



Spreng- und Erschütterungssachverständigenbüro

Vom Landesoberbergamt NRW öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für übertägige und untertägige Sprengtechnik und Erschütterungsbeurteilung

Dipl.-Ing. Josef Hellmann · Örlingweg 29 · D-44309 Dortmund

Norddeutsche Naturstein GmbH

Altenhäuser Straße 41

39345 Flechtingen

Örlingweg 29
D-44309 Dortmund
Telefon: 02 31/2 00 87 42
Handy: 01 71 / 2 28 11 77
Telefax: 02 31/2 00 87 43

Hellmann@Sprenggutachter.de
www.Sprenggutachter.de

- Messung und Beurteilung von Schwingungen durch Baumaschinen und Sprengungen
- Schallpegelmessungen
- Gutachten und Beratung, Erschütterungsprognosen
- Sprengausbildung

Digitales Exemplar

Dortmund, 17.03.2020

Meine Projekt-Nr.: 20 - S – 17.03. Fortführung Hartsteintagebau Bad Harzburg

Spreng- und erschütterungstechnisches Gutachten

im Rahmen des Genehmigungsantrages für die geplante Fortführung der Rohstoffgewinnung im Hartsteintagebau Bad Harzburg der Firma Norddeutsche Naturstein GmbH

Firma: Norddeutsche Naturstein GmbH
Altenhäuser Straße 41
39345 Flechtingen

Tagebau: Hartsteintagebau Bad Harzburg
Nordhäuser Straße 2b
38667 Bad Harzburg

Inhaltsverzeichnis

=====

Pkt.	Titel	Seite
	Inhaltsverzeichnis.....	2
1.0	Vorhabenbeschreibung.....	4
1.1	Allgemein.....	4
1.2	Vorbemerkungen.....	5
2.0	Aufgabenstellung.....	5
3.0	Aufbau des Gutachtens.....	6
4.0	Verwendete Unterlagen zur Gutachtenerstellung.....	7
5.0	Beschreibung der geplanten Fortführung.....	8
5.1	Abgrabungsabstände.....	10
6.0	Abbaubeschreibung.....	11
6.1	Abtragung von Oberboden und Abraum.....	11
6.2	Abbau des Gesteins.....	12
6.3	Bohrarbeiten.....	12
6.4	Sprengarbeiten.....	13
6.4.1	Sprengtechnische Daten.....	14
6.4.2	Beschreibung der Ladearbeit mit Sprengstoffen.....	14
6.5	Zündanlage.....	15
6.5.1	Elektrische Zündung.....	16
6.5.2	Elektronische Zündung.....	16
6.5.3	Nichtelektrische Zündung.....	17
6.6	Nachzerkleinerung.....	17
6.7	Ladearbeit und Förderung des Haufwerkes.....	18
7.0	Sicherungsmaßnahmen bei Sprengungen, der Sprengbereich.....	18
7.1	Normalfall einer Gewinnungssprengung, Vermeidung von Steinflug.....	19
8.0	Geräuschbelästigung durch Explosionsknall.....	23
9.0	Erschütterungsimmissionsschutz.....	24



Pkt.	Titel	Seite
9.1	DIN 4150 Teil 1, "Vorermittlung von Schwingungsgrößen"	24
9.2	DIN 4150 Teil 2, "Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden"	24
9.2.1	Quellenspezifische Regelungen gemäß Pkt. 6.5 der DIN Teil 2.....	26
9.3	DIN 4150 Teil 3, "Einwirkungen auf bauliche Anlagen"	27
10.0	Einordnung der zu betrachtenden Bauwerke.....	28
10.1	Gewerblich genutzte Bauwerke	28
10.2	Erdverlegte Leitungen	28
10.3	Wohngebäude und vergleichbare Bauten.....	29
10.4	Radaustollen.....	31
11.0	Erschütterungsmessungen	32
11.1	Beschreibung der Messstellen.....	33
11.2	Messtechnische Angaben zu den eingesetzten Messgeräten.....	39
11.3	Erschütterungsmessergebnisse.....	39
12.0	Grundlagen der Erschütterungsprognose.....	41
12.1	Grundlagen der Erschütterungsprognose für die umliegende Bebauung.....	42
12.2	Grundlagen der Erschütterungsprognose für den Radaustollen.....	44
13.0	Erschütterungsprognose.....	46
13.1	Erschütterungsprognose für die umliegende Bebauung.....	46
13.2	Erschütterungsprognose für den Radaustollen.....	49
14.0	Beurteilung.....	50
14.1	Wohngebäude.....	50
14.2	Gewerblich genutzte Bauwerke.....	52
14.3	Radaustollen.....	52
14.4	Bewertung der Prognosen.....	52
15.0	Zusammenfassung.....	53
16.0	Schlussbemerkung.....	54
	Anlagen.....	55 - 68



1.0 Vorhabenbeschreibung

1.1 Allgemein

Die Firma

Norddeutsche Naturstein GmbH
Altenhäuser Straße 41
39345 Flechtingen
- Antragsteller -

betreibt den Hartsteintagebau Bad Harzburg. In Vorbereitung der weiteren Rohstoffgewinnung am Standort Bad Harzburg erfolgte im Jahr 2018 eine Erkundung des Vorfeldes im unmittelbaren Anschluss an den Bestandstagebau sowie eine Nacherkundung im Bestandstagebau. Es konnte ein gewinnbarer Rohstoffkörper abgegrenzt werden. Der Antragsteller beabsichtigt, den Abbau fortzuführen und den nachgewiesenen Rohstoffkörper vollständig zu gewinnen.

Dieses geplante Gesamtvorhaben untergliedert uvp-rechtlich in die hier beantragte (Teil)Zulassung und den daran anschließenden Rohstoffbereich. Im Folgenden werden folgende Teile unterschieden:

Teil I – Genehmigter Bestand, Optimierung und Änderung

Teil II – Fortführung Rohstoffgewinnung

Teil III – Vollständige Hereingewinnung des nachgewiesenen Lagerstättenkörpers

Teil I und Teil II werden im Weiteren als Antragsfläche bezeichnet und sind allein Gegenstand des hier vorgelegten immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsantrages, also der beantragten (Teil)Zulassung im Sinne von § 29 Abs. 1 UVPG.

Teil III wird im Weiteren als Planungsfläche bezeichnet. Die Planungsfläche ist nicht Gegenstand des vorliegenden Genehmigungsantrages, aber Teil der Umweltverträglichkeitsprüfung des Gesamtvorhabens.



Die Teile I, II und III bilden also das Gesamtvorhaben. Um die Umweltverträglichkeit und damit diesbezügliche Machbarkeit des Gesamtvorhabens zum jetzigen Zeitpunkt zu beurteilen, wird auch der Teil III im vorliegenden Antrag bezüglich der Umweltverträglichkeit gemäß § 29 (1) UVPG untersucht.

Das vorliegende Gutachten bezieht sich auf Teil I und Teil II.

1.2 Vorbemerkungen

Die Norddeutsche Naturstein GmbH betreibt südlich der Stadt Bad Harzburg im Landkreis Goslar in Niedersachsen den Hartsteintagebau Bad Harzburg. Zur Sicherung des Standortes über die nächsten Jahre hinaus ist beabsichtigt, den Tagebau nach Südwesten um ca. 11,0 ha weiter zu entwickeln und in der genehmigten Abbaufäche auf 39,4 ha die Abbauführung zu verändern und den Abbau teilweise zu vertiefen.

Der generelle Abbau in der vorgesehenen Fortführung soll von Nordwesten nach Südosten erfolgen. Die generelle Richtung des Abbaus in der Vertiefung der genehmigten Abbaufäche soll von Osten nach Westen geführt werden. Sowohl in der Fortführung als auch in der Vertiefung kann der Abbau an einzelnen Wänden auch in anderer Richtung erfolgen.

2.0 Aufgabenstellung

Erstellung eines spreng- und erschütterungstechnischen Gutachtens mit Erschütterungsprognose und Lademengen-Abstandstabelle für die geplante Fortführung der Gewinnung im Hartsteintagebau Bad Harzburg.

Die einzelnen Flurstücke und die genaue Lage der Vorhabensflächen können dem immissionsschutzrechtlichen Antrag auf Fortführung des Abbaus entnommen werden.

Mit dem hier erstellten spreng- und erschütterungstechnischen Gutachten soll sichergestellt werden, dass bei den vorzunehmenden Sprengungen in



der geplanten Fortführung der Gewinnung die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte an und in der gesamten Nachbarbebauung des Tagebaus eingehalten werden.

Grundlage der Erschütterungsprognose sind Erschütterungsmessungen, die in der Zeit vom 27.09.2019 bis zum 03.12.2019 bei 4 Gewinnungssprengungen im Hartsteintagebau Bad Harzburg an mehreren Messstellen durchgeführt wurden sowie eine von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe entwickelte Prognoseformel.

3.0 Aufbau des Gutachtens

Die Lage der geplanten Gewinnungsflächen wird beschrieben und die Vorgehensweise zum Abbau des Gesteins sowie das vorgesehene Sprengverfahren werden erläutert.

Anhand der Messergebnisse von Erschütterungsmessungen bei Sprengarbeiten im bestehenden Tagebau wird eine Erschütterungsprognose erstellt. Es werden Sprengstofflademengen festgelegt, die sicherstellen, dass an der angrenzenden Bebauung keine unzulässig hohen Sprengerschütterungen auftreten.

Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen wird sichergestellt, dass bei Einhaltung aller sicherheits- und umweltrelevanten Auflagen der Schutz der Anwohner, der Bebauung und anderer Anlagen vor Steinflug und vor unzulässigen Erschütterungen gegeben ist.



4.0 Verwendete Unterlagen zur Gutachtenerstellung

- Scopingvorlage aus Dezember 2018 zum Genehmigungsverfahren zur Fortführung der Gewinnung im Hartsteintagebau Bad Harzburg der Firma Norddeutsche Naturstein GmbH
- Besprechungsniederschrift des Scopingtermins vom 04.03.2019
- Erschütterungsmessergebnisse und dazu gehörige sprengtechnische Daten von 4 Gewinnungssprengungen im Hartsteintagebau Bad Harzburg
- Lageplan des Tagebaus mit der geplanten Fortführung der Gewinnung
- DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2 und 3
- Technische Regel zum Sprengstoffrecht „Sprengarbeiten“ des Bundesministerium für Arbeit und Soziales (SprengTR 310 – Sprengarbeiten) vom 05. Oktober 2016



5.0 Beschreibung der geplanten Fortführung des Hartsteintagebaus Bad Harzburg

Der Hartsteintagebau Bad Harzburg wird zurzeit bis zu einer Abbautiefe von 409 mNN auf einer Abraum- und sechs Gewinnungssohlen betrieben. Durch die geplante Maßnahme wird der Tagebau nach Südwesten hin um ca. 11,0 ha auf dann ca. 50 ha weiterentwickelt. Im genehmigten Tagebau ist vorgesehen, den Abbau auf einer Teilfläche bis auf 370 mNN zu vertiefen. In der Fortführungsfläche nach Südwesten ist vorgesehen, den Abbau auf einer Abraum- und sieben Gewinnungssohlen von ca. 560 mNN bis zu einer Abbautiefe von 409 mNN zu betreiben. Dabei ergeben sich auf den Sohlen Abbaumächtigkeiten von ca. 15 m bis 23 m.

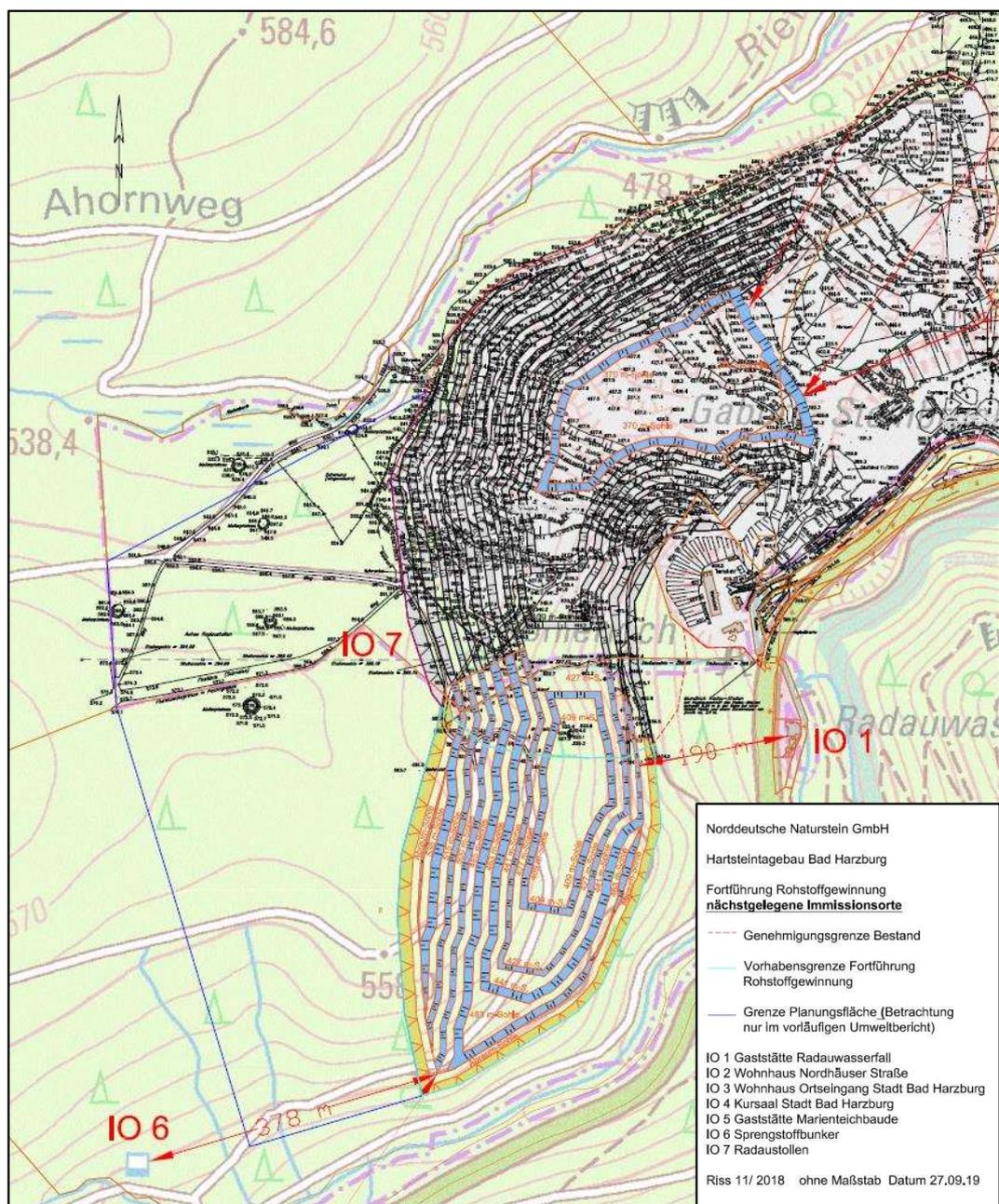


Abb. 1 Zukünftige Gewinnungsfläche im Hartsteintagebau Bad Harzburg



Die Lage der nächstgelegenen Bebauung (Immissionsorte) um den Hartsteintagebau Bad Harzburg ist in Abb. 2 dargestellt.

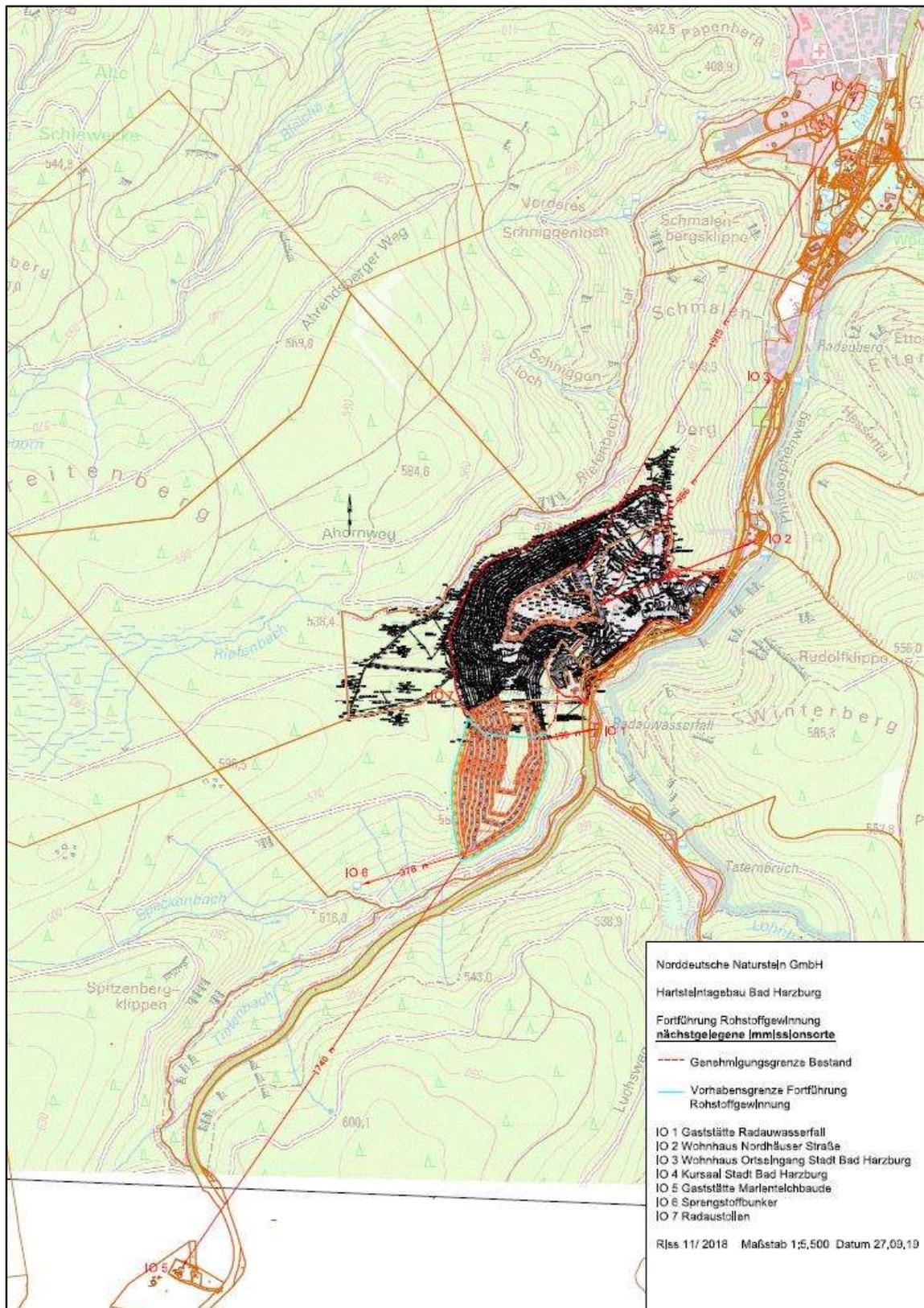


Abb. 2 Lage der nächstgelegenen Bebauung um den Hartsteintagebau Bad Harzburg



5.1 Abgrabungsabstände

Es ist geplant, in der Fortführung des Abbaus einen Abstand von mindestens 10 m zwischen der obersten Abbaukante und benachbarten Wirtschaftswegen bzw. einen Abstand von mindestens 10 m zwischen der Abbaukante und angrenzendem Wald einzuhalten.

Nachfolgend werden die nächstgelegenen bzw. als Immissionsort festgelegten schutzwürdigen Objekte, Gebäude und sonstigen Anlagen (betriebseigene Anlagen und Gebäude ausgenommen) mit den geringsten horizontalen Entfernungen zu den möglichen Sprengstellen in der geplanten Fortführungsfläche aufgeführt:

Objektbezeichnung	Objekt u. Adresse	Messstelle	geringste Entfernung zu den Sprengstellen (m)	Lage zum geplanten Neuaufschluss
IO 1	Gaststätte Radau-Wasserfall Nordhäuser Straße 17		ca. 190 m	östlich
IO 2	Wohnhaus und Werkstatt Nordhäuser Straße 9	1	ca. 570 m	nordöstlich
IO 3	Autohaus Nordhäuser Straße 20	2	ca. 985 m	nördlich
IO 4	Kursaal Bad Harzburg Kurhausstraße 11		ca. 1.915 m	nördlich
IO 5	Gaststätte Marienteichbaude Marienteichbaude 1		ca. 1.740 m	südwestlich
IO 6	Sprengmittellager	3	ca. 380 m	südwestlich
IO 7	Radaustollen		ca. 30 m	unterhalb

Tab. 1: Geringste Entfernungen zwischen der Fortführung der Gewinnung des Hartsteintagebaus Bad Harzburg und den zu schützenden Gebäuden und sonstigen Anlagen



6.0 Abbaubeschreibung

Der Abbau des Gesteins erfolgt wie bisher als Trockenabbau auf mehreren Sohlen mit Wandhöhen von bis zu 23 m und wird über die Sohlen und Rampen des bestehenden Tagebaus aufgeschlossen. Die tiefste Abbausohle ist im Bereich der Vertiefung des bestehenden Tagebaus bei ca. 370 m NN geplant.

Die Abbaurichtung in der vorgesehenen Fortführung und Vertiefung wird so geplant, dass die Wurfrichtung des Haufwerks stets in den Tagebau hinein gerichtet ist. Dort wird das gelöste Material aufgeladen und mit Skws auf betriebseigenen Fahrstraßen zur Aufbereitungsanlage transportiert.

Die erforderlichen Verfahrensschritte zur Gewinnung des Gesteins gliedern sich wie folgt auf:

- Vorbereitende Arbeiten wie z.B. Abraum abtragen und verkippen mit der Herrichtung der einzelnen Abbaustrossen
- Bohren der Sprengbohrlöcher
- Sprengen
- Laden und Transportieren
- Brechen und Klassieren des gewonnenen Materials

Die bei den einzelnen Verfahrensschritten entstehenden Emissionen sind mit Ausnahme der Erschütterungsemissionen und der möglichen Gefahren durch ungewollten Steinflug nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

6.1 Abtragung von Oberboden und Abraum

Der über dem zu gewinnenden Gestein anstehende Oberboden und das sonstige nicht verkäufliche Abraummaterial werden abgetragen und aufgehaldet bzw. zur Umsetzung der Wiederherrichtungsplanung verwendet.



6.2 Abbau des Gesteins

Der Abbau des Gesteins erfolgt durch Gewinnungssprengungen. Die Abbauhöhe der anzulegenden Sohlen beträgt im Mittel ca. 15-23 m. Die Sohlen werden über innerbetriebliche Fahrwege und Rampen mit einer Neigung von ca. 1:10 verbunden. Die Bermen werden mit der erforderlichen Breite erstellt, um den Abbau gefahrlos durchführen zu können und werden später zur Gestaltung der Endböschung auf eine Mindestbreite von 5 m reduziert.

6.3 Bohrarbeiten

Die für das Sprengverfahren erforderlichen Sprengbohrlöcher werden nach Bohrplänen erstellt, in denen Bohransatzpunkte, Bohrrichtung und Bohrlochlänge für jedes Bohrloch vorgegeben sind. Zurzeit werden die Bohrlöcher mit Großbohrlochmaschinen mit einem Bohrlochdurchmesser bis zu 115 mm von oben nach unten abgebohrt. Der technischen Entwicklung folgend können zukünftig auch andere Bohrlochdurchmesser gebohrt werden. Die geplante Bohrlochneigung beträgt ca. 80° bei einer Wandneigung von ebenfalls ca. 80°. Die Bohrgeräte sind mit einer Entstaubungseinrichtung ausgerüstet.

Derzeitige geplante bohrtechnische Daten für die Fortführung der Gewinnung

Bohrantrieb:	drehschlagend
Bohrloch-Ø:	bis zu 115 mm
Wandhöhe:	ca. 15,0 m – 23,0 m
Bohrlochtiefe:	ca. 16,0 m – 24,0 m
Unterbohrung:	bis zu ca. 1,0 m
Vorgabe:	1. Reihe ca. 5,5 m 2. Reihe ca. 4,2 m
Seitenabstand:	ca. 4,0 m
Bohrlochneigung:	ca. 80°
Wandneigung:	ca. 80°
Bohrlochreihen:	ein- oder zweireihig, bei Bedarf auch mehrreihig



Falls die örtlichen Gegebenheiten es erforderlich machen, können auch andere Wandhöhen, Bohrlochtiefen und -neigungen gebohrt werden. Sohlbohrlöcher und sonstige Hilfsbohrlöcher werden nur bei Bedarf eingesetzt. Bei relevanten Abweichungen findet vorher eine Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde statt.

Bei Großbohrlochsprengungen muss vor Aufnahme der Bohrarbeiten die Bruchwand in Bezug auf Höhe, Neigung und eventuelle Wandausbrüche vermessen werden. Anhand dieser Messung werden die Bohrlochansatzpunkte, die Bohrlochneigung, der Bohrlochdurchmesser und das Bohrraster (Vorgaben und Seitenabstand) unter Berücksichtigung der topographischen, geologischen und örtlichen Verhältnisse festgelegt. Des Weiteren sind eine maßstäbliche Zeichnung und eine Lademengenberechnung anzufertigen.

Für die vorgesehenen Sprengungen werden im Normalfall die Sprenglöcher entsprechend der Wandvermessung von oben nach unten abgebohrt. Die richtige Anordnung der Bohrlöcher hat entscheidenden Einfluss auf das Sprengergebnis und die Sicherheit der Sprengung sowie auf die von der Sprengung ausgehenden Emissionen.

Die Bohrarbeiten werden in einem Bohrprotokoll dokumentiert. Dort müssen auch Besonderheiten wie Klüfte, Hohlräume u.a. festgehalten werden, die bei der Planung der Sprengstofflademenge mit berücksichtigt werden.

6.4 Sprengarbeiten

Es werden nur zugelassene Sprengstoffe und Zündmittel eingesetzt. Die in den bisherigen Abbaubereichen angewendete Sprengtechnik entspricht dem Stand der heutigen Zünd- und Sprengtechnik.

Als Sprengstoffe können gelatinöse Sprengstoffe, Emulsionssprengstoffe oder pulverförmige Sprengstoffe (z.B. ANC-Sprengstoffe) zum Einsatz kommen. Als Zündverstärker können erforderlichenfalls Nitropenta-Sprengschnüre oder Booster verwendet werden.



Als Zündmittel können elektrische, elektronische oder nichtelektrische Zündsysteme Anwendung finden. Das hier übliche Verfahren ist die nichtelektrische Zündung.

Die in der SprengTR 310 – Sprengarbeiten im Anhang T-2 genannten zusätzlichen Bestimmungen für Großbohrlochsprengungen sind einzuhalten.

6.4.1 Sprengtechnische Daten

Derzeit geplante sprengtechnische Daten für die Fortführung der Gewinnung:

Spez. Sprengstoffeinsatz:	500 – 550 g/fm ³
Bohrlochlänge:	bis zu 24,0 m
Ladezonen:	1 oder 2
Endbesatzlänge:	ca. 4,0 m
Sprengstoffmenge/Zeitstufe:	bei einer Ladezone: ca. 140 kg – 250 kg
Sprengstoffmenge/Zeitstufe:	bei zwei Ladezonen: ca. 70 kg – 125 kg
Anzahl der Bohrlöcher:	abhängig vom Zündsystem: Bei elektrischer Zündung werden bis zu 20 Sprengbohrlöcher geladen. Bei elektronischer oder nichtelektrischer Zündung sind auch größere Sprenganlagen möglich.
Zündung:	einfach oder redundant, i. A. redundant aus dem Ladungstiefsten

Bei anderen Wandhöhen ergeben sich daraus angepasste Daten.

6.4.2 Beschreibung der Ladearbeit mit Sprengstoffen

In das Bohrlochtiefste wird als Fußladung entweder ein Booster oder eine Patrone eines kapsempfindlichen patronierten Gesteinssprengstoffs geladen, in die ein Zünder eingefügt ist (Schlagpatrone).



Im Allgemeinen wird nach dem Einbringen der Fußladung als Hauptladung ANC- oder Emulsionssprengstoff eingebracht. Falls erforderlich, kann auch mit gelatinösem Sprengstoff weiter geladen werden. Der Emulsionssprengstoff kann in patronierter Form oder als gepumpter, loser Emulsionssprengstoff eingebracht werden, ANC-Sprengstoff wird lose eingebracht. Der Patronendurchmesser des Sprengstoffes wird dem Bohrlochdurchmesser angepasst. Falls Sprengschnur erforderlich ist, richtet sich deren Stärke nach dem eingesetzten Sprengstoff und dessen Zulassungsbedingungen. Grundsätzlich sind immer dann Sprengschnüre beizuladen, wenn die Zündung der gesamten Ladesäule nicht sicher gewährleistet ist, z. B. durch das Nachfallen von Gestein beim patronierten Laden oder wenn die Gefahr besteht, dass Patronen in Klüften stecken bleiben.

Vor dem Einbringen von Zwischen- oder Endbesatz müssen bei der Verwendung von elektrischen Zündern diese auf Widerstand und gegen Isolationsfehler mit einem zugelassenen Ohmmeter geprüft werden.

Der Endbesatz besteht aus Bohrmehl oder feinen Splitten und hat im Normalfall, abhängig von der Vorgabe und der Lochtiefe, eine Länge von ca. 4,0 m.

Muss aus ladetechnischen Gründen die Ladezone mit Zwischenbesatz gestreckt werden, wird nach jedem Einbringen von Zwischenbesatz eine weitere Patrone eines kapselempfindlichen Sprengstoffes eingebracht.

6.5 Zündanlage

Je nach Bedarf und geologischen Verhältnissen wird die Zündanlage mit oder ohne Sprengschnur ausgeführt. Wenn mit Sprengschnur gearbeitet wird, muss die aus dem Bohrloch aufsteigende Schnur zur Reduzierung des Detonationsknalls ausreichend abgedeckt werden.

Die Zündung erfolgt in der Regel aus dem Bohrlochtieftsten, gegebenenfalls kann auch vom Bohrlochmund gezündet werden. Über die Zündanlagen werden Zündpläne erstellt, in denen die Zündfolgen schriftlich festgehalten werden.



Falls aus erschütterungstechnischen oder sonstigen Gründen eine Verringerung der Sprengstofflademenge je Zündzeitstufe erforderlich ist, kann mit mehreren durch Zwischenbesatz voneinander getrennten Ladezonen in den Bohrlöchern gearbeitet werden, wodurch die Möglichkeit besteht, die verschiedenen Ladezonen mit unterschiedlichen Zündzeitstufen zu versehen, die maximal einen Zeitstufenunterschied je Ladezone aufweisen.

6.5.1 Elektrische Zündung

Es werden U-Momentzündler und/oder U-Kurzzeitzündler mit Verzögerungsintervallen von 25 ms verwendet.

In der Regel wird die Zündanlage als Reihenschaltung ausgeführt. Die Zündanlage muss auf Widerstand sowie gegen Isolationsfehler geprüft werden und das Ergebnis mit dem vorher errechneten Widerstandswert übereinstimmen.

6.5.2 Elektronische Zündung

Durch den Einsatz des elektronischen Zündverfahrens können z.B. größere Sprenganlagen bei Beibehaltung der ursprünglichen Lademenge je Zündzeit hergestellt werden. Es steht hierbei eine erheblich größere Anzahl von Zündzeitstufen zur Verfügung als bei der herkömmlichen elektrischen Zündung. Die Größe der Zündanlagen kann somit den betrieblichen und örtlichen Gegebenheiten sehr gut angepasst werden. Ein weiterer Vorteil ist die exakte Einhaltung der Zündzeiten, die bei diesem Zündsystem nicht mehr pyrotechnisch, sondern elektronisch geregelt wird.

Die mit diesen Zündsystemen umgehenden Sprengberechtigten müssen durch eine entsprechende Schulung des Herstellers eine besondere Fachkunde dafür erworben haben. Elektronische Zündsysteme werden im Hartsteintagebau Bad Harzburg nur in Sonderfällen eingesetzt.



6.5.3 Nichtelektrische Zündung

Die nichtelektrische Zündung wird im Hartsteintagebau Bad Harzburg als Regelzündsystem eingesetzt.

Bei diesem Zündsystem kann eine große Zahl von Zündern über einen auf seiner Innenseite mit einer Sprengstoffbeschichtung bestäubten Anzündschlauch miteinander verbunden werden. Ein an der Oberfläche am Bohrlochmund angebrachter Zündverzögerer ist dazu bestimmt, die Zündverzögerung außerhalb der Bohrlöcher vorseilen zu lassen, bevor die erste Bohrlochladung detoniert. Es stehen verschiedene Zündzeitintervalle zur Verfügung. Im Allgemeinen wird das System durch einen elektrischen Zünder ausgelöst.

Neben der möglichen großen Anzahl verschiedener Zündzeiten zeichnet sich dieses System durch seine einfache Handhabung aus. Die Planung der Zündanlage setzt jedoch gute Kenntnisse des Systems voraus. So ist sorgsam darauf zu achten, dass die möglichen Toleranzen der pyrotechnischen Verzögerungselemente in den Zündern ausreichend berücksichtigt werden und die tatsächlichen Zündzeiten der Zünder nicht zu eng beieinander liegen. Gelegentlich auftretende unzulässig hohe Erschütterungen können ihre Ursache in einem unglücklichen Überschneiden der tatsächlichen Zündzeiten haben, wenn die möglichen Toleranzen nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Die mit diesen Zündsystemen umgehenden Sprengberechtigten müssen durch eine entsprechende Schulung eine besondere Fachkunde für den Umgang mit diesem System erworben haben.

6.6 Nachzerkleinerung

Die Beseitigung von Unebenheiten auf der Sohle (Zehen) durch Sprengarbeit erfordert eine sehr genaue Ermittlung der Vorgaben und eine exakte Lademengenberechnung für jedes einzelne Sprengbohrloch. Fehler hierbei können zu gefährlichem Steinflug führen. Gleiches gilt für Knäppersprengungen. Knäpper werden in der geplanten Fortführung der Gewinnung im Hartsteintagebau Bad Harzburg in der Regel mechanisch zerkleinert.



6.7 Ladearbeit und Förderung des Haufwerkes

Das sprengtechnisch gelöste Material wird entweder mit einem Radlader oder mit einem Bagger auf Muldenkipper geladen und über je nach Abbau-situation angelegte Fahrrampen und Fahrwege zur Aufbereitungsanlage transportiert.

7.0 Sicherungsmaßnahmen bei Sprengungen, der Sprengbereich

Der abzusperrende Sprengbereich beträgt gemäß der SprengTR 310 – „Sprengarbeiten“ im Allgemeinen 300 m und kann vom Sprengberechtigten im Einvernehmen mit dem Erlaubnisinhaber verkleinert werden, wenn es die Sicherheit erlaubt und eine Gefährdung in der Umgebung ausgeschlossen ist. Hierzu muss eine Gefährdungsbeurteilung erstellt werden. Der Sprengbereich muss vergrößert werden, wenn es die Sprenganlage erfordert und eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Absperrung und Räumung des erforderlichen Sprengbereiches erfolgt außerhalb und innerhalb der eigenen Betriebsanlagen durch Betriebsangehörige des Tagebaus bzw. des Sprengunternehmers. Personen, die sich im Sprengbereich aufhalten müssen, dürfen sich nur in den dafür vorgesehenen und geeigneten Schutzräumen aufhalten. Dies gilt auch für eventuell im Sprengbereich tätige Fremdunternehmer. Die Absperrposten müssen sich mit Sprechfunk oder Mobiltelefon mit dem Sprengberechtigten verständigen können.

Der in der SprengTR 310 - „Sprengarbeiten“ unter Pkt. 4.7 genannte Sprengbereich von 300 m um die Sprengstellen wird im Osten der geplanten Fortführung zur Nordhäuser Straße (B 4) und zur Gaststätte Radau-Wasserfall unterschritten. Hier ist eine Verkleinerung des Sprengbereiches erforderlich. Die kleinste Entfernung der Sprengstellen wird im Laufe des Abbaus in der Fortführung etwa 125 m zur Nordhäuser Straße (Bundesstraße B4) und etwa 190 m zur Gaststätte Radau-Wasserfall betragen. Dabei weist die Wurfrichtung der Steine jedoch stets weg von der Nachbarbebauung in den Steinbruch hinein.



7.1 Normalfall einer Gewinnungssprengung, Vermeidung von Steinflug

Bei der Umsetzung des Sprengstoffes entstehen innerhalb weniger Millisekunden aus 1 kg Sprengstoff ca. 800 - 1000 l Gasvolumen. Diese Volumenvergrößerung wird benutzt, um die Vorgabe "w" zu werfen, bzw. das anstehende Gestein zu zerkleinern. Dabei treten Gasdrücke von bis zu 10.000 bar auf, die zum einen in Richtung auf die Vorgabe, zum anderen aber auch auf das rückseitige Gestein einwirken.

Wenn die allgemeinen Sprengparameter eingehalten werden und die abbautechnischen Voraussetzungen normal sind, liegt nach dem Lösen und Werfen des Gebirges das Haufwerk ca. 2 - 3 mal länger an, als es die Wandhöhe vorgibt. Bei einer Wandhöhe von z. B. 20 m liegt demnach das Haufwerk in Wurfrichtung auf einer Länge von ca. 40 m – 60 m an. Hinzu kommen noch einzelne Steine, die bis zu 25 m weiter rollen oder streuen können.

Bei den hier vorgesehenen Gewinnungssprengungen werden die Bruchwände durch Kopflöcher von oben nach unten in einem vorgegebenen Bohrraster abgebohrt. Dieses Raster ergibt sich aus der geplanten Vorgabe zur freien Wandseite sowie dem Abstand der Bohrlöcher untereinander. Weitere wesentliche Faktoren bei der Planung einer Gewinnungssprengung sind der Gesteinsaufbau, der spezifische Sprengstoffaufwand, der Bohrl Lochdurchmesser und die Bohrl Lochneigung, die Art des eingesetzten Sprengstoffes, die Sprengstoffdichte, der Bohrl Lochfüllungsgrad und der Endbesatz.

Steinflug entsteht durch eine punktuelle oder lineare Überladung von Sprengbohrlöchern, die durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden kann und die für sich allein oder meist in Kombination miteinander den Steinflug verursachen.

Der in Tagebaubetrieben erforderliche spezifische Sprengstoffaufwand beträgt je nach Gestein ca. "q" = 0,25 - 0,80 kg/fm³. Im Hartsteintagebau Bad Harzburg wird das Gestein durch Gewinnungssprengungen mit einem spezifischen Sprengstoffaufwand von "q" = ca. 0,50 kg/fm³ bis 0,55 kg/fm³ abgebaut. Bei diesem spezifischen Sprengstoffaufwand ist bei Beachtung und Einhaltung der sprengtechnischen Regeln und einschlägigen Unfall-



verhütungsvorschriften Steinflug über den abgesperrten Sprengbereich von 300 m hinaus ausgeschlossen. Wenn wie hier in eine Richtung der Sprengbereich verkleinert werden soll, muss durch zusätzliche Maßnahmen sichergestellt sein, dass in diesem verkürzten Bereich eine Gefährdung durch Sprengstücke nicht gegeben ist. Dabei spielt die Wurfrichtung des Gesteins eine große Rolle, da bei ordnungsgemäß ausgeführten Sprengungen an Steinbruchwänden entgegengesetzt zur Wurfrichtung kein Steinflug auftritt. Lediglich gelegentlich ausgeblasener Besatz, der sich im Umkreis von einigen Metern um das Sprengbohrloch niederschlägt sowie einige beim Anheben des Gebirges nach hinten gerollte Steine können im rückwärtigen Bereich einer ordnungsgemäß ausgeführten Wandsprengung auftreten. Auch bei Fehlern bei der Ausführung der Sprengarbeit gibt es nur wenige Ursachen, die zu Steinflug in den rückwärtigen Bereich führen können.

Unkontrollierter Steinflug tritt bei der oben beschriebenen und in Hartsteintagebau Bad Harzburg praktizierten Vorgehensweise nicht auf. Erfahrungsgemäß besteht die Möglichkeit von unkontrolliert weitem Steinflug erst, wenn der in diesem Betrieb übliche spezifische Sprengstoffeinsatz "q" wesentlich überschritten wird. Damit keine derartige punktuelle Überladung auftreten kann, muss eine fehlerhafte Bohr- und Sprenganordnung ausgeschlossen sein. Bei der hier vorgesehenen Abbauplanung, bei der die Wurfrichtung des Haufwerks stets in den Steinbruch hinein gerichtet ist, ergibt sich darüber hinaus, dass selbst bei Fehlern des Sprengberechtigten bei der Ausführung der Sprengarbeit die Wurfrichtung der Steine immer noch weg von der Nachbarbebauung und in den Steinbruch hinein weist. Fehler, bei denen die Wurfrichtung sich umkehrt, können lediglich durch zu kurzen Endbesatz oder durch Fehler bei eventuellen Zehensprengungen oder Knäppersprengungen verursacht werden.

Die Beseitigung von Unebenheiten auf der Sohle (Zehen) durch Sprengarbeit erfordert eine sehr genaue Ermittlung der Vorgaben und eine exakte Lademengenberechnung für jedes einzelne Sprengbohrloch. Fehler hierbei können zu gefährlichem Steinflug in alle Richtungen führen. Zur sicheren Unterbindung der Steinfluggefahr bei Zehensprengungen sollte das Sprengen solcher Unebenheiten im Zusammenhang mit einer Gewinnungssprengung erfolgen. Hierbei kann durch die Wahl einer ausreichend hohen Zündzeitstufe in den der Bruchwand vorgelagerten Zehenlöchern sichergestellt werden, dass das Haufwerk der gleichzeitig gezündeten Wandspreng-



gung die zu lösenden Zehen bereits abdeckt und gefährlicher Steinflug aus diesem Bereich dadurch sicher unterbunden wird.

Knäpper werden in der geplanten Fortführung mechanisch zerkleinert. Sollten in einem Ausnahmefall doch Knäppersprengungen erforderlich werden, werden sie nur durchgeführt, wenn der Radius des Sprengbereichs auf 400 m vergrößert wurde.

Verkleinerung des Sprengbereichs

Der in der SprengTR 310 – Sprengarbeiten unter Pkt. 4.7 genannte Sprengbereich von 300 m um die Sprengstelle wird in der geplanten Vertiefung überhaupt nicht und in der geplanten Fortführung bei Sprengarbeiten im östlichen Bereich bis auf etwa 125 m zur Nordhäuser Straße (Bundesstraße B4) und bis auf etwa 190 m an die Gaststätte Radau-Wasserfall unterschritten.

Bei Beachtung der im Folgenden genannten Maßnahmen bestehen aus gutachtlicher Sicht keine Bedenken, bei Sprengarbeiten in der geplanten Fortführung den Sprengbereich bis auf etwa 125 m zur Nordhäuser Straße (Bundesstraße B4) und bis auf etwa 190 m an die Gaststätte Radau-Wasserfall zu verkleinern:

- Die Bestimmungen im Pkt. 4.7 der SprengTR 310 – Sprengarbeiten sind sorgfältig einzuhalten.

Die Wurfrichtung des Haufwerks muss bei den Sprengungen in den Tagebau hinein gerichtet sein.

- Bei Annäherung an die Gaststätte Radau-Wasserfall wird es zur Unterbindung von unzulässig hohen Erschütterungen erforderlich werden, in diesem Bereich kleinere Vorgaben und kleinere Borlochdurchmesser als üblich zu projektieren. Damit die Wurfrichtung der Steine stets in den Steinbruch hinein weist und ein Austrichern nach oben sicher ausgeschlossen wird, muss im verkleinerten Sprengbereich bei Bohrlochdurchmessern bis zu 95 mm die Endbesatzlänge mind. 1,0 m länger als die Vorgabe sein. Vorgabe und Endbesatzlänge sind im Ladeplan zu dokumentieren.



- Bei Bohrlochdurchmessern von mehr als 95 mm ist im verkleinerten Sprengbereich durch einen Sprengingenieur die Dimensionierung der Endbesatzlänge für die jeweiligen Bohrlochdurchmesser festzulegen.
- Als Besatz wird Split bis max. 11 mm Körnung verwendet. Der Besatz ist hohlraumfrei einzubringen und mit dem Ladestock anzudrücken.
- Beim Herstellen der Sprengbohrlöcher sind vom Bohrmaschinisten sämtliche auftretenden Störungen (Vorhandensein von Klüftungen, Bohrlochabweichungen, geologische Störungen, Festgehen des Bohrwerkzeuges und ähnliche Vorfälle) unter Angabe der Bohrlochnummer in einem Bohrprotokoll zu dokumentieren. Das Bohrprotokoll ist vom Sprengberechtigten vor Aufnahme der Ladearbeit einzusehen.
- Im Bereich von unter 300 m sollte neben der vorgeschlagene Beachtung der Endbesatzlänge auch besonders darauf geachtet werden, dass eine gegebenenfalls der Ladung beige Ladene Sprengschnur ausreichend tief in den Besatz zurückgeschoben wird.
- Im verkleinerten Sprengbereich werden keine Knäppersprengungen ausgeführt. Falls Knäppersprengungen erforderlich sind, müssen die Knäpper so weit in das Steinbruchinnere verbracht werden, dass der Sprengbereich mindestens 400 m beträgt.
- Falls Zehensprengungen erforderlich sind, müssen sie im Zusammenhang mit einer Gewinnungssprengung erfolgen. Hierbei ist durch die Wahl einer ausreichend hohen Zündzeitstufe in den der Bruchwand vorgelagerten Zehenlöchern sicherzustellen, dass das Haufwerk der gleichzeitig gezündeten Wandsprengung die zu lösenden Zehen bereits abdeckt und gefährlicher Steinflug aus diesem Bereich dadurch sicher unterbunden wird.



8.0 Geräuschbelastigung durch Explosionsknall

Bei einer Gewinnungssprengung erzeugt der detonierende Sprengstoff einen unterschiedlich starken Luftschall. Die Zeitdauer erstreckt sich je nach Sprenganlage etwa bis zu 1 s.

Außerhalb des abgesperrten Sprengbereiches ist der Luftschall nicht größer als die Immissionen anderer Lärmquellen, z.B. Flugzeuge oder Verkehrslärm an stark befahrenen Verkehrswegen.

Um die auftretenden Lärmimmissionen beim Sprengen auf ein mögliches Mindestmaß zu reduzieren, ist bei der Verwendung von Sprengschnur das aus dem Bohrloch herausragende Sprengschnurende nach dem Anbringen eines redundanten Zünders ausreichend tief in den Endbesatz einzubringen bzw. ausreichend mit feinem Besatzmaterial abzudecken.



9.0 Erschütterungsimmissionsschutz

Beurteilungsgrundlage für die auftretenden Erschütterungen, verursacht durch die Sprengungen in der geplanten Fortführung und Vertiefung des Hartsteintagebaus Bad Harzburg ist die DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, die aus den Teilen 1 bis 3 besteht.

9.1 DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen, Teil 1, "Vorermittlung von Schwingungsgrößen" vom Juni 2001

Der Teil 1 dieser DIN, "Vorermittlung von Schwingungsgrößen" vom Juni 2001, gibt eine Anleitung für die Vorermittlung von Erschütterungen und enthält Verfahren, Angaben und Hinweise, auf deren Grundlage die Werte von Erschütterungsgrößen vorausgesagt werden können.

Mit diesen Werten kann eine Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen nach DIN 4150-2 und DIN 4150-3 in der jeweils gültigen Fassung erfolgen.

9.2 DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2, "Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden" vom Juni 1999

Der Teil 2 der DIN enthält Angaben für die Beurteilung von Erschütterungen im Frequenzbereich von 1 - 80 Hz, die in Gebäuden auf Menschen einwirken.

Entweder ist die Beurteilungsgröße $KB_{F_{max}}$ direkt vom Messgerät ermittelt worden, oder wenn dies nicht der Fall ist, ist unter bestimmten Bedingungen (Frequenzbereich des verwendeten Aufnehmer-Registriersystems von unter 2 Hz bis über 80 Hz) näherungsweise die Bestimmung der Beurteilungsgröße $KB_{F_{max}}$ auch aus der Registrierung des Signals (v_t) möglich.

Ermittlung des KB-Wertes:

Sind die oben genannten Bedingungen erfüllt, ist der Maximalwert des v_t -Signals der Aufzeichnung und ein zugehöriger Schätzwert der Frequenz zu bestimmen. Daraus ist zunächst das KB-bewertete Signal nach der Zah-



gleichung (6) und nach der Gleichung (7) mit c_F nach Tabelle 3 der DIN der Schätzwert des gleitenden Effektivwertes wie folgt zu berechnen:

$$KB = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{v_{\max}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2}} \quad (6)$$

$$KB_{F_{\max}} = KB \times c_F \quad (7)$$

Hierin sind:

v_{\max} = max. gemessene Schwinggeschwindigkeit (mm/s)

KB = hat die Einheit 1

f_0 = 5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpasses)

f = Frequenz in Hz

c_F = Konstante nach Tabelle 3 (s. u.)

Es werden in der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 2 (siehe Anlage 1) Anhaltswerte (A) für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen gemacht, die mit den ermittelten $KB_{F_{\max}}$ -Werten verglichen werden müssen. Für selten auftretende, kurzzeitige Einwirkungen (z.B. Sprengerschütterungen sind kurzzeitige Einwirkungen) ist die Anforderung der Norm eingehalten, wenn $KB_{F_{\max}}$ kleiner als der obere Anhaltswert (A_o) ist.

In der gleichen Norm werden in der Tabelle 3 Erfahrungswerte für die Konstanten c_F für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen aufgeführt.

Tabelle 3, Zeile 4,

Einzelereignisse kurzer Dauer:

a) mit Resonanzbeteiligung $c_F = 0,8$

b) ohne Resonanzbeteiligung $c_F = 0,6$



9.2.1 Quellenspezifische Regelungen gemäß Pkt. 6.5 der DIN 4150 Teil 2

Die Norm DIN - 4150 - vom Juni 1999, "Erschütterungen im Bauwesen", Teil 2, "Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden", sagt unter Pkt. 6.5 "Quellenspezifische Regelungen" und Pkt. 6.5.1 "Selten auftretende, kurzzeitige Erschütterungen" folgendes aus:

"Bei selten auftretenden und nur kurzzeitig einwirkenden 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 entfällt."

Dies gilt grundsätzlich auch für Erschütterungen, die von Gewinnungs-sprengungen verursacht werden, mit folgenden zusätzlichen Regelungen:

- Folgen mehrere Sprengungen unmittelbar aufeinander, gelten diese im Sinne der Norm als ein Ereignis. Es dürfen in diesem Fall aber nicht mehr als 15 Sprengungen in einer Woche stattfinden.
- Wenn die Sprengungen an Werktagen mit Vorwarnung der unmittelbar Betroffenen in den Zeiten 7-13 Uhr oder 15-19 Uhr erfolgen, gelten in Gebieten nach Tabelle 1, Zeilen 3 und 4 auch die A_o -Werte nach Zeile 1, wenn nur 1 Ereignis pro Tag stattfindet.

Anmerkung: Die Vorwarnung erfolgt in der Regel durch akustische Signalgebung oder außerhalb des Absperrbereiches auch durch andere Maßnahmen.

Sind die oben genannten Bedingungen erfüllt, sind folgende Werte zugelassen:

$$A_o = 6$$

In Ausnahmefällen, wenige Male im Jahr, dürfen die KB_{Fmax} -Werte bis zu 8 betragen.

Sprengungen können als unmittelbar aufeinander folgend betrachtet werden, wenn sie innerhalb eines Absperrvorganges abgetan werden. In einem Zeitraum von 5 min bis maximal 10 min gezündete Sprengungen sind somit als ein Ereignis zu betrachten.



9.3 DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3, "Einwirkungen auf bauliche Anlagen" vom Dezember 2016

Die DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3 "Einwirkungen auf bauliche Anlagen", sagt unter anderem Folgendes zur Beurteilung von kurzzeitigen Erschütterungen (z.B. Sprengerschütterungen) aus:

"... Dieses Dokument nennt Anhaltswerte für Schwinggeschwindigkeiten, die aus zahlreichen Messungen als Erfahrungswerte gewonnen wurden.

Werden diese Anhaltswerte eingehalten, so treten Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes (...), deren Ursachen auf Erschütterungen zurückzuführen wären, nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden trotzdem Schäden beobachtet, ist davon auszugehen, dass andere Ursachen für diese Schäden maßgebend sind. Werden die Anhaltswerte überschritten, so folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen. ..."

In der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3 (Anlage 2) sind für die verschiedenen Gebäudearten Anhaltswerte zur Beurteilung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke am Fundament und in der obersten Deckenebene angegeben. In der Tabelle 3 der DIN 4150 Teil 3 (Anlage 3) sind Anhaltswerte zur Beurteilung von kurzzeitigen Erschütterungen auf erdverlegte Leitungen angegeben.

Werden die Anhaltswerte eingehalten, so treten bei Gebäuden, die in die Zeilen 2 und 3 der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3 einzustufen sind, Schäden, dazu zählen auch leichte Schäden, im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, deren Ursachen auf Erschütterungen zurückzuführen wären, nach bisheriger Erfahrung nicht auf.



10.0 Einordnung der zu betrachtenden Bauwerke

10.1 Gewerblich genutzte Bauwerke

IO 2, Werkstatt am Wohnhaus Nordhäuser Straße 9

IO 3, Werkstatt am Autohaus Nordhäuser Straße 20

IO 6, Sprengmittellager

Die oben genannten Bauten und sonstige gewerbliche Bauwerke sind in die Zeile 1 der Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 3, als gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten einzuordnen.

Hier sind folgende Werte zugelassen:

am Fundament bei Frequenzen:

< 10 Hz $v_i = 20$ mm/s

10 - 50 Hz $v_i = 20 - 40$ mm/s

50 -100 Hz $v_i = 40 - 50$ mm/s

in der Deckenebene des obersten Vollgeschosses in horizontaler Messrichtung:

bei allen Frequenzen $v_i = 40$ mm/s

in der Deckenmitte des obersten Vollgeschosses in vertikaler Messrichtung:

bei allen Frequenzen $v_i = 20$ mm/s

10.2 Erdverlegte Leitungen

Die zur Versorgung und Entsorgung der umgebenden Bebauung vorhandenen erdverlegten Leitungen, wie Gas- Wasser- und Abwasserleitungen sind gemäß Tabelle 3 der DIN 4150, Teil 3, „Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf erdverlegte Leitungen“ einzuordnen.

In der Tabelle 3 der DIN sind für Rohrleitungen für die verschiedenen Leitungsarten folgende maximale Anhaltswerte zugelassen:



- Zeile 1: $v_i = 100 \text{ mm/s}$
(Stahl geschweißt)
- Zeile 2: $v_i = 80 \text{ mm/s}$
(Steinzeug, Beton, Stahlbeton, Metall mit oder ohne Flansche)
- Zeile 3: $v_i = 50 \text{ mm/s}$
(Mauerwerk, Kunststoff)

10.3 Wohngebäude und vergleichbare Bauten

IO 1 Gaststätte Radau-Wasserfall

IO 2 Wohnhaus Nordhäuser Straße 9

IO 3 Wohnhaus und Büro Autohaus Nordhäuser Straße 20

IO 4 Kursaal Bad Harzburg

IO 5 Gaststätte Marienteichbaude

Die Wohngebäude in den Außenbereichen der umliegenden Ortschaften sind in die Zeile 3 der Tabelle 1 der Norm DIN 4150, Teil 2, „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ mit einem oberen Anhaltswert $A_o = 5$ einzuordnen. Die Zeile 3 gilt für Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen, noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete §6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO).

Die Wohngebäude innerhalb der benachbarten Ortschaften sind in die Zeile 4 der Tabelle 1 der Norm DIN 4150, Teil 2, „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ mit einem oberen Anhaltswert $A_o = 3$ einzuordnen. Die Zeile 4 gilt für Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2).

Für selten auftretende, kurzzeitige Erschütterungen lässt die DIN 4150, Teil 2, aufgrund von Punkt 6.5.1 der DIN, „Quellenspezifische Regelungen“, jedoch einen oberen Anhaltswert von



$$A_o \leq 6$$

zu. Nähere Erläuterungen hierzu finden sich unter Punkt 9.2.1 in diesem Gutachten.

Für die Ermittlung der $KB_{F_{\max}}$ -Werte wird eine c_F -Konstante von 0,8 zu Grunde gelegt, für Einzelereignisse kurzer Dauer, Schwingungen mit Resonanzbeteiligung. Nähere Erläuterungen hierzu finden sich unter Punkt 9.2 in diesem Gutachten.

Die Gebäude selbst sind gemäß der Zeile 2 der Tabelle 1 der Norm DIN 4150, Teil 3, "Einwirkungen auf bauliche Anlagen" als Wohngebäude einzuordnen.

Hier sind folgende Werte zugelassen:

am Fundament bei Frequenzen:

$$< 10 \text{ Hz } v_i = 5 \text{ mm/s}$$

$$10 - 50 \text{ Hz } v_i = 5-15 \text{ mm/s}$$

$$50-100 \text{ Hz } v_i = 15-20 \text{ mm/s}$$

in der Deckenebene des obersten Vollgeschosses in horizontaler Messrichtung:

$$\text{bei allen Frequenzen } v_i = 15 \text{ mm/s}$$

in der Deckenmitte des obersten Vollgeschosses in vertikaler Messrichtung:

$$\text{bei allen Frequenzen } v_i = 20 \text{ mm/s}$$



10.4 Radaustollen

In der zurzeit gültigen Abbaugenehmigung des Landkreis Goslar, vom 11.07.2002, Az. 61 24 50 – 01/1 ist unter Pkt. 3.2.5 und Pkt. 3.2.6 vorgegeben, dass bei einer Annäherung der Sprengstellen an den Radaustollen gemäß folgender Tabelle Erschütterungsmessungen im Stollen durchzuführen sind.

Nr.	Entfernung vom Stollen (m)	Häufigkeit
1	> 100	jährlich
2	50 - 100	halbjährlich
3	< 50	Die ersten 5 Sprengungen, anschließend vierteljährlich

Tab. 9 Erschütterungsmessungen im Radaustollen gemäß der bestehenden Genehmigung

Des Weiteren wird in der Genehmigung ausgeführt:

... Sollten bei der Annäherung an den Radaustollen Schwingungen von mehr als $v_s = 30 \text{ mm/s}$ im Frequenzbereich von 10-50 Hz an den Bauwerken des Radaustollens (Wehranlage, Einlaufbauwerk, Stollen) auftreten, ist eine weitere Annäherung des Abbaubetriebes an den Radaustollen einzustellen oder durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass keine größeren Schwingungen auftreten oder die Standsicherheit der Bauwerke des Radaustollens durch geeignete Maßnahmen für größere Schwingungen zu ertüchtigen. ...



11.0 Erschütterungsmessungen

Als Datengrundlagen zur Ermittlung einer geeigneten Prognoseformel zur Erschütterungsausbreitung wurden die Messwerte von Erschütterungsmessungen an 4 Messorten verwendet, die in der Zeit vom 27.09.2019 bis zum 03.12.2019 bei vier Gewinnungssprengungen im Hartsteintagebau Bad Harzburg erfasst wurden. Die sprengtechnischen Daten der Sprengungen können den Sprengprotokollen entnommen werden, die als Anlagen 4.1 - 4.4 diesem Gutachten angefügt sind.

Anhand der Ergebnisse dieser Erschütterungsmessungen und auf Basis einer geeigneten und gebräuchlichen Prognoseformel wird im weiteren Verlauf eine Erschütterungsprognose über die zu erwartenden Erschütterungen an der angrenzenden Bebauung und den anderen schützenswerten Anlagen erstellt.

In den Abbildungen 3 und 4 ist die erste erfasste Gewinnungssprengung vom 27.09.2019 vor und nach der Sprengung abgebildet.



Abb. 3 Sprengstelle vom 27.09.2019 vor der Sprengung





Abb. 4 Sprengstelle vom 27.09.2019 nach der Sprengung

11.1 Beschreibung der Messstellen

Messstelle 1:

Betriebsgebäude des Hartsteinbruchs Bad Harzburg
Nordhäuser Straße 2b, 38667 Bad Harzburg

Konventionell gebautes älteres Gebäude bestehend aus Souterrain/KG, EG und ausgebautem DG. Das Souterrain/KG ist aus Mauerwerk errichtet, die darüber gelegenen Geschosse wurden in Massivholzbauweise erstellt.

Die geringste horizontale Entfernung zu den messtechnisch erfassten Sprengstellen betrug:

27.09.2019	ca. 290 m
04.11.2019	ca. 200 m (1. Sprengung)
04.11.2019	ca. 380 m (2. Sprengung)
03.12.2019	ca. 340 m





Abb. 5 Messstelle 1 Betriebsgebäude

Messpunkt 1, Messgerät SM-3C Nr. 975

Der Messpunkt 1 im Betriebsgebäude war auf eine massive Stahlkonsole aufgesetzt, die im KG an die tagebauseitige aufgehende Außenwand angedübelt war. Die x-Achse des triaxialen Sensors war in etwa zur Sprengstelle und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet.

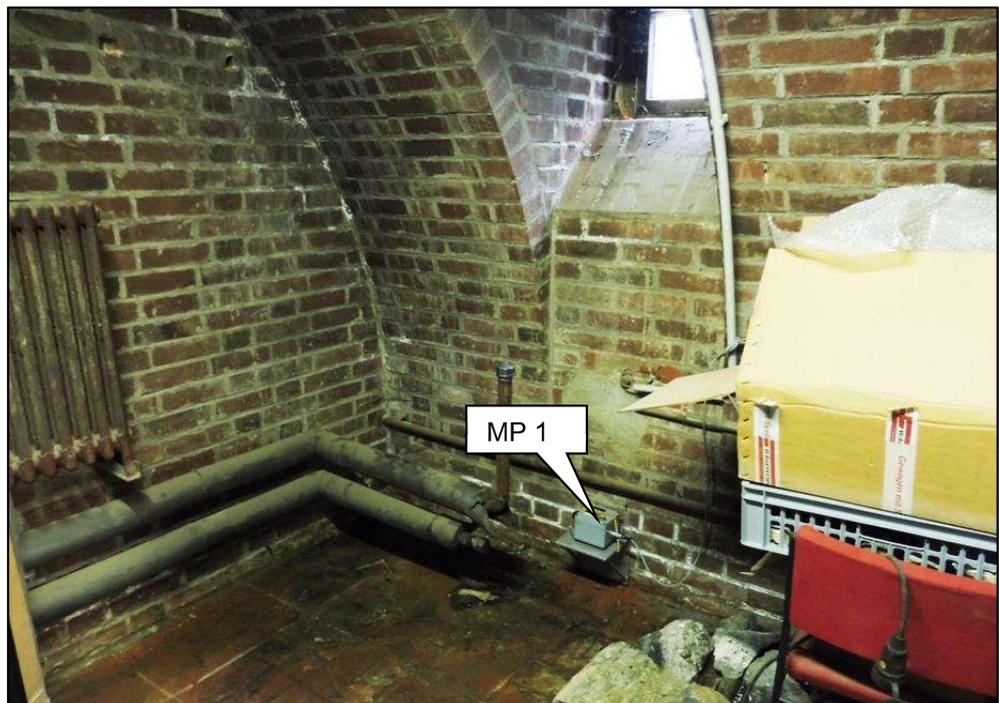


Abb. 6 Messpunkt 1 im Betriebsgebäude



Messstelle 2:

Wohngebäude und Werkstatt

Nordhäuser Straße 9, 38667 Bad Harzburg

Die ehemalige Verwaltung der Harzburger Gabbro Steinwerke GmbH wird heute zu Wohnzwecken genutzt.

Konventionell gebautes älteres Gebäude bestehend aus 2 Wohngebäuden und einer dazwischen gelegenen Werkstatt. Die Wohngebäude bestehen aus EG., 1. OG und ausgebautem DG. Die Gebäude sind aus Mauerwerk errichtet, das teilweise mit Holz verkleidet ist. Gemessen wurde in der Werkstatt.

Die geringste horizontale Entfernung zu den messtechnisch erfassten Sprengstellen betrug:

27.09.2019	ca. 800 m
04.11.2019	ca. 680 m (1. Sprengung)
04.11.2019	ca. 1.100 m (2. Sprengung)
03.12.2019	ca. 900 m



Abb. 7 Messstelle 2 Nordhäuser Straße 9



Messpunkt 2, Messgerät SM-3C Nr. 798

Triaxialer Sensor auf Betonboden an der tagebauseitigen aufgehenden Außenwand der Werkstatt. Die x-Achse des Sensors war in etwa zur Sprengstelle und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet.



Abb. 8 MP 2 in der Werkstatt an der Nordhäuser Straße 9

Messstelle 3:

Werkstattgebäude Autohaus
Nordhäuser Straße 20, 38667 Bad Harzburg

Konventionell gebaute Werkstatthalle bestehend aus KG und EG.

Die geringste horizontale Entfernung zu den messtechnisch erfassten Sprengstellen betrug:

27.09.2019	ca. 1.200 m
03.12.2019	ca. 1.240 m





Abb. 9 Messstelle 3 Werkstatt Autohaus

Messpunkt 3, Messgerät SM-3C Nr. 1129

Triaxialer Sensor auf Betonboden an der tagebauseitigen aufgehenden Außenwand im KG der Werkstatt. Die x-Achse des Sensors war in etwa zur Sprengstelle und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet.



Abb. 10 MP 3 im KG der Werkstatt an der Nordhäuser Straße 20



Messstelle 4:

Sprengmittellager des Hartsteinwerks Bad Harzburg

Derzeit nicht genutztes Sprengmittellager des Hartsteinwerks Bad Harzburg.
Massive konventionell gebaute eingeschossige Betonkonstruktion.

Die geringste horizontale Entfernung zu den messtechnisch erfassten Sprengstellen betrug:

27.09.2019 ca. 1.100 m

03.12.2019 ca. 1.080 m

Messpunkt 4, Messgerät SM-3C Nr. 800

Triaxialer Sensor auf Betonboden auf der Türschwelle des Sprengmittellagers. Die x-Achse des Sensors war in etwa zur Sprengstelle und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet.



Abb. 11 MP 4 auf der Türschwelle des Sprengmittellagers



11.2 Messtechnische Angaben zu den eingesetzten Messgeräten

Es wurden Schwingungsmesser Typ ZEB/SM-3C nach DIN 45669 - A 3 HV 1 - 315 mit einer Ausrüstung zum Messen von Erschütterungen im Bauwesen gemäß DIN 4150 als 3-Komponentenstation eingesetzt.

Gerätenummern: ZEB/SM-3C Nr. 798, 800, 830, 975 u. 1129
 Messbereich: 0 - 100 mm/s
 Trigger: 0,10 - 0,20 mm/s

Alle Messgeräte haben eine gültige Kalibrierung. Die Messgeräte führen vor und nach jeder Messung einen Selbsttest durch, der hier ohne Auffälligkeiten verlief, d.h. die Messgeräte waren kalibriert und funktionierten einwandfrei.

11.3 Erschütterungsmessergebnisse

Messstelle 1: Betriebsgebäude des Hartsteinbruchs Bad Harzburg

Datum	Achse	gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
		v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
Sprengung 1 27.09.2019 13:59 Uhr	X	11,90	11	5,37	5,50	6,0	216,4	89,5
	Y	8,39	8	3,96	5,00	6,0	167,8	66,0
	Z	5,70	15	2,44	6,25	6,0	91,2	40,7
Sprengung 2 04.11.2019 15:09 Uhr	X	6,00	11	2,82	5,25	6,0	114,3	47,0
	Y	4,43	11	1,77	5,25	6,0	84,4	29,5
	Z	4,18	16	2,02	6,50	6,0	64,3	33,7
Sprengung 3 04.11.2019 15:10 Uhr	X	1,89	11	0,82	5,25	6,0	36,0	13,7
	Y	0,72	11	0,26	5,25	6,0	13,7	4,3
	Z	0,55	16	0,27	6,50	6,0	8,5	4,5
Sprengung 4 03.12.2019 15:02 Uhr	X	3,14	10	1,50	5,00	6,0	62,8	25,0
	Y	3,68	16	1,10	6,50	6,0	56,6	18,3
	Z	2,89	17	1,56	6,75	6,0	42,8	26,0

** gemäß DIN 4150, Teil 2 v. Juni 1999 , Pkt. 6.5 Quellenspezifische Regelungen

Tab. 2 Messergebnisse im Betriebsgebäude des Hartsteinbruchs Bad Harzburg



Messstelle 2: Werkstatt am Wohngebäude Nordhäuser Straße 9

Datum	Achse	gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
		v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
Sprengung 1 27.09.2019 13:59 Uhr	X	2,26	13	1,05	5,75	6,0	39,3	17,5
	Y	2,32	12	1,00	5,50	6,0	42,2	16,7
	Z	1,33	13	0,58	5,75	6,0	23,1	9,7
Sprengung 2 04.11.2019 15:09 Uhr	X	2,92	12	1,36	5,50	6,0	53,1	22,7
	Y	1,28	14	0,62	6,00	6,0	21,3	10,3
	Z	1,64	12	0,64	5,50	6,0	29,8	10,7
Sprengung 3 04.11.2019 15:10 Uhr	X	0,37	8	0,15	5,00	6,0	7,4	2,5
	Y	0,23	10	0,09	5,00	6,0	4,6	1,5
	Z	0,14	8	0,05	5,00	6,0	2,8	0,8
Sprengung 4 03.12.2019 15:02 Uhr	X	Geräteausfall			5,00	6,0		
	Y	wegen			5,00	6,0		
	Z	Wasserschaden			5,00	6,0		

** gemäß DIN 4150, Teil 2 v. Juni 1999 , Pkt. 6.5 Quellenspezifische Regelungen

Tab. 3 Messergebnisse in der Werkstatt am Wohngebäude Nordhäuser Straße 9

Messstelle 3: Werkstatt am Autohaus, Nordhäuser Str 20

Datum	Achse	gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
		v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
Sprengung 1 27.09.2019 13:59 Uhr	X	0,44	10	0,19	20,0	6,0	2,2	3,2
	Y	0,30	20	0,10	25,0	6,0	1,2	1,7
	Z	0,21	16	0,08	23,0	6,0	0,9	1,3
Sprengung 4 03.12.2019 15:02 Uhr	X	0,18	15	0,06	22,5	6,0	0,8	1,0
	Y	0,20	19	0,05	24,5	6,0	0,8	0,8
	Z	0,23	50	0,06	40,0	6,0	0,6	1,0

** gemäß DIN 4150, Teil 2 v. Juni 1999 , Pkt. 6.5 Quellenspezifische Regelungen

Tab. 4 Messergebnisse in der Werkstatt am Autohaus



Messstelle 4: Sprengmittellager des Hartsteinwerks Bad Harzburg

Datum	Achse	gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
		v _i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB _{Fmax} (-)	v _i (mm/s)	KB _{Fmax} (Ao) **	v _i	KB _{Fmax} (Ao) **
Sprengung 1 27.09.2019 13:59 Uhr	X	0,65	12	0,21	21,0	6,0	3,1	3,5
	Y	0,32	14	0,13	22,0	6,0	1,5	2,2
	Z	0,56	63	0,17	42,6	6,0	1,3	2,8
Sprengung 4 03.12.2019 15:02 Uhr	X	0,31	11	0,13	20,5	6,0	1,5	2,2
	Y	0,36	37	0,10	33,5	6,0	1,1	1,7
	Z	0,45	59	0,15	41,8	6,0	1,1	2,5

** gemäß DIN 4150, Teil 2 v. Juni 1999, Pkt. 6.5 Quellenspezifische Regelungen

Tab. 5 Messergebnisse am Sprengmittellager des Hartsteinwerks Bad Harzburg

12.0 Grundlagen der Erschütterungsprognose

Anhand der Ergebnisse der oben dargestellten Erschütterungsmessungen und auf der Basis einer geeigneten und gebräuchlichen Prognoseformel wird im Folgenden eine Erschütterungsprognose über die zu erwartenden Erschütterungen an der angrenzenden Bebauung und den anderen schützenswerten Objekten erstellt.

Aus einer Prognoseberechnung mit der Abstands-Mengen-Beziehung nach der BGR-Formel (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe), die aufgrund von mehreren Tausend Messungen aufgestellt wurde, lassen sich die zu erwartenden Sprengerschütterungen an den Fundamenten der Wohnbebauung und den anderen schützenswerten Objekten ausreichend genau ermitteln.

Diese Prognoseformel wird auch in der DIN 4150 Teil 1 vom Juni 2001 für die Prognose von Sprengerschütterungen genannt.

BGR-Formel

$$v_i = k \cdot \left(\frac{L}{L_0} \right)^b \cdot \left(\frac{R}{R_0} \right)^{-m}$$



Hierin sind:

v_i : max. Schwinggeschwindigkeit (mm/s)

L : Sprengstofflademenge/Zündzeitstufe

L_0 : 1 kg (Bezugsgröße)

R : Abstand schützenswertes Objekt vom Sprengort

R_0 : 1 m (Bezugsgröße)

k : Vorfaktor

b : Koeffizient der Lademenge

m : Koeffizient der Entfernung

Die von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe empirisch ermittelten Parameter k , b und m werden im Freifeld für kristalline Hartgesteine wie folgt angegeben:

$$k = 206$$

$$b = 0,8$$

$$m = 1,3$$

12.1 Grundlagen der Erschütterungsprognose für die umliegende Bebauung

Für den Übergang von Sprengerschütterungen im Freifeld auf ein Bauwerk wird üblicherweise ein Übertragungsfaktor Freifeld - Bauwerksfundament von 0,5 berücksichtigt (siehe Literatur: Nobel Hefte 2/79, Böttcher, Lüdeling, Wüstenhage, Übertragungsfaktoren Freifeld zu Bauwerksfundamenten: $\ddot{u} = 0,2 - 0,9$ und Ratgeber Erschütterungen Dr. P. Lichte, Sprengerschütterungen, Erschütterungsprognosen frequenzabhängig $V_F = \text{ca. } 0,5$)

Die Streuung der bei den Sprengungen entstehenden tatsächlichen Erschütterungen um die rechnerisch gemäß der Ausbreitungsfunktion nach BGR ermittelten Erschütterungswerte wird mit einem Faktor

$$s = 2,0$$

berücksichtigt.

Für die folgenden Rechnungen wurde der Streufaktor $s = 2$ gesetzt und für den Übergang vom Freifeld auf ein Gebäudefundament ein Übertragungsfaktor Freifeld - Bauwerksfundament von 0,5 berücksichtigt.



Der Vergleich der Messungen mit der im Folgenden verwendeten Prognoseformel zeigt, dass die zu erwartenden Erschütterungen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb des Prognoseansatzes liegen werden. Im Weiteren wird somit mit der folgenden Prognoseformel gerechnet:

$$v_i = s \times \ddot{u} \times k \times L^b \times R^{-m}$$

$$v_i = 2 \times 0,5 \times 206 \times L^{0,8} \times R^{-1,3}$$

In der folgenden Abbildung 12 sind die Erschütterungsmessergebnisse der oben aufgelisteten Messungen aus 2019 als Punkte aufgetragen. Die gestrichelte Linie stellt die modifizierte Ausbreitungsfunktion dar, nach der im Folgenden die Erschütterungen prognostiziert werden.

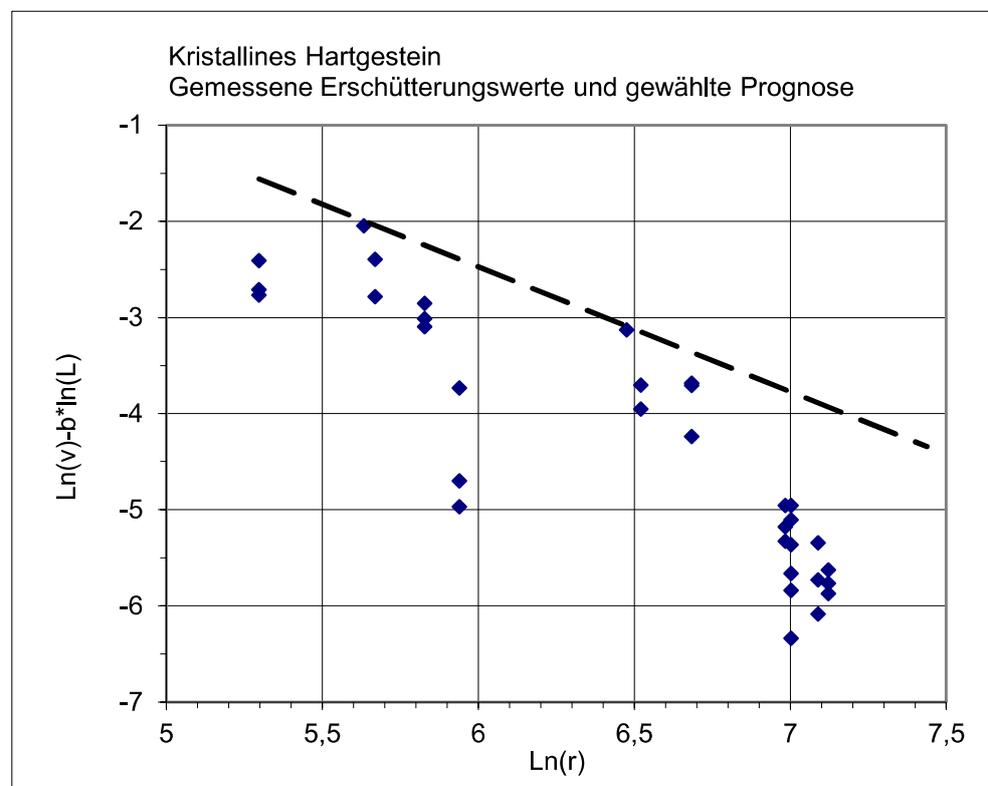


Abb. 12 Gewählte Ausbreitungsfunktion (gestrichelte Linie) und gemessene Erschütterungen (Punkte)



12.2 Grundlagen der Erschütterungsprognose für den Radaustollen

Bereits in der derzeit genehmigten Abbaufäche wird ein in Ost-West-Richtung auf ca. 397 mNN verlaufender Wasserstollen, der Radaustollen, überfahren. In der bestehenden Genehmigung wird ein hierfür zulässiger maximaler Erschütterungswert von $v_{\max} = 30,0$ mm/s genannt. Hierzu werden jährlich betriebliche Kontrollmessungen durchgeführt und der Aufsichtsbehörde übermittelt. In der folgenden Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Messungen der letzten Jahre aufgelistet.

Datum	Lademenge (kg)	Entfernung (m)	Achse	v_i (mm/s)	Frequenz (Hz)	zulässig (mm/s)
12.10.16	255	219	X	1,46	102,4	30,0
			Y	4,06	73,1	30,0
			Z	2,35	30,1	30,0
07.08.17	200	450	X	0,64	102,4	30,0
			Y	0,70	128,0	30,0
			Z	0,51	17,0	30,0
15.10.18	180	275	X	0,95	85,3	30,0
			Y	0,51	128,0	30,0
			Z	0,51	73,1	30,0
27.09.19	285	283	X	1,52	36,5	30,0
			Y	0,95	20,4	30,0
			Z	1,02	46,5	30,0

Tab. 6 Ergebnisse der betrieblichen Messungen im Radaustollen

Die bisherigen Anforderungen zur Einhaltung des Sicherheitspfeilers von 30 m Stärke um den Radaustollen werden auch beim geplanten Vorhaben weiterhin berücksichtigt und unverändert fortgeführt. Hierzu ist vorgesehen, das Gestein oberhalb des Radaustollens maximal bis zu einem Niveau von 427 mNN abzubauen.

Bei untertägigen Einrichtungen können sich die Erschütterungen im Vollraum um die Einrichtungen ausbreiten. Das führt zu anderen Parametern als bei einer übertägigen Ausbreitung im Halbraum. Für die untertägige Ausbreitung von Sprengerschütterungen eignen sich die wie folgt angegeben empirisch ermittelten Parameter:



$$k = 389$$

$$b = 0,6$$

$$m = 1,55$$

Die Streuung der bei den Sprengungen entstehenden tatsächlichen Erschütterungen um die rechnerisch ermittelten Erschütterungswerte wird hier mit einem Faktor $s = 2,0$ berücksichtigt.

In der Abbildung 13 sind die Erschütterungsmessergebnisse der oben aufgelisteten Messungen als Punkte aufgetragen. Die gestrichelte Linie stellt die modifizierte Ausbreitungsfunktion dar, nach der im Folgenden die Erschütterungen für den Radaustollen prognostiziert werden.

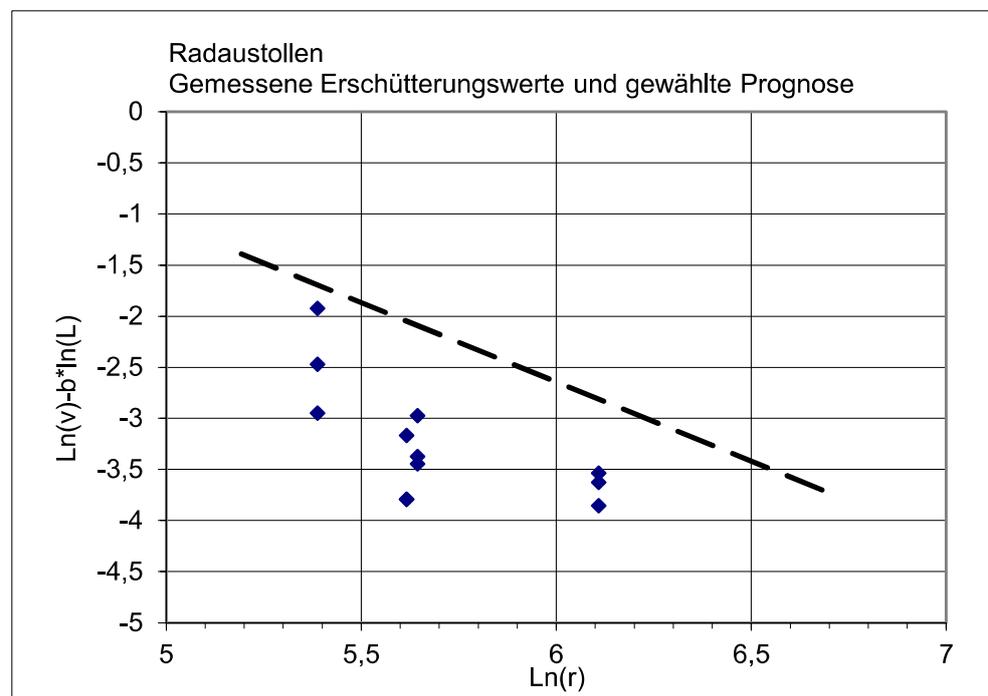


Abb. 13 Gewählte Ausbreitungsfunktion für den Radaustollen (gestrichelte Linie) und gemessene Erschütterungen (Punkte)

Der Vergleich der jährlich im Radaustollen durchgeführten Messungen aus den Jahren 2016 bis 2019 mit der im Folgenden verwendeten Prognoseformel zeigt, dass die zu erwartenden Erschütterungen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb des Prognoseansatzes liegen werden. Im Weiteren wird somit für die Erschütterungsbeeinträchtigung des Radaustollens mit der folgenden Prognoseformel gerechnet:

$$v_i = s \times k \times L^b \times R^{-m}$$

$$v_i = 2 \times 389 \times L^{0,6} \times R^{-1,55}$$



13.0 Erschütterungsprognose

13.1 Erschütterungsprognose für die umliegende Bebauung

Um die Einwirkung auf Menschen in Gebäuden beurteilen zu können, sind die Erschütterungen der Gebäude im obersten Vollgeschoss an der Außenwand und auf der obersten Deckenebene zu ermitteln. Erfahrungsgemäß werden die an den Gebäudefundamenten auftretenden Erschütterungen aufgrund der dynamischen Eigenschaften der Gebäude nach oben hin überhöht.

Diese Überhöhungen betragen erfahrungsgemäß in horizontaler Richtung (Fundament – Außenwand im OG) das 2 - 3fache des Fundamentwertes und in vertikaler Richtung (Fundament – Deckenmitte im OG) das 3 - 4fache des Fundamentwertes.

Für die folgende Prognose werden Überhöhungsfaktoren von

$\ddot{U}_F = 3,0$ in horizontaler Richtung und

$\ddot{U}_F = 4,0$ in vertikaler Richtung

angenommen.

Da der $KB_{F_{max}}$ -Wert - wenn auch nur in geringem Maße - frequenzabhängig ist, wurde er jeweils für eine Frequenz von 20 Hz und bei einem c_F -Wert von 0,8 bestimmt.

Als zulässiger Fundamentanhaltswert für die Gebäude wurde in der Prognose für alle Entfernungen ein Wert für die ungünstigsten Frequenzen (unter 10 Hz) mit $v_{max} = 5,0$ mm/s angesetzt. Für das Obergeschoss wurde die Prognose für die Vertikalschwingung in der Deckenmitte durchgeführt.

Für die Bebauung in der Umgebung der geplanten Fortführung werden in der folgenden Tabelle 7 für Entfernungen von 300 m bis 1.000 m und bis zu einer maximale Lademenge von 250 kg je Zündzeit die zu erwartenden Erschütterungen prognostiziert.



Entfernung (m)	Lademenge je Zünd- zeitstufe (kg)	v_{\max} am Fundament (mm/s)	v_{\max} im OG Aussen- wand (mm/s)	v_{\max} im OG Decken- mitte (mm/s)	$KB_{F_{\max}}$ im OG zul. $A_o = 6^*$
300	48	2,75	8,24	10,98	5,98
320	53	2,73	8,20	10,93	5,95
340	59	2,75	8,26	11,01	6,00
360	64	2,73	8,18	10,91	5,94
380	70	2,73	8,19	10,92	5,95
400	76	2,73	8,18	10,91	5,94
420	82	2,72	8,16	10,88	5,93
440	89	2,73	8,20	10,94	5,96
460	95	2,72	8,16	10,88	5,93
480	102	2,72	8,17	10,89	5,93
500	110	2,74	8,23	10,97	5,98
520	117	2,74	8,22	10,96	5,97
540	125	2,75	8,25	11,00	5,99
560	132	2,74	8,22	10,96	5,97
580	140	2,74	8,23	10,97	5,98
600	148	2,74	8,23	10,98	5,98
620	156	2,74	8,23	10,97	5,98
640	165	2,75	8,26	11,01	6,00
660	173	2,75	8,24	10,99	5,99
680	181	2,74	8,22	10,96	5,97
700	190	2,74	8,23	10,97	5,98
750	210	2,72	8,15	10,87	5,92
800	235	2,73	8,20	10,93	5,96
850	250	2,65	7,96	10,62	5,78
900	250	2,46	7,39	9,86	5,37
950	250	2,30	6,89	9,19	5,01
1000	250	2,15	6,45	8,60	4,68

* gemäß DIN 4150, Teil 2 v. Juni 1999 , Pkt. 6.5 Quellenspezifische Regelungen

Tab. 7 Lademengen-Abstandstabelle für die umliegende Bebauung

Die geringste Entfernung zur Gewinnungsgrenze ergibt sich gegen Ende des Abbaus in der geplanten Fortführung zur Gaststätte Radau-Wasserfall mit ca. 190 m. Bei dieser Entfernung ergeben sich zum Erschütterungsschutz für die Gaststätte deutlich kleinere Lademengen, als derzeit bei den Gewinnungssprengungen verwendet werden. Durch eine Verkleinerung der Bohrrasters, des Bohrlochdurchmessers und der Bohrlochtiefe lassen sich entsprechend verkleinerte Lademengen realisieren. Eine Prognose der bei



diesen angepassten Sprengungen auftretenden Erschütterungen ist auf der Basis der derzeitigen Datenlage mit beträchtlichen Ungenauigkeit behaftet. Derartige Sprengungen sollten daher später bei Annäherung an die Gaststätte Radau-Wasserfall auf weniger als 300 m erschütterungsmesstechnisch begleitet werden, um die dann möglichen Lademengen und die dafür erforderlichen Sprengparameter entsprechend den Messergebnissen den tatsächlichen Gegebenheiten aktuell anzupassen.

In der folgenden Tabelle 8 sind die prognostizierten Erschütterungswerte für die in Tabelle 1 aufgelisteten Immissionsorte in der Umgebung der geplanten Fortführung für Entfernungen bis minimal 300 m dargestellt. Dabei wurden bis zu einer Obergrenze von 250 kg die jeweils größtmöglichen Sprengstofflademengen je Zündzeit bei der geringsten Entfernung zu Grunde gelegt.

Objekt	Lademenge (kg)	Entf. (m)	Fundament		Obergeschoss*		Obergeschoss	
			zul. (mm/s)	Progn. (mm/s)	zul. (mm/s)	Progn. (mm/s)	zul. KB_{Fmax}	Progn.
IO 1 Gaststätte Radau-Wasserfall Nordhäuser Straße 17	48	300**	5,0	2,75	20,0	10,98	6,0	5,98
IO 2 Wohnhaus und Werkstatt Nordhäuser Straße 9	135	570	5,0	2,73	20,0	10,90	6,0	5,94
IO 3 Autohaus Nordhäuser Straße 20	250	985	5,0	2,19	20,0	8,77	6,0	4,78
IO 4 Kursaal Bad Harzburg Kurhausstraße 11	250	1.915	5,0	0,92	20,0	3,69	6,0	2,01
IO 5 Gaststätte Marienteichbaude Marienteichbaude 1	250	1.740	5,0	1,05	20,0	4,18	6,0	2,28
IO 6 Sprengmittellager	250	380	20,0	7,56	-	-	-	-

* Deckenmitte vertikal

** Bei Entfernungen unter 300 m muss die mögliche Lademenge durch eine messtechnische Begleitung ermittelt werden.

Tab. 8 Erschütterungsprognose für die in Tabelle 1 genannten Immissionsorte



13.2 Erschütterungsprognose für den Radaustollen

Für den Radaustollen werden in der folgenden Tabelle für Entfernungen von 50 m bis 200 m und bis zu einer maximale Lademenge von 250 kg je Zündzeit die zu erwartenden Erschütterungen prognostiziert.

Entfernung (m)	Lademenge je Zündzeitstufe (kg)	v_{\max} im Stollen (mm/s)
50	105,00	29,53
60	170,00	29,72
70	250,00	29,50
80	250,00	23,99
90	250,00	19,98
100	250,00	16,97
120	250,00	12,79
140	250,00	10,08
160	250,00	8,19
180	250,00	6,82
200	250,00	5,80

Tab. 9 Lademengen-Abstandstabelle für den Radau-Stollen

Die bereits in der bestehenden Genehmigung vorgeschriebene Einhaltung eines Sicherheitspfeilers von 30 m Stärke um den Radaustollen wird auch beim geplanten Vorhaben weiterhin berücksichtigt. Hierzu ist vorgesehen, das Gestein oberhalb des Radaustollens maximal bis zu einem Niveau von 427 mNN abzubauen.

Eine Prognose der im Nahbereich zwischen 50 m und 30 m auftretenden Erschütterungen ist auf der Basis der derzeitigen Datenlage, die bei deutlich größeren Entfernungen ermittelt wurde, mit Ungenauigkeit behaftet und kann daher derzeit nicht mit der gebotenen Genauigkeit durchgeführt werden. Wenn sich später der Abbau weiter an den Radaustollen angenähert hat und dann Messungen aus kleineren Entfernungen möglich sind, ist die Prognose für Entfernungen unter 50 m zu erweitern. Dabei sind die Sprengparameter so anzupassen, dass der in der derzeitigen Abbaugenehmigung genannte maximale Erschütterungswert von $v_s = 30$ mm/s stets eingehalten wird.



Zur Überwachung der durch Sprengungen im Nahbereich unter 50 m verursachten Erschütterungen sind in der aktuellen Genehmigung die Messung der ersten 5 Sprengungen und anschließende vierteljährliche Messungen im Radaustollen vorgeschrieben.

14.0 Beurteilung

14.1 Wohngebäude

DIN 4150, Teil 2, „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“

Die Wohnbebauung mit der geringsten Entfernung zu der geplanten Fortführung der Gewinnung im Hartsteintagebau Bad Harzburg ist die östlich gelegene Gaststätte Radau-Wasserfall mit einem Mindestabstand von ca. 190 m und die nordöstlich gelegene Wohnbebauung Nordhäuser Straße 9.

Bei Beachtung der in den Tabellen 6 und 7 genannten Lademengen je Zündzeitstufe wird der Anhaltswert $A_0 = 6$ der DIN 4150 Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Tabelle 1, Zeile 1 nach Pkt. 6.5.1, quellenspezifische Regelungen für kurzzeitige Erschütterungen, in der nordöstlich gelegenen Wohnbebauung Nordhäuser Straße 9 eingehalten.

Bei Annäherung an die Gaststätte Radau-Wasserfall auf weniger als 300 m sind die Gewinnungssprengungen erschütterungsmesstechnisch in der Gaststätte zu überwachen, und die Lademengen und Sprengparameter entsprechend den Messergebnissen den tatsächlichen Gegebenheiten anzupassen.

Wenn in diesen nächstgelegenen Wohngebäuden die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte für Menschen in Gebäuden eingehalten werden, ist sichergestellt, dass auch in allen anderen deutlich weiter entfernt gelegenen Wohnhäusern die zulässigen Anhaltswerte eingehalten werden. Eine wesentliche Belästigung der Anwohner, verursacht durch die auftretenden Sprengerschütterungen bei Sprengungen in der geplanten Fortführung ist laut DIN 4150 Teil 2 nicht gegeben.



DIN 4150, Teil 3, „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“

Der zulässige Anhaltswert der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, beträgt für die Fundamente der nächstgelegenen Wohnhäuser bei Frequenzen unter 10 Hz $v_i = 5,0$ mm/s.

Gebäudefundamente

Bei Beachtung der in den Tabellen 7 und 8 genannten Lademengen je Zündzeitstufe ergeben sich für die Nachbarbebauungen Fundamenterschütterungen von maximal $v_i = 2,75$ mm/s. Der für ungünstigste Frequenzen zulässige Anhaltswert von $v_i = 5,0$ mm/s wird damit zu maximal 55 % erreicht.

Oberste Geschosse, horizontale Messrichtung

Der zulässige Anhaltswert der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, beträgt für die Deckenebene des obersten Vollgeschosses in horizontaler Messrichtung bei allen Frequenzen $v_i = 15,0$ mm/s und wird bei einem prognostizierten maximalen Erschütterungswert von $v_i = 8,26$ mm/s zu 55,1 % erreicht.

Oberste Geschosse, vertikale Messrichtung

Der zulässige Anhaltswert der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, beträgt für die Deckenebene des obersten Vollgeschosses in vertikaler Messrichtung bei allen Frequenzen $v_i = 20$ mm/s und wird bei einem prognostizierten maximalen Erschütterungswert von $v_i = 11,02$ mm/s zu 55,1 % erreicht.

Die für die nächstgelegenen Wohnhäuser prognostizierten Erschütterungen erreichen damit lediglich etwa die Anhaltswerte der Zeile 3 der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen für besonders erschütterungsempfindliche und besonders erhaltenswerte, z.B. denkmalgeschützte, Anlagen. Wenn die zulässigen Anhaltswerte an den nächstgelegenen Wohnhäusern unterschritten werden, ist sichergestellt, dass auch in allen anderen deutlich weiter entfernt gelegenen Wohnbebauungen die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150 eingehalten werden.



14.2 Gewerblich genutzte Bauwerke

Den kleinsten Abstand zu den Sprengarbeiten in der geplanten Fortführung der Gewinnung des Hartsteintagebaus Bad Harzburg hat das Werkstattgebäude an der Wohnbebauung Nordhäuser Straße 9.

Bei dem ermittelten geringsten horizontalen Abstand von 570 m zu den nächstgelegenen Gewinnungssprengungen beträgt zum Schutz der angrenzenden Wohnbebauung die maximale ermittelte Lademenge 135 kg je Zündzeitstufe. Bei dieser Lademenge ergibt sich ein prognostizierter Fundamentwert von ca. $v_i = 2,73$ mm/s. Damit wird der für ungünstigste Frequenzen zulässige Anhaltswert der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, von $v_{\max} = 20$ mm/s zu ca. 13,7 % erreicht.

14.3 Radaustollen

In Tabelle 9 werden Lademengen genannt, die nach derzeitigem Kenntnisstand sicherstellen, dass bis zu einer Entfernung von 50 m der in der Genehmigung genannte Erschütterungswert von $v_s = 30$ mm/s nicht überschritten wird.

Für die Ausführung von Gewinnungssprengungen im Nahbereich zwischen 50 m und 30 m auftretenden Erschütterungen sind die für die Einhaltung des maximal zulässigen Erschütterungswertes von $v_s = 30$ mm/s noch möglichen Lademengen und die dafür erforderlichen Sprengparameter bei Annäherung des Abbaus an den Radaustollen entsprechend den Messergebnissen den tatsächlichen Gegebenheiten anzupassen.

14.4 Bewertung der Prognosen

Die hier prognostizierten Erschütterungswerte werden mit großer Wahrscheinlichkeit in der Praxis deutlich unterschritten werden. Für diese Prognosen wurde stets von ungünstigen Annahmen ausgegangen. Dieses betrifft die angenommenen Frequenzen, den c_F - Wert, die Überhöhungsfaktoren in den Gebäuden und den Sicherheitsfaktor in den Prognoseformeln. Durch die Multiplikation dieser ungünstig angenommenen Faktoren ergeben sich in



den Prognosen Erschütterungswerte, die in der Praxis - wenn überhaupt - nur in den seltensten Fällen erreicht werden.

Obwohl für die Prognosen pessimale Ansätze gewählt wurden, liegen dennoch die für Wohngebäude prognostizierten Werte alle nicht nur unterhalb der Anhaltswerte für Wohngebäude, sondern auch noch im Bereich der zulässigen Anhaltswerte der Zeile 3 der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen für besonders erschütterungsempfindliche und besonders erhaltenswerte, z. B. denkmalgeschützte, Anlagen.

Sollte später beim Abbau durch Messung der tatsächlich auftretenden Erschütterungen belegt werden, dass die Erschütterungen dauerhaft niedriger sind als hier prognostiziert, bestehen aus gutachtlicher Sicht keine Bedenken, die Sprengstofflademengen je Zündzeitstufe entsprechend zu vergrößern.

Andererseits sind die Lademengen je Zündzeitstufe zu verringern, wenn sich wider Erwarten herausstellen sollte, dass die zulässigen Erschütterungswerte nicht eingehalten werden können.

15.0 Zusammenfassung

Die Norddeutsche Naturstein GmbH betreibt südlich der Stadt Bad Harzburg im Landkreis Goslar in Niedersachsen den Hartsteintagebau Bad Harzburg, in dem Gabbro abgebaut wird. Zur Sicherung des Standortes über die nächsten Jahre hinaus ist beabsichtigt, den Tagebau nach Südwesten um ca. 11,0 ha weiter zu entwickeln und in der genehmigten Abbaufäche von 39,4 ha die Abbauführung zu verändern und den Abbau teilweise zu vertiefen.

In dieser Stellungnahme wird die geplante Sprengarbeit beschrieben und es werden Erschütterungsprognosen und Lademengen-Abstandstabellen erstellt, um sicherzustellen, dass bei den vorzunehmenden Sprengungen in der geplanten Fortführung der Gewinnung die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte an und in der gesamten Nachbarbebauung des Tagebaus eingehalten werden.



Grundlage der Erschütterungsprognose sind Erschütterungsmessungen, die in der Zeit vom 27.09.2019 bis zum 03.12.2019 bei 4 Gewinnungssprengungen im Hartsteintagebau Bad Harzburg durchgeführt wurden sowie eine von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe entwickelte Prognoseformel.

Bei den prognostizierten Sprengerschütterungen können gemäß den Anhaltswerten der DIN 4150 keine Schäden an der benachbarten Bebauung und dem unterhalb der Abbaufäche verlaufendem Radaustollen verursacht werden. Dies gilt auch für alle weiteren Gebäude und Anlagen im weiteren Einwirkungsbereich der geplanten Fortführung, soweit sie mir genannt wurden oder bekannt sind. Werden die oben genannten Auflagen eingehalten, ist eine wesentliche Belästigung in Sinne der DIN 4150 für die Anwohner im Einwirkungsbereich der geplanten Fortführung des Hartsteintagebaus Bad Harzburg mit hoher Sicherheit auszuschließen.

16.0 Schlussbemerkung

Dieses spreng- und erschütterungstechnische Gutachten habe ich in meiner Eigenschaft als unabhängiger öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger nach bestem Wissen und Gewissen und nach dem mir bekannten Stand der Dinge und der Technik erstellt.

Abhängigkeiten zu den an der Planung und Durchführung beteiligten Personen, Dienststellen und Firmen, sowie den Eigentümern und Nutzern der angrenzenden Gebäude und Anlagen, bestehen nicht.



Dortmund, den 17.03.2020

Josef Hellmann

Anlagen



Anlage 1

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 2, „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Tabelle 1, „Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsemissionen 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 Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9).	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8).	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 (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5).	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2).	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, 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 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.



Anlage 2

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 3, „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Tabelle 1, „Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke“

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i \max}$ in mm/s				
		Fundament Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal	Decken, vertikal
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz ^a	alle Frequenzen	alle Frequenzen
Spalte Zeile	1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20 ^b
ANMERKUNG 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 Abschnitt 5.1.2 Absatz 2 ist zu beachten						

Anlage 3

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 3, „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Tabelle 3, „Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf erdverlegte Leitungen“

Zeile	Leitungsbaustoffe	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s auf der Rohrleitung
1	Stahl, geschweißt	100
2	Steinzeug, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Metall mit und ohne Flanschen	80
3	Mauerwerk, Kunststoff	50

Anlage 4.1





Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Bad Harzburg

Protokoll zur Sprengung: **GBS 11/2019**

Sohle:	4	Vermessung:	J. Düro
Gestein:	Gabbro	Planung	Nachvermessung
Dichte:	2,9 t/cbm	Bohranlage	Minervo
		Bohrlochverlaufmessung	L. Naddenau
		Ladungsberechnung	J. Düro
		Durchführung	J. Düro
		Datum/Uhrzeit der Sprengung:	27.09.2019 14:00h

Bohranlage:

Vorgabe:	5,0-6,0	Bruchwandhöhe:	20,0-21,5 m
Reihenabstand	4,0 m	Bohrlochlänge:	21,8-23,3 m
Seitenabstand:	4,4 m	Bohrlochneigung:	65-75°
Unterbohrung:	1,0 m		
BL-Durchmesser:	115	Anzahl Reihen:	2 bis 3 Reihen
Anzahl-Kopfloch:	68 Stück		
Bohrtiefe:	21,8-23,3 m		

Masse:

Volumen:	24.695 cbm		
Tonnen:	71.616 t		

Sprengmittel:

ABP Booster 1,68g	68 Stück	114,2 kg	
Hydromite 70 / Hydromite 70 AL		14.040,0 kg	
Emulex 2Plus 65+80/700		675,0 kg	
Detonex 20g		130,0 m	

Zündungsart: nicht elektrisch redundant

Indet-Shok 400ms 27m	68 Stück		
Indet-Shok 425ms 6m	60 Stück		
Indet-Shok 17 ms 6m	28 Stück		
Indet-Shok 200ms 6m	27 Stück		
Indet-Shok 25ms 6m	2 Stück		
Indet-Shok 67 ms 7,2m	3 Stück		

Momentzündler 3m FE 1 Stück

Gesamt:

Höchstlademenge / ZZ-Stufe		14.829,2 kg	
Höchstlademenge / BL			
Spez. Sprengstoffeinsatz:		285 kg	
		285 kg	
		0,600 g/cbm	

Erschütterungsmessung im Raddaustollen lt. beigefügtem Protokoll

Datum: 27.09.2019



 Verantwort. Sprengberechtigter

.....
 Kunde

Protokoll der Sprengung 1 vom 27.09.2019



Anlage 4.3



AUSTIN POWDER

INTERNATIONAL

**Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Bad Harzburg**

Protokoll zur Sprengung: GBS 13/2019

Sohle:	8	GAP	Vermessung:	J.Düro
Gestein:	Gabbro		Planung	Nachvermessung
Dichte:	2,9 t/cbm		Bohranlage	Minervo
			Bohrlochverlaufmessung	L.Nadenau
			Ladungsberechnung	J.Düro
			Durchführung	J.Düro
			Datum/Uhrzeit der Sprengung:	04.11.2019 14:13 Uhr

Bohranlage:

Vorgabe:	8,0 m		Bruchwandhöhe:	17,3-22,2 m
Reihenabstand	4,4 m		Bohrlochlänge:	19,1-23,3 m
Seitenabstand:	4,6 m		Bohrlochneigung:	72° bis 80°
Unterbohrung:	1,0 m		Anzahl Reihen:	3
BL-Durchmesser:	115			
Anzahl-Kopfloch:	23 Stück			
Bohrtiefe:	19,1-23,3 m			

Masse:

Volumen:	9.969 cbm
Tonnen:	28.910 t

Sprengmittel:

ABP Booster 0,48 kg	28 Stück	13,4 kg	
Hydromite 70		3.423,0 kg	
Emulex 2+ 65/700		600,0 kg	
Emulex 1 65/700		400,0 kg	
Detonex 20g		230m	

Indet-Shok 400ms 24m	23 Stück		Zündungsart:
Indet-Shok 400ms 18m	0 Stück		nicht elektrisch
Indet-Shok 425ms 6m	23 Stück		redundant
Indet-Shok 25ms 6m	10 Stück		
Indet-Shok 100ms 6m	13 Stück		
Indet-Shok 67ms 7,2m	0 Stück		
Momentzündler 3m FE	1 Stück		

Gesamt: **4.436,4 kg**

Höchstlademenge / ZZ-Stufe	235 kg
Höchstlademenge / BL	235 kg
Spez. Sprengstoffeinsatz:	0,405 g/cbm

Anmerkung: Sprengung hinter Fertigmateriahalde, begrenzte Auflagerfläche

Datum: 04.11.2019

Verantw. Sprengberechtigter
Kunde

Protokoll der Sprengung 3 vom 04.11.2019



Anlage 4.4



AUSTIN POWDER
INTERNATIONAL

Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Bad Harzburg

Protokoll zur Sprengung: GBS 14/2019

Sohle: 3	Vermessung:	J. Düro
Gestein: Gabbro	Planung	Nachvermessung
Dichte: 2,9 t/cbm	Bohranlage	Minervo
	Bohrlochverlaufmessung	Chr. Skanda
	Ladungsberechnung	J. Düro
	Durchführung	J. Düro
	Datum/Uhrzeit der Sprengung:	03.12.2019 14:03 Uhr

Bohranlage:

Vorgabe: 3,9-5,3	Bruchwandhöhe:	15,3-16,8m
Reihenabstand: 4,0 m	Bohrlochlänge:	8,0-18,4m
Seitenabstand: 4,2 m	Bohrlochneigung:	72°-75°
Unterbohrung: 1,0 m		
BL-Durchmesser: 115	Anzahl Reihen:	2 (incl. Helfer)
Anzahl-Kopfloch: 26 Stück		
Bohrtiefe: 8,0-18,4m		

Masse:

Volumen: 7.453 cbm

Tonnen: 21.614 t

Sprengmittel:

ABP Booster 1,68g	24 Stück	40,3 kg	
Hydromite 70		4.405,0 kg	
Emulex 2Plus 70+65/700		226,2 kg	
Detonex 20g		0,0 m	
Indet-Shok 400ms 21m	26 Stück		Zündungsart: nicht elektrisch redundant
Indet-Shok 425ms 6m	26 Stück		
Indet-Shok 17ms 6m	23 Stück		
Indet-Shok 67ms 7,2m	3 Stück		
Momentzündler 3m FE	2 Stück		
Gesamt:		4.671,5 kg	
Höchstlademenge / ZZ-Stufe		190 kg	
Höchstlademenge / BL		190 kg	
Spez. Sprengstoffeinsatz:		0,627 g/cbm	

Datum: 03.12.2019

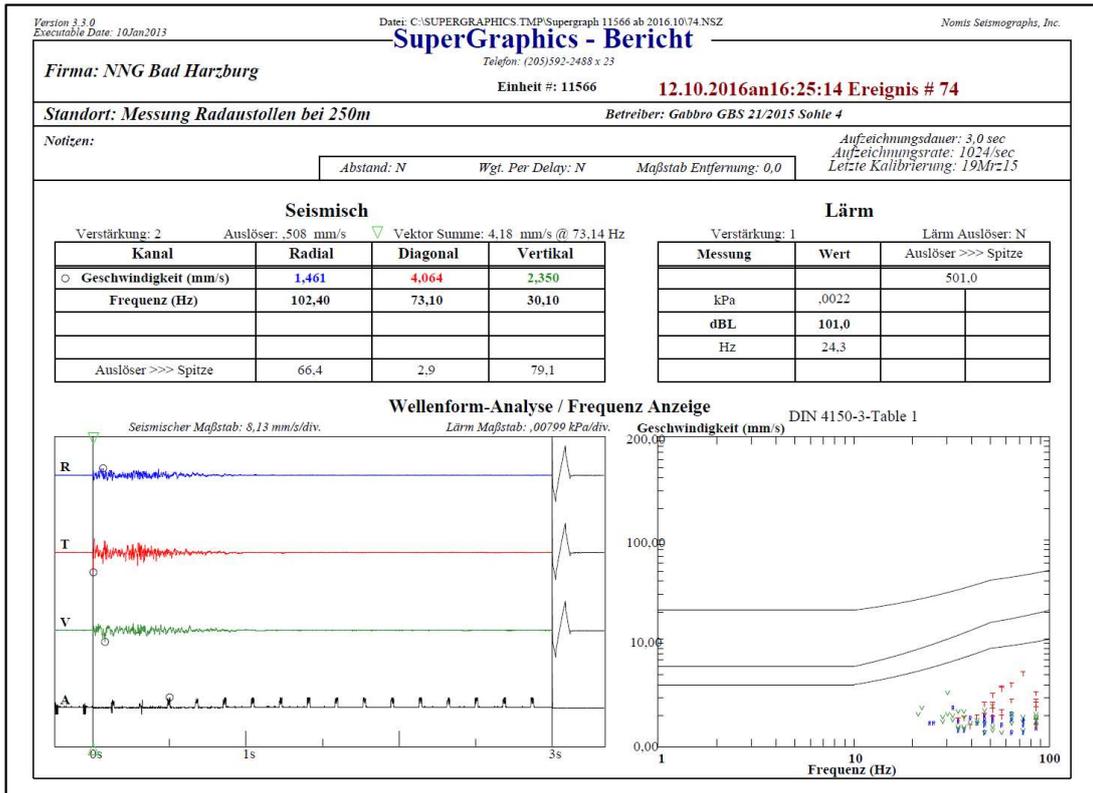
J. Düro

Verantw. Sprengberechtigter _____ Kunde _____

Protokoll der Sprengung 4 vom 03.12.2019

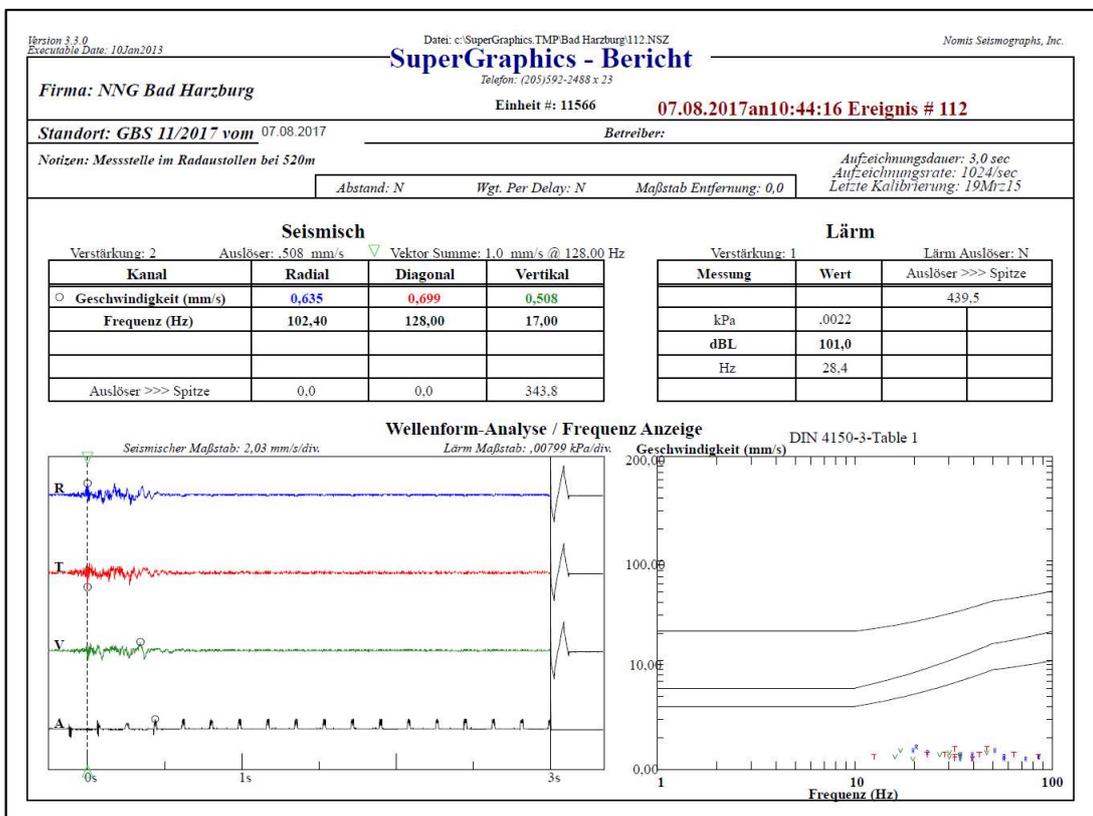


Anlage 4.5



Ergebnisse der Messungen im Radaustollen 2016

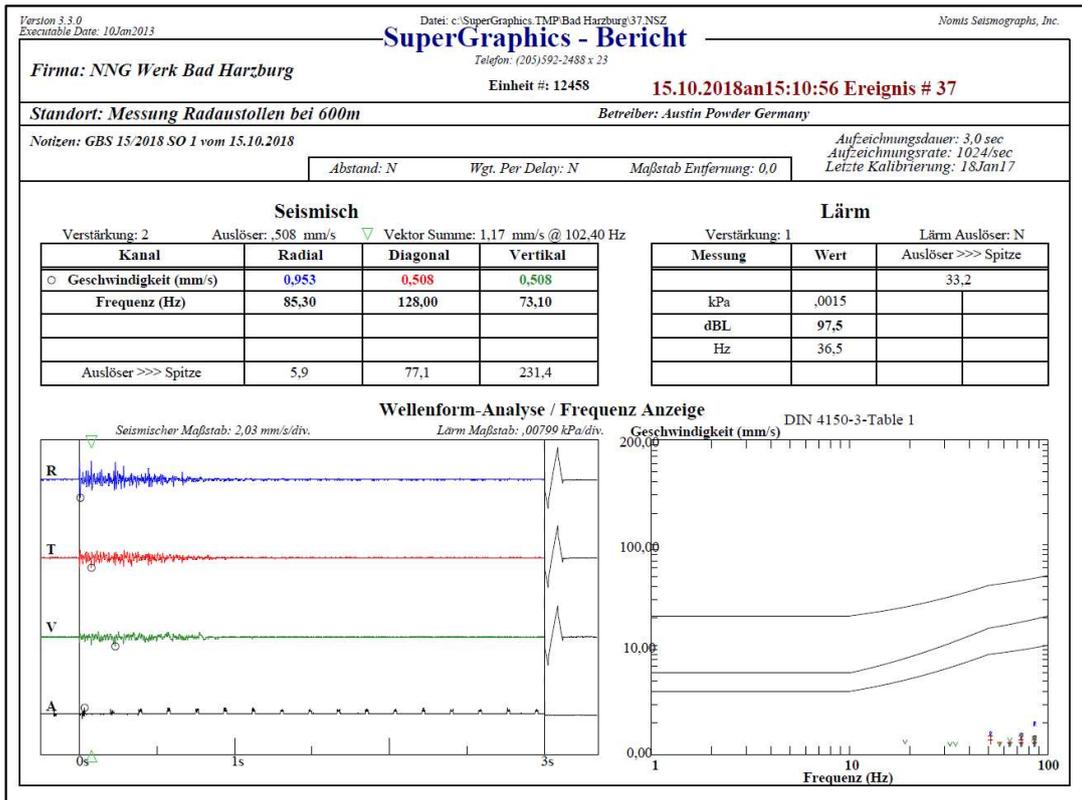
Anlage 4.6



Ergebnisse der Messungen im Radaustollen 2017

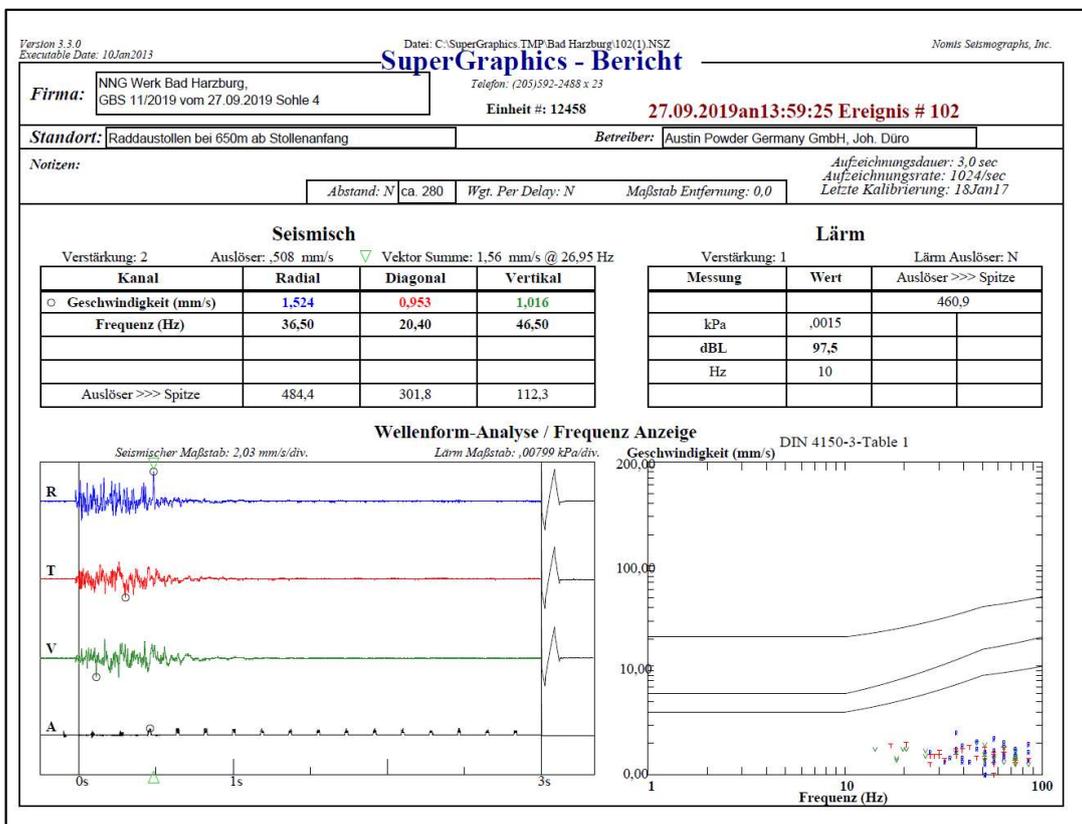


Anlage 4.7



Ergebnisse der Messungen im Radaustollen 2018

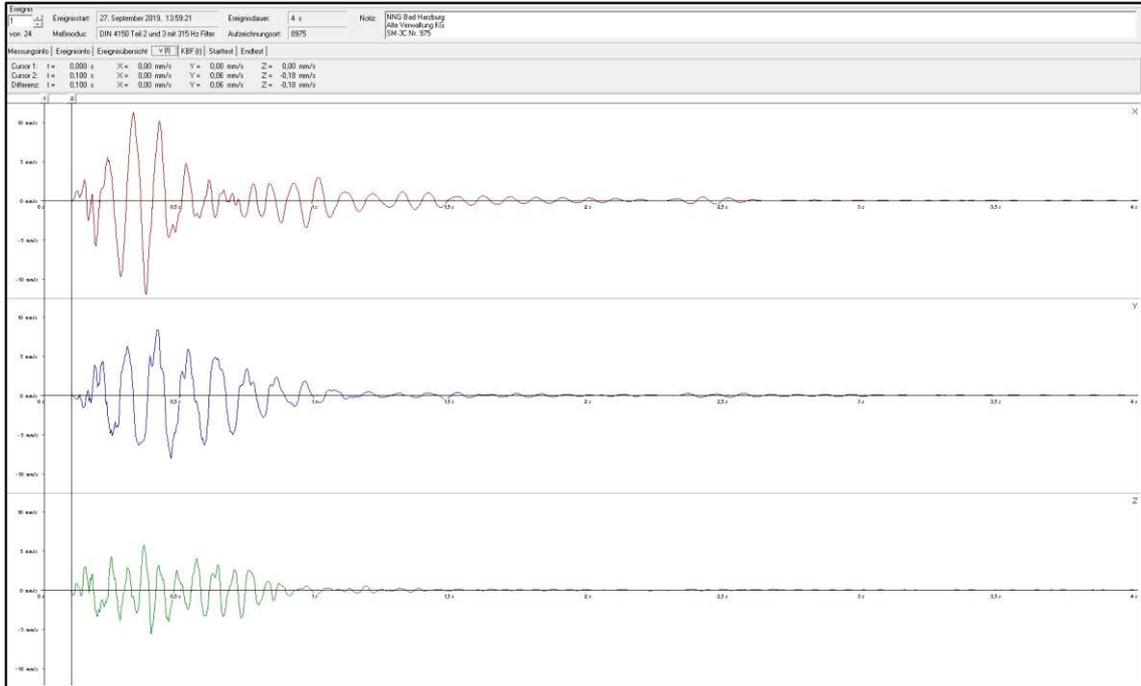
Anlage 4.8



Ergebnisse der Messungen im Radaustollen 2019

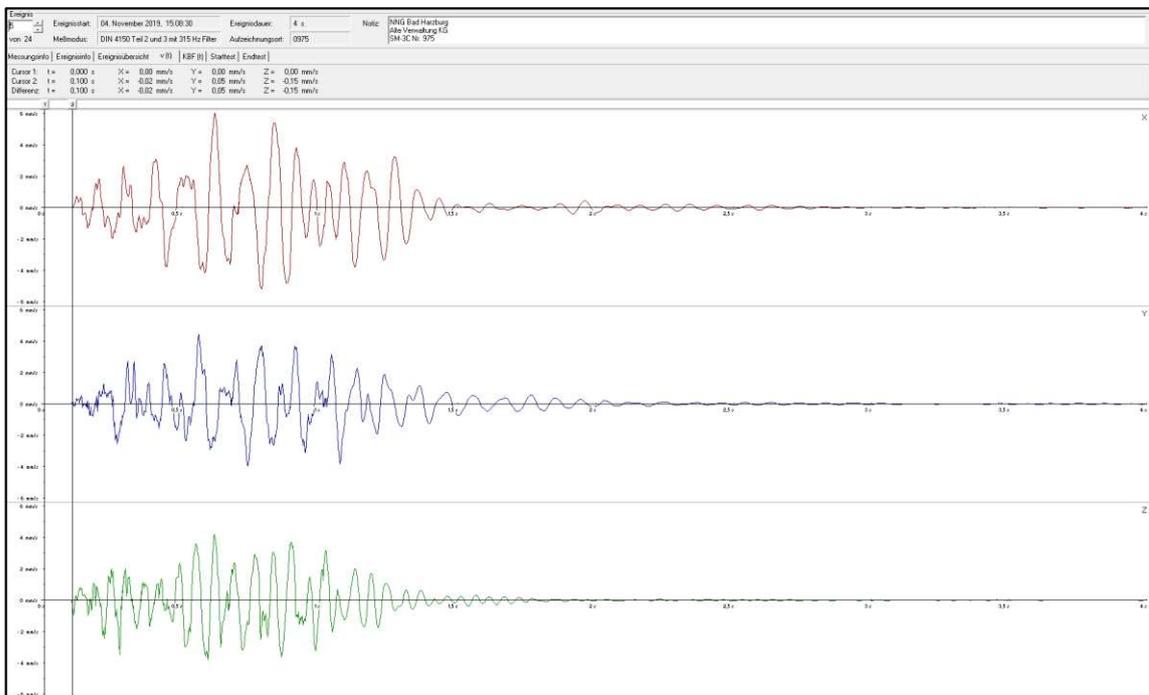


Anlage 5.1



Betriebsgebäude des Hartsteinbruchs Bad Harzburg, Sprengung 1 vom 27.09.2019

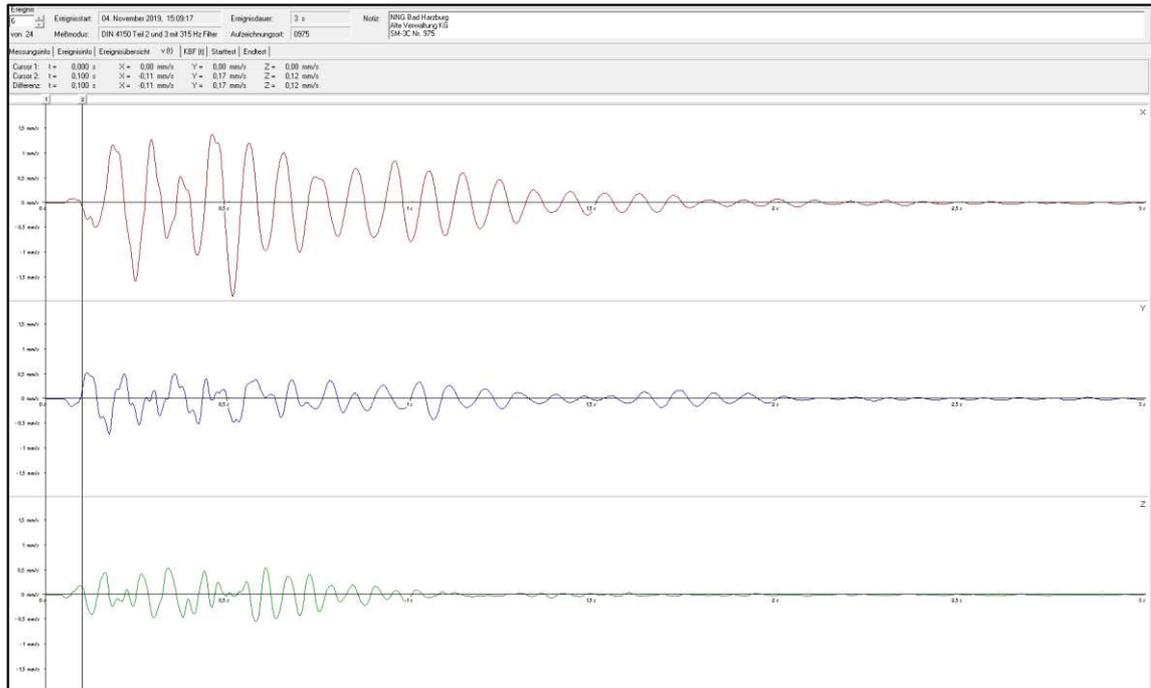
Anlage 5.2



Betriebsgebäude des Hartsteinbruchs Bad Harzburg, Sprengung 2 vom 04.11.2019

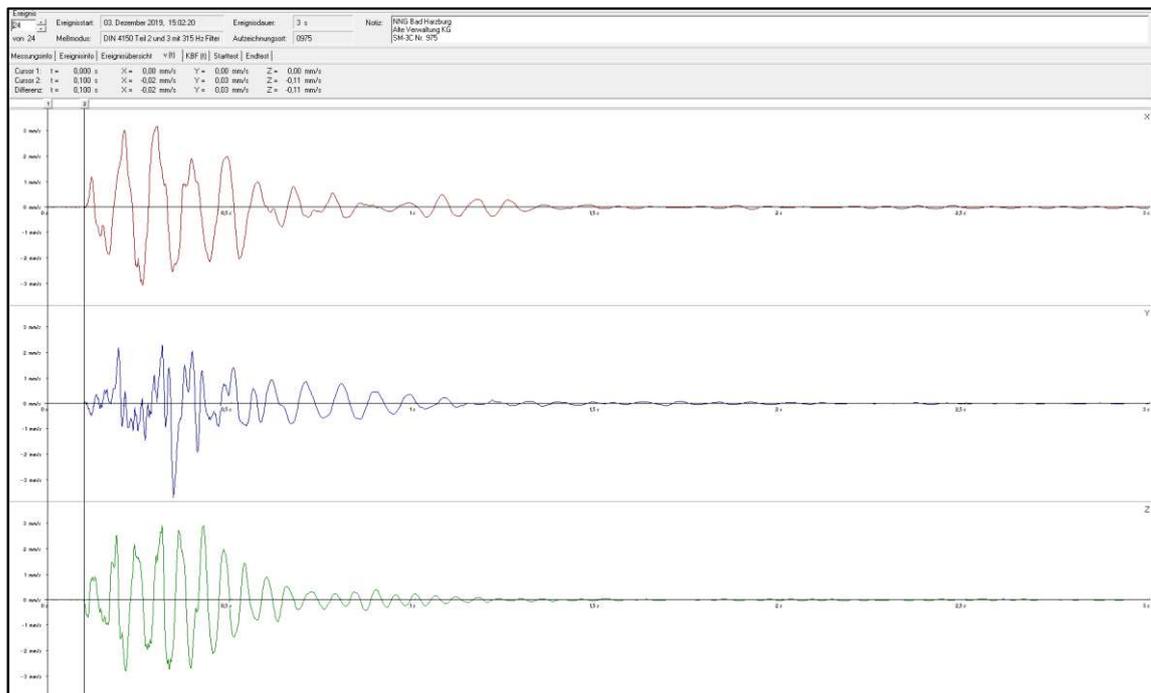


Anlage 5.3



Betriebsgebäude des Hartsteinbruchs Bad Harzburg, Sprengung 3 vom 04.11.2019

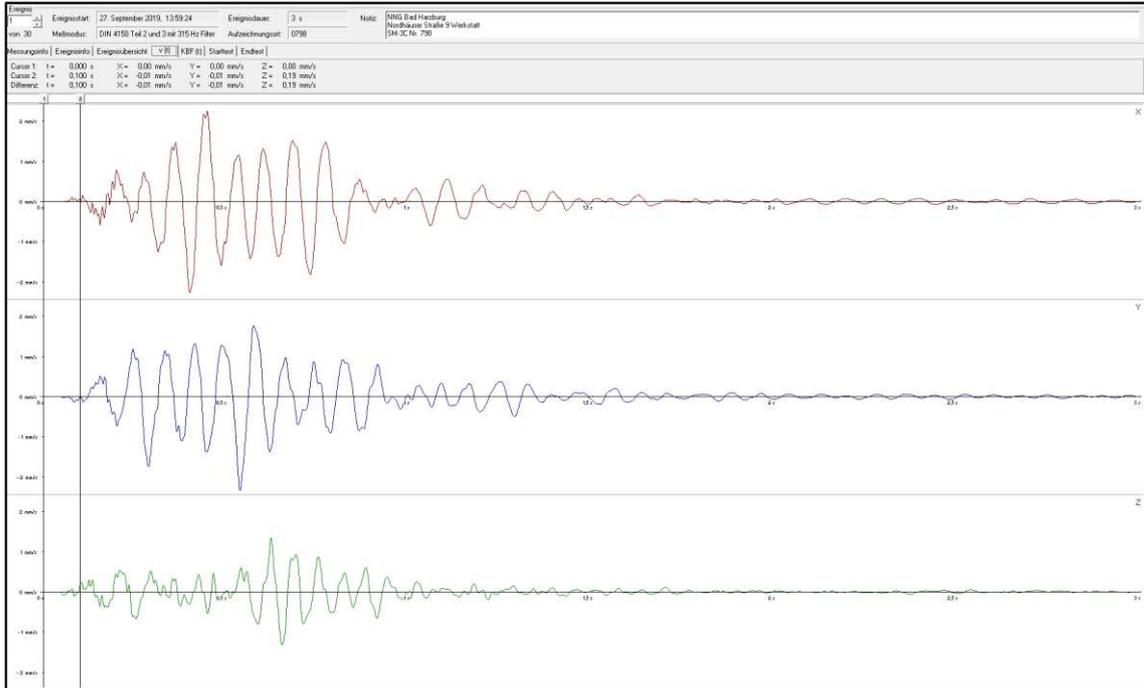
Anlage 5.4



Betriebsgebäude des Hartsteinbruchs Bad Harzburg, Sprengung 4 vom 03.12.2019

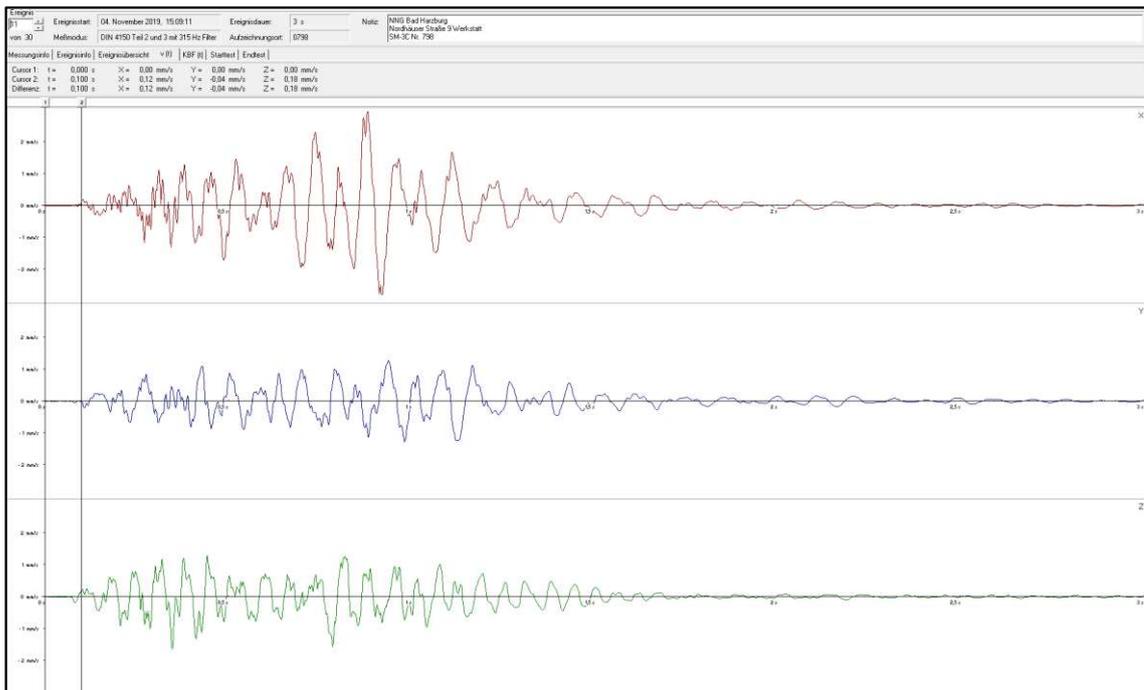


Anlage 6.1



Werkstatt am Wohngebäude Nordhäuser Straße 9, Sprengung 1 vom 27.09.2019

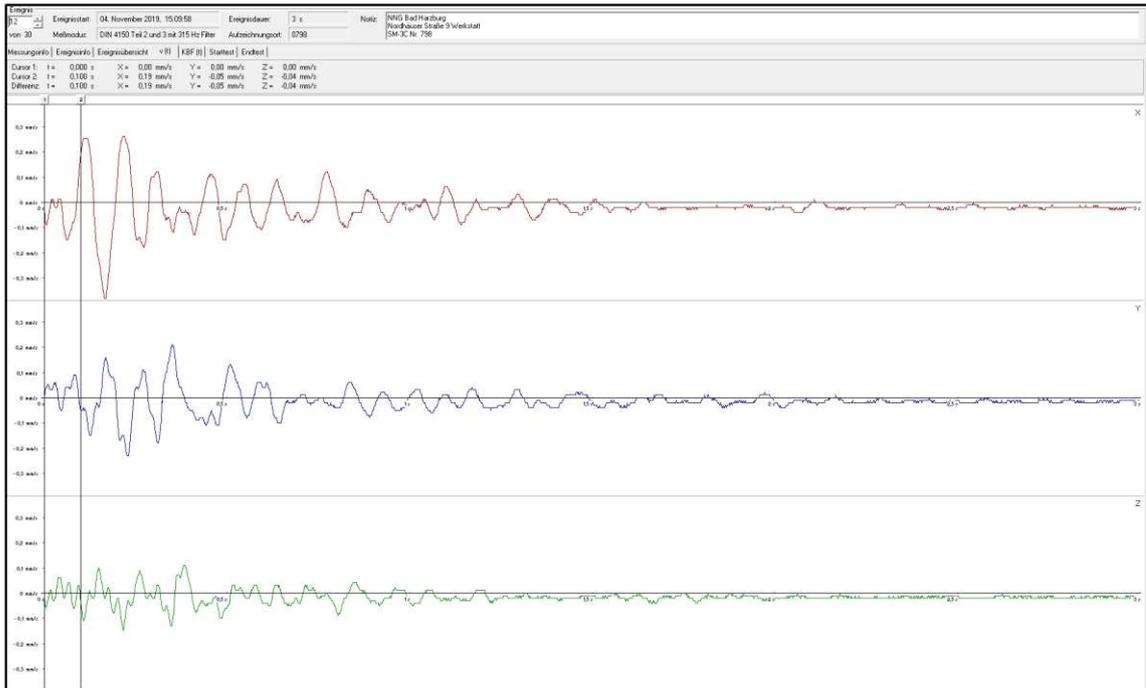
Anlage 6.2



Werkstatt am Wohngebäude Nordhäuser Straße 9, Sprengung 2 vom 04.11.2019



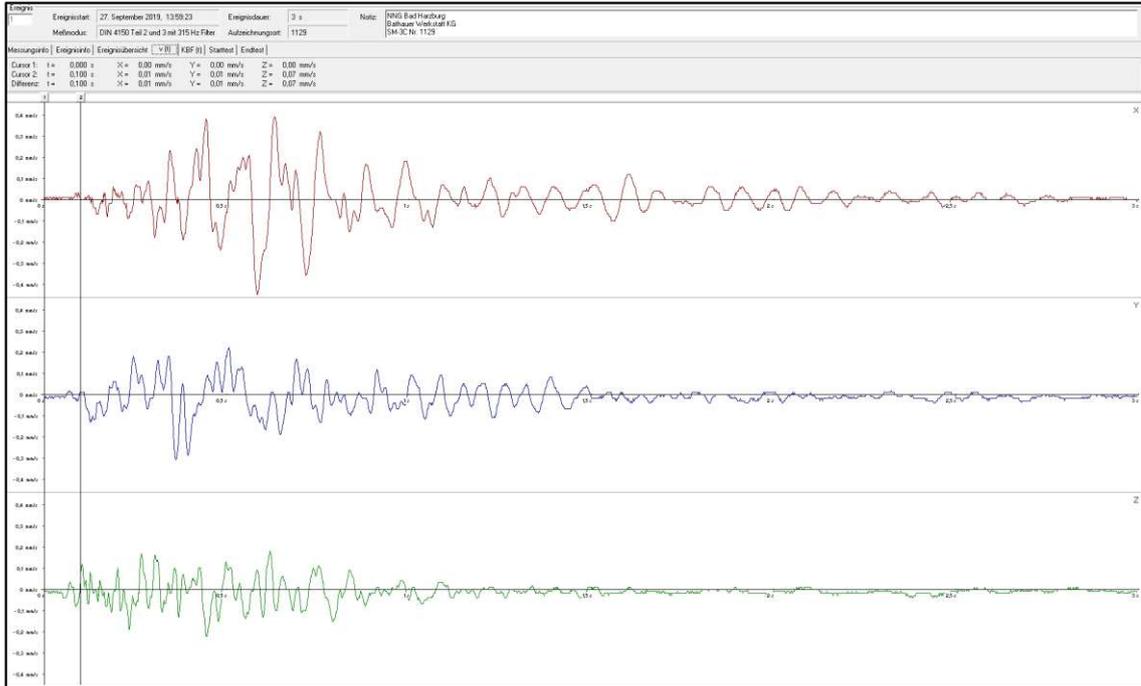
Anlage 6.3



Werkstatt am Wohngebäude Nordhäuser Straße 9, Sprengung 3 vom 04.11.2019

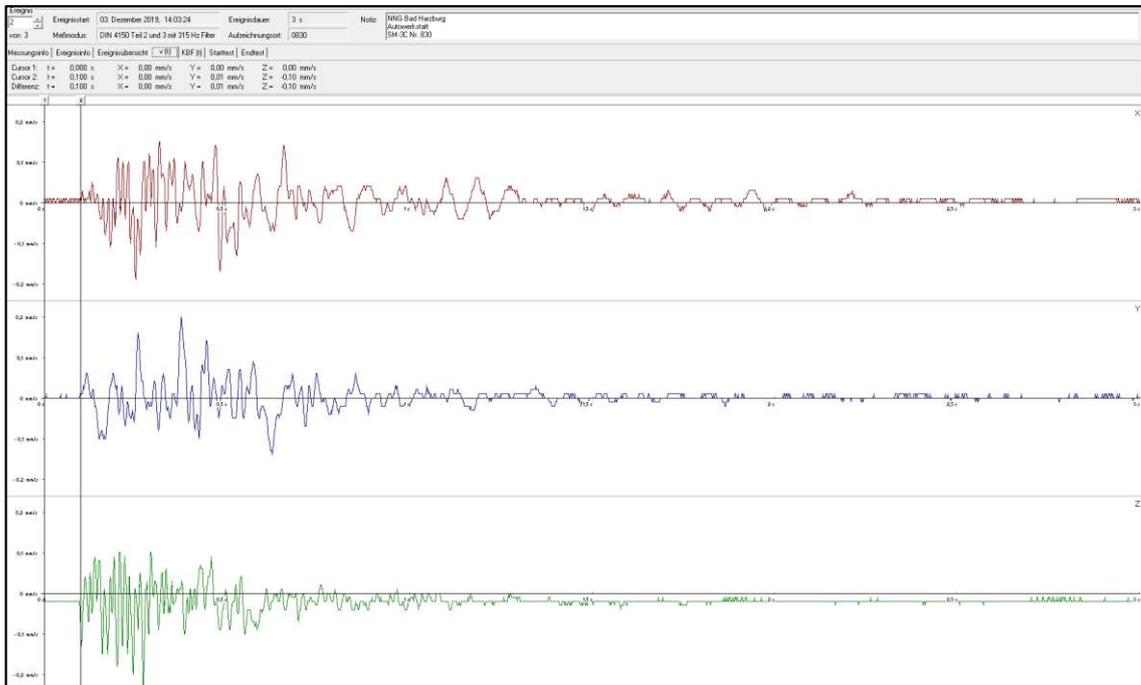


Anlage 7.1



Werkstattgebäude Autohaus Bathauer GmbH & Co. KG, Sprengung 1 vom 27.09.2019

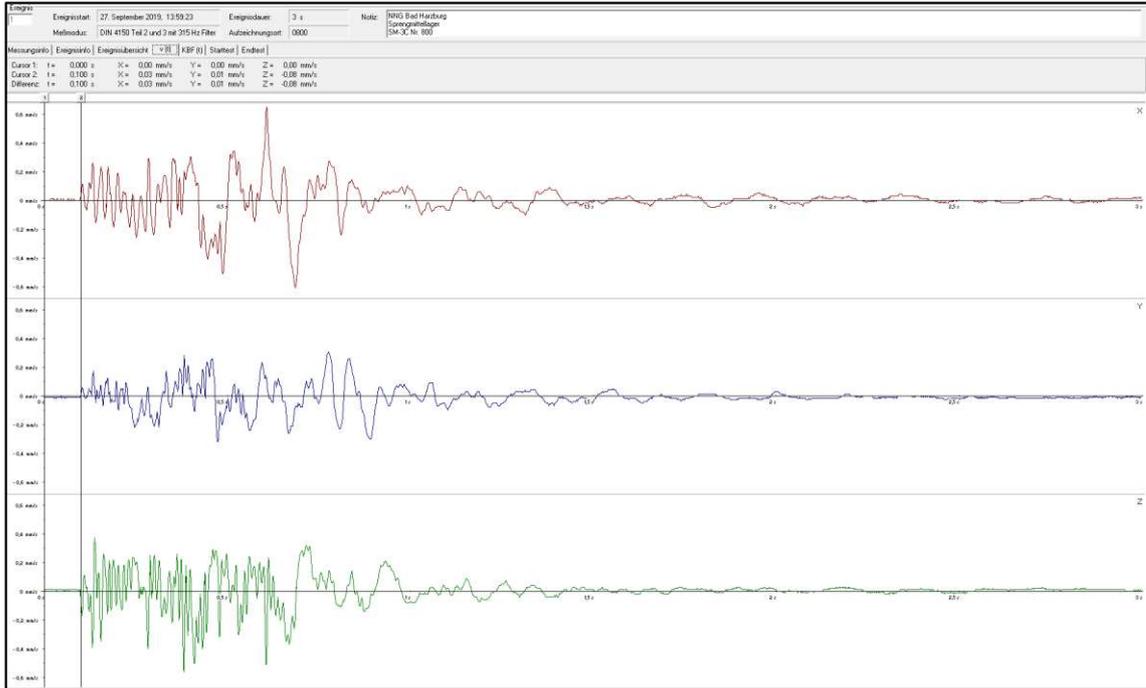
Anlage 7.2



Werkstattgebäude Autohaus Bathauer GmbH & Co. KG, Sprengung 4 vom 03.12.2019

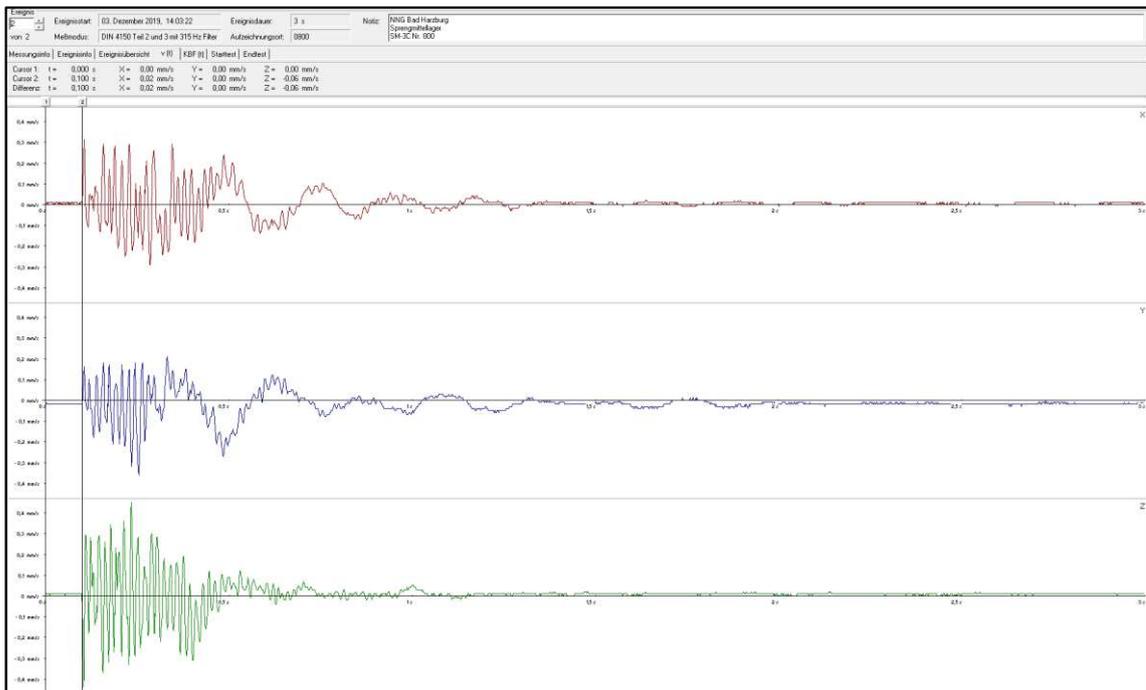


Anlage 8.1



Sprengmittellager, Sprengung 1 vom 27.09.2019

Anlage 8.2



Sprengmittellager, Sprengung 4 vom 03.12.2019

