

Engineering Service Schmücker  
Dipl.-Ing. (RWTH) Guido A. Schmücker  
Sprengingenieur  
Bethleheimerstr. 59  
D-50126 Bergheim

04. März 2020



Von der IHK zu Köln öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Sprengtechnik und Immissionsbeurteilungen bei übertägigen und untertägigen Gesteinssprengungen.

## **GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME**

<b>Projekt</b>	<b>Bebauungsplanverfahren „Straßenmeisterei mit Rettungswache“ in 71106 Magstadt</b>
<b>Thema</b>	<b>Mögliche Beeinträchtigungen in der Durch- führung von Sprengarbeiten für das Unter- nehmen Natursteinwerke im Nordschwarzwald GmbH &amp; Co. KG im Werk Magstadt</b>
<b>Auftraggeber</b>	<b>Kurz und Fischer GmbH</b> Beratende Ingenieure Brückenstraße 9 71364 Winnenden

### **1 Allgemeine Erläuterungen und Aufgabenstellung**

Zur Verwirklichung einer neuen Straßenmeisterei mit Rettungswache auf der Gemarkung Magstadt wird derzeit ein neuer Bebauungsplan von der Gemeinde Magstadt aufgestellt. Mit Schreiben vom 24.01.2019 wurde das Landratsamt Böblingen von der Architektenpartnerschaft Stuttgart (ARP) im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens beteiligt. Das Landratsamt hat mit Schreiben vom 26.02.2019 zu dem Planentwurf vom 18.06.2018 Stellung genommen.

Bezüglich des Immissionsschutzes wird in dem Schreiben darauf verwiesen, dass die Fa. Natursteinwerke im Nordschwarzwald GmbH & Co. KG (kurz NSN) in der Nähe zum beabsichtigten Vorhaben einen Steinbruch mit gültiger Abbaugenehmigung betreibt. Durch die betriebsüblichen Gewinnungssprengungen werden Erschütterungen erzeugt, die auch auf die geplanten baulichen Anlagen der Straßenmeisterei einwirken. Die Höhe der Einwirkungen sind unter anderem abhängig von der eingesetzten Sprengtechnik und der tatsächlichen Entfernung.

Insofern sind folgende Punkte gutachterlich zu klären:

- Welches Erschütterungsniveau ist an den geplanten Bauwerken im Worst-Case-Fall zu erwarten?
- Sind aufgrund dessen zum Beispiel besondere bauliche Maßnahmen erforderlich?
- Oder würde der Steinbruchbetrieb durch das Vorhaben in seiner Gewinnungstechnik (Sprengtechnik) beeinträchtigt?
- Würde die aktuelle Lagergenehmigung für den Betrieb des eigenen Sprengmittellagers durch den Bau der Straßenmeisterei beschnitten?

## **2 Ausarbeitung**

Nachfolgend wird zu den oben genannten Themen Stellung bezogen.

### **2.1 Sprengerschütterungen**

Im Steinbruch der NSN wird mittels Bohr- und Sprengarbeit Muschelkalk und Dolomit abgebaut. Für eine interne Auswertung wurden im Werk Magstadt in 2019 52 Sprengungen durchgeführt und messtechnisch vom Büro des Unterzeichners begleitet bzw. ausgewertet. 84,6 % der Sprengungen wurden auf den Sohlen Sohle 2 und Sohle 3 (Gewinnung), 15,4 % auf Sohle 1 (Abraum) abgetan, so dass die Ergebnisse repräsentativ für die eingesetzte Sprengtechnik sind.

Zur Auswertung der Messdaten wurden die gesamten Protokolle der Sprengungen im Berichtszeitraum einzeln gesichtet. Neben diesen Protokollen liegen für 16 der 52 Sprengungen die Entfernungen zwischen den Sprenganlagen und der Messstelle (Waagenhaus) vor. Die Werte basieren auf den jeweils erfassten GPS-Daten, die für eine Errechnung des Übertragungswertes für Erschütterungen im Gebirge wichtig sind. Die erfasste minimale Entfernung bei den Messungen beträgt ca. 513 m, die maximale ca. 657 m zu dem im Waagenhaus positionierten digitalen Erschütterungsmessgerät Typ Menhir (Hersteller Semex Engcon).

Alle 52 Sprengungen im Betrachtungszeitraum sind am IO 01 - Waagenhaus - Fundament messtechnisch dokumentiert worden. Bei 31 Sprengungen wurde die am Schwingungsmessgerät eingestellte Triggerschwelle von 1,00 mm/s nicht überschritten. Die statistische Auswertung der Messdaten der übrigen 21 Sprengungen, bei denen Schwinggeschwindigkeiten größer der Triggerschwelle zu verzeichnen waren, ergibt einen maximalen Schwingwert von  $V_{\text{imax}} = 2,348 \text{ mm/s}$ .

### **2.2 Berechnung des verwendeten Gebirgsbeiwertes**

Für die rechnerische Prognose der Schwinggeschwindigkeit wird die Prognoseformel nach BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) verwendet, da es sich um einen zu beurteilenden Entfernungsbereich  $> 100 \text{ m}$  (Fernbereich) handelt. Für die Immissionsprognose setzt diese den Einfluss der maximalen Lademenge je Zündzeitstufe und die Immissionshöhe zur Entfernung zwischen Emissionsort (Sprenganlage) und Immissionsort (Bauwerk) in Beziehung. Die Formel korrespondiert mit den Vorgaben der DIN 4150-1 zur Prognoseermittlung.

$$\text{Sedimente: } V_i = K \cdot L^{0,6} \cdot R^{-1,5}$$

Darin bedeuten:

- $V_i$  = maximale Schwinggeschwindigkeit (mm/s)
- $L$  = Höchstlademenge/Zündzeitstufe (kg)
- $R$  = kürzeste Entfernung Sprengstelle - Immissionsort (m)
- $K$  = Gebirgsbeiwert

Sofern keine Erfahrungs- bzw. Messwerte vorliegen, wird der Gebirgsbeiwert  $K$  im Sedimentgestein mit dem Wert 969 angenommen.

Mit Hilfe der durchgeführten Erschütterungsmessungen im anstehenden und zu beurteilenden Festgestein wurde der Gebirgsbeiwert  $K$  in Abhängigkeit von  $L$  und  $R$  individuell errechnet.

Die statistisch aufbereiteten Ergebnisse der Berechnungen sind Tabelle 2 zu entnehmen. Dabei haben die auf Basis der Koch'sche Gleichung berechneten Werte rein informativen Charakter und werden nicht weiter berücksichtigt.

Insgesamt konnten die Gebirgsbeiwerte von 15 Sprengungen berechnet werden.

Der Maximalwert des nach der Formel BGR-Sediment berechneten Gebirgsbeiwertes beträgt  $K_{\text{max}} = 1517$  (Worst-Case 1). Der Median beträgt  $K_{\text{Median}} = 748$ .

Trotzdem wird für die Betrachtung in die Zukunft mit der vorhandenen Straßenmeisterei ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor verwendet, so dass die Berechnungen auch mit dem doppelten

Standardgebirgsbeiwert von  $K = 2 * 969 = 1938$  (Worst-Case 2) vergleichend durchgeführt werden.

	Berechnete Gebirgsbeiwerte K	
	Koch	BGR-Sedim.
	n = 15	
Maximalwert	104	1517
Median	49	748
Mittelwert	51	781

Tabelle 1: Statistische Auswertung der berechneten Gebirgsbeiwerte

### 2.3 Prognose der Schwinggeschwindigkeitswerte

Um den Worst-Case Fall für die Erschütterungseinwirkungen auf die zukünftigen Anlagen der Straßenmeisterei zu beurteilen, wird

- zum einen die geringstmögliche Entfernung von 400 m verwendet (s. Abb. 1). Diese minimale Entfernung berücksichtigt die Grundstücksgrenze der Straßenmeisterei und die Abbaugrenze des Steinbruchs. Die tatsächlichen Entfernungen der Sprengungen werden damit allesamt höher sein.
- zum anderen den jemals höchsten berechneten Gebirgsbeiwert von  $K = 1517$  (Worst Case 1) und
- zusätzlich den mit einer Sicherheit von Faktor 2 erhöhten Standard Gebirgsbeiwert von somit  $K = 1938$  (Worst Case 2) sowie
- weiterhin die in 2019 höchste maximale Lademenge je Zündzeitstufe von  $L_{\max} = 170,5$  kg.



Abb. 1: Minimal möglicher Abstand von 400 m zwischen Abbaugrenze des Steinbruchs und Grundstücksgrenze der Straßenmeisterei.

Die Ergebnisse gehen aus dem Anhang 1 (Schwinggeschwindigkeits-Abstandstabelle hervor). Demnach wären bei minimalen Abstandsverhältnissen und dem ungünstigsten Gebirgsbeiwert am Gebäudefundament Schwinggeschwindigkeiten von ca.  $V_{\max} < 5,3$  mm/s zu erwarten.

### 2.4 Bewertung nach DIN 4150 Teil 3 und Teil 2

Wie aus dem Anhang 2 ersichtlich ist, wird die geplante Straßenmeisterei auch ein Wohnhaus beinhalten, dass jedoch nur für eine betriebliche Nutzung und nicht zur Vermietung auf dem freien Wohnungsmarkt vorgesehen ist. Trotzdem ist davon auszugehen, dass sich dort dann dauerhaft Menschen im hier relevanten Tagesbereich von 06:00 bis 22:00 Uhr aufhalten werden.

Insofern besteht für dieses Wohngebäude neben dem für alle Gebäude und baulichen Anlagen auf dem Grundstück vorhandenen Schutzziel nach DIN 4150 Teil 3 (Einwirkungen auf bauliche Anlagen) auch ein Schutzziel nach DIN 4150 Teil 2 (Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden). Insofern gelten zunächst folgende Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 3, Tabelle 1 und Zeile 2:

Fundament:	$V_{\text{imax}} = 5,00 \text{ mm/s}$ (bei $< 10 \text{ Hz}$ )	
Geschossdecke, horizontale Achsen:	$V_{\text{imax}} = 15,00 \text{ mm/s}$	$V_{\text{progn.}} = 15,9 \text{ mm/s}$
Geschossdecke, vertikale Achse bzw. Deckenmitte:	$V_{\text{imax}} = 20,00 \text{ mm/s}$	$V_{\text{progn.}} = 15,9 \text{ mm/s}$

Bei derartigen Gebäuden ist von einem maximalen Überhöhungswert im Bereich von  $\ddot{U} = 3$  bis  $\ddot{U} = 4$ , in seltenen Fällen auch höher, auszugehen. Mit dem Überhöhungswert wird die Auswirkung der Fundamentanregung auf die Geschossdecken beschrieben.

Mit dem im Worst-Case-Fall 2 errechneten maximalen Schwinggeschwindigkeitswert von  $V_{\text{imax}} = 5,3 \text{ mm/s}$  am Gebäudefundament können diese Anhalts- bzw. Immissionswerte bereits bei einem Überhöhungswert von  $\ddot{U} = 3$  im Bereich des aufsteigenden Mauerwerks überschritten werden (vergl. rote Zahlenwerte). Diese Berechnung gilt aber nur für den minimalen Abstand im Bereich der Abbaugrenze. Da die meisten Entfernungen deutlich größer sind und Messwerte zumeist tiefer als die Worst-Case-Betrachtungen liegen, ist davon auszugehen, dass die Anhalts- und Immissionswerte der DIN 4150 Teil 3 eingehalten werden.

Die übrigen massiven Gebäude bzw. Anlagen können nach derzeitigem Kenntnisstand in die Zeile 1 der Tabelle 1 (DIN 4150 Teil 3) eingeordnet werden. Damit sind deutlich höhere als die fürs Wohnhaus verwendete Anhalts- bzw. Immissionswerte möglich, die somit sicher eingehalten werden.

Die Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 2 müssen nun noch zusätzlich betrachtet werden. Bei prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten in der Deckenmitte im Bereich von 15 bis 16 mm/s wären diese Vorgaben (hier ca.  $V_{\text{imax}} = 14,39 \text{ mm/s}$ ) leicht überschritten für den Überhöhungswert  $\ddot{U} = 3$ . Aber das gilt für die Worst-Case-Betrachtung, die geringste Entfernung und die meist ungünstige Prognoserechnung.

Sollte der Überhöhungswert größer als  $\ddot{U} = 3$  sein, sind für diesen Worst-Case Fall Überschreitungen zu erwarten.

Aus der Tabelle 2 gehen dazu die errechneten Schwinggeschwindigkeitswerte hervor, mit denen auf der Deckenmitte die Vorgaben der DIN 4150 Teil 2 (hier für Sprengungen, kurzzeitige Ereignisse bei Einhaltung der Sonderregelung fürs Sprengen) noch eingehalten werden können. Hier wird von einer Eigenfrequenz von Betondecken im Bereich von 30 Hz ausgegangen. Der cF-Wert von 0,8 (rechte Spalte) ist für diese Art der Anregung nicht in Betracht zu ziehen, da keine Resonanzerscheinungen zu erwarten sind. Diese Werte sind rein informativ mit angegeben.

Beurteilung Gewinnungssprengung (Steinbruch)		
	CF-Wert = 0,6 IWo = 6 Deckenmitte OG	CF-Wert = 0,8 IWo = 6 Deckenmitte OG
Frequenz Hz	$V_{\text{imax}}$ zulässig mm/s	$V_{\text{imax}}$ zulässig mm/s
10	16,21	12,16
15	15,10	11,32
20	14,69	11,01
25	14,49	10,87
<b>30</b>	<b>14,39</b>	10,79
35	14,32	10,74
40	14,28	10,71
45	14,25	10,69
50	14,23	10,67
<b><math>\ddot{U} = 3</math></b>	<b>4,80</b>	3,60
<b><math>\ddot{U} = 4</math></b>	<b>3,58</b>	2,69

Tab. 2: Umrechnung des Anhalts- bzw. Immissionswertes in Schwinggeschwindigkeit

### **2.5 Bewertung zum vorhandenen Sprengmittellager**

Die NSN betreibt auf dem zum Abbau genehmigten Steinbruchgelände ein vom Landratsamt Böblingen mit Datum vom 27.05.2019 genehmigtes Sprengmittellager. Die gutachterlichen Ausführungen, die zur Genehmigung des Sprengmittellagers führten. Für die entsprechenden Lagerumstände ist ein Abstand zu Wohngebäuden von ca.  $A = 251$  m erforderlich.

Es wird hiermit bestätigt, dass diese Entfernung zu dem Grundstück der Straßenmeisterei inklusive des geplanten Wohnhauses deutlich übertroffen wird.

## **3 Schlussfolgerungen**

Aufgrund der Entfernung zwischen Abbaugrenze und Grundstücksgrenze der geplanten Straßenmeisterei von minimal 400 m können folgende Schlussfolgerungen aufgestellt werden, die allesamt auf Grundlage von Worst-Case-Betrachtungen basieren:

- Bei vorausgesetzter Bauart und Ausführung nach dem Stand der Technik und dem Einsatz einer maximalen Lademenge je Zündzeitstufe von bis zu  $L_{\max} = 170,5$  kg bei den Sprengtätigkeiten der NSN, können an den auf dem Grundstück entstehenden Gebäuden und Anlagen rechnerisch keine Schäden entstehen, die auf Sprengerschütterungen zurückzuführen sind, wenn die Entfernung zu den Sprengstellen größer als 520 m ist. Dieses ist durch die Worst-Case-Fall 2 Betrachtung abgedeckt, bei dem auch ein hoher Überhöhungswert von  $\ddot{U} = 4$  verwendet wurde.
- Für die minimal vorhandene Entfernung zur Abbaugrenze von ca. 400 m lassen sich Überschreitungen der Anhalts- und Immissionswerte der DIN 4150 Teil 3 als auch Teil 2 nicht zur Gänze ausschließen.
- Die Sprengungen im Steinbruch der NSN können weiterhin wie bisher betriebsüblich ohne Einschränkungen durchgeführt werden. Dabei ist nicht davon auszugehen, dass die hier berücksichtigte maximale Lademenge je Zündzeitstufe von  $L_{\max} = 170,5$  kg überschritten wird.
- Da die NSN in der Ausübung Ihrer Sprengtätigkeit nicht beeinträchtigt werden soll, sind rein theoretisch für die Entfernungen  $> 400$  und  $< 500$  m (Abschätzung) leichte Schäden an dem Wohngebäude (nicht an den übrigen Gebäuden und Anlagen) möglich, da dieses Gebäude als das erschütterungsempfindlichste eingestuft wird.
- Da es sich bei dieser Aussage jedoch um eine mit deutlichen Sicherheiten belegte Aussage handelt und ggf. das Wohngebäude im Rahmen der übrigen Gebäude bzw. Anlagen ebenfalls massiv ausgeführt wird und zusätzlich erfahrungsgemäß nicht bis direkt an die Abbaugrenze abgebaut wird, müssen nach Einschätzung des Unterzeichners bei der Planung des Wohngebäudes keine zusätzlichen Maßnahmen zum Erschütterungsschutz getroffen werden.
- Das gilt in gleichem Maße für die betrieblichen Anlagen, die in der Regel massiv ausgeführt werden und für die nach DIN 4150 Teil 3 mindestens eine maximale Schwinggeschwindigkeit von ca.  $V_{\max} = 20,00$  mm/s ( $< 10$  Hz) erlaubt ist. Dieses Erschütterungsniveau wird nach Auffassung des Unterzeichners nie erreicht werden.
- Dabei ist davon auszugehen, dass auf dem Grundstück keine als besonders erschütterungsempfindliche Anlagen oder Gebäude geplant sind. Sollte dieses der Fall sein, so müssten weitergehende Betrachtung erfolgen.
- Sollten jedoch Schäden an dem Wohngebäude oder den weiteren Anlagen bzw. Gebäuden (auch kosmetischer Art) auftreten, so kann bei betriebsüblichem Verhalten der NSN bei den Sprengarbeiten diese nicht zur Rechenschaft gezogen werden, da rechnerisch ein gewisses Grundrisiko zur Überschreitung der Anhalts- und Immissionswerte gegeben ist.

Die NSN wird dafür Sorge tragen, dass die maximale Lademenge je Zündzeitstufe von  $L_{\max} = 170,5$  kg nicht überschritten wird, damit die hier berücksichtigten Grundlagen auch Gültigkeit haben können.

- Die Entfernung zum Sprengmittellager der NSN ist ausreichend groß, so dass sich für den Lagerbetrieb durch den Bau der Straßenmeisterei keine Beeinträchtigungen ergeben.

Die Aussagen implizieren, dass die NSN ihren Steinbruch zukünftig nicht in Richtung der neuen Straßenmeisterei erweitern will und sich damit die Entfernungen zu den schützenswerten Gebäuden und Anlagen der Straßenmeisterei verkürzen würden. In diesem Fall wären neue Berechnungen erforderlich.

Diese gutachterliche Stellungnahme habe ich entsprechend meines Eides als unabhängiger, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger nach bestem Wissen und Gewissen und nach dem mir bekannten Stand der Technik verfasst.



Dipl.-Ing. Guido A. Schmücker

---

Bergheim, 04. März 2020

## Anhang 1

Schwinggeschwindigkeits-Abstandstabelle			
NSN Magstadt			
Abstandsbereiche von: minimal:	250 m	maximal:	745 m
Berechnung auf der Grundlage einer konstanten Lademenge je Zündzeitstufe:			Anhang 1
Formeln zur Berechnung:			L = 170,50 kg
1) BGR-Sediment:		Worst-Case 1	K1=1517,0
2) BGR-Sediment:		Worst-Case 2	K2=1938,0
<b>Bemerkungen: Verwendung der maximalen Gebirgsbeiwerte</b>			
Tabelle der zu erwartenden Schwinggeschwindigkeiten			
Tabelle		Worst-Case 1	Worst-Case 2
		<b>Abstand (m)</b>	<b>V<sub>imax</sub>-BGR</b>
Abstandsbereich von:	250 m		
Abstandsschritte:	10 m		
		250 m	8,38 mm/s
		260 m	7,90 mm/s
		270 m	7,46 mm/s
		280 m	7,07 mm/s
		290 m	6,71 mm/s
		300 m	6,37 mm/s
		310 m	6,07 mm/s
		320 m	5,78 mm/s
		330 m	5,52 mm/s
		340 m	5,28 mm/s
		350 m	5,06 mm/s
		360 m	4,85 mm/s
		370 m	4,65 mm/s
		380 m	4,47 mm/s
		390 m	4,30 mm/s
		<b>400 m</b>	<b>4,14 mm/s</b>
<b>minimaler Abstand Grundstück zur Abbaugrenze</b>			<b>5,29 mm/s</b>
		410 m	3,99 mm/s
		420 m	3,85 mm/s
		430 m	3,71 mm/s
		440 m	3,59 mm/s
		450 m	3,47 mm/s
		460 m	3,36 mm/s
		470 m	3,25 mm/s
		480 m	3,15 mm/s
		490 m	3,05 mm/s
		500 m	2,96 mm/s
		510 m	2,88 mm/s
		520 m	2,79 mm/s
		530 m	2,71 mm/s
		540 m	2,64 mm/s
		550 m	2,57 mm/s
		560 m	2,50 mm/s
		570 m	2,43 mm/s
		580 m	2,37 mm/s
		590 m	2,31 mm/s
		600 m	2,25 mm/s
		610 m	2,20 mm/s
		620 m	2,15 mm/s
		625 m	2,12 mm/s
		635 m	2,07 mm/s
		645 m	2,02 mm/s
		655 m	1,98 mm/s
		665 m	1,93 mm/s
		675 m	1,89 mm/s
		685 m	1,85 mm/s
		695 m	1,81 mm/s
		705 m	1,77 mm/s
		715 m	1,73 mm/s
		725 m	1,70 mm/s
		735 m	1,66 mm/s
		745 m	1,63 mm/s
		755 m	1,60 mm/s

### Anhang 2

LANDRATSAMT BÖBLINGEN  
NEUBAU STRAßENMEISTEREI MAGSTADT



SKIZZE GRUNDSTÜCKSBEBAUUNG / BEBAUUNGSKONZEPTION

T2\_B-2\_SA-RFB\_Anlage\_04  
Stand: 14.01.2019

