

## Fachstelle Geotechnik

Kurzbericht  
3530101

24.11.2010

# Bodendynamische Baugrunduntersuchungen im Umfeld der Industrieschmiede Flükiger



## Einfluss der neu installierten weicheren Federung unter dem Bêché 80-Hammer und der Grundwasserverhältnisse auf die Erschütterungsintensität im Umfeld der Industrie- schmiede Flükiger in Oberburg BE

Im Auftrag der  
Industrieschmiede Flükiger & Co. AG  
Emmentalstrasse 75  
3414 Oberburg

Projektverfasser  
Institut für Bau und Umwelt  
Oberseestrasse 10  
8640 Rapperswil

## 1 Einleitung

Die Industrieschmiede Flükiger & Co AG in Oberburg BE verarbeitet seit mehr als 240 Jahren Rohmetalle mit dem Einsatz von massiven Schmiedemaschinen. Bei dieser Verarbeitung werden in den umliegenden Häusern Erschütterungen erzeugt.

Die grössten Oberdruckhämmer der Flükiger & Co AG sind einerseits der Lasco HO-U125 und andererseits der Bêché KGH 80. Die alten Feder Elemente wurden beim Bêché KGH 80 durch neue „weichere“ gewechselt. Eine Reduktion von bis zu 32% wurde, gemäss der KTI-Schwingungstechnik, welche die Feder Elemente auswechselte, bei der Erschütterungsquelle erreicht. (Siehe Bericht über Schwingungsmessungen nach Neuabfederung KTI von 24.02.10).

## 2 Ziel der bodendynamischen Analysen

Ziel der Untersuchungen ist, die Auswirkung des Wechsels der Federlager, bzw. die Absenkung der Abfederungsfrequenz des Bêché KGH 80 auf den Immissionsort (umliegende Gebäude) zu quantifizieren. Mit den Ergebnissen aus dieser Untersuchung soll quantifiziert werden, ob ein Auswechseln der Feder Elemente auch beim grösseren Schmiedehammer, Lasco HO-U125, in Frage kommt, und ob dadurch die Erschütterungen in den umliegenden Gebäuden unterhalb der Grenzwerte liegen würden.

Ebenfalls soll der Einfluss der Lage des Grundwasserspiegels bei den Untersuchungen mit einbezogen werden. Ein Gewichtungsfaktor soll die Erschütterungszunahme anhand des Grundwasserspiegels rund um das Fundament der Schmiedehämmer berücksichtigen.

## 3 Zu beantwortende Fragen

Gemäss Auftraggeber sind konkret die folgenden Fragen fundiert zu beantworten:

- a) **Um wie viel Prozent nehmen die durch den Bêché KGH 80 verursachten Erschütterungen durch die weichere Federung bei dem meist betroffenen Gebäude (Immissionsort) ab?**
- b) **Welcher Einfluss hat die neue, abgesenkte Abfederungsfrequenz auf den Immissionsort? (Absenkung von 6.0 Hz auf 4.0 Hz)**
- c) **Welcher Gewichtungsfaktor hat die Grundwasserspiegellage in Bezug auf die mögliche Zunahme der Erschütterungen?**

Das Gebäude der Progressastrasse 14, 3. OG, in Oberburg ist als Immissionsort zu betrachten.

## 4 Ausgeführte bodendynamische Untersuchungen

- a) Vorhandene Unterlagen wurden analysiert und auf das Problem bezogen ausgewertet.
- b) Bodendynamische Modellierung: Berücksichtigung der „weicheren“ Federung.
- c) Bodendynamische Modellierung: Einfluss der alten und neuen Abfederungsfrequenz.
- d) Bestimmung eines Gewichtungsfaktors für die Zunahme der Erschütterungen infolge Grundwasser.
- e) Zusätzlich wurden die gleichen Untersuchungen wie in a), b), c) und d) für den grösseren Schmiedehammer Lasco HO-U125 durchgeführt.

Gemäss Auftraggeber sollen die Ergebnisse aus den Untersuchungen wie folgt dargestellt werden:

- Geschwindigkeit [mm/s] = absolute Schwinggeschwindigkeit in horizontale Richtung.
- KBfmax [-] = höchster Taktmaximalwert, bewertetes Mass gemäss DIN 4150-2.
- KBFTr [-] = Beurteilungs-Schwingstärke, bewertetes Mass mit zeitlicher Verdünnung gemäss DIN 4150-2 (Annahme:  $T_e=6.5$  Std).

## 5 Untersuchungsergebnisse: Beantwortung der Fragen

### a) Um wie viel Prozent nehmen die durch den Bêché KGH 80 verursachten Erschütterungen durch die weichere Federung am Immissionsort ab?

Die Erschütterungen am Immissionsort nehmen dank der Einführung der „weicheren“ Federung um **ca. 31 %** ab.

In der folgenden Tabelle wird die Erschütterungsabnahme infolge der eingebauten neuen Federungen dargestellt. Der Grundwasserstand wurde als hoch angenommen, d.h. die unten angegebenen Werte zeigen den möglichen Höchstwert an Erschütterungen.

		Progressastrasse 14, 3. OG; 3414 Oberburg			
		vor Abfederung	nach Abfederung	Anhaltswerte nach DIN 4150-2	Reduktion nach Abfederung [%]
Geschwindigkeit	[mm/s]	0.45	0.31	x	<b>31</b>
KBfmax	[-]	0.23	0.16	Au = 0.20	
KBFTr	[-]	0.10	0.07	Ar = 0.10	

Tab. 1: Einfluss der weichen Federung

Wobei: Geschwindigkeit [mm/s] = absolute Schwinggeschwindigkeit in horizontale Richtung  
 KBfmax [-] = höchster Taktmaximalwert, bewertetes Mass gemäss DIN 4150-2  
 KBFTr [-] = Beurteilungs-Schwingstärke, bewertetes Mass mit zeitlicher Verdünnung gemäss DIN 4150-2, Annahme:  $T_e=6.5$  Std.

### b) Welcher Einfluss hat die neue, abgesenkte Abfederungsfrequenz auf den Immissionsort? (Absenkung von 6.0 Hz auf 4.0 Hz)

Die Absenkung der Abfederungsfrequenz bewirkt, wie erwartet, eine Erschütterungsreduktion beim Gebäude der Progressastr. 14, wobei diese in der für das Gebäude massgebenden horizontalen Richtung eintritt.

### c) Welcher Gewichtungsfaktor hat die Grundwasserspiegellage in Bezug auf die mögliche Zunahme der Erschütterungen?

Es wurde ein Gewichtungsfaktor in Abhängigkeit des Grundwasserstandes berechnet. Die Grundlagen dieser Berechnung sind zum einen die Grundwasserspiegeldaten des eingebauten Piezometers auf dem Gelände der Industrieschmiede Flükiger & Co AG, und zum anderen die regionalen Grundwasserspiegeldaten der letzten dreissig Jahren.

Gemäss dieser Untersuchung sind die Fundamente der Schmiedehämmer **70% der Zeit** in Kontakt mit dem Grundwasser. Das heisst in einem Jahr sind die Hammerfundamente gesamthaft mehr als 8 Monate oder etwa 70% von Wasser umgeben.

**Der vorgeschlagene Gewichtungsfaktor ist somit 0.7 [-].**

Die Schwingungswerte, unter Einbezug des Grundwassergewichtungsfaktors, für den Bêché KGH 80 können wie folgt angenommen werden:

		Progressastrasse 14, 3. OG; 3414 Oberburg	
		nach Abfederung und GW-Faktor	Anhaltswerte nach DIN 4150-2
Geschwindigkeit	[mm/s]	0.22	x
KBfmax	[-]	0.11	Au = 0.20
KBFT <sub>r</sub>	[-]	0.05	Ar = 0.10

Tab. 2: Einfluss der Grundwasser

Die totale Reduktion der Erschütterungen, infolge „weicherer“ Federungen und unter Berücksichtigung des Grundwassergewichtungsfaktors, würde die Beurteilungs-Schwingstärke bis ca. 52% reduzieren. Das folgende Diagramm fasst diese Ergebnisse zusammen.

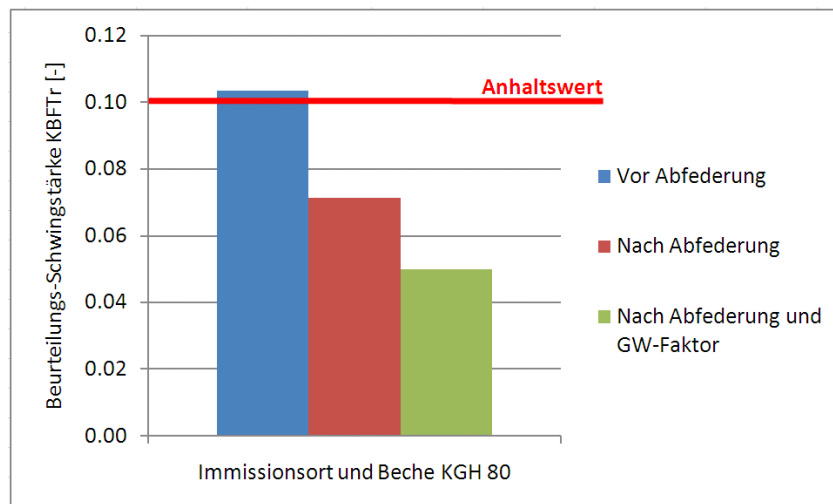


Abb. 1: Beurteilungs-Schwingstärke beim Immissionsort, wenn der Hammer Bêché KGH 80 arbeitet

Diese Ergebnisse gelten nur für den Immissionsort (Gebäude der Progressastrasse 14, 3. OG, in Oberburg).

#### 4 Fazit / Empfehlungen

Die durch die neue Abfederung des leichteren Bêché KGH 80 Hammers erreichte Erschütterungsreduktion beim Gebäude der Progressastrasse 14, 3 OG, in Oberburg beträgt 31% während des Betriebes bei hohem Grundwasserspiegel. Wird der Grundwassergewichtungsfaktor miteinbezogen, wird hingegen eine Reduktion von ca. 52% über das Arbeitsjahr erzielt.

Würde man beim schwersten Schmiedehammer LASCO-HOU 125 eine gleichwertige Abfederung vornehmen, bzw. die gleiche prozentuale Reduktion erzielen, würden die zu erwartende Erschütterungsbeträge die Normwerte DIN-4150-2 immer noch überschreiten.

Die möglichen Schwingungswerte, unter Einbezug der Abfederung und Grundwassergewichtungsfaktor, für den grösseren Hammer Lasco HO-U125 wären:

		Progressastrasse 14, 3. OG; 3414 Oberburg		
		vor mögliche Abfederung	nach Abfederung und GW-Faktor	Anhaltswerte nach DIN 4150-2
Geschwindigkeit	[mm/s]	1.13*	0.54	x
KBfmax	[-]	0.57	0.26	Au = 0.20
KBFT <sub>r</sub>	[-]	0.24*	0.12	Ar = 0.10

Tab. 3: Erschütterungswerte für den LASCO HO-U125

\* Die Werte vor der Abfederung wurden aus dem Bericht von Gartenmann Engineering AG vom 13. Okt. 2007 entnommen.

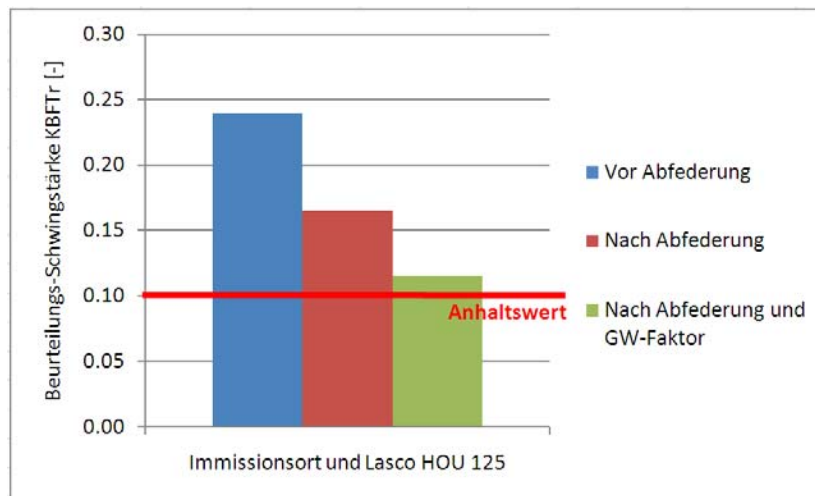


Abb. 2: Beurteilungs-Schwingstärke beim Immissionsort, wenn der Hammer LASCO HO-U125 arbeitet

Die angegebenen Werte wurden aus bodendynamischen Analysen mit dem geotechnischem FEM-Programm PLAXIS berechnet. Weil bei einer numerischen FEM-Analyse immer vereinfachende Modellannahmen bezüglich der Realität erforderlich sind, wird empfohlen, verifizierende Erschütterungsmessungen an Ort und Stelle auszuführen.

Bei allfälligen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

**Mit freundlichen Grüssen**

Sachbearbeitung  
S. Quinteros, Dipl. Bau. Ing. FH

Rapperswil, den 24.11.2010  
Institut für Bau und Umwelt IBU

*Hansruedi Schneider*

Hansruedi Schneider, Prof. Dr.

Abteilung Geotechnik

[hansruedi.schneider@hsr.ch](mailto:hansruedi.schneider@hsr.ch)

Zuhanden von:  
- Industrieschmiede Flükiger & Co AG  
- Beco Bern