

Müller-BBM GmbH  
Robert-Koch-Str. 11  
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0  
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner  
Telefon +49(89)85602 3177  
Andreas.Lackner@mbbm.com

24. Juli 2020  
M145371/02 Version 2 LCK/SCHJ

## **Niederbayerische Schotterwerke Rieger & Seil GmbH & Co. KG, Steinbruch Neustift/Ortenburg**

**Fachgutachten zu den Belangen des  
Erschütterungsschutzes bei  
antragsgemäßer Erweiterung  
der Abbaufäche in Richtung Südwesten**

**Rev. 1: Beschränkung der Begutachtung  
auf die zwischenzeitlich reduzierte  
Erweiterungsfläche**

**Bericht Nr. M145371/02**

<b>Auftraggeber:</b>	Niederbayerische Schotterwerke Rieger & Seil GmbH & Co. KG Neustift, Zum Steinbruch 1 94496 Ortenburg
<b>Bearbeitet von:</b>	Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner
<b>Berichtsversion:</b>	M145371/02 vom 24.07.2020 (ersetzt Version 1 vom 14.07.2020)
<b>Berichtsumfang:</b>	Insgesamt 23 Seiten, davon 21 Seiten Text, 2 Seiten Anhang

Müller-BBM GmbH  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk,  
Dr. Alexander Ropertz,  
Stefan Schierer, Elmar Schröder

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Zitierte Unterlagen</b>
<b>5</b>	
<b>2</b>	<b>Einleitung</b>
<b>6</b>	
2.1	Situation und Aufgabenstellung
6	
2.2	Örtliche Situation
7	
<b>3</b>	<b>Beurteilungskriterien</b>
<b>8</b>	
3.1	Erschütterungen, Beurteilungskriterien nach DIN 4150-2
8	
3.2	Erschütterungen, Beurteilungskriterien nach DIN 4150/3
11	
<b>4</b>	<b>Messtechnische Untersuchungen als Grundlage für die Prognose</b>
<b>12</b>	
4.1	Datum und Ort der Messungen
12	
4.2	Lage der Messpunkte
12	
4.3	Verwendete Messgeräte
14	
4.4	Durchführung der Messungen
14	
4.5	Messunsicherheiten
14	
4.6	Ausgangsdaten der Sprengungen
15	
<b>5</b>	<b>Messergebnisse</b>
<b>15</b>	
<b>6</b>	<b>Prognose für Immissionsorte</b>
<b>18</b>	
<b>7</b>	<b>Beurteilung der Ergebnisse</b>
<b>20</b>	
7.1	Beurteilung nach DIN 4150 Teil 3
20	
7.2	Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2
20	
<b>8</b>	<b>Auflagenvorschläge</b>
<b>21</b>	

**Anhang** Sprengprotokoll zur Messung

## Zusammenfassung

Die Niederbayerische Schotterwerke Rieger & Seil GmbH & Co. KG betreibt in Neustift/Ortenburg auf einer Fläche von insgesamt ca. 58,4 ha Anlagen zum Abbau und zur Verarbeitung der dortigen Granitvorkommen. Der Betrieb ist mit Bescheid des Landratsamtes Passau vom 22.06.2017 [1] genehmigt und die Abbaufäche des zugehörigen Steinbruchs beträgt derzeit ca. 42,4 ha. Das abgebaute Gestein wird als Gleis- und Straßenbauschotter, als Zuschlag für Splittbeton, Asphalt und als Wasserbaustein verwendet und im südbayerischen und oberösterreichischen Raum eingesetzt.

Zur Sicherung der Rohstoffversorgung ist eine Erweiterung des Abbaubereichs geplant. Dieser soll südwestlich des Steinbruchs um eine Fläche von insgesamt ca. 7 ha vergrößert werden.

Die Abbaufäche rückt damit an einige Wohnnutzungen im Umfeld des Steinbruchs näher heran. Andere bislang zu berücksichtigende Wohnhäuser sollen im Zuge des Vorhabens erworben und abgebrochen werden.

Es wurden daher Erschütterungsmessungen durchgeführt, um die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen durch die Sprengarbeiten im Bereich der nächstgelegenen Bebauung (im Erweiterungsbereich) prognostizieren und nach einschlägigen Regelwerken beurteilen zu können.

Die Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

Die prognostizierten Sprengerschütterungen auf Basis von Probemessung/Sprengung im westlichen Bereich des Steinbruchs zeigen, dass die Beurteilungskriterien nach DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 eingehalten werden können. Bezogen auf den südwestlichen Erweiterungsbereich müssen nur Einschränkungen bei der Durchführung von Sprengungen bei kleineren Abständen als ca. 125 m (Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2) bzw. 90 m (Beurteilung nach DIN 4150 Teil 3) zur nächstliegenden Bebauungen berücksichtigt werden. Bei geringeren Abständen muss entweder eine Reduzierung der Lademenge erfolgen oder eine messtechnische Überwachung in den Gebäuden durchgeführt werden. Sofern keine Sprengungen im Abraum notwendig werden, ist jedoch eine Unterschreitung dieser Abstände zu den nächstliegenden Immissionsorten nicht anzunehmen.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner  
Telefon +49 (89) 85602 – 3177

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM.

Die Akkreditierung besteht für den messtechnischen Teil unter Abschnitt 3 und 4.



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14119-01-01  
D-PL-14119-01-02  
D-PL-14119-01-03  
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für den in der  
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

## 1 Zitierte Unterlagen

Folgende Unterlagen fanden Verwendung:

- [1] Genehmigungsbescheid des Landratsamtes Passau, Az. 52.0.08/1700-04/02373-2017G01 vom 22.06.2017, Vollzug des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) vom 26.09.2002 (BGBl. I S. 3830) FNA 2129-8 und des Bayer. Immissionsschutzgesetzes (BayImSchG) vom 18.10.1974- BayRS 2129-1-1-U, zuletzt geändert durch Art. 2 RechtsbereinigungsG Umwelt v. 11.08.2009 (BGBl. I S. 2723)  
Wesentliche Änderung durch Erweiterung des Steinbruchs „Neustift“ auf den Grundstücken Fl. Nr. 1198 (Gemarkung Iglbach, Markt Ortenburg), Fl.Nr. 235 und 236 (Gemarkung Zeitlarn, Stadt Vilshofen an der Donau) und Fl.Nr. 233/2 (Weg, Gemarkung Zeitlarn, Stadt Vilshofen an der Donau)
- [2] DIN 45669-1: Messung von Schwingungsimmissionen. Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung. September 2010
- [3] DIN 45669-2: Messung von Schwingungsimmissionen. Teil 2: Messverfahren. Juni 2005
- [4] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen, Vorermittlung von Schwingungsgrößen. Juni 2001
- [5] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden. Juni 1999
- [6] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen. Dezember 2016
- [7] Sprengen, Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialministerium für Arbeit und Sozialordnung, Forschungsbericht IV von 1980
- [8] VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3; Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen, Beurteilung; Mai 1987 (zurückgezogen September 2002)
- [9] Lagepläne

## 2 Einleitung

### 2.1 Situation und Aufgabenstellung

Die Niederbayerische Schotterwerke Rieger & Seil GmbH & Co. KG betreibt in Neustift/Ortenburg auf einer Fläche von insgesamt ca. 58,4 ha Anlagen zum Abbau und zur Verarbeitung der dortigen Granitvorkommen. Der Betrieb ist mit Bescheid des Landratsamtes Passau vom 22.06.2017 [1] genehmigt. Die Abbaufäche des zugehörigen Steinbruchs beträgt derzeit ca. 42,4 ha. Das abgebaute Gestein wird als Gleis- und Straßenbauschotter, als Zuschlag für Splittbeton, Asphalt und als Wasserbaustein verwendet und im südbayerischen und oberösterreichischen Raum eingesetzt.

Zur Sicherung der Rohstoffversorgung ist eine Erweiterung des Abbaubereichs geplant. Dieser soll südwestlich des Steinbruchs um eine Fläche von insgesamt ca. 7 ha vergrößert werden.

Die Abbaufäche rückt damit an einige Wohnnutzungen im Umfeld des Steinbruchs näher heran. Andere bislang zu berücksichtigende Wohnhäuser sollen im Zuge des Vorhabens erworben und abgebrochen werden.

## 2.2 Örtliche Situation

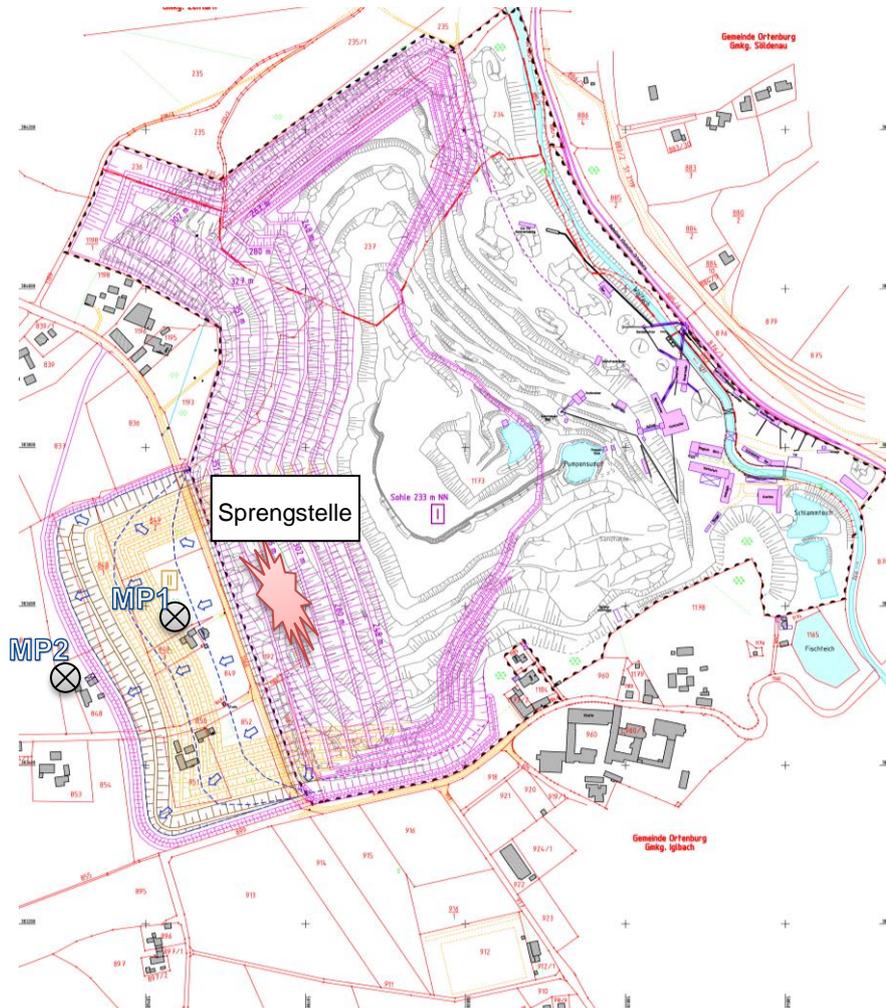


Abbildung 1. Lageplan der Steinbrucharanlage im Bestand sowie Sprengstelle und Messpunkte; geplante Erweiterung des Abbaubereichs Richtung südwesten.

Die Erweiterungsflächen befinden sich südwestlich des bestehenden Gewinnungsbereichs. Direkt an die Erweiterungsflächen angrenzend befinden sich vor allem landwirtschaftlich genutzte Flächen. Durch die Erweiterung nähert sich der Gewinnungsbetrieb einem im Südwesten befindlichen Wohnhaus (Am Grünholz 5) und den Wohnhäusern an der Straße „Zum Rohrmeier“ mit den Hausnummern 4 bis 6 auf noch geringeren Abstand an.

Die Messungen der Sprengerschütterungen wurden im westlichen Bereich des Steinbruchs der Niederbayerischen Schotterwerke durchgeführt. Die Messpunkte wurden daher ebenfalls westlich des Steinbruchs angeordnet.

### 3 Beurteilungskriterien

#### 3.1 Erschütterungen, Beurteilungskriterien nach DIN 4150-2

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen wird die bewertete Schwingstärke  $KB_F(t)$  herangezogen.

Die bewertete Schwingstärke  $KB_F(t)$  ist dabei nach DIN 45 669-1 [2] als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0.125 sec, "FAST") definiert.

Die Beurteilung erfolgt nach DIN 4150 - 2 [3] anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

- $KB_{Fmax}$ , die maximale bewertete Schwingstärke,
- $KB_{FTr}$ , die Beurteilungsschwingstärke.

Die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke  $KB_F(t)$ , welche während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt.

Die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse. Die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  wird mit Hilfe eines Taktmaximalwertverfahrens (Taktzeit = 30 sec) ermittelt.

Die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  ergibt sich dabei nach folgender Gleichung:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{T_r}} \quad (1)$$

mit

$T_r$  = Beurteilungszeit (tags 16 Std., nachts 8 Std.)

$T_e$  = Einwirkzeit

$KB_{FTm}$  = Taktmaximal-Effektivwert. Dieser ergibt sich aus der Wurzel aus den Mittelwerten der quadrierten Taktmaximalwerte ( $KB_{Fmax}$ -Werte) der Einzelereignisse (hier Zugfahrten) ist.

Die Beurteilung erfolgt nach nachstehend beschriebener Vorgehensweise.

Ermittlung der maximale bewerteten Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  und Vergleich mit den Anhaltswerten  $A_u$  und  $A_o$  nach Tabelle 1:

- Ist  $KB_{Fmax}$  kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert  $A_u$ , dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.
- Ist  $KB_{Fmax}$  größer als der (obere) Anhaltswert  $A_o$ , dann ist die Anforderung nicht eingehalten.
- Ist  $KB_{Fmax}$  größer als  $A_u$ , aber kleiner, höchstens gleich  $A_o$ , gilt die Anforderung dieser Norm dann als eingehalten, wenn die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FT}$  nicht größer als  $A_r$  nach Tabelle 1 ist.

Die in der DIN 4150-2 [5] angegebenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen sind in Tabelle 1 aufgelistet:

Tabelle 1. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 (Tabelle 1) für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Betriebspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	<b>6</b>	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vgl. Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	<b>0,2</b>	<b>5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,15</b>	<b>0,3</b>	<b>0,07</b>
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. Reine Wohngebiete § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. Krankenhäuser, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung - BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 - 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen worden ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Für die Beurteilung von Sprengerschütterungseinwirkungen gelten nach DIN 4150 Teil 2 Absatz 6.5.1 folgende Besonderheiten:

- Für seltene auftretende und nur kurzzeitig einwirkende Erschütterungen bis zu 3 Ereignissen je Tag, z. B. Sprengerschütterungen, gilt die Anforderung als eingehalten, wenn die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  kleiner oder gleich dem (oberen) Anhaltswert  $A_o$  nach Tabelle 1 ist. Die Ermittlung von  $KB_{FTr}$  und der Vergleich mit  $A_r$  entfallen. Dies gilt grundsätzlich auch für Erschütterungen, die von Gewinnungssprengungen verursacht werden, mit folgenden zusätzlichen Regelungen:
  - Folgen mehrere Sprengungen unmittelbar aufeinander gelten diese im Sinne der Norm als ein Ereignis. Wird von dieser Regel Gebrauch gemacht, dürfen aber insgesamt nicht mehr als 15 Sprengungen in der Woche stattfinden.
  - Wenn die Sprengungen werktags mit Vorwarnung der unmittelbar Betroffenen in den Zeiten von 7 bis 13 Uhr oder von 15 bis 19 Uhr erfolgen, gelten in Gebieten nach Tabelle 1, Zeile 3 und 4 der DIN 4150- 2 auch die  $A_o$ -Werte nach Zeile 1, wenn nur ein Ereignis je Tag stattfindet.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anhaltswerte indikatorischen Charakter haben und eine Beurteilung jeweils im Einzelfall – auch unter Berücksichtigung der Messunsicherheit – zu erfolgen hat.

In der VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3<sup>1</sup> [8] werden Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung angegeben:

Tabelle 2. Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung.

<b>KB-Werte</b>	<b>Beschreibung der Wahrnehmung</b>
< 0,1	nicht spürbar
0,1	Fühlschwelle
0,1 – 0,4	gerade spürbar
0,4 – 1,6	gut spürbar
1,6 – 6,3	stark spürbar

<sup>1</sup> Die VDI 2057, Blatt 3, wurde im September 2002 zurückgezogen, da im Zuge der Anpassung der Arbeitsrichtlinien an das europäische Recht sich für diesen Bereich die Bewertungsverfahren geändert haben. Der in der zurückgezogenen Richtlinie beschriebene Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und der subjektiven Wahrnehmung von Erschütterungseinwirkungen kann aber weiterhin allgemein gültig verwendet werden.

### 3.2 Erschütterungen, Beurteilungskriterien nach DIN 4150/3

Die Bewertung der Erschütterungsimmissionen zur Beurteilung von Gebäudeschäden richtet sich nach den Vorgaben der DIN 4150-3 [6].

Hierbei werden Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes nicht eintreten. Ob eine Verminderung des Gebrauchswertes vorliegt, ist nach den entsprechenden Gebäuden zu entscheiden. Die anzusetzenden Kriterien für eine Beurteilung reichen hierbei von auftretenden Rissen im Putz bis zur Beeinträchtigung bzw. Verminderung von Tragfähigkeiten und Stand sicherheiten von Gebäuden, Bauteilen und Decken.

In der DIN 4150-3 [6] werden Anhaltswerte für die zulässigen Schwinggeschwindigkeiten für das Gesamtbauwerk für kurzzeitige Erschütterungseinwirkungen und Dauererschütterungen genannt. Die Angaben beziehen sich auf Spitzenwerte der Schwinggeschwindigkeit.

Tabelle 3. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen nach DIN 4150 - 3, Tabelle 1.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_i$ in mm/s				
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken, vertikal, $i = z$
		Frequenzen				
		< 10 Hz	10 bis 50 Hz	50 bis 100 Hz <sup>a</sup>	alle Frequenzen	alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 – 40	40 – 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder ihrer Nutzung gleichartige Bauten	5	5 – 15	15 – 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 – 8	8 – 10	8	20 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.  
<sup>b</sup> Zur Verhinderung leichter Schäden, kann eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden

Werden die Anhaltswerte nach Tabelle 3 überschritten, so folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten. Bei deutlichen Überschreitungen sind weitergehende Untersuchungen erforderlich.

Wenn Bauwerke in Oberschwingungen angeregt werden, können die Höchstwerte auch in anderen Deckenebenen oder in der Fundamentebene auftreten. Für ihre Beurteilung dürfen ebenfalls die Werte der Tabelle 3 herangezogen werden.

Zusätzlich zur Beurteilung des Gesamtbauwerkes hinsichtlich der Wirkung von Erschütterungen müssen Bauteilschwingungen wie Decken- und Wandschwingungen betrachtet werden. Wird der entsprechende Anhaltswert nicht überschritten, treten bei Geschossdecken von Gebäuden nach Tabelle 3, Zeile 1 und 2 erfahrungsgemäß noch keine Schäden auf, die eine Verminderung des Gebrauchswertes des Gebäudes nach sich ziehen.

## 4 Messtechnische Untersuchungen als Grundlage für die Prognose

### 4.1 Datum und Ort der Messungen

#### Messung während der Sprengung

Die erschütterungstechnische Untersuchung wurde am 26. Juli 2016 am Oberholz 1 und 3 durchgeführt. Die Messungen wurden von Dipl.-Geol. Wolfgang Daiminger und Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner ausgeführt.

### 4.2 Lage der Messpunkte

#### Messung während der Sprengung

Insgesamt wurden 2 Messpunkte auf dem Baugrundstück eingerichtet. Die Lage und Zuordnung der Messpunkte sind unter Punkt 2.2 in Abbildung 1 dargestellt. Eine Beschreibung befindet sich in nachfolgender Tabelle 4.

Tabelle 4. Anordnung der Messpunkte während der Sprengung.

Messpunkt Nr.	Lage (Bestand/zum Messzeitpunkt)	Abstand zur Sprengstelle
MP1	Treppenstufe außen (zum Oberholz 1)	ca. 100 m
MP2	Fundamentplatte (zum Rohrmeier 3)	ca. 280 m

Bilder zu den Messpunkte MP1 und MP2 sind nachfolgend dargestellt.



Abbildung 2. Messpunkt MP1, Zum Oberholz 1.

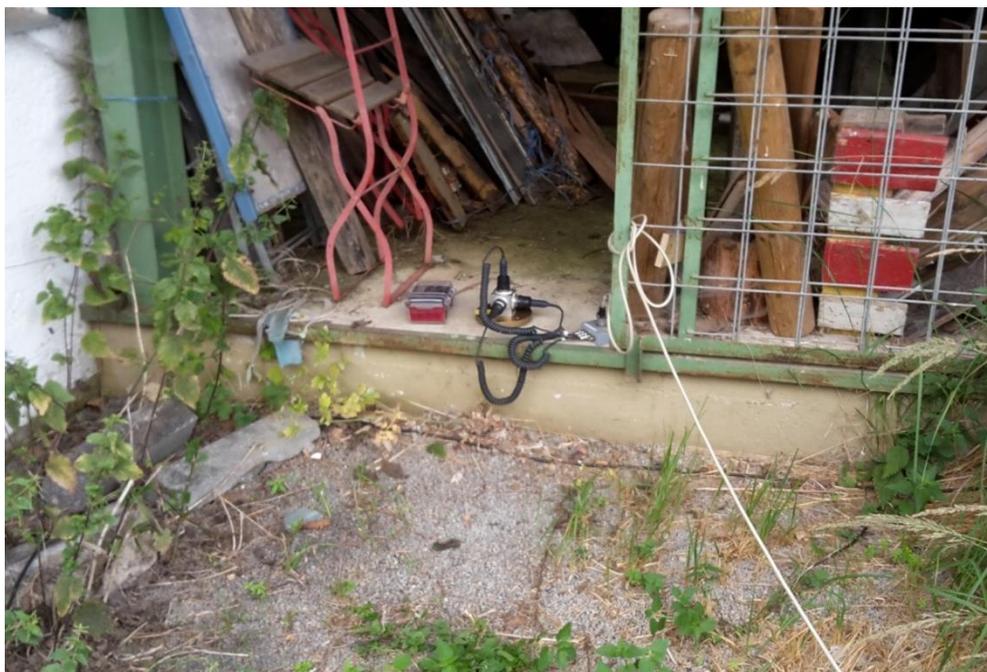


Abbildung 3. Messpunkt MP2, Zum Rohrmeier 3.

Die Beschleunigungsaufnehmer wurden auf einem Aluminiumwürfel triaxial angeordnet. Der Würfel ist auf einer Metallplatte befestigt, welche (wackelfrei) über drei Stützstellen aufgestellt ist. Die Befestigungsvorrichtungen entsprechen den Vorgaben der DIN 45669-2 [3].

### 4.3 Verwendete Messgeräte

Die zur Messung verwendeten Messgeräte sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die verwendeten und nachfolgend aufgeführten Messgeräte wurden vor und nach der Messung auf ihre einwandfreie Funktion überprüft. Im Rahmen des hauseigenen Qualitätssicherungssystems werden die Geräte zusätzlich in regelmäßigen Abständen überwacht und auf nationale Normale rückführbar kalibriert.

Tabelle 5. Verwendete Messgeräte.

Gerät	Hersteller	Typ	Seriennummer
<b>Messung während der Sprengung</b>			
Piezelektrische Schwingbeschleunigungsaufnehmer (Empfindlichkeit 0,1 V/ms <sup>-2</sup> )	PCB	393A03	Mp1x: 10499 Mp1y: 25349 Mp1z: 10495 Mp2x: 6226 Mp2y: 25351 Mp2z: 6227
Kalibrator für Schwingungsaufnehmer	Metra	VC 12	950148
Messdatenerfassungssystem MKII	Mecalp		
Bestehend aus:			
Controller		PQ12	Alle Mp: 0408M1887
Messdateneingangskarte		SC42	Alle Mp: 1008M5170
Messkarteneingangsmodule		ICP422	Mp1-4: 0806M3037

### 4.4 Durchführung der Messungen

Die beschleunigungsproportionalen Messsignale aller installierten Messsensoren wurden mittels Kabelverbindung über ein Messdatenerfassungssystem (Verstärker, Filter, 24-Bit-AD-Wandler) in eine mobile Rechenanlage eingespeist und auf Festplatte gespeichert. Gleichzeitig wurden über digitale Filter über die jeweils erfasste Messzeit Terzspektren (rms, Zeitkonstante „Fast“) berechnet.

### 4.5 Messunsicherheiten

Die für die Schwingungsmessungen in Verbindung mit den MKII-Modulen und der Pak-Analysesoftware eingesetzten Geräte entsprechen den Vorgaben für Schwingungsmesser nach DIN 45669-1 [2]. Die Vertrauensgrenze für effektivwertbasierte Messwerte beträgt nach DIN 45669-2 [3] ca. 15 %.

#### 4.6 Ausgangsdaten der Sprengungen

Die Ausgangsdaten der Sprengungen (Lademege je Zeitstufe, Anzahl der Zeitstufen, Zeitraum zwischen den Zeitstufen) wurden durch die Niederbayerischen Schotterwerke zur Verfügung gestellt und sind im Anhang A (Angaben zur Sprengung durch die Niederbayerischen Schotterwerke) zu entnehmen. Diese Angaben konnten durch Müller-BBM nicht überprüft werden, werden aber als plausibel beurteilt.

### 5 Messergebnisse

Die Messergebnisse (Zeitverläufe der maximalen Schwinggeschwindigkeiten, die ermittelten Schmalbandspektren und die *KB*-Zeitverläufe) können den nachfolgenden Abbildungen und Tabellen entnommen werden.

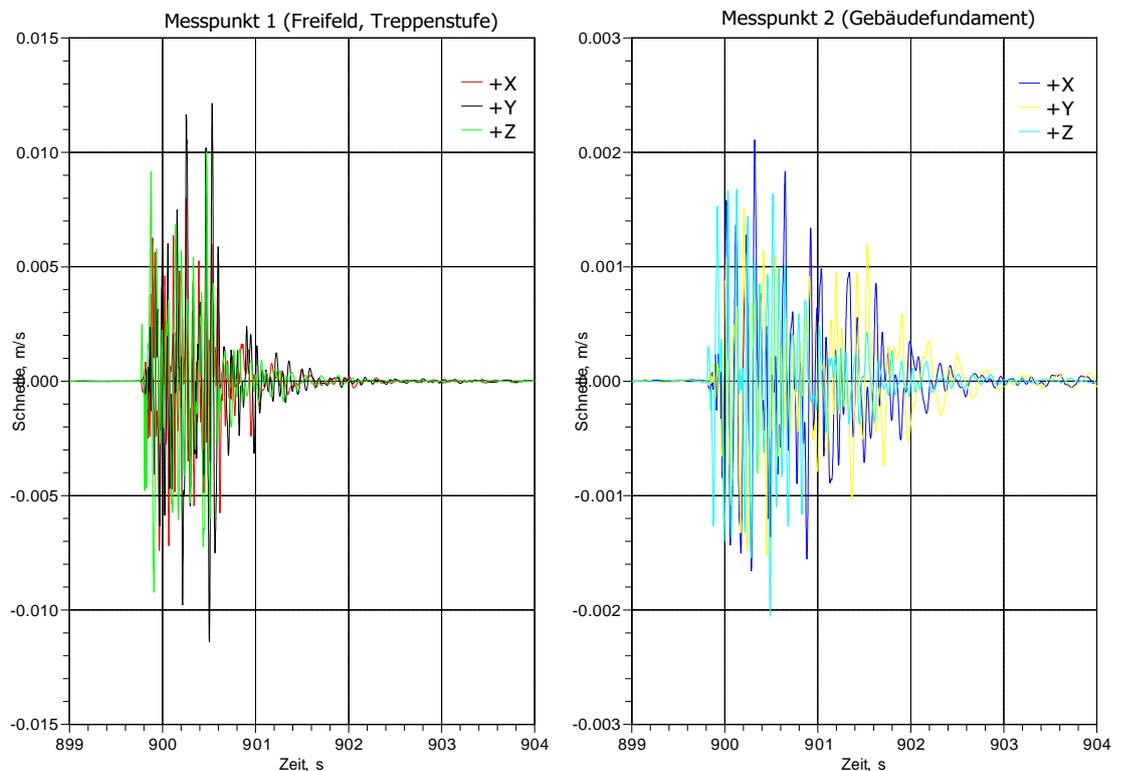


Abbildung 4. Messergebnisse; max. Schwinggeschwindigkeiten der Komponenten je Messpunkt.

Bemerkung: Zur besseren Darstellung des Signals wurde der Bereich der y-Skalierung des Messpunkts 2 in Abbildung 4 angepasst. Die Signale der Schwingungsamplituden der beiden Messpunkte unterscheiden sich somit ca. um einen Faktor 5.

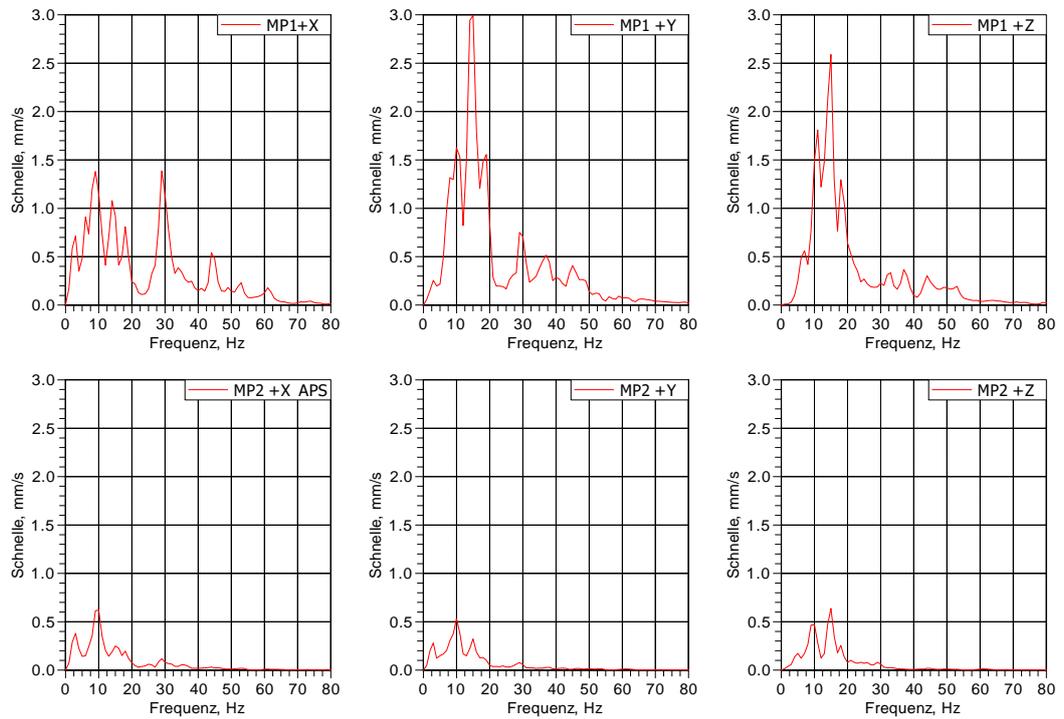


Abbildung 5. Messergebnisse; Bestimmende Frequenzen der Zeitverläufe der Schwinggeschwindigkeiten in Hz während der Sprengung je Messpunkt.

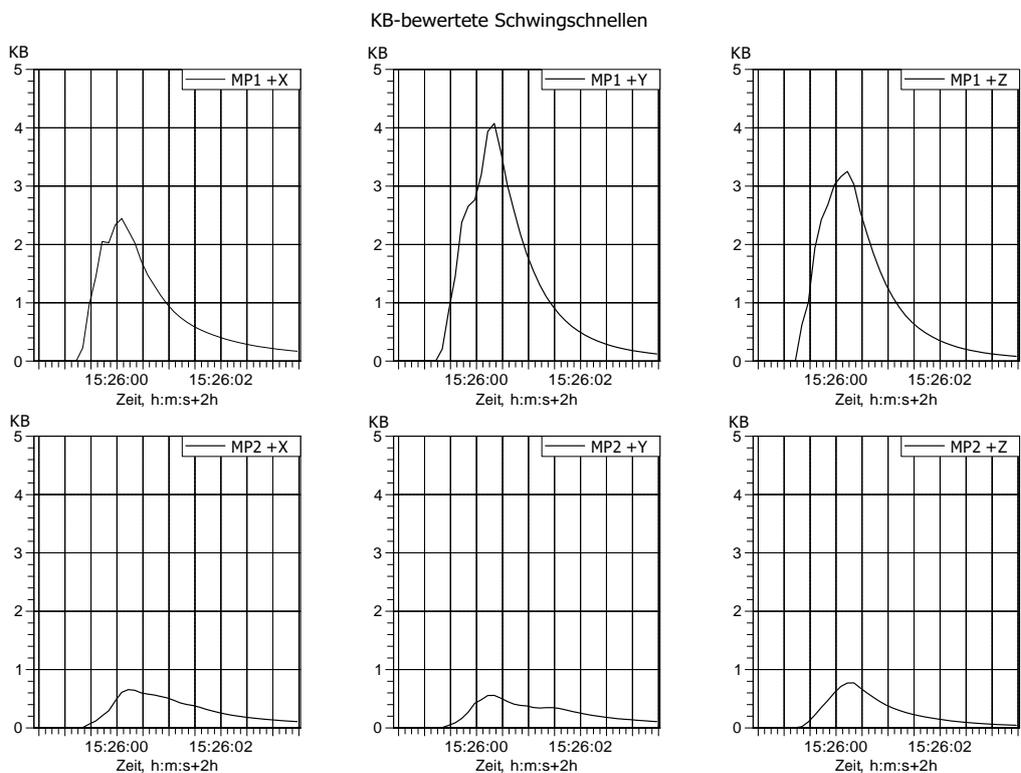


Abbildung 6. KB-bewertete Schwingschnellen je Messpunkt.

## Zusammenfassung der Spitzenwerte der Schwinggeschwindigkeiten in mm/s

Nach DIN 4150 -1 [4] Absatz 4.3 (Übertragung auf Bauwerke) kann angenommen werden, dass sich die Erschütterungen vom Boden auf das Gebäudefundament halbieren (Übertragungswert 0,5). Dies wird nachfolgend für den MP1 berücksichtigt, da dieser im Freifeld installiert wurde. MP2 wurde hingegen auf einer Fundamentplatte aufgestellt. Daher ist für diesen Messpunkt kein Übertragungswert zu berücksichtigen.

Tabelle 6. Ergebnisse der Messungen der Sprengerschütterungen; Spitzenwerte der Schwinggeschwindigkeiten in mm/s.

Ort	Bestimmende Frequenz [Hz]	Maximale Schwinggeschwindigkeit [mm/s]	Anhaltswert nach DIN 4150-3 [mm/s]	Prozentuale Ausschöpfung des Anhaltswerts
Freifeld Mp1 x	10	7,9/2 = 3,95	5	79 %
Freifeld Mp1 y	16	11,7/2 = 5,85	6,6	88,5 %
Freifeld Mp1 z	16	10,0/2 = 5	6,6	76 %
Fundament Mp2 x	10	2,1	5	42 %
Fundament Mp2 y	10	0,9	5	18 %
Fundament Mp2 z	16	0,8	6,6	12 %

## Zusammenfassung der maximale bewertete Schwingstärke $KB_{Fmax}$

Nachfolgend sind die gemessenen maximal bewerteten Schwingstärken an Messpunkten aufgeführt.

Tabelle 7. Ergebnisse der Messungen der Sprengerschütterungen; maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  bezogen auf den Anhaltswert  $A_0$  nach DIN 4150-2 für Reine und Allgemeine Wohngebiete.

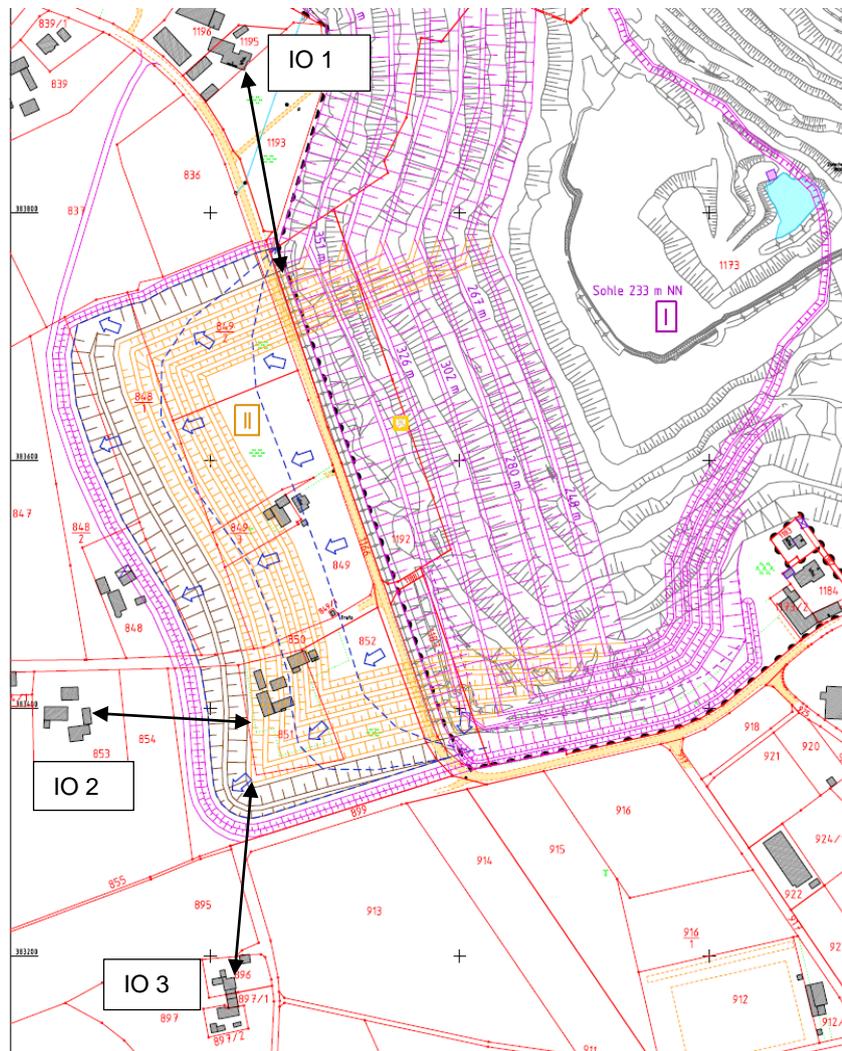
Ort	Maximale bewertete Schwingstärke $KB_{Fmax}$	Anhaltswert $A_0$ nach DIN 4150-2	Prozentuale Ausschöpfung des Anhaltswerts
Freifeld Mp1 x	2,4	6	40 %
Freifeld Mp1 y	4	6	66,7 %
Freifeld Mp1 z	3,2	6	53,3 %
Fundament Mp2 x	0,7	6	11,7 %
Fundament Mp2 y	0,6	6	10 %
Fundament Mp2 z	0,8	6	13,3 %

## 6 Prognose für Immissionsorte

Nachfolgend werden für drei Gebäude in jeweils geringstem Abstand in nördlicher, unmittelbar westlicher und südlicher Nachbarschaft zur Erweiterungsfläche die zu erwartenden Schwingungsimmissionen exemplarisch prognostiziert. Die Abstände beziehen sich auf die nächstliegende Sprengkante (s. Abbildung).

Tabelle 8. Betrachtete Immissionsorte.

Immissionsort	Adresse	Abstand (m)
IO 1	Oberholz 4	Ca. 160 m
IO 2	Zum Rohrmeier 4	Ca. 130 m
IO 3	Am Grünholz	Ca. 140 m



Auf Basis der Ergebnisse der Messung und unter Ansatz des Abstand-Mengen-Gesetzes [7]

$$v_{res} = k * L^b * R^n \text{ (Abstand-Mengen-Gesetz)}$$

mit

$v_{res}$  = resultierende Schwingschnelle

$k$  = 179

$L$  = 34 kg (Lademenge)

$b$  = 0,852

$n$  = -1,16

$R$  = Abstand in Meter

wurden nachfolgende resultierende Schwingschnellen an den Immissionsorten als Fundamentalschwingungen (= 0,5 \* Freifeld nach [4]) prognostiziert.

Tabelle 9. Resultierende Schwingschwindigkeiten am Fundament.

Immissionsort	Adresse	Res. Schwingschnelle (mm/s)
IO 1	Oberholz 4	5,01
IO 2	Zum Rohrmeier 4	6,37
IO 3	Am Grünholz 5	5,85

Entsprechend der an MP1 erhobenen Zusammensetzung der Komponenten (x,y,z) ergeben sich folgende Werte:

Immissionsort – Komponente	Adresse	Schwingschnelle (mm/s)
IO 1 x		2,28
IO 1 y	Oberholz 4	3,39
IO 1 z		2,90
IO 2 x		2,91
IO 2 y	Zum Rohrmeier 4	4,31
IO 2 z		3,69
IO 3 x		2,67
IO 3 y	Am Grünholz 5	3,96
IO 3 z		3,38

Folgende  $KB_{Fmax}$ -Werte lassen sich hierdurch unter Berücksichtigung einer typischen Überhöhung von 12 dB bei Impulsanregung und der messtechnisch erhobenen Frequenzverteilung für die Obergeschosse angeben:

Immissionsort	Adresse	$KB_{Fmax}$
IO 1	Oberholz 4	4,6
IO 2	Zum Rohrmeier 4	5,9
IO 3	Am Grünholz 5	5,4

## 7 Beurteilung der Ergebnisse

Die nachfolgende Beurteilung nach DIN 4150-3, -2 erfolgt auf Basis der Prognose für die Immissionsorte 1 bis 3.

### 7.1 Beurteilung nach DIN 4150 Teil 3

Die nachfolgende Tabelle 10 stellt die Prognoseergebnisse der zu erwartenden Schwinggeschwindigkeiten am Fundament den ungünstigsten Anhaltswerten der DIN 4150-3 Tabelle 1 gegenüber:

Tabelle 10. Beurteilung der Immissionsorte nach DIN 4150-3.

Immissionsort – Komponente	Adresse	Schwingschnelle (mm/s)	Anhaltswert nach DIN 4150-3 [mm/s]	Prozentuale Ausschöpfung des Anhaltswerts
IO 1 x		2,28	5	45,6 %
IO 1 y	Oberholz 4	3,39	5	67,8 %
IO 1 z		2,90	5	58,0 %
IO 2 x	Zum	2,91	5	58,2 %
IO 2 y	Rohrmeier	4,31	5	86,2 %
IO 2 z	4	3,69	5	73,8 %
IO 3 x		2,67	5	53,4 %
IO 3 y	Am	3,96	5	79,2 %
IO 3 z	Grünholz 5	3,38	5	67,6 %

Wie Tabelle 10 zeigt, muss nicht mit Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 gerechnet werden.

### 7.2 Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2

Tabelle 11. Beurteilung der Immissionsorte nach DIN 4150-2.

Immissionsort	Adresse	KBFmax	Prozentuale Ausschöpfung des Anhaltswerts (A <sub>0</sub> =6)
IO 1	Oberholz 4	4,6	77%
IO 2	Zum Rohrmeier 4	5,9	98%
IO 3	Am Grünholz 5	5,4	90%

Wie Tabelle 11 zeigt, muss – sofern von Sprengungen im Abraum abgesehen werden kann – bei unveränderter Lademenge gerade nicht mit Überschreitungen des oberen Anhaltswerts (A<sub>0</sub>= 6) nach DIN 4150-2 gerechnet werden.

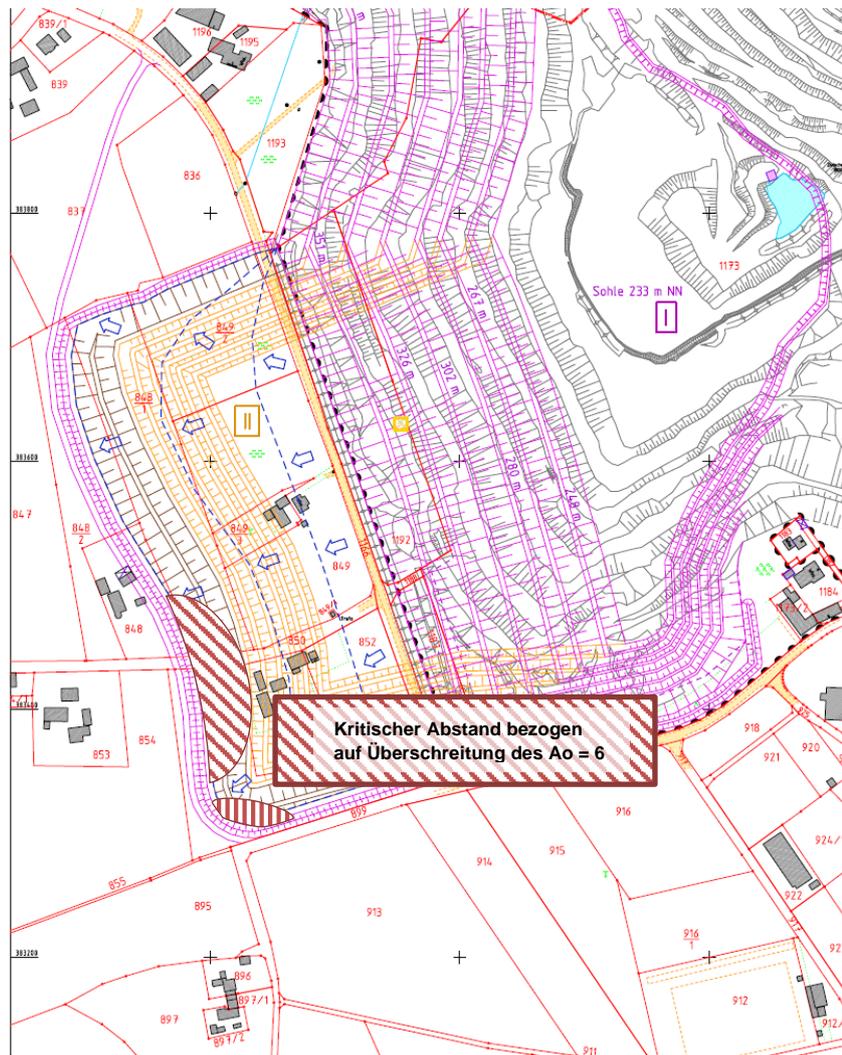


Abbildung 7. Bereich mit Lademengenanpassung im Abraum oder messtechnischer Überwachung (nicht maßstäblich).

## 8 Auflagenvorschläge

1. Die Bestimmungen und Einhaltung der DIN 4150-2, Tabelle 1 Zeile 3 sind zu beachten.
2. Die Bestimmungen und Einhaltung der DIN 4150-3, Tabelle 1 sind zu beachten.
3. Bei einer Unterschreitung eines Abstandes von 130 m zu den nächstliegenden Immissionsorten sind begleitende Erschütterungsmessungen in den Gebäuden durchzuführen.
4. Bei einer Unterschreitung eines kritischen Abstandes von 125 m zu den nächstliegenden Immissionsorten ist eine Anpassung der Sprengmenge vorzunehmen.

## Anhang

**Sprengprotokoll zur Messung vom 26. Juli 2016 (übergeben durch die Niederbayerische  
Schotterwerke Rieger & Seil GmbH & Co. KG)**

\\S-muc-fs01\allefirmen\W\Proj\145\M145371\M145371\_02\_Ber\_2D.DOCX:24.07.2020

