

**K T I – Schwingungstechnik Dipl.Ing.Rolf Trautmann GmbH**

Klein Goldberg 23 – D 40822 Mettmann

Tel. 02104-802575 / 76 Fax. 02104 – 802577 – E-mail: info@kti-trautmann.com

Web: www.kti-trautmann.com

**Bericht über**

**Schwingungsmessungen  
nach Neuabfederung  
des Schmiedehammers Beché KGH 8.0 B**

**bei der Firma Flükiger & Co AG, Oberburg (Schweiz)**

**für die  
Firma Flükiger & Co AG, Oberburg (Schweiz)**

**Mettmann, den 24.02.2010**

## 1. Aufgabenstellung

Die Industrieschmiede Flükiger & Co AG betreibt in ihre Schmiede in CH-3414 Oberburg (Schweiz) mehrere Schmiedehämmer.

Die Hämmer KGH 3,15, KGH 8,0B und HOU 1250 wurden in den Jahren 1989 bis 2003 durch die Firma KTI Schwingungstechnik GmbH , Mettmann entsprechend dem Stand der Technik schwingungs isoliert aufgestellt.

Aufgrund von Anwohnerbeschwerden wurden im Januar und Mai 2007 durch Gartenmann Engineering AG Schwingungsmessungen durchgeführt und festgestellt, dass die Resterschütterungen der abgefederten Hämmer KGH 8,0B und HOU 1250 in einigen Wohnhäusern teilweise oberhalb der Wahrnehmungsschwelle liegen und die Richtwerte der DIN 4150 an verschiedenen Messpunkten überschritten werden.

Als bauliche Massnahme zur Reduktion der Erschütterungen wurde ein Bodenschlitz vorgeschlagen, der die Ausbreitung der Erschütterungen im Boden unterbrechen und somit mindern soll.

Weiter wurde empfohlen die Wirksamkeit der Schwingungslagerung zu überprüfen.

Da die Federlager an dem Schmiedehammer KGH 8,0 B reparaturbedürftig geworden sind, sollen an diesem Hammer, vor teuren baulichen Maßnahmen die vorhandenen Federlager gegen weichere Federlager ausgetauscht werden.

Um die Wirksamkeit der Schwingungslagerung zu erhöhen wurde für die neuen Federlager eine Absenkung der Abfederungseigenfrequenz von 6,0 Hz auf 4,0 Hz vorgesehen.

Zur Dokumentation der Wirksamkeit der weicheren Abfederung sollten vor und nach dem Austausch der Federlager Schwingungsmessungen durchgeführt werden, die die Wirksamkeit der weicheren Abfederung nachweisen und als Referenz für spätere Messungen herangezogen werden soll.

Gleichzeitig sollte das Schwingungsverhalten des Hammers bei einer weicheren Abfederung und damit größeren Schwingungsamplituden beurteilt werden.

## 2. Durchführung der Messung

Vor Austausch der Federlager wurden am 23.06.2009 in der Zeit zwischen 10.00 Uhr und 14.30 Uhr die Erschütterungen in verschiedenen Abständen vom Hammer gemessen

Nach dem Austausch der Federlager wurde am 08.02.2010 in der Zeit zwischen 13.30 Uhr und 14.30 Uhr an denselben Messpunkten Schwingungsmessungen durchgeführt.

Zur Durchführung der Messungen nach DIN 4150-2 wurde ein kalibriertes 3 - Kanal Schwingungsmessgerät nach DIN 45669-A3HV 315/1 – A3HV 80/1, der Type ZEB / SM – 3C mit der Seriennummer 928 verwendet.

Die Schwingungen wurden mit elektrodynamischen Wandlern (Geophonen) in drei zueinander rechtwinkligen Schwingungsrichtungen erfasst, im Messgerät verarbeitet und ausgewertet. Die Messgrößen sind die Schwinggeschwindigkeit und zugehörigen Frequenzen. Aus diesen Messgrößen wird die Wahrnehmungsstärke  $KB_{Fmax}$  ermittelt.

Die Messungen wurden während des Betriebs des Schmiedehammers Bêché KGH 8.0 B durchgeführt. Hierbei wurden die Messwerte auf dem Betonboden des Firmengeländes in 6, 9, 12 und 15 m Entfernung zum o.g. Schmiedehammer aufgenommen (Lageskizze siehe Anhang A1).

Bei der ersten Messung am 23.06.2009 wurde ein Lagerrohrlansch SF 3490 mit einem Gewicht von 7 kg geschmiedet.

Bei der zweiten Messung am 08.02.2010 wurde eine Schleifscheibenaufsatz 5757 mit einem Gewicht von 14 kg geschmiedet.

Nach Angabe der Firma Flükiger wurde bei beiden Schmiedestücken mit der maximalen Schlagenergie geschmiedet. Die Messergebnisse sind somit direkt vergleichbar.

### 3. Messergebnisse

Messung vom 23.06.2009:

Die größten Schwinggeschwindigkeiten wurden in vertikaler (Z-)Richtung gemessen, daher werden zur weiteren Beurteilung die Messergebnisse in Z-Richtung herangezogen.

Vor dem Austausch der Federlager wurde in einem Abstand von 6 m zum Schmiedehammer eine Schwinggeschwindigkeit von 10,16 mm/s bei einer Frequenz von 15 Hz gemessen, entsprechend einem KB-Wert von 3,47.

In einer Entfernung von 9 m zum Schmiedehammer wurde noch eine Schwinggeschwindigkeit von 6,84 mm/s bei einer Frequenz von 17 Hz gemessen, entsprechend einem KB-Wert von 2,68.

Direkt neben der Gebäudeaußenwand in 12 m Entfernung zum Schmiedehammer wurde eine weitere Reduzierung der Schwinggeschwindigkeit auf 4,87 mm/s bei einer Frequenz von 13 Hz gemessen, entsprechend einem KB-Wert von 1,76.

Am Messpunkt in 15 m Abstand zum Schmiedehammer wurde bei einer Frequenz von 10 Hz eine Schwinggeschwindigkeit von 3,97 mm/s gemessen, entsprechend einem KB-Wert von 1,32.

Messung vom 08.02.2010

Nach dem Austausch der Federlager wurden insgesamt deutlich niedrigere Schwinggeschwindigkeiten gemessen, die in 6 m Entfernung zum Schmiedehammer noch bei 8,07 mm/s bei einer Frequenz von 23 Hz lagen, entsprechend einem KB-Wert von 2,42.

In einer Entfernung von 9 m zum Schmiedehammer sind die Erschütterungen auf eine Schwinggeschwindigkeit von 5,15 mm/s bei einer Frequenz von 20 Hz, entsprechend einem KB-Wert von 1,63 angeklungen.

Neben der Gebäudeaußenwand in 12 m Entfernung wurde noch eine Schwinggeschwindigkeit von 2,91 mm/s bei einer Frequenz von 10 Hz, entsprechend einem KB-Wert von 1,08 gemessen.

In 15 m Entfernung wird noch eine Schwinggeschwindigkeit von 2,39 mm/s bei einer Frequenz von 10 Hz, entsprechend einer Wahrnehmungsstärke von 0,79 gemessen.

Die Messwerte sind in Anlage A2 und A3 zusammengefasst. In Anlage A4 sind die Maximalwerte der beiden Messreihen direkt gegenübergestellt und graphisch dargestellt.

#### 4. Beurteilung der Messergebnisse

Die Messergebnisse vom 23.06.2009 zeigen deutlich, dass sich die Erschütterungen, bzw. Schwinggeschwindigkeiten mit Verdoppelung der Entfernung halbieren.

Bei der Messung vom 08.02.2010, nachdem die vorhandene Abfederung des Bêché Hammers KGH 8.0 B durch eine weichere Abfederung ersetzt worden war, wurde nachgemessen, dass sich die Erschütterungen bzw. die Schwinggeschwindigkeiten mit Verdoppelung der Entfernung ebenfalls halbieren, aber das gesamte Erschütterungsniveau im Mittel um 32 % niedriger lag.

Durch die Absenkung der Abfederungseigenfrequenz von 6,0 Hz auf 4,0 Hz, das heißt Absenkung um 33 %, wurde eine Reduzierung der Erschütterungen um 32 % erzielt.

## 5. Zusammenfassung

Das Betriebsverhalten des Hammers bei der weicheren Abfederung wird vom Betreiber als in Ordnung bezeichnet.

Die Erschütterungen halbieren sich weitgehend unabhängig von der Eigenfrequenz der Abfederung mit Entfernungsverdoppelung.


Die Reduzierung der Erschütterungen ist annähernd direkt proportional zur Reduzierung der Eigenfrequenz der Abfederung, das heißt eine Reduzierung der Abfederungseigenfrequenz um 32 % bewirkt eine Reduzierung der Erschütterungen um 32 %.

Wenn bei den jetzt auftretenden Betriebsamplituden beim Dauerschmieden keine nachteiligen Folgen festgestellt werden, kann in Erwägung gezogen werden, die Abfederungseigenfrequenz noch um etwa 10 bis 15 % weiter zu senken, so dass insgesamt eine maximale Reduzierung der Erschütterungen um 40 bis 45 % realisiert werden könnte.

Ein weiteres Absenken der Eigenfrequenz ist durch einfaches Ausbauen einiger Federn möglich.

Wenn bei weiterem Absenken der Eigenfrequenz, zum Zwecke weiterer Erschütterungsminderung, die Betriebsamplituden beibehalten werden sollen, kann eine Zusatzmasse in Betracht gezogen werden.

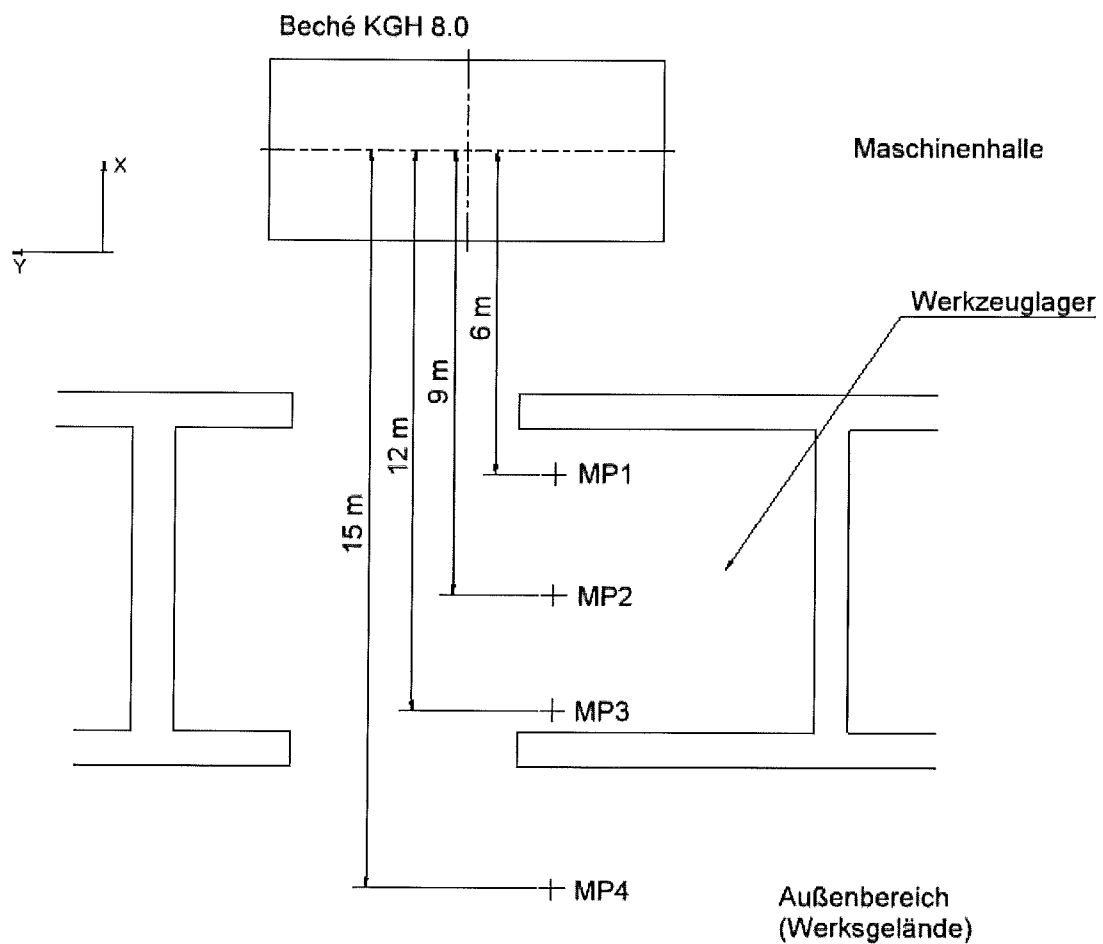
Mettmann, den 24.02.2010

  
K T I – Schwingungstechnik  
Dipl.Ing.R.Trautmann GmbH

## Anhang A1

### Übersichtsskizze

Die Messungen wurden auf dem Betonboden in unterschiedlichen Abständen zum Schmiedehammer Beché KGH 8.0 B durchgeführt.  
Die einzelnen Messorte sind mit MP (Messpunkt) gekennzeichnet.



# Messprotokoll Fa. Flükiger & Co AG

## Messung vor Austausch der Federlager

Messung durchgeführt am 23.06.2009

von Dipl.-Ing. Rolf Trautmann und Dipl.-Ing. (FH) Marcus Enk

Messgerät: ZEB SM-3C

Geräte-Nr.: 928, kalibriert bis 15.03.2011

Messgrößen:

Schwingungsgeschwindigkeit  $v(t)$  [mm/s]

Frequenz  $f$  [Hz]

X-Richtung			Y-Richtung			Z-Richtung		
$v_{\max}$ [mm/s]	$f$ [Hz]	$KB_{F_{\max}}$	$v_{\max}$ [mm/s]	$f$ [Hz]	$KB_{F_{\max}}$	$v_{\max}$ [mm/s]	$f$ [Hz]	$KB_{F_{\max}}$

### Messpunkt

#### Schmiedehammer Beché KGH 8.0 B

6 m Entfernung	MP 1
9 m Entfernung	MP 2
12 m Entfernung	MP 3
15 m Entfernung	MP 4

1,74	18	0,49	1,09	29	0,31	10,16	15	3,47
1,94	20	0,58	0,66	48	0,15	6,84	17	2,68
1,78	18	0,72	0,41	20	0,09	4,87	13	1,76
1,33	11	0,55	0,62	11	0,19	3,97	10	1,32

#### Allgemeine Unruhe

9 m Entfernung	MP 2
----------------	------

0,01	11	0,00	0,02	20	0,00	0,03	43	0,01
------	----	------	------	----	------	------	----	------

X-, Y-Richtung: horizontal

Z-Richtung: vertikal

Messuntergrund      Beton  
 Schmiedeteil         Lagerrohrflansch SF 3490  
 Gewicht Schmiedeteil    7 kg

**Messprotokoll Fa. Flükiger & Co AG**  
**Messung nach Austausch der Federlager**

Messung durchgeführt am 08.02.2010  
 durch Dipl.-Ing. (FH) Marcus Enk

Messgerät: ZEB SM-3C  
 Geräte-Nr.: 928, kalibriert bis 15.03.2011  
 Messgrößen:  
 Schwinggeschwindigkeit  $v(t)$  [mm/s]  
 Frequenz  $f$  [Hz]

**Schmiedehammer Beché KGH 8.0 B**

Messpunkt	X-Richtung			Y-Richtung			Z-Richtung		
	$v_{max}$ [mm/s]	$f$ [Hz]	$KB_{Fmax}$	$v_{max}$ [mm/s]	$f$ [Hz]	$KB_{Fmax}$	$v_{max}$ [mm/s]	$f$ [Hz]	$KB_{Fmax}$
6 m Entfernung	2,07	29	0,40	1,26	18	0,46	8,07	23	2,42
9 m Entfernung	1,55	19	0,49	0,45	38	0,13	5,15	20	1,63
12 m Entfernung	2,14	15	0,59	0,50	36	0,20	2,91	10	1,08
15 m Entfernung	0,61	11	0,25	0,21	9	0,06	2,39	10	0,79
<b>Allgemeine Unruhe</b>									
9 m Entfernung	0,04	19	0,01	0,07	15	0,03	0,15	16	0,08

X-, Y-Richtung: horizontal  
 Z-Richtung: vertikal

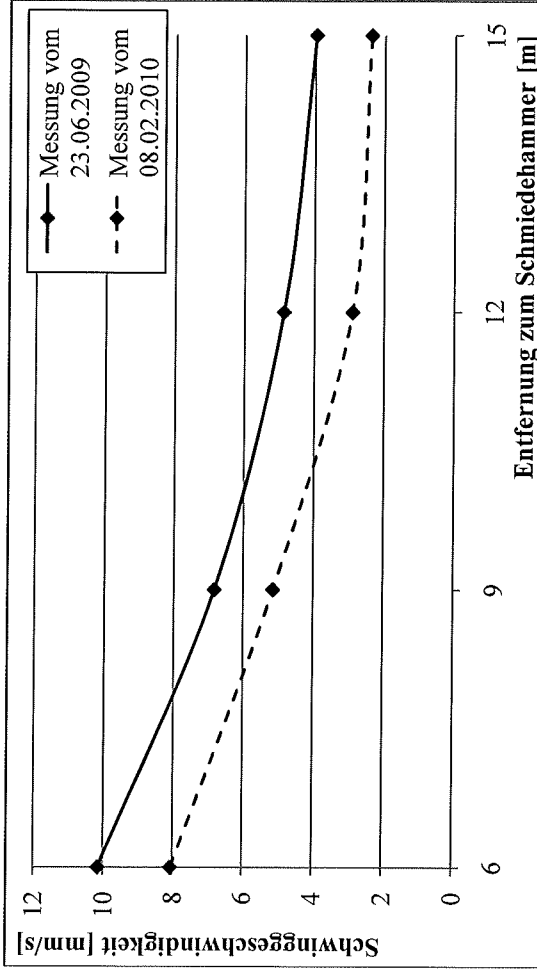
Messuntergrund Beton  
 Schmiedeteil Schleifscheibenaufsatz 5757  
 Gewicht Schmiedeteil 14 kg

## Vergleich Messwerte Fa. Flükiger & Co AG Maximalwerte

Schmiedehammer Beché KGH 8.0 B

Mess- punkt	Entfernung [m]	vor Umrüstung der Abfederung 23.06.2009 (Z-Richtung)			nach Umrüstung der Abfederung 08.02.2010 (Z-Richtung)			Reduzierung	
		$v_{max}$ [mm/s]	f [Hz]	KB <sub>Fmax</sub>	$v_{max}$ [mm/s]	f [Hz]	KB <sub>Fmax</sub>	$v_{max}$	KB <sub>Fmax</sub>
MP 1	6	10,16	15	3,47	8,07	23	2,42	21%	30%
MP 2	9	6,84	17	2,68	5,15	20	1,63	25%	39%
MP 3	12	4,87	13	1,76	2,91	10	1,08	40%	39%
MP 4	15	3,97	10	1,32	2,39	10	0,79	40%	40%

Z-Richtung: vertikal



Grafische Darstellung der Messergebnisse