b>8</b>
<b>6.1</b>	<b>Eingesetzte Messgeräte</b>	<b>8</b>
<b>6.2</b>	<b>Messposition</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Messergebnisse</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Beurteilung der Messergebnisse</b>	<b>11</b>
<b>8.1</b>	<b>Einwirkungen auf bauliche Anlagen</b>	<b>11</b>
<b>8.2</b>	<b>Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden</b>	<b>12</b>

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	<b>Komponenten des eingesetzten Messsystems</b>	<b>8</b>
<b>Tabelle 2:</b>	<b>maximale Schwinggeschwindigkeiten - Vorbohrung</b>	<b>10</b>
<b>Tabelle 3:</b>	<b>maximale Schwinggeschwindigkeiten - Vibrationsrammung</b>	<b>10</b>

## Anhänge

Anhang 1	Lageplanausschnitt
Anhang 2	Messergebnisse

## Abkürzungsverzeichnis

A	Anhaltswert
A <sub>r</sub>	Beurteilungsanhaltswert gemäß DIN 4150-2
A <sub>u</sub>	unterer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2
C <sub>F</sub>	Konstante für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen
f	Frequenz [Hz]
f <sub>0</sub>	Deckeneigenfrequenz [Hz]
Hz	Hertz, Schwingung je Sekunde
KB <sub>Fmax</sub>	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB <sub>FTm</sub>	Taktmaximal-Effektivwert [-]
KB <sub>FTr</sub>	Beurteilungsschwingstärke [-]
T <sub>e</sub>	Einwirkungszeit außerhalb von Ruhezeiten
T <sub>r</sub>	Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h)
v	Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
v <sub>0</sub>	Referenzwert für die Schwingschnelle [5 * 10 <sup>-8</sup> m/s]
v <sub>max</sub>	maximale Schwinggeschwindigkeit [mm/s]

## 1 Zusammenfassung

Die am 14.09.2013 durchgeführten Erschütterungsmessungen an dem Gebäude Benzstraße 35 in Stuttgart Untertürkheim führen zu dem Ergebnis, dass die aus den erschütterungsrelevanten Vibrationsrammungen Schwinggeschwindigkeiten am Gebäudefundament von maximal

$$v_{\max,y} = 0,258 \text{ mm/s.}$$

resultieren. Der anzuwendende Anhaltswert gemäß **DIN 4150-3** von

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

wird somit deutlich unterschritten. Für die Geschossdecken werden maximale Schwinggeschwindigkeiten von

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

ermittelt. Der zulässige Anhaltswert gemäß **DIN 4150-3** von

$$v_z = 10 \text{ mm/s}$$

für Einwirkungen durch Dauererschütterungen wird ebenfalls deutlich unterschritten.

Hinsichtlich der Beurteilung der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gemäß **DIN 4150-2** ergeben die durchgeführten Messungen und hierauf aufbauende Abschätzungen maximale bewertete Schwingstärken von etwa

$$KB_{F\max} = 0,300.$$

Schwingstärken dieser Größenordnung sind spürbar. Dieser Wert unterschreitet den unteren Anhaltswert der Stufe I für eine Dauer  $\leq 1$  Tag von

$$A_u = 0,8$$

um mehr als den Faktor 2,5. Die Beurteilungsschwingstärke für den Tagzeitraum ergibt sich zu

$$KB_{FTr} = 0,053.$$

Dieser Wert unterschreitet den zulässigen Beurteilungsanhaltswert gemäß DIN 4150-2 der Stufe I von

$$A_r = 0,4$$

ebenfalls deutlich.

Die durchgeführten Messungen bestätigen also, dass die aufgetretenen Erschütterungseinwirkungen sowohl hinsichtlich der Wirkung auf bauliche Anlagen als auch hinsichtlich der Wirkung auf Menschen unbedenklich sind.

## 2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Für das Projekt Stuttgart 21 soll in Untertürkheim die Rettungszufahrt für das geplante Tunnelbauwerk im Bereich der Benzstraße hergestellt werden. Wegen der Beschaffenheit des Untergrunds ist das Rammen von Spundwänden zur Baugrubensicherung notwendig. Zur Minimierung der Einwirkungen sollen die Bohlen vorgebeugt werden, soweit dies die Bodenverhältnisse zulassen. Die erforderlichen Bauarbeiten werden in Sperrpausen am Wochenende durchgeführt.

Die Bauarbeiten begannen bereits in den frühen Morgenstunden des 14.09.2013 mit dem Rückbau des 1. Gleisjoches, Herstellen der Arbeitsebene, Auslegen der Baggermatratzen, Kampfmittelsondierung und Verschwenken der OLA. Anschließend erfolgte das Vorbohren und das Einvibrieren von 3 Spundbohlen mit Hilfe eines Teleskopmäklers RG 19 T mit Hydraulikrüttler MR 125 V. Danach wurde das Schotterplanum wieder hergestellt, das Gleis wieder eingebaut und der Oberschotter eingebaut und verdichtet.

Im Rahmen dieser Bauarbeiten ist es zu erwarten, dass der Einsatz der Hochfrequenzvibrationsramme zur Herstellung der Baugrubensicherung zu spürbaren Erschütterungseinwirkungen auf die nächstgelegenen schutzbedürftigen Wohngebäude in der Benzstraße führt. Gleichwohl ist aufgrund der geplanten Arbeiten nicht zu erwarten, dass es zu unzulässig intensiven Erschütterungsimmissionen kommen wird.

Gleichwohl wurde vom Eisenbahnbundesamt gefordert, das Baugeschehen hinsichtlich der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen stichprobenartig am Gebäude Benzstraße 35 zu überprüfen ist. Die ermittelten

Schwingungsimmissionen werden daher anhand der **DIN 4150-3** hinsichtlich Gebäudeschäden und anhand der **DIN 4150-2** hinsichtlich erheblicher Belästigungen von Menschen in Gebäuden beurteilt.

### **3 Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten**

Von den in Kapitel 2 beschriebenen Bauaktivitäten sind relevante Erschütterungsemissionen / -Immissionen nur von den Vibrationsrammungen zu erwarten. Infolge des Vorbohrens resultieren erfahrungsgemäß keine relevanten Immissionen. Alle anderen in Kapitel 2 genannten Arbeitsvorgänge haben hinsichtlich der Erschütterungen ebenfalls keine Relevanz.

### **4 Bearbeitungsgrundlagen**

Der durchgeführten Erschütterungsmessung liegen die folgenden Normen zu Grunde:

- /1/ DIN 4150, Teil 2, „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- /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/ Erschütterungstechnische Untersuchung zu Einwirkungen aus dem Baustellenbetrieb im Planfeststellungsabschnitt 1.6a/b des Projektes „Stuttgart 21“ unter Berücksichtigung der Baustellenlogistik, FRITZ GmbH Bericht Nr. 97592 vom 14.05.2004
- /6/ Planfeststellungsbeschluss nach §18 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG), Planfeststellungsabschnitt 1.6a des „Projekts Stuttgart 21“, Az.: 59160 Pap-PS 21-PFA 1.6 (Zuführung Ober- und Untertürkheim), Eisenbahn-Bundesamt, 16.05.2007

## 5 Anforderungen

Die Beurteilung der aus dem Baustellenbetrieb resultierenden Schwingungsimmissionen erfolgt hinsichtlich der Einwirkungen auf Gebäude als auch hinsichtlich der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.

### 5.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Beurteilung der Einwirkungen auf das Gebäude erfolgt anhand der Anhaltswerte der **DIN 4150-3** /2/. Beim Einbringen der Spundbohlen mit Hilfe der Vibrationsramme resultieren Schwingungsimmissionen die gemäß **DIN 4150-3** als Dauererschütterungen einzustufen sind. Für Einwirkungen aus Dauererschütterungen nennt die **DIN 4150-3** in **Tabelle 3** Anhaltswerte für die horizontale Schwinggeschwindigkeit in der obersten Deckenebene. Für Wohngebäude gemäß Zeile 2 gilt ein Anhaltswert von

$$v_i = 5 \text{ mm/s.}$$

Die Dauererschütterungen können natürlich auch zu Bauteilschwingungen in vertikaler Richtung führen. Vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Geschossdecken im Bereich von

$$v \leq 10 \text{ mm/s}$$

führen bei Geschossdecken in Gebäuden nach **Tabelle 3**, Zeile 1 und 2, erfahrungsgemäß nicht zu Schäden, selbst wenn bei der statischen Bemessung zulässige Spannungen voll in Anspruch genommen sind. Anforderungswerte für Dauererschütterungen am Gebäudefundament nennt die **DIN 4150-3** explizit nicht. Hier können jedoch orientierend die Anhaltswerte für Schwinggeschwindigkeiten gemäß Tabelle 1 der **DIN 4150-3** herangezogen werden. Gemäß Zeile 2 ist ein Anhaltswert von

$$v_i = 5 \text{ mm/s}$$

anzuwenden.

### 5.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung der baubetriebsbedingten Erschütterungseinwirkungen erfolgt gemäß der **DIN 4150-2** /1/. In **Tabelle 2** der **DIN 4150-2** sind die Anhaltswerte differenziert nach Dauer und der Stufen I bis III dargestellt.

Die hier anzuwendenden Anhaltswerte für die Dauer von  $\leq 1$  Tag und der Stufe I sind der untere Anhaltswert

$$A_u = 0,8 \text{ (für den } KB_{F_{\max}}\text{-Wert)}$$

und der Beurteilungsanhaltswert

$$A_r = 0,4 \text{ (für den } KB_{F_{Tr}}\text{-Wert).}$$

## 6 Durchführung der Messungen

in Anbetracht des Sachverhaltes, dass während der Bauarbeiten kein Zugang zu den am stärksten betroffenen Wohnungen im Gebäude Benzstraße 35 bestand, wurden die Schwingungsmessungen im Eingangsbereich des Gebäudes auf der massiven Treppe im Bereich der aufgehenden Außenwand durchgeführt. Die hier zu erhebenden Schwinggeschwindigkeiten liegen in einer ähnlichen Größenordnung wie die am Gebäudefundament auftretenden Schwinggeschwindigkeiten. Anhand der hier erhobenen Messdaten werden unter Berücksichtigung allgemeiner Erfahrungsgrundsätze zum Übertragungsverhalten von Gebäuden sodann Abschätzungen zu den übrigen aus erschütterungstechnischer Sicht relevanten Orten vorgenommen.

Die Erschütterungsmessungen erfolgten am 14.09.2013 im Zeitraum von ca. 9.00 Uhr bis ca.15.00 Uhr. Im Einzelnen wurden folgende erschütterungsrelevanten Arbeitsvorgänge messtechnisch erfasst:

- Vorbohrung von 2 Bohrlöchern
- Einvibrieren von 1 Spundbohle mit Vorbohrung
- Einvibrieren von 2 Spundbohlen ohne Vorbohrung

Hierbei wird zusätzlich auch das Vorbohren messtechnisch überwacht, das erfahrungsgemäß zu keinen beurteilungsrelevanten Erschütterungsimmissionen führt.

### 6.1 Eingesetzte Messgeräte

In der nachfolgenden **Tabelle 1** sind die einzelnen Komponenten des Messsystems beschrieben.

**Tabelle 1:** Komponenten des eingesetzten Messsystems



<b>GEOPHONE:</b>	Absolut Geschwindigkeitsaufnehmer
Hersteller:	Western Data Systems
Kennfrequenz:	4,5 + 0,5 Hz für alle 3 Komponenten
Empfindlichkeit:	0,29 + 5% V/cm/s für alle 3 Komponenten
<b>MESSVERSTÄRKER:</b>	VM-116 A ; 6 Kanäle ; 1 ... 315 Hz
Frequenzbereich:	s.o.
Meßbereich:	Schwinggeschwindigkeit 0,1 ... 500 mm/s
Nachweisgrenze:	mindestens 0,001 mm/s (gem. DIN 45669)
Genauigkeitsklasse:	DIN 45669-1 im genannten Frequenzbereich
<b>LAPTOP</b>	
Hersteller:	Acer
CPU:	Intel Centrino 1,7 GHz
<b>A/D-WANDLER</b>	<b>DAQ-Card 6036-E, 16 Kanäle</b>
Hersteller:	National Instruments
Auflösung:	16 Bit
<b>SOFTWARE:</b>	<b>MEDA-AD</b>
Hersteller:	Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co. KG
Version:	2012-1

Die Kanäle der Messanlage wurden vor Durchführung der Messungen im Labor mit einem Referenzempfänger im Kopf-an-Kopf-Verfahren für den relevanten Frequenzbereich kalibriert. Die Abtastung der analogen Messsignale erfolgt mit einer Abtastrate von

$$f_s = 1024 \text{ Hz.}$$

Somit bietet die Abtastung die Möglichkeit, Signale bis zu einer Frequenz von 500 Hz spektral auszuwerten.

## 6.2 Messposition

Die Messungen erfolgen mit einem Triaxialsensor im Bereich der Außentreppe des Gebäudes Benzstraße 35, da die Zugänglichkeit in das Gebäude nicht gegeben war. Die Schwingungen resultierend aus den vorgenannten einzelnen Arbeitsvorgängen wurden jeweils in den 3 Raumrichtungen X, Y, Z aufgezeichnet. Die Installation des Sensors, insbesondere die Kopplung an das Bauwerk, erfolgte gemäß den Vorgaben der **DIN 45669-2 /4/**. Die Ausrichtung der Geophone erfolgte stets auf ein im Gebäude bezogenes Koordinatensystem. Hierbei kennzeichnet die Z-

Richtung die vertikale Messrichtung und die X- beziehungsweise die Y- Richtung die horizontalen Messrichtungen. Die Messung in X-Richtung verlief parallel zur der Baustelle zugewandten Seite des Gebäudes. Die Lage des Gebäudes zur Baustelle ist in **Anhang 1** dokumentiert. Das Gebäude hat ca. einen Abstand von  $\geq 50$  m zu dem Ort der Vibrationsmessungen.

Die Signale werden als  $v(t)$ -Signale für die spätere Auswertung digital abgespeichert. Die einzelnen Arbeitsvorgänge werden hierbei jeweils in 30 Sekunden Zeitfenster zerlegt.

## 7 Messergebnisse

In **Anhang 2** sind die Messergebnisse als Zeitverläufe  $v(t)$  und die zugehörigen Peaklisten für jeden Arbeitsvorgang dargestellt. Die maximalen Schwinggeschwindigkeiten für das Vorbohren finden sich in **Anhang 2.1** und **Anhang 2.2**. Hierbei sind jeweils nur die maximalen Messwerte dargestellt.

**Tabelle 2:** maximale Schwinggeschwindigkeiten - Vorbohrung

Arbeitsvorgang	Schwinggeschwindigkeit $v$ [mm/s]		
	z-Richtung	x-Richtung	y-Richtung
1. Bohrloch	0,040	0,050	0,060
2. Bohrloch	0,037	0,042	0,070

Für das Einbringen der Spundbohlen sind die messtechnisch registrierten Schwinggeschwindigkeiten in der nachfolgenden **Tabelle 4** zusammengefasst.

**Tabelle 3:** maximale Schwinggeschwindigkeiten - Vibrationsrammung

Arbeitsvorgang	Schwinggeschwindigkeit $v_{\max}$ [mm/s]		
	z-Richtung	x-Richtung	y-Richtung
1. Spundbohle	0,122	0,193	0,213
2. Spundbohle	0,179	0,162	0,258
3. Spundbohle	0,101	0,133	0,200

## 8 Beurteilung der Messergebnisse

### 8.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die maximale Schwinggeschwindigkeit im Eingangsbereich ergibt sich aus dem Einvibrieren der Spundbohlen ohne Vorbohrung (2. Spundbohle). Hier wurde eine maximale Schwinggeschwindigkeit in y-Richtung von

$$v_{\max,y} = 0,258 \text{ mm/s}$$

gemessen. Somit unterschreitet der Messwert den zulässigen Anhaltswert am Gebäudefundament gemäß **DIN 4150-3** von

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

mit Abstand. Selbst der Anhaltswert für besonders schwingungsempfindliche Gebäude wird noch deutlich unterschritten. Die Schwinggeschwindigkeiten infolge der Vorbohrungen liegen um den Faktor 3 unterhalb der Schwinggeschwindigkeiten infolge der Vibrationsrammungen.

Für die Geschosdecken ergeben sich erfahrungsgemäß Verstärkungen gegenüber den Fundamentwerten um den Faktor 3. Hier wird die vertikale Schwingungsrichtung maßgebend. Im Eingangsbereich wurde eine maximale Schwinggeschwindigkeit von

$$v_{\max,z} = 0,179 \text{ mm/s}$$

registriert. Für die Geschosdecke ergibt sich somit eine Schwinggeschwindigkeit von

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

Der Messwert unterschreitet den zulässigen Anhaltswert für vertikale Deckenschwingungen um den Faktor 18. Das bedeutet, selbst wenn die resonanzbedingte Verstärkung der Geschosdecke deutlich höher sein sollte, als dies mit dem Faktor 3 berücksichtigt wurde, kann mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass die dynamischen Belastungen der Decke in einer Größenordnung liegen, die Schäden an dem Bauteil erwarten lässt.

Die Intensitäten der dynamischen Einwirkungen infolge der durchgeführten Vibrationsrammungen führen somit mit Sicherheit zu **keinen** Schäden

im Sinne der **DIN 4150-3**. Hinsichtlich der Einwirkungen auf das Gebäude sind die Erschütterungsimmissionen als unkritisch einzustufen.

## 8.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden nach **DIN 4150-2** wird die Schwinggeschwindigkeit auf der Geschossdecke mit Hilfe der Gleichung 7 der DIN 4150-2 in die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  umgerechnet.

$$KB_{Fmax} = c_F \cdot (1 / \sqrt{2}) \cdot v_{max} / (\sqrt{(1 + (f_0 / f)^2)})$$

mit  $c_F = 0,8$  (gemäß Tabelle 3, Zeile 3)

$f_0 = 5,6$  Hz (Grenzfrequenz des Hochpasses)

$f = 38$  Hz (Betriebsfrequenz der Vibrationsramme)

Hieraus berechnet sich die maximale bewertete Schwingstärke zu

$$KB_{Fmax} = 0,300.$$

Schwingstärken dieser Größenordnung sind spürbar. Dieser Wert unterschreitet den unteren Anhaltswert der Stufe I für eine Dauer  $\leq 1$  Tag von

$$A_u = 0,8$$

um mehr als den Faktor 2,5. Unter Berücksichtigung der durchgeführten reinen Rammdauer von  $\leq 30$  Minuten für das Einbringen der 3 Spundbohlen erfolgt die Berechnung der Beurteilungsschwingstärke für den Tagzeitraum gemäß **DIN 4150-2**, Gleichung 4b

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{(T_e / T_r)}$$

mit

$T_r$  Beurteilungszeit (hier Tag = 16 h)

$T_e$  Einwirkungszeit der Rammarbeiten ( $\leq 0,5$  h)

$KB_{FTm}$  Taktmaximal-Effektivwert [-]

Im vorliegenden Fall entspricht der  $KB_{FTm}$ -Wert dem  $KB_{Fmax}$ -Wert. Somit ergibt sich eine Beurteilungsschwingstärke von

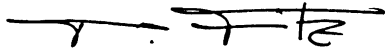
$$KB_{FTr} = 0,053.$$

Dieser Wert unterschreitet den zulässigen Beurteilungsanhaltswert gemäß **DIN 4150-2** der Stufe I von

$$A_r = 0,4$$

ebenfalls deutlich. Somit sind die messtechnisch erfassten Schwingungs-  
immissionen auch hinsichtlich der Einwirkungen auf Menschen in Gebäu-  
den als **nicht** erheblich belästigend einzustufen.

Die Messungen bestätigen also die Erwartung, dass die durch die Bau-  
maßnahme hervorgerufenen Erschütterungsimmissionen hinsichtlich der  
Einwirkungen auf das Bauwerk und auch hinsichtlich der Einwirkungen auf  
Menschen in Gebäuden unbedenklich sind.



**Dipl.-Phys. Peter Fritz**



**Dipl.-Ing. Rolf Schneider**



# ANHANG



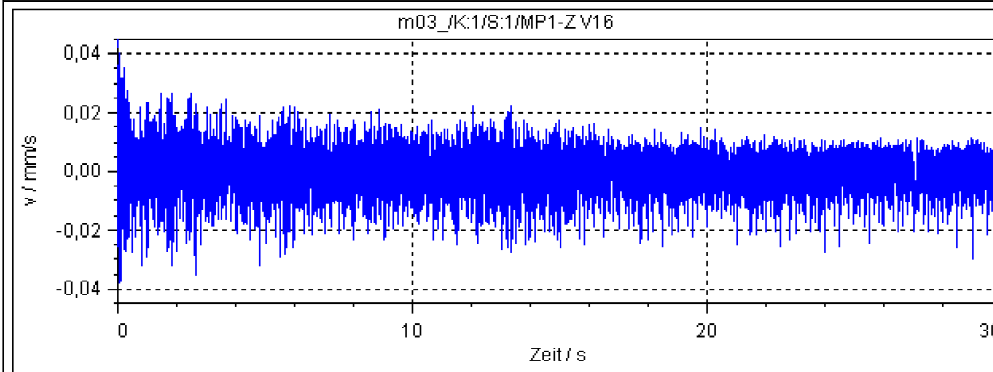
# Erschütterungsmessung 14.09.2013 - Gebäude Benzstraße 35 in Stuttgart Untertürkheim



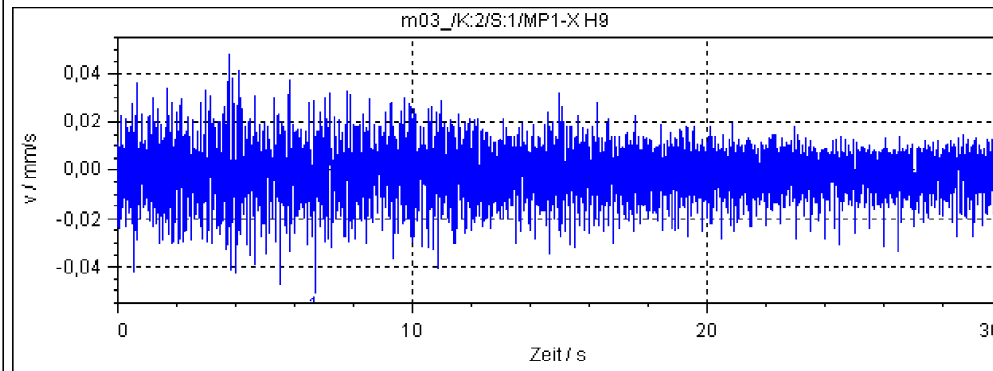
Vorböhen - 1. Bohrloch

Zeitverlauf  $v(t)$  [mm/s] und Peakliste für die maximale Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  [mm/s]

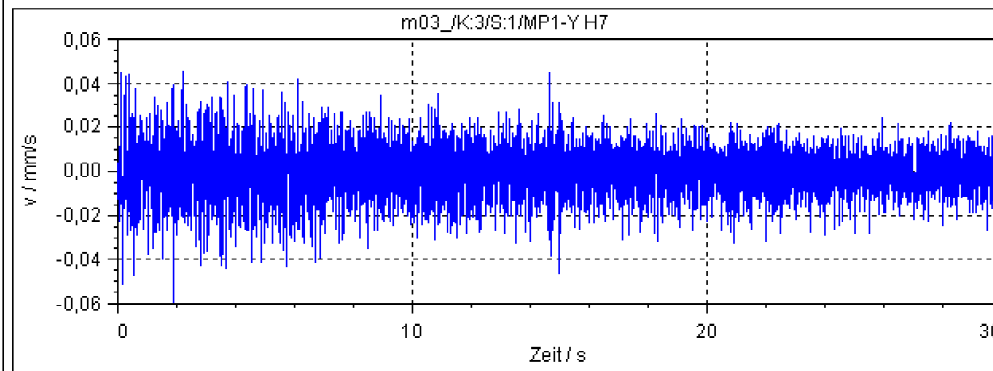
Messung Nr. 03



m03_K:1/S:1/MP1-ZV16			
Nr.:	Zeit s	v mm/s	
1	0,0508	0,0404	



m03_K:2/S:1/MP1-XH9			
Nr.:	Zeit s	v mm/s	
1	6,6994	-0,0503	



m03_K:3/S:1/MP1-YH7			
Nr.:	Zeit s	v mm/s	
1	1,9014	-0,0597	



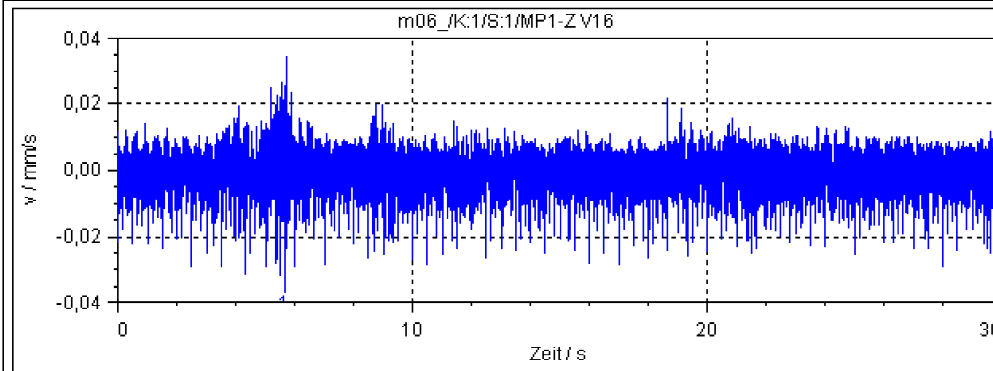
# Erschütterungsmessung 14.09.2013 - Gebäude Benzstraße 35 in Stuttgart Untertürkheim



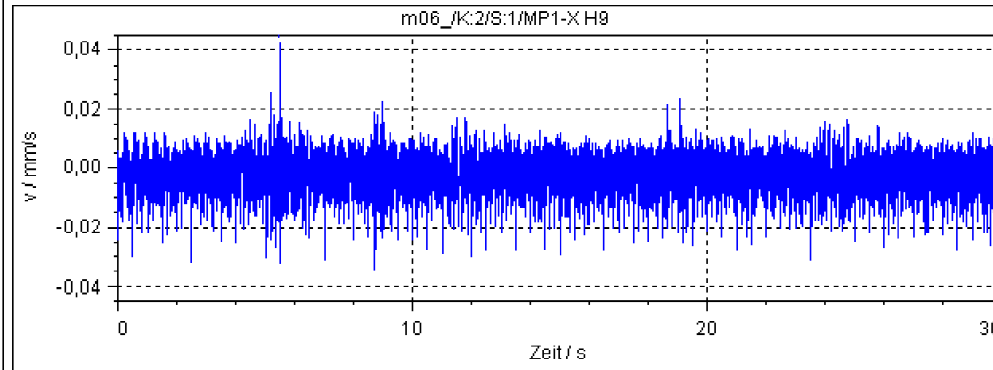
Vorböhren - 2. Bohrloch

Zeitverlauf  $v(t)$  [mm/s] und Peakliste für die maximale Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  [mm/s]

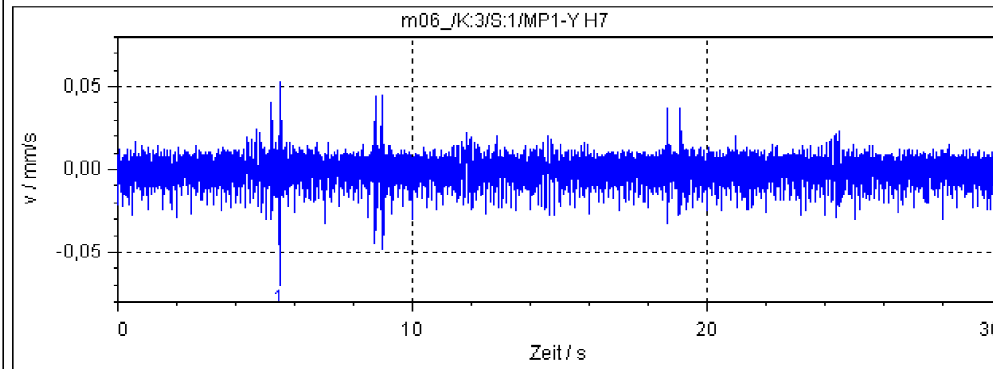
Messung Nr. 06



m06_K:1/S:1/MP1-ZV16		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	5,6798	-0,0368



m06_K:2/S:1/MP1-XH9		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	5,4991	0,0423



m06_K:3/S:1/MP1-YH7		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	5,4942	-0,0700

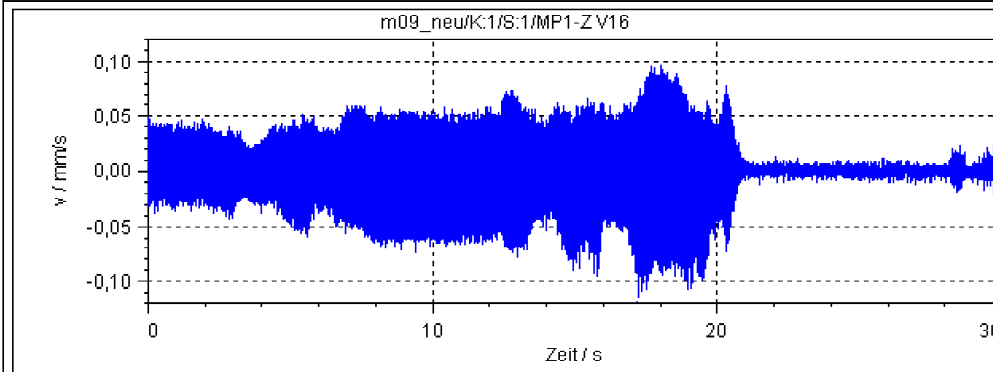
# Erschütterungsmessung 14.09.2013 - Gebäude Benzstraße 35 in Stuttgart Untertürkheim



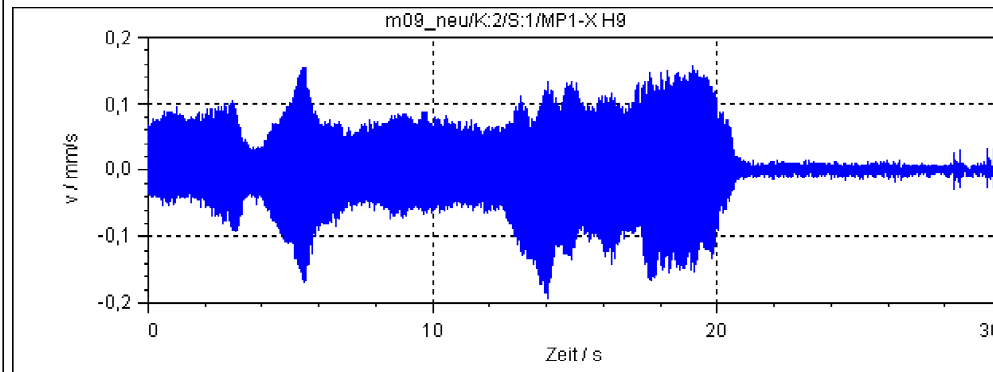
Vibrationsrammung - 1. Spundbohle

Zeitverlauf  $v(t)$  [mm/s] und Peakliste für die maximale Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  [mm/s]

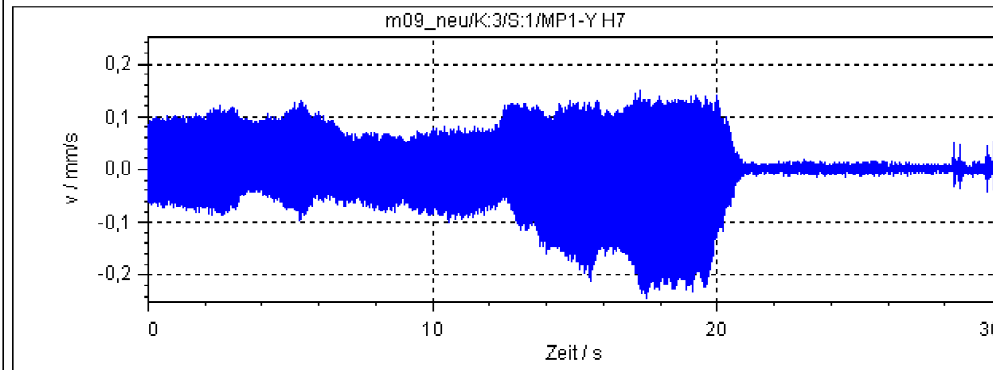
Messung Nr. 09



m09_neu/K:1/S:1/MP1-ZV16		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	17,2318	-0,1140



m09_neu/K:2/S:1/MP1-XH9		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	14,0638	-0,1931



m09_neu/K:3/S:1/MP1-YH7		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	17,5345	-0,2431

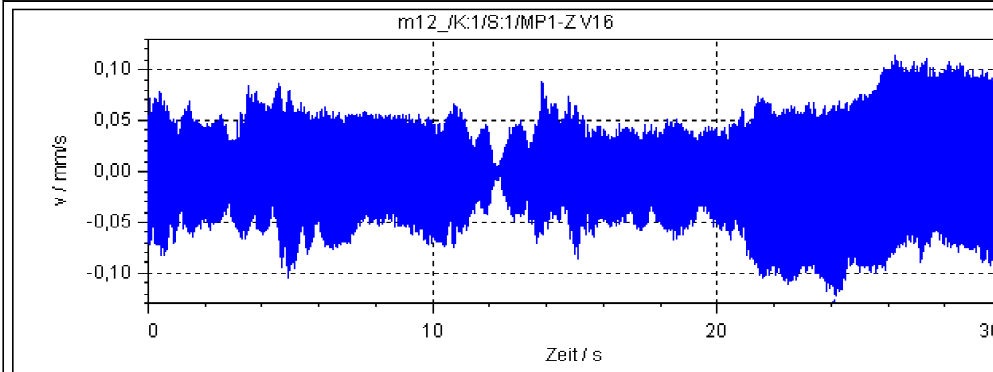
# Erschütterungsmessung 14.09.2013 - Gebäude Benzstraße 35 in Stuttgart Untertürkheim



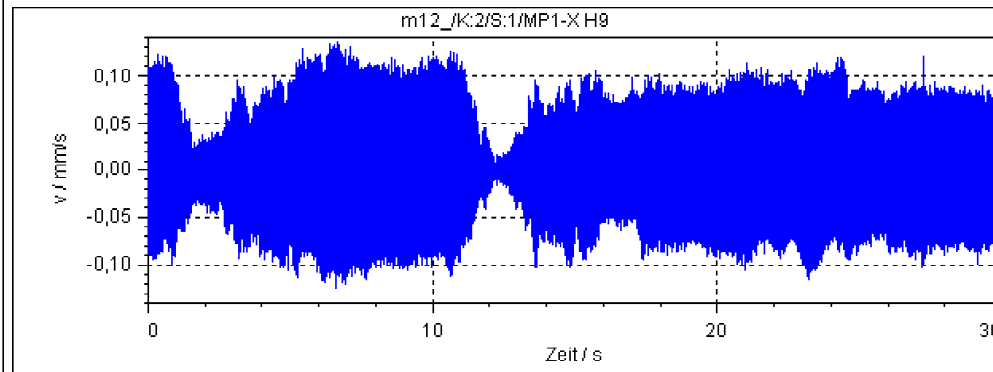
Vibrationsrammung - 1. Spundbohle (vorgebohrt)

Zeitverlauf  $v(t)$  [mm/s] und Peakliste für die maximale Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  [mm/s]

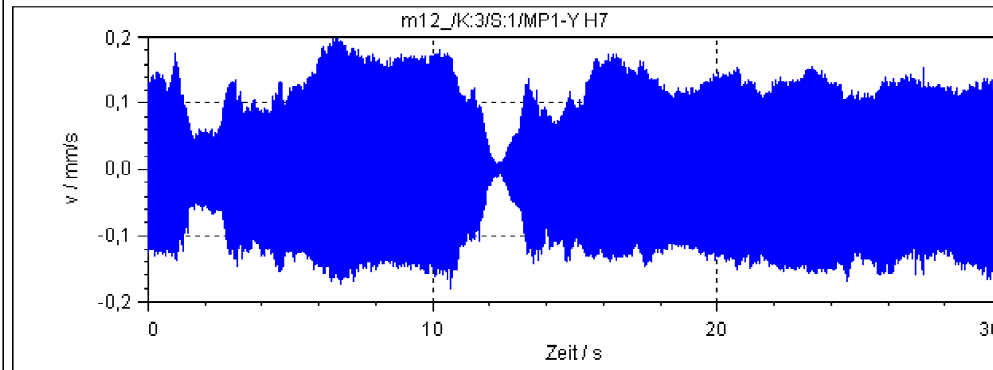
Messung Nr. 12



m12_K1/S1/MP1-ZV16		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	24,1850	-0,1219



m12_K2/S1/MP1-XH9		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	6,6349	0,1346



m12_K3/S1/MP1-YH7		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	6,4826	0,1984

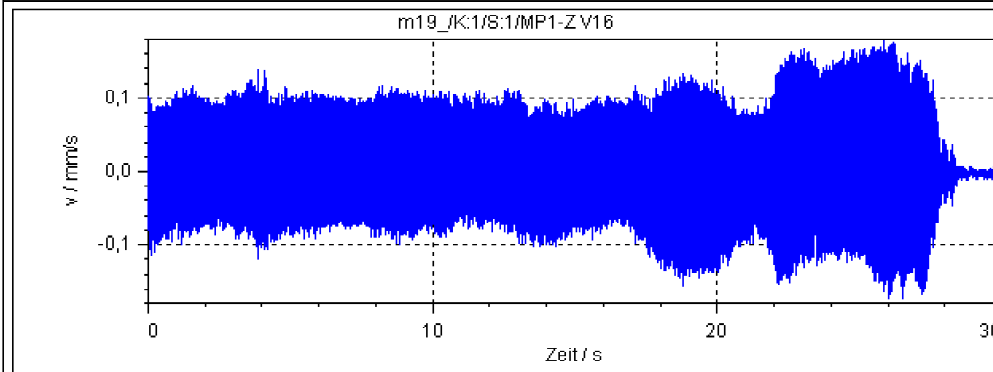
# Erschütterungsmessung 14.09.2013 - Gebäude Benzstraße 35 in Stuttgart Untertürkheim



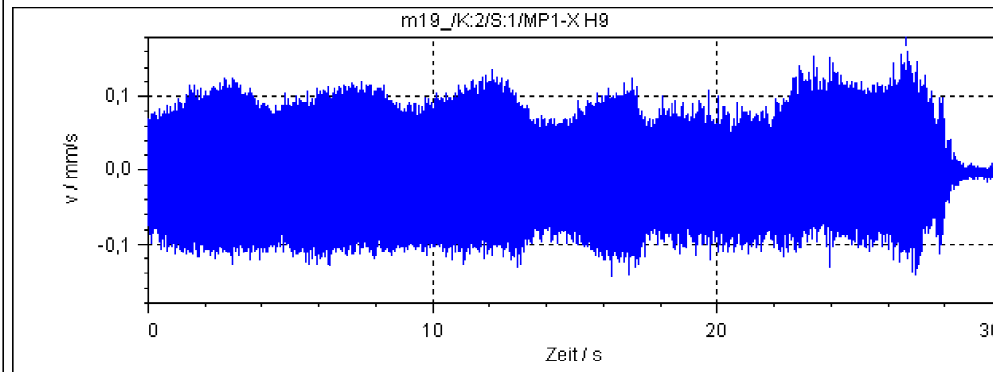
Vibrationsrammung - 2. Spundbohle (nicht vorgebohrt)

Zeitverlauf  $v(t)$  [mm/s] und Peakliste für die maximale Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  [mm/s]

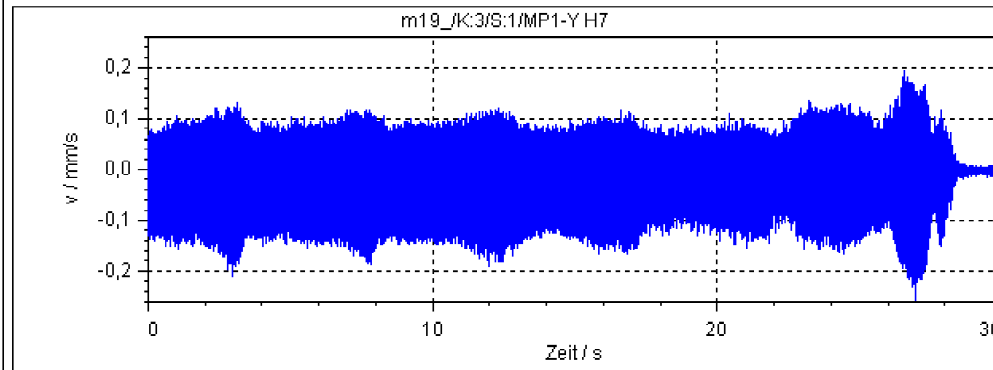
Messung Nr. 19



m19_K:1/S:1/MP1-ZV16		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	25,8833	0,1788



m19_K:2/S:1/MP1-XH9		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	26,7095	0,1616



m19_K:3/S:1/MP1-YH7		
Nr.:	Zeit s	v mm/s
1	26,9537	-0,2577

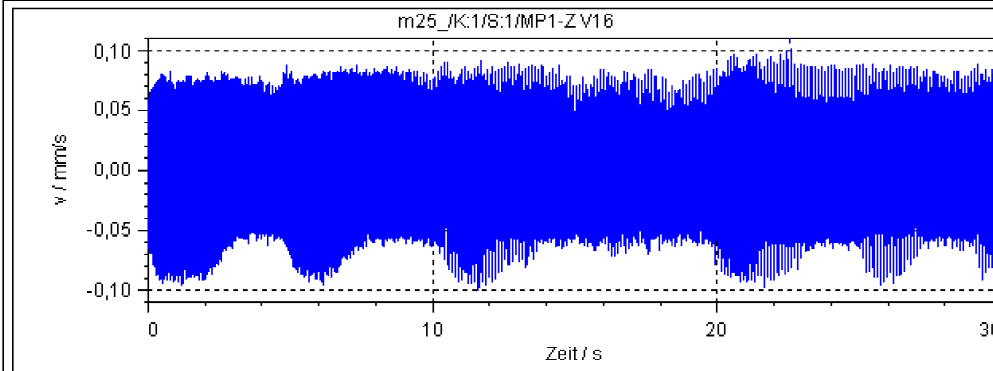
# Erschütterungsmessung 14.09.2013 - Gebäude Benzstraße 35 in Stuttgart Untertürkheim



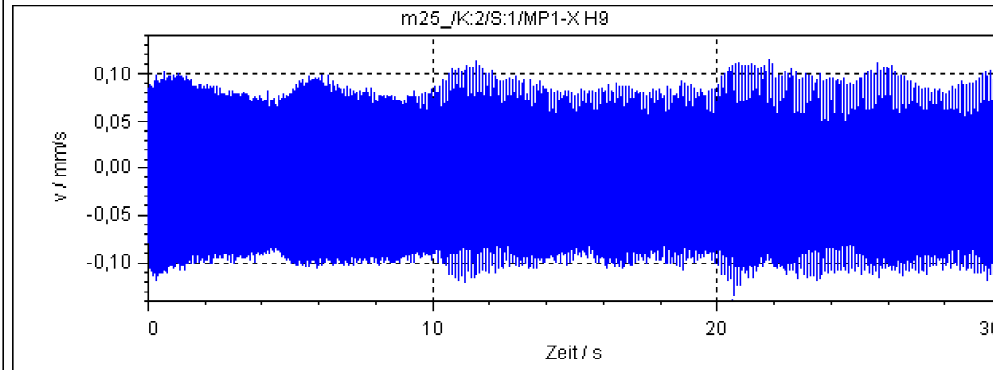
Vibrationsrammung - 3. Spundbohle (nicht vorgebohrt)

Zeitverlauf  $v(t)$  [mm/s] und Peakliste für die maximale Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  [mm/s]

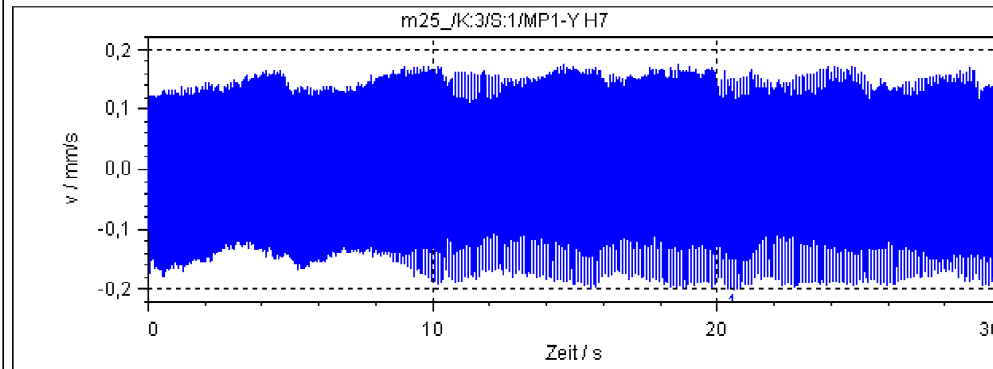
Messung Nr. 25



m25_K:1/S:1/MP1-ZV16			
Nr.:	Zeit s	v mm/s	
1	22,6294	0,1012	



m25_K:2/S:1/MP1-XH9			
Nr.:	Zeit s	v mm/s	
1	20,5805	-0,1334	



m25_K:3/S:1/MP1-YH7			
Nr.:	Zeit s	v mm/s	
1	20,5795	-0,2002	