

# Beurteilung von Erschütterungen

Sprengarbeiten im Steinbruch  
Homburger Höhe, Lengfurt

Januar bis Dezember 2023

**Sprengerschütterungen in Steinbruch fallen unter die Kategorie Einzelereignisse.**

Diese sind Ereignisse die zeitlich und räumlich so voneinander getrennt sind, dass die Wirkungen zweier aufeinander folgender Ereignisse nicht mehr zusammentreffen können. Daneben sind Sprengungen punktförmige, impulsartige Quellen.

Sprengerschütterungen, die aus mehreren räumlich und zeitlich getrennten Einzelladungen (das sind die Zündzeitstufen) bestehen, ergeben sich als Überlagerungen der Erschütterungen.

Die Stärke der Erschütterungen und der Einwirkungsbereich werden vor allem durch die Größe der Lademenge pro Zündzeitstufe und die Art der Sprengung bestimmt.

- Erschütterungsmessungen (Schwingungsmessungen) am Fundament einer der Einwirkung zugerichteten Hauswand, geben wesentliche Hinweise für die Beurteilung der Einwirkungen auf Bauwerke insgesamt. Bei Messungen an einer solchen Stelle wird sozusagen die Antwort des Bauwerks auf die Fundamentanregung durch Erschütterungen ermittelt.
- Bei allen nachfolgend dargestellten Messwerten an den 2 Standorten, waren die Erschütterungseinwirkungen am Fundament, nahe der aufgehenden Kellerwände so gering, dass keine übermäßigen Belastungen auftreten konnten.
- *Die ermittelten Werte für kurzzeitige Einwirkungen lagen alle unter 5 mm und somit unterhalb der Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 3 "Einwirkung auf bauliche Anlagen, vom Dezember 2016. (siehe Tabelle 1)*

## Anhaltswerte der DIN 4150, 12/2016, Teil 3

Tabelle 1: Anhaltswerte für $v_{i,max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude						
	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ in mm/s				
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$ Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken vertikal, $i = z$
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz <sup>a</sup>	alle Frequenzen	alle Frequenzen
Spalte Zeile	1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder ihrer Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 u. 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20 <sup>b</sup>
ANMERKUNG: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 bis 5 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden.						
a Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.						
b Unterabschnitt 5.1.2 Absatz 2 ist zu beachten.						

Beim Sprengen entsteht eine Druckwelle in der Luft. Diese wird durch die schlagartig expandierenden Sprenggase, welche mit den Luftpartikeln kollidieren, verursacht. Von ausschlaggebender Bedeutung für die Größe der entstehenden Druckwelle ist einmal die Lademenge je Zündzeitstufe, diese bestimmt das Volumen der Sprenggase und die Art der Wechselwirkung der Sprenggase mit der Luft.

Diese kann in Falle von unverdünnten, bis nahe dem Bohrlochmund beladenen Sprengbohrlöchern direkt sein oder, wie im gegebenen im Falle von gut besetzten Sprengbohrlöchern, indirekt über den Besatz erfolgen.

Auch atmosphärische Bedingungen wirken auf die mit dem Sprengen verbundenen Luftdruckentwicklung ein!

Dabei sind besonders ungünstig:

- *Nebelige, dunstige windstille Tage sowie Inversionswetterlagen*
- *(die oberen Luftschichten sind hierbei wärmer als die unteren).*
- *Durchziehende Kaltfronten.*
- *Perioden mit fallender Temperatur.*
- *Frühe Morgenstunden sowie auch an klaren Tagen die Zeit nach dem Sonnenuntergang.*
- *Niedere Wolkendicke, besonders an windstillen Tagen.*

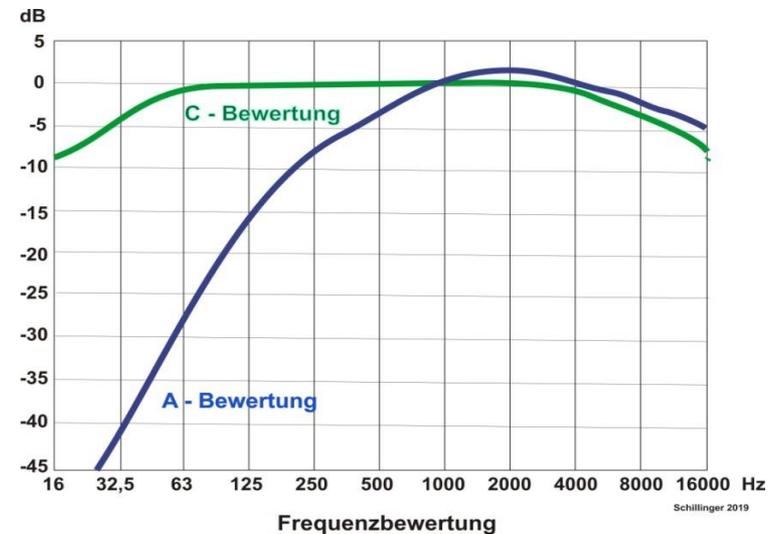
Auf Grund der unvermeidlich begleitenden Schallimmission bei Sprengungen, werden diese in vielen Fällen von Außenstehenden als besonders "groß" oder "stark,, empfunden obwohl dies, wie an allen Messgeräte – Standorten nachgewiesen wird, nicht der Fall ist.

Für den Menschen ist die Fühlbarkeitsschwelle einer Sprengung innerhalb eines Gebäudes oft erheblich niedriger, als außerhalb. Der Unterschied liegt vermutlich darin, dass der Schall innerhalb eines Bauwerks, vom Bauwerk selbst erzeugt wird.

## Darstellung der Schallpegel/Frequenzbewertung

Mit der Frequenz ändert sich auch die Lautstärke eines Schallereignisses.

Bei Sprengungen mit Frequenzen **unter 16 Hz** sind Schallereignisse für das menschliche Ohr nicht mehr wahrnehmbar.



In seinem Wohnbereich ist das Alltagsleben des Menschen dadurch charakterisiert, dass keine ständig wahrnehmbaren Erschütterungsimmissionen auf ihn einwirken, sondern nur einzelne Ereignisse, die vorwiegend von anderen Hausbewohnern einschließlich der Nachbarn hervorgerufen werden.

Abgestrahlte Körperschall-Immissionen werden hörbar, sobald sie den Grundgeräuschpegel überschreiten. Dieser ist in Wohngebieten verhältnismäßig niedrig anzusetzen und in einer TA Lärm festgelegt. Da der Mensch Erschütterungen und Luftschall somit in unterschiedlicher Weise wahrnimmt, sind auch unterschiedliche Bewertungsverfahren notwendig.

*(siehe auch „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm“, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5) in Kraft getreten am 9. Juni 2017)*

Nach der TRLV Lärm, Teil 1: Beurteilung der Gefährdung durch Lärm, August 2017, dient der Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  der Erfassung und Beurteilung akut gehörgefährdender Schallereignisse (z. B. Knalle, Explosionen)

Die gemessenen Schalleinwirkungen lagen bei einer  $L_{pC,peak}$  von ca. 100 dB(C)

unterschiedliche Filter dB(A) und dB(C)

79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	$L_{EX,8h}$ in dB(A)
134	135	136				137	138	139	140	141	142	143	$L_{pC,peak}$ in dB(C)



Grenzwert  $L_{pC,peak}$  137 dB(C)

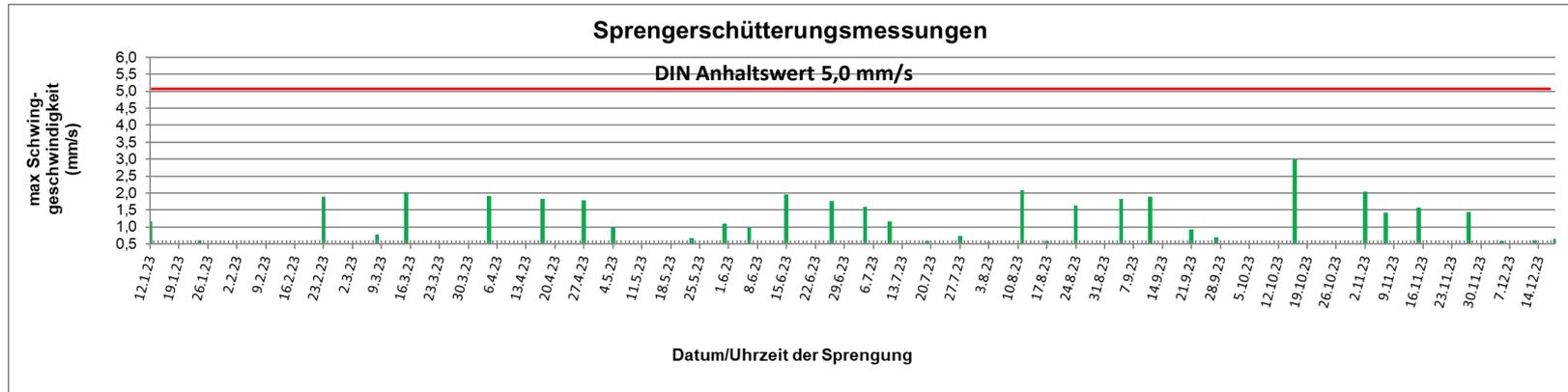
Die ermittelten Schallemissionen lagen unter den einzuhaltenden Grenzwerten.

## Auswertungen der Sprengerschütterungsmessungen im Jahr 2023

### Aufstellungsorte der Messgeräte

- |                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| 1. Homburg, im Kemmerich 7 | Gerät Code QUSOGE |
| 2. Erlenbach, Höhenweg 1   | Gerät Code MODIHE |

## Homburg, Im Kemmerich 7



### Anhaltswerte nach DIN 4150-2:

Bauwerksbezogene Wahrnehmungsstärke  $KB$ :

Nach der Formel 
$$KB = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{v_{\max}}{\sqrt{1 + (f/f_0)^2}}$$

## Homburg, Im Kemmerich 7

---

$f$		Frequenz bei $v_{max}$
$f_O$		Bezugsfrequenz 5,6 [Hz]
$v_{max}$		maximale Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
$KB$		dimensionslos
gemessene Werte: $f$	=	<10,0 [Hz]
$v_{max}$	=	3,00 [mm/s]
berechneter Wert: $KB_{ist}$	=	1,74
berechneter Wert: $KB_{Fmax}$	=	1,39 mit Resonanzbeteiligung $c_F$ 0,8
berechneter Wert: $KB_{Fmax}$	=	<b>1,04</b> ohne Resonanzbeteiligung $c_F$ 0,6
$KB_{Fmaxzulässig}$	=	<b>3</b> DIN 4150-02, Tabelle 1, Seite 6

---

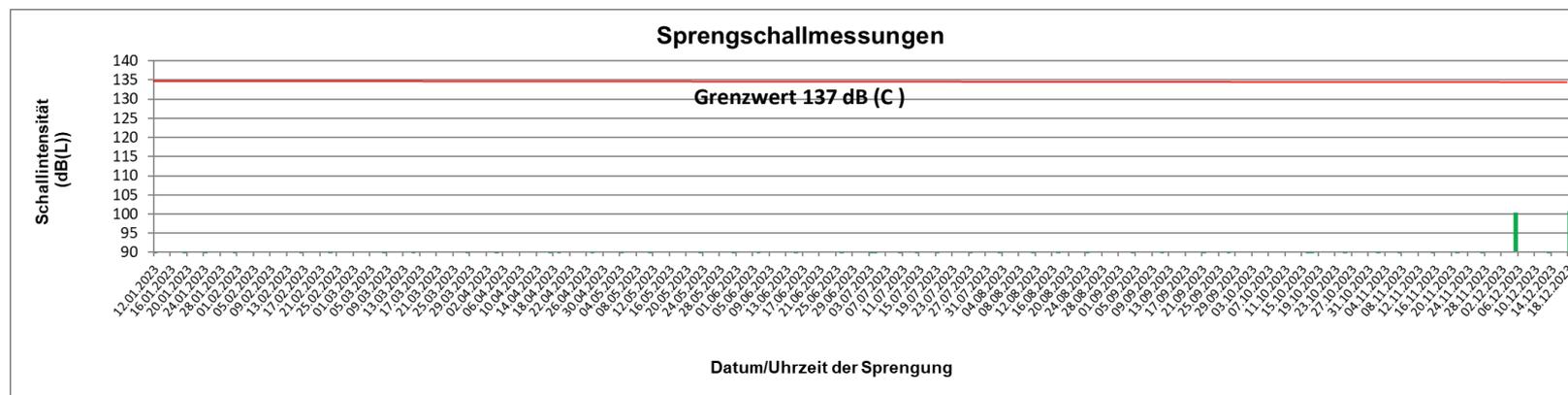
*lagen alle ermittelten  $KB$  – Werte unter dem Grenzwerte von 3*

## Erlenbach, Höhenweg 1

Nachdem über einen langen Zeitraum (>10 Jahre) anhand von Schallmessungen festgestellt wurde, dass kein übermäßiger Schalldruck während der Sprengungen anliegt, werden zukünftig diese Schallmessungen nur noch 1 x Jährlich bzw. bei größeren Sprenganlagen, durchgeführt. Die Messungen dienen der Eigenkontrolle zu umweltgerechten Sprengungen.

## Erlenbach, Höhenweg 1

Interdisciplinary Consultancy and  
Environmental Management



## 3.0 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 1311 (alle Teile) und die folgenden Begriffe.

### 3.1 Erschütterungen

mechanische Schwingungen fester Körper mit potentiell belästigender Wirkung für den Menschen oder schädigender Wirkung für bauliche Anlagen

### 3.2 Schaden

bleibende Folge einer Einwirkung, die eine Verminderung des Gebrauchswertes des betroffenen Bauwerks oder Bauteils im Hinblick auf seine Nutzung bedeutet

### 3.3 Anhaltswert

ein aus Erfahrung festgelegter Wert, bei dessen Einhaltung ein Schaden nicht eintritt

## 3.4 Betragsmaximalwert

$v_i$ , max betragsmäßig größter Wert des Signals  $v(t)$  in der Messrichtung  $i$  ( $i = x, y, z$ )

## 3.5 kurzzeitige Erschütterungen

Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens **nicht** ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge und Dauer **nicht** geeignet sind, um in der betroffenen Struktur eine wesentliche Vergrößerung der Schwingungen durch Resonanzerscheinungen zu erzeugen

## 3.6 Dauererschütterungen

alle Erschütterungen, auf die die Definition der kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft

## 3.7 oberste Deckenebene

oberste Geschosdecke, die auf tragenden Wänden aufliegt und die in der Regel eine aussteifende Wirkung in den beiden horizontalen Richtungen übernimmt