



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: 0171/2 28 11 77
Telefax: 0231/2 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, 21.09.2018

Meine Projekt-Nr.: 18 - S – 21.09. „Dönstedt-Eiche“

Spreng- und erschütterungstechnisches Gutachten

im Rahmen des Genehmigungsantrages für die geplante Fortführung der Rohstoffgewinnung im Tagebau „Dönstedt“ der Norddeutschen Naturstein GmbH.

Firma:

Norddeutsche Naturstein GmbH
Altenhäuser Straße 41
39345 Flechtingen

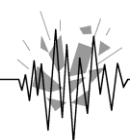
Tagebau:

Augitporphyrittagebau „Dönstedt-Eiche“
39343 Bebertal

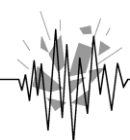
Inhaltsverzeichnis

=====

Pkt.	Titel	Seite
	Inhaltsverzeichnis.....	2
1.0	Vorbemerkungen.....	4
2.0	Aufgabenstellung.....	4
3.0	Aufbau des Gutachtens.....	5
4.0	Verwendete Unterlagen zur Gutachtenerstellung.....	5
5.0	Beschreibung der geplanten Fortführung der Rohstoffgewinnung.....	6
5.1	Abgrabungsabstände.....	7
6.0	Abbaubeschreibung.....	8
6.1	Abtragung von Oberboden und Abraum.....	8
6.2	Abbau des Hartgesteins.....	9
6.3	Bohrarbeiten.....	9
6.4	Sprengarbeiten.....	10
6.4.1	Derzeitig geplante sprengtechnische Daten.....	11
6.4.2	Beschreibung der Ladearbeit mit Sprengstoffen.....	11
6.5	Zündanlage.....	12
6.5.1	Elektrische Zündung.....	13
6.5.2	Elektronische Zündung.....	13
6.5.3	Nichtelektrische Zündung.....	14
6.6	Nachzerkleinerung.....	14
6.7	Ladearbeit und Förderung des Haufwerkes.....	15
7.0	Sicherungsmaßnahmen bei Sprengungen, der Sprengbereich.....	15
7.1	Normalfall einer Gewinnungssprengung mit Kopflöchern.....	15
8.0	Geräuschbelästigung durch Explosionsknall.....	19
9.0	Erschütterungsimmissionsschutz.....	20
9.1	DIN 4150 Teil 1, "Vorermittlung von Schwingungsgrößen".....	20
9.2	DIN 4150 Teil 2, "Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden"	20



Pkt.	Titel	Seite
9.2.1	Quellenspezifische Regelungen gemäß Pkt. 6.5 der DIN Teil 2.....	22
9.3	DIN 4150 Teil 3, "Einwirkungen auf bauliche Anlagen"	23
10.0	Einordnung der zu betrachtenden Bauwerke.....	24
10.1	Gewerblich genutzte Bauwerke	24
10.2	Erdverlegte Leitungen	24
10.3	Wohngebäude.....	25
11.0	Erschütterungsmessungen	27
11.1	Beschreibung der Messstellen.....	27
11.2	Messtechnische Angaben zu den eingesetzten Messgeräten.....	31
11.3	Erschütterungsmessergebnisse.....	32
12.0	Grundlagen der Erschütterungsprognose.....	35
13.0	Erschütterungsprognose.....	38
13.1	Lockerungssprengungen im Abraum.....	42
14.0	Beurteilung.....	43
14.1	Wohngebäude.....	43
14.2	Gewerblich genutzte Bauten.....	45
14.3	Bewertung der Prognose.....	45
15.0	Zusammenfassung.....	46
16.0	Schlussbemerkung.....	47
	Anlagen.....	48 - 74



1.0 Vorbemerkungen

Die Norddeutsche Naturstein GmbH betreibt innerhalb des Bergwerksfeldes „Dönstedt-Eiche“ nördlich des Ortsteils Bebertal der Gemeinde Hohe Börde im Landkreis Börde in Sachsen-Anhalt den Tagebau „Dönstedt-Eiche“, in dem Augitporphyrat abgebaut wird. Zur Sicherung des Standortes über die nächsten Jahre hinaus ist beabsichtigt, den Tagebau nach Westen um ca. 25,1 ha fortzuführen und bis auf - 48 mNN zu vertiefen.

Der generelle Abbau in der vorgesehenen Fortführung soll aus dem bestehenden Tagebau heraus in westlicher Richtung erfolgen. Sowohl in der Fortführung als auch in der Vertiefung kann der Abbau an einzelnen Wänden bei Bedarf auch in anderer Richtung und zeitlicher Abfolge erfolgen.

2.0 Aufgabenstellung

Erstellung eines spreng- und erschütterungstechnischen Gutachtens mit integrierter Erschütterungsprognose für die geplante Fortführung und Vertiefung des Tagebaus „Dönstedt-Eiche“.

Die einzelnen Flurstücke und die genaue Lage der Vorhabensflächen können dem Abbauantrag entnommen werden.

Mit dem hier erstellten spreng- und erschütterungstechnischen Gutachten soll sichergestellt werden, dass bei den vorzunehmenden Sprengungen in der geplanten Fortführung und Vertiefung die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte an und in der gesamten Nachbarbebauung des Tagebaus eingehalten werden.

Grundlage der Erschütterungsprognose sind Erschütterungsmessungen, die in der Zeit vom 26.10.2016 bis 18.01.2017 bei 8 Gewinnungssprengungen im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ an drei Messstellen durchgeführt wurden sowie eine von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe entwickelte Prognoseformel.



3.0 Aufbau des Gutachtens

Die Lage der geplanten Fortführungs- und Vertiefungsfläche 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 „Dönstedt-Eiche“ 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 Januar 2016 zum Genehmigungsverfahren für die Fortführung der Rohstoffgewinnung im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ der Norddeutschen Naturstein GmbH
- Besprechungsniederschrift des LAGB Halle vom 24.06.2016 zum Scopingtermin vom 14.04.2016
- Erschütterungsmessergebnisse und dazu gehörige sprengtechnische Daten von 8 Gewinnungssprengungen im Tagebau „Dönstedt-Eiche“
- Lageplan des Tagebaus und der geplante Fortführung und Vertiefung „Dönstedt-Eiche“
- 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 der Rohstoffgewinnung

Der Tagebau „Dönstedt-Eiche“ wird zurzeit bis zu einer Abbautiefe von 0 mNN auf einer Abraum- und fünf Gewinnungssohlen (Sohlen 1–5) betrieben. Durch die geplante Maßnahme wird der Tagebau nach Westen und Norden hin um ca. 25,1 ha auf dann ca. 93,8 ha fortgeführt. Zusätzlich ist vorgesehen, den Tagebau auf - 48 mNN zu vertiefen. Hierzu sollen drei weitere Sohlen (Sohlen 7–9) mit Abbaumächtigkeiten von jeweils ca. 16 m aufgefahren werden.

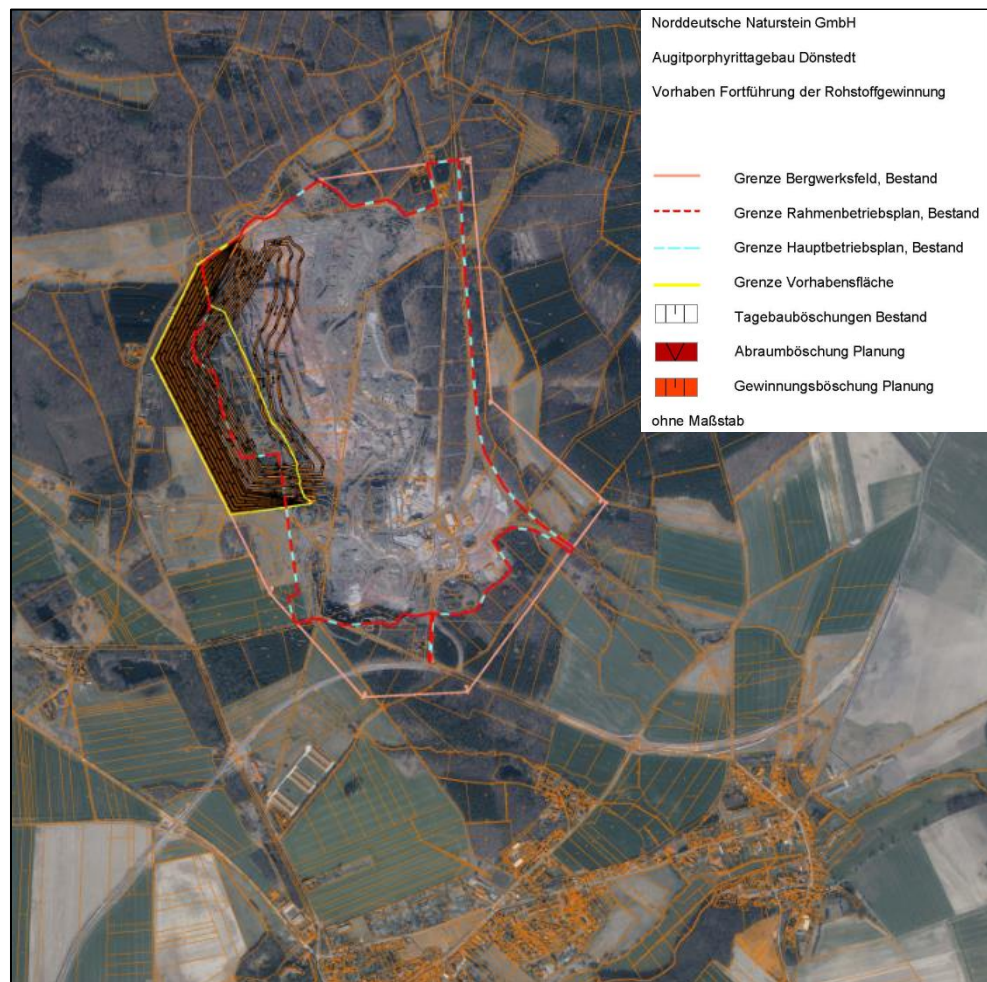


Abb. 1 Lage des geplanten Vorhabens im Tagebau „Dönstedt-Eiche“



5.1 Abgrabungsabstände

Es ist geplant, in der Vorhabensfläche einen Abstand von mindestens 10 m zwischen der Oberkante der Tagebauböschung und benachbarten Wirtschaftswegen bzw. einen Abstand von mindestens 10 m zwischen der Oberkante der Tagebauböschung und angrenzendem Wald einzuhalten.

Nachfolgend werden die nächstgelegenen schutzwürdigen Objekte, Gebäude und sonstigen Anlagen (betriebseigene Anlagen und Gebäude ausgenommen) mit den geringsten horizontalen Entfernungen zu den möglichen Sprengstellen aufgeführt (siehe auch Karte in Anlage 1):

Objektbezeichnung	Objekt u. Adresse	Messstelle	geringste Entfernung zu den Sprengstellen (m)	Lage zum geplanten Neuaufschluss
A	OT Süplingen Steiner Berg		1.793 m	nördlich
B	Wohnhaus Eiche		576 m	nordöstlich
C	Wohnhaus Am Steinbruch		679 m	südöstlich
D	OT Bebertal II Zur Zollstange		1.881 m	südöstlich
E	OT Bebertal Waldsiedlung		1.338 m	südöstlich
F	Landw. Anwesen Burgstraße		990 m	südlich
G	Landw. Anwesen Ziegelei		905 m	südwestlich
H	Wohnhaus 1 Hüsig	1	220 m	westlich
I	Wohnhaus 2 Hüsig	2	146 m	westlich
J	Wohnhaus 3 Hüsig	3	139 m	westlich

Tab. 1: Geringste Entfernungen zwischen den möglichen Sprengstellen des Tagebaus „Dönstedt-Eiche“ und den zu schützenden Gebäuden und sonstigen Anlagen (horizontal gemessen)



6.0 Abbaubeschreibung

Der Abbau des Hartgesteins erfolgt wie bisher als Trockenabbau auf mehreren Sohlen mit Wandhöhen von bis zu 24 m und wird über die Sohlen und Rampen des bestehenden Tagebaus aufgeschlossen. Die tiefste Abbausohle ist bei ca. - 48 m NN geplant.

Der generelle Abbau in der vorgesehenen Fortführung und Vertiefung soll von Osten nach Westen erfolgen. Für die Erstellung von Rampen und die Herrichtung der zusätzlichen Sohlen können auch andere Abbaurichtungen erforderlich werden. Auch dann ist jedoch generell beabsichtigt, bei den Sprengungen die Wurfriechung des Haufwerks in den bestehenden Tagebau hinein zu richten. Anschließend wird das gelöste Material aufgeladen und mit Skws auf betriebseigenen Fahrstraßen zur Aufbereitungsanlage transportiert.

Die erforderlichen Verfahrensschritte zur Gewinnung des Hartgesteins 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 Hartgestein anstehende Oberboden und das sonstige nicht verkäufliche Abraummaterial werden abgetragen und im Tagebau zur Umsetzung der Wiederherrichtungsplanung verwendet. Der Oberboden besteht aus Lockergesteinssedimenten, unter denen nach Westen hin Rotliegendhangendsedimente folgen, die zur Tiefe hin fester werden. Eventuell werden hier in den unteren Schichten Lockerungsspre-



gungen erforderlich, falls sich das Material nicht mehr wirtschaftlich mechanisch lösen lässt.

6.2 Abbau des Hartgesteins

Der Abbau des Hartgesteins erfolgt durch Gewinnungssprengungen. Die Abbauhöhe der anzulegenden Sohlen beträgt zwischen 15 m und 24 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 von 115 mm von oben nach unten abgebohrt. Der technischen Entwicklung folgend können zukünftig auch andere Bohrlochdurchmesser gebohrt werden. Die geplante Bohrlochneigung beträgt ca. 75° bei einer Wandneigung von ebenfalls ca. 75°. Die Bohrgeräte sind mit einer Entstaubungseinrichtung ausgerüstet.

Derzeitige geplante bohrtechnische Daten für die Fortführung:

Bohrantrieb:	drehschlagend
Bohrloch-Ø:	89 mm - 115 mm
Wandhöhe	ca. 10,0 m – 24,0 m
Bohrlochtiefe	ca. 10,5 m – 25,5 m
Unterbohrung	bis zu ca. 1,0 m
Vorgabe:	bis ca. 5,5 m
Seitenabstand:	bis ca. 5,0 m
Reihenabstand:	bis ca. 5,0 m
Bohrlochneigung:	ca. 75°
Wandneigung:	ca. 75°



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:

spez. Sprengstoffeinsatz:	350 – 450 g/fm ³
Bohrlochlänge	bis zu 25,5 m
Ladezonen	1 oder 2
Endbesatzlänge:	ca. 4,0 m – 4,5 m
Sprengstoffmenge/Zeitstufe: bei einer Ladezone:	bis 220 kg
Sprengstoffmenge/Zeitstufe: bei zwei Ladezonen:	bis 110 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 entweder ein Booster oder kapselempfindlicher, z.B. gelatinöser Gesteinssprengstoff mit einem Zünder eingebracht, wobei der Zünder in den Booster oder die Schlagpatrone eingeführt wird.



Im Allgemeinen wird nach dem Einbringen eines Boosters gepumpter Emulsionssprengstoff als Hauptladung eingebracht. Falls erforderlich, kann auch mit patroniertem Sprengstoff weiter geladen werden. ANC-Sprengstoff wird bei Bedarf 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 elektrische Zünder 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 bis 4,5 m.

Muss aus ladetechnischen Gründen die Ladezone mit Zwischenbesatz gestreckt werden, wird nach jedem Einbringen von Zwischenbesatz eine weitere Patrone eines kapselempfindlichen Sprengstoffs 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 Bohrlochtiefsten, 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 Klasse II-Momentzündler und/oder Klasse II-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 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 Tagebau „Dönstedt-Eiche“ nur in Sonderfällen eingesetzt.



6.5.3 Nichtelektrische Zündung

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. Die nichtelektrische Zündung wird im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ als Regelzündsystem eingesetzt.

6.6 Nachzerkleinerung

Die Beseitigung von Unebenheiten auf der Sohle (Zehen) durch Sprengarbeit erfordert eine sehr genaue Ermittlung der Vorgaben und eine exakte Lademengenermittlung für jedes einzelne Sprengbohrloch. Fehler hierbei können zu gefährlichem Steinflug führen. Gleiches gilt für Knäppersprengungen. Knäpper werden in der geplanten Fortführung und Vertiefung des Tagebaus „Dönstedt-Eiche“ 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. 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.

7.1 Normalfall einer Gewinnungssprengung, Vermeidung von Steinflug

Bei der Umsetzung des Sprengstoffs 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 um ca. 70 - 100 % länger an, als es die Wandhöhe vorgibt. Bei einer Wandhöhe von z.B. ca. 20 m liegt demnach das Haufwerk in Wurfriechtung auf einer Länge von ca. 30 m – 40 m an. Hinzu kommen noch einzelne Steine, die bis zu 25 m weiter rollen oder streuen können.

Bei herkömmlichen Gewinnungssprengungen werden die Bruchwände durch Kopflöcher von oben nach unten in einem vorgegebenen Bohrraster abgebohrt. Die Vorgabe ("w" zur freien Wandseite), sowie der Bohrlochabstand ("a_B") untereinander kennzeichnen dieses Raster. Als weitere Faktoren bei der Planung einer Gewinnungssprengung können der Gesteinsaufbau, der spezifische Sprengstoffaufwand, der Bohrlochdurchmesser und die Bohrlochneigung, die Art des eingesetzten Sprengstoffes, die Sprengstoffdichte, der Bohrlochfüllungsgrad und der Endbesatz angeführt werden.

Dem Auftreten von außergewöhnlichem, gefährlich weitem Steinflug ist in aller Regel eine punktuelle Überladung von Sprenganlagen oder Bohrlöchern vorausgegangen. Dies bedeutet, dass die eingesetzte Sprengstoffmenge insgesamt oder punktuell wesentlich höher gelegen haben muss, als es der normale Gewinnungsbetrieb vorsieht. Der spezifische Sprengstoffeinsatz wird allgemein mit "q" = 0,25 - 0,80 kg/fm³ angegeben.

Im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ wird das Gestein durch Gewinnungssprengungen mit einem spezifischen Sprengstoffeinsatz von in der Regel "q" = ca. 0,450 kg/fm³ bis 0,500 kg/fm³ abgebaut. Bei diesem spezifischen Sprengstoffeinsatz ist bei Beachtung und Einhaltung der sprengtechnischen Regeln und einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften Steinflug über den abgesperrten Sprengbereich hinaus auszuschließen. Wenn der Sprengbereich verkleinert werden soll, muss durch zusätzliche Maßnahmen sichergestellt sein, dass eine Gefährdung durch Sprengstücke ausgeschlossen ist.

Unkontrollierter Steinflug tritt erfahrungsgemäß erst ein, 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, 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. Ausnahmen hierbei sind lediglich zu kurzer Endbesatz oder Fehler bei eventuellen Zehensprengungen.

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. Gleiches gilt für Knäppersprengungen. Knäpper werden in der geplanten Fortführung und Vertiefung des Tagebaus „Dönstedt-Eiche“ in der Regel mechanisch zerkleinert.

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 Zehenschlöchern sichergestellt werden, dass das Haufwerk der gleichzeitig gezündeten Wandsprengung die zu lösenden Zehen bereits abdeckt und gefährlicher Steinflug aus diesem Bereich dadurch sicher unterbunden wird.

Verkleinerung des Sprengbereichs

Der in der SprengTR 310 – Sprengarbeiten unter Pkt. 4.7 genannte Sprengbereich von 300 m um die Sprengstelle wird in der Vorhabensfläche mit fortschreitendem Abbau nach Westen am Objekt H, bis auf ca. 220 m und an den Objekten I und J bis auf ca. 139 m unterschritten (horizontal gemessen).

Aufgrund der großen Überdeckung mit Abraum beträgt jedoch der Höhenunterschied zwischen der Geländeoberkante im Bereich der Objekte H, I und J bis hinunter zur obersten Abbausohle des Hartgesteins etwa 65 m, was zum einen die tatsächliche Entfernung der nächstgelegenen Gewinnungssprengungen zu den Häusern weiter vergrößert und zum anderen die Gefahr von Steinflug bis in den Bereich der Häuser stark verringert.



Bei Beachtung der im Folgenden genannten Maßnahmen bestehen aus gutachtlicher Sicht keine Bedenken, bei der Ausführung von Gewinnungssprengungen im westlichen Bereich der geplanten Fortführung der Rohstoffgewinnung im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ den Sprengbereich in Richtung auf die Objekte H, I und J bis auf 139 m (horizontal gemessen) bei dem oben beschriebenen Höhenunterschied zu verkleinern:

Schutz gegen gefährlich weiten Steinflug bei Gewinnungssprengungen

- Die Bestimmungen im Pkt. 4.7 der SprengTR 310 – Sprengarbeiten sind sorgfältig einzuhalten.
- Die Wurfrichtung des Haufwerks muss bei den Sprengungen nach Osten in den Steinbruch hinein gerichtet sein.
- Für Bohrlochdurchmesser bis zu 115 mm ist bei Absperrentfernungen unter 300 m bei einer Vorgabe von ca. 5,50 m eine Endbesatzlänge von mind. 5,0 m in den Sprengbohrlöchern einzuhalten. Für kleinere Vorgaben ist die Endbesatzlänge durch einen Sprengingenieur festzulegen.
- Vor dem Einbringen des Endbesatzes ist durch eine zweite Person die Länge des nicht ausgeladenen Bohrlochs zu überprüfen und im Ladeplan zu testieren.
- Als Besatz wird feinkörniger Split oder Sand verwendet. Der Besatz ist hohlraumfrei einzubringen und mit dem Ladestock zu verdichten.
- 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 beigelegene Sprengschnur ausreichend tief in den Besatz zurückgeschoben wird.
- Bei Bohrlochdurchmessern von mehr als 115 mm sollte durch einen Sprengingenieur die Dimensionierung der Endbesatzlänge für die jeweiligen Bohrlochdurchmesser festgelegt werden.



- 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 sicher zu stellen, dass das Haufwerk der gleichzeitig gezündeten Wandsprengung die zu lösenden Zehen bereits abdeckt und gefährlicher Steinflug aus diesem Bereich dadurch sicher unterbunden wird.

Falls Lockerungssprengungen im Abraum in der Umgebung der Objekte H, I und J erforderlich werden, kann es zu geringeren Abständen kommen, als oben beschrieben. Für Entfernungen bis 100 m gelten die oben genannten Vorgaben mit folgenden Ergänzungen:

- Da die Lademengen aufgrund der geringen Entfernungen deutlich kleiner als bei den Gewinnungssprengungen sein werden, ergeben sich kleinere Lochtiefen, Vorgaben und Seitenabstände. Zum Schutz gegen Steinflug entgegen der Wurfrichtung ist eine Endbesatzlänge einzuhalten, die sich aus dem 1,5-fachen der Vorgabe ergibt.
- Zum Schutz vor Steinflug durch die Detonation von geballten Ladungen, die durch das Verlaufen von Sprengstoffen in Kluftsystemen entstehen könnten, sind bei eventuellen Lockerungssprengungen im Abraum ausschließlich patronierte Sprengstoffe zu verwenden.

Falls Lockerungssprengungen im Abraum mit Abständen von weniger als 100 m zur Nachbarbebauung erforderlich werden sollten, ist die Planung der Sprenganlage durch einen Sprengingenieur auszuführen.

8.0 Geräuschbelästigung 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 redu-



zieren, 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 Basalttagebaus „Dönstedt-Eiche“ 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_{Fmax} 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 Zahlengleichung (6) und nach der Gleichung (7) mit c_F nach Tabelle 3 der DIN der Schätzwert des gleitenden Effektivwertes wie folgt zu berechnen:

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

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

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 2) Anhaltswerte (A) für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen gemacht, die mit den ermittelten KB_{Fmax} -Werten verglichen werden müssen. Für selten auftretende, kurzzeitige Einwirkungen (z.B. Sprengerschütterungen sind kurzzeitige Einwirkungen) ist die Anforderung der Norm eingehalten, wenn KB_{Fmax} kleiner als der obere Anhaltswert (A_0) 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 Quellspezifische Regelungen gemäß Pkt. 6.5 der DIN Teil 2

Die Norm DIN - 4150 - vom Juni 1999, "Erschütterungen im Bauwesen", Teil 2, "Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden", sagt unter Pkt. 6.5 "Quellspezifische 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 Gewinnungssprengungen 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, nicht auf. Werden trotzdem Schäden beobachtet, ist davon auszugehen, dass andere Ursachen für diese Schäden maßgebend sind. ..."

In der Tabelle 1 der DIN (Anlage 3) sind für die verschiedenen Gebäudearten Anhaltswerte zur Beurteilung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke am Fundament und in der obersten Deckenebene angegeben. In der Tabelle 2 der DIN (Anlage 4) sind Anhaltswerte zur Beurteilung von kurzzeitigen Erschütterungen auf erdverlegte Leitungen angegeben.

Werden die Anhaltswerte nach Tabelle 1 und 2 eingehalten, so treten Schäden, dazu zählen auch leichte Schäden, im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, deren Ursachen auf Erschütterungen zurückzuführen wären, nach bisheriger Erfahrung nicht auf.

Werden die Anhaltswerte der DIN überschritten, heißt das nicht automatisch, dass Schäden auftreten müssen. Es müssen dann weitere Untersuchungen (z.B. Schadensbegutachtung durch einen Bausachverständigen) erfolgen.



10.0 Einordnung der zu betrachtenden Bauwerke

10.1 Gewerblich genutzte Bauwerke

Objekte F, G, Stallanlagen und Scheunen an den landw. Anwesen

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 $v_i = 20 \text{ mm/s}$

10 - 50 Hz $v_i = 20\text{-}40 \text{ mm/s}$

50 -100 Hz $v_i = 40\text{-}50 \text{ mm/s}$

in der Deckenebene des obersten Vollgeschosses in horizontaler Messrichtung:

bei allen Frequenzen $v_i = 40 \text{ mm/s}$

in der Deckenmitte des obersten Vollgeschosses in vertikaler Messrichtung:

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

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

Objekte A, Bebauung im OT Süplingen

Objekt B, Wohnhaus Eiche

Objekt C, Wohnhaus Am Steinbruch

Objekte D, Bebauung im OT Bebertal II

Objekte E, Bebauung im OT Bebertal

Objekt H, Wohnhaus 1, Hüsig

Objekt I, Wohnhaus 2, Hüsig

Objekt J, Wohnhaus 3, Hüsig

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_{Fmax} -Werte wird eine c_F -Konstante von 0,6 zu Grunde gelegt, für Einzelereignisse kurzer Dauer, Schwingungen ohne Resonanzbeteiligung. Nähere Erläuterungen hierzu finden sich unter Punkt 10.2 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:

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



11.0 Erschütterungsmessungen

Als Datengrundlagen zur Ermittlung einer geeigneten Prognoseformel zur Erschütterungsausbreitung wurden die Messwerte von Erschütterungsmessungen an drei Messorten verwendet, die in der Zeit vom 26.10.2016 bis 18.01.2017 bei 8 Gewinnungssprengungen im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ erfasst wurden. Die sprengtechnischen Daten der Sprengungen können den Sprengprotokollen entnommen werden, die als Anlagen 5.1 - 5.8 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.

11.1 Beschreibung der Messstellen

Messstelle 1:

Objekt H, Wohnhaus 1
39343 Bebertal

Konventionell gebautes Wohnhaus mit Wänden aus Mauerwerk, bestehend aus KG (teilunterkellert), EG und ausgebautem DG. Die Gebäudedecke zwischen dem Keller- und dem Erdgeschoss ist eine Stahlbetondecke, die Decke zwischen Erdgeschoss und Dachgeschoss ist eine Holzbalkendecke.

Die geringste horizontale Entfernung zur Gewinnungsböschung der geplanten Fortführung und Vertiefung beträgt 220 m. Bei einer Abraumüberdeckung von ca. 65 m ergibt sich eine tatsächliche durch das Gebirge gemessene Entfernung von ca. 229 m.





Abb. 2 Objekt H, Wohnhaus 1

Messpunkt 1, Messgerät SM-3C Nr. 975

Treppenabgang zum KG, triaxialer Sensor auf einem Wandsockel an der tagebauseitigen aufgehenden Außenwand. Die x-Achse des Sensors war in etwa zur Sprengstelle und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet. Der eigentliche Kellerboden besteht aus Ziegelsteinen auf Lehm-boden und hat keine feste Verbindung mit dem Mauerwerk.

Messpunkte 2 und 3, Messgerät SM-3C Nr. 831

Wohnzimmer im DG. Gemessen wurde mit geteilten Aufnehmern, die horizontalen Messrichtungen X und Y wurden an der Gebäudeaußenwand zur Sprengstelle hin, die vertikale Messrichtung Z wurde auf der Deckenmitte gemessen. Die X-Achse des Sensors war in etwa zu den Sprengstellen und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet.



Messstelle 2:

Objekt I, Wohnhaus 2

39343 Bebertal

Konventionell gebautes Wohnhaus mit Wänden aus Mauerwerk, bestehend aus KG (teilunterkellert), EG und ausgebautem DG. Die Gebäudedecke zwischen dem Keller- und dem Erdgeschoss ist eine Stahlbetondecke, die Decke zwischen Erdgeschoss und Dachgeschoss ist eine Holzbalkendecke.

Die geringste horizontale Entfernung zur Gewinnungsböschung der geplanten Fortführung und Vertiefung beträgt 146 m. Bei einer Abraumüberdeckung von ca. 65 m ergibt sich eine tatsächliche durch das Gebirge gemessene Entfernung von ca. 160 m.



Abb. 3 Objekt I, Wohnhaus 2

Messpunkt 4, Messgerät SM-3C Nr. 899

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

Messpunkte 5 und 6, Messgeräte Summit Vipa Nr. 073 und 090

Zurzeit leeres Zimmer im DG. Gemessen wurde mit 2 Geräten, die horizontalen Messrichtungen X und Y wurden mit dem Gerät Summit Vipa



Nr. 090 an der Gebäudeaußenwand zur Sprengstelle hin, die vertikale Messrichtung Z mit dem Gerät Summit Vipa Nr. 073 auf der Deckenmitte gemessen. Die X-Achse des Sensors war in etwa zu den Sprengstellen und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet. Die Sensoren wurden mit Stahlspitzen durch den Teppichbodenbelag an die darunter befindliche Holzbalkendecke angekoppelt.

Messstelle 3:

Objekt J, Wohnhaus 3

39343 Bebertal

Konventionell gebautes Wohnhaus mit Wänden aus Mauerwerk, bestehend aus KG, EG und ausgebautem DG. Die Gebäudedecke zwischen dem Keller- und dem Erdgeschoss ist eine Stahlbetondecke, die Decke zwischen Erdgeschoss und Dachgeschoss ist eine Holzbalkendecke.

Die geringste horizontale Entfernung zur Gewinnungsböschung der geplanten Fortführung und Vertiefung beträgt 139 m. Bei einer Abraumüberdeckung von ca. 65 m ergibt sich eine tatsächliche durch das Gebirge gemessene Entfernung von ca. 153 m.



Abb. 4 Objekt J, Wohnhaus 3



Messpunkt 7, Messgerät SM-3C Nr. 1116

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

Messpunkte 8 und 9, Messgerät SM-3C Nr. 1113

Flur im DG. Gemessen wurde mit geteilten Aufnehmern, die horizontalen Messrichtungen X und Y wurden an der Gebäudeaußenwand zur Sprengstelle hin, die vertikale Messrichtung Z wurde auf der Deckenmitte gemessen. Die X-Achse des Sensors war in etwa zu den Sprengstellen und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet. Die Sensoren wurden mit Stahlspitzen durch den Teppichbodenbelag an die darunter befindliche Holzbalkendecke angekoppelt.

11.2 Messtechnische Angaben zu den eingesetzten Messgeräten

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

Gerätenummern:	ZEB/SM-3C	Nr. 831, 899, 975, 1113, 1116
	Summit Vipa	Nr. 073, 090
Messbereich:	0 - 100 mm/s	
Trigger:	0,20 - 0,30 mm/s in den Kellergeschossen	
	0,50 - 1,00 mm/s in den Dachgeschossen	

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: Objekt H, Wohnhaus 1

		gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
Datum Entfernung	Achse	v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) *	v_i	KB_{Fmax} (Ao)
26.10.16 ca. 590 m	X	1,11	33	0,30	10,75	6,0	10,33	5,00
	Y	0,73	14	0,30	6,00	6,0	12,17	5,00
	Z	1,20	38	0,48	12,00	6,0	10,00	8,00
04.11.16 ca. 580 m	X	0,95	53	0,31	15,30	6,0	6,21	5,17
	Y	0,65	20	0,21	7,50	6,0	8,67	3,50
	Z	1,34	32	0,50	10,50	6,0	12,76	8,33
11.11.16 ca. 740 m	X	0,34	6	0,14	5,00	6,0	6,80	2,33
	Y	0,59	8	0,26	5,00	6,0	11,80	4,33
	Z	0,47	7	0,16	5,00	6,0	9,40	2,67
14.11.16 ca. 560 m	X	1,04	48	0,28	14,50	6,0	7,17	4,67
	Y	0,95	22	0,24	8,00	6,0	11,88	4,00
	Z	1,54	48	0,63	14,50	6,0	10,62	10,50
22.11.16 ca. 550 m	X	1,53	42	0,53	13,00	6,0	11,77	8,83
	Y	1,34	31	0,41	10,25	6,0	13,07	6,83
	Z	2,20	56	0,76	15,60	6,0	14,10	12,67
01.12.16 ca. 620 m	X	1,01	28	0,34	9,50	6,0	10,63	5,67
	Y	1,35	14	0,45	6,00	6,0	22,50	7,50
	Z	1,54	29	0,53	9,75	6,0	15,79	8,83
21.12.16 ca. 700 m	X	0,93	15	0,34	6,25	6,0	14,88	5,67
	Y	1,14	18	0,50	7,00	6,0	16,29	8,33
	Z	1,18	38	0,41	12,00	6,0	9,83	6,83
18.01.17 ca. 700 m	KG X	1,04	17	0,38	6,75	6,0	15,41	6,33
	KG Y	1,41	10	0,48	5,00	6,0	28,20	8,00
	KG Z	1,55	33	0,49	10,75	6,0	14,42	8,17
	DG X	1,52	18	0,66	15,00	6,0	10,13	11,00
	DG Y	3,61	13	1,23	15,00	6,0	24,07	20,50
	DG Z	2,59	38	0,90	20,00	6,0	12,95	15,00

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

Tab. 2 Messergebnisse im Objekt H, Wohnhaus 1



Messstelle 2: Objekt I, Wohnhaus 2

		gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
Datum Entfernung	Achse	v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) *	v_i	KB_{Fmax} (Ao)
26.10.16 ca. 490 m	X	1,38	13	0,73	5,75	6,0	24,00	12,17
	Y	1,17	14	0,44	6,00	6,0	19,50	7,33
	Z	1,85	21	0,86	7,75	6,0	23,87	14,33
04.11.16 ca. 480 m	X	1,03	11	0,32	5,25	6,0	19,62	5,33
	Y	0,78	11	0,30	5,25	6,0	14,86	5,00
	Z	1,63	20	0,54	7,50	6,0	21,73	9,00
11.11.16 ca. 600 m	X	0,60	9	0,22	5,00	6,0	12,00	3,67
	Y	0,64	11	0,28	5,25	6,0	12,19	4,67
	Z	0,62	33	0,24	10,75	6,0	5,77	4,00
14.11.16 ca. 470 m	X	1,57	15	0,57	6,25	6,0	25,12	9,50
	Y	1,00	11	0,39	5,25	6,0	19,05	6,50
	Z	1,88	23	0,62	8,25	6,0	22,79	10,33
22.11.16 ca. 460 m	X	1,59	10	0,59	5,00	6,0	31,80	9,83
	Y	1,30	14	0,57	6,00	6,0	21,67	9,50
	Z	2,49	21	0,89	7,75	6,0	32,13	14,83
01.12.16 ca. 580 m	X	1,00	11	0,41	5,25	6,0	19,05	6,83
	Y	0,97	9	0,38	5,00	6,0	19,40	6,33
	Z	1,39	12	0,53	5,50	6,0	25,27	8,83
21.12.16 ca. 560 m	X	0,83	11	0,37	5,25	6,0	15,81	6,17
	Y	1,40	16	0,57	6,50	6,0	21,54	9,50
	Z	1,74	26	0,84	9,00	6,0	19,33	14,00
18.01.17 ca. 560 m	KG X	0,87	9	0,38	5,00	6,0	17,40	6,33
	KG Y	2,17	8	0,79	5,00	6,0	43,40	13,17
	KG Z	2,85	16	0,95	6,50	6,0	43,85	15,83
	DG X	3,40	11,00	1,33	15,00	6,0	22,67	22,17
	DG Y	6,83	11,75	2,93	15,00	6,0	45,53	48,83
	DG Z	10,89	18,50	4,08	20,00	6,0	54,45	68,00

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

Tab. 3 Messergebnisse im Objekt I, Wohnhaus 2



Messstelle 3: Objekt J, Wohnhaus 3

		gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
Datum Entfernung	Achse	v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) *	v_i	KB_{Fmax} (Ao)
26.10.16 ca. 490 m	X	1,44	12	0,72	5,50	6,0	26,18	12,00
	Y	0,95	11	0,38	5,25	6,0	18,10	6,33
	Z	1,61	22	0,72	8,00	6,0	20,13	12,00
04.11.16 ca. 480 m	X	1,17	10	0,45	5,00	6,0	23,40	7,50
	Y	0,95	17	0,42	6,75	6,0	14,07	7,00
	Z	2,04	19	0,64	7,25	6,0	28,14	10,67
11.11.16 ca. 600 m	X	0,65	7	0,26	5,00	6,0	13,00	4,33
	Y	0,67	6	0,31	5,00	6,0	13,40	5,17
	Z	0,63	20	0,27	7,50	6,0	8,40	4,50
14.11.16 ca. 470 m	X	1,47	16	0,61	6,50	6,0	22,62	10,17
	Y	1,56	13	0,59	5,75	6,0	27,13	9,83
	Z	2,08	20	0,71	7,50	6,0	27,73	11,83
22.11.16 ca. 460 m	X	1,76	16	0,61	6,50	6,0	27,08	10,17
	Y	2,13	31	0,70	10,25	6,0	20,78	11,67
	Z	2,67	29	0,93	9,75	6,0	27,38	15,50
01.12.16 ca. 580 m	X	0,96	11	0,45	5,25	6,0	18,29	7,50
	Y	1,25	10	0,45	5,00	6,0	25,00	7,50
	Z	1,40	38	0,51	12,00	6,0	11,67	8,50
21.12.16 ca. 560 m	X	1,42	37	0,49	11,75	6,0	12,09	8,17
	Y	1,33	30	0,49	10,00	6,0	13,30	8,17
	Z	2,32	16	1,00	6,50	6,0	35,69	16,67
18.01.17 ca. 560 m	KG X	1,13	18	0,46	7,00	6,0	16,14	7,67
	KG Y	2,93	8	0,86	5,00	6,0	58,60	14,33
	KG Z	2,42	38	0,86	12,00	6,0	20,17	14,33
	DG X	4,29	20	1,80	15,00	6,0	28,60	30,00
	DG Y	6,12	8	2,58	15,00	6,0	40,80	43,00
	DG Z	11,29	33	4,34	20,00	6,0	56,45	72,33

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

Tab. 4 Messergebnisse im Objekt J, Wohnhaus 3



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 empirisch ermittelten Parameter k , b und m werden im Freifeld wie folgt angegeben:

kristalline Hartgesteine

$k = 206$

$b = 0,8$

$m = 1,3$

Sedimentgesteine

$k = 969$

$b = 0,59$

$m = 1,52$



Die Ausbreitung der Sprengerschütterungen erfolgt innerhalb der geplanten Fortführung des Tagebaus durch kristallines Hartgestein. Die Übertragung der Erschütterungen zur Nachbarbebauung in der Umgebung des Tagebaus erfolgt durch kristallines Hartgestein und die Deckschichten aus lockeren Sedimenten. Da im Hartgestein die Wellenausbreitung deutlich ausgeprägter als in den lockeren Sedimenten verläuft, wurde für die folgende Prognose der ungünstigere Fall einer Ausbreitung der Sprengerschütterungen durch kristallines Hartgestein zu Grunde gelegt.

Die Auswertung der Erschütterungsmessungen vom 26.10.16 - 18.01.17 zeigt, dass die Streuung der bei den Sprengungen entstehenden tatsächlichen Erschütterungen um die rechnerisch gemäß der Ausgleichsfunktion ermittelten Erschütterungswerte mit einem Faktor

$$s = 1,5$$

ausreichend berücksichtigt ist.

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: $\bar{u} = 0,2 - 0,9$ und Ratgeber Erschütterungen Dr. P. Lichte, Sprengerschütterungen Erschütterungsprognosen frequenzabhängig $V_F = \text{ca. } 0,5$)

In Abb.12 sind die Erschütterungsmessergebnisse der Messungen als Punkte aufgetragen und die gewählte Ausbreitungsfunktion für kristallines Hartgestein ist als gestrichelte Linie dargestellt.

Der Vergleich der Messungen mit der im Folgenden verwendeten Prognoseformeln zeigt, dass die zu erwartenden Erschütterungen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb des Prognoseansatzes liegen werden.



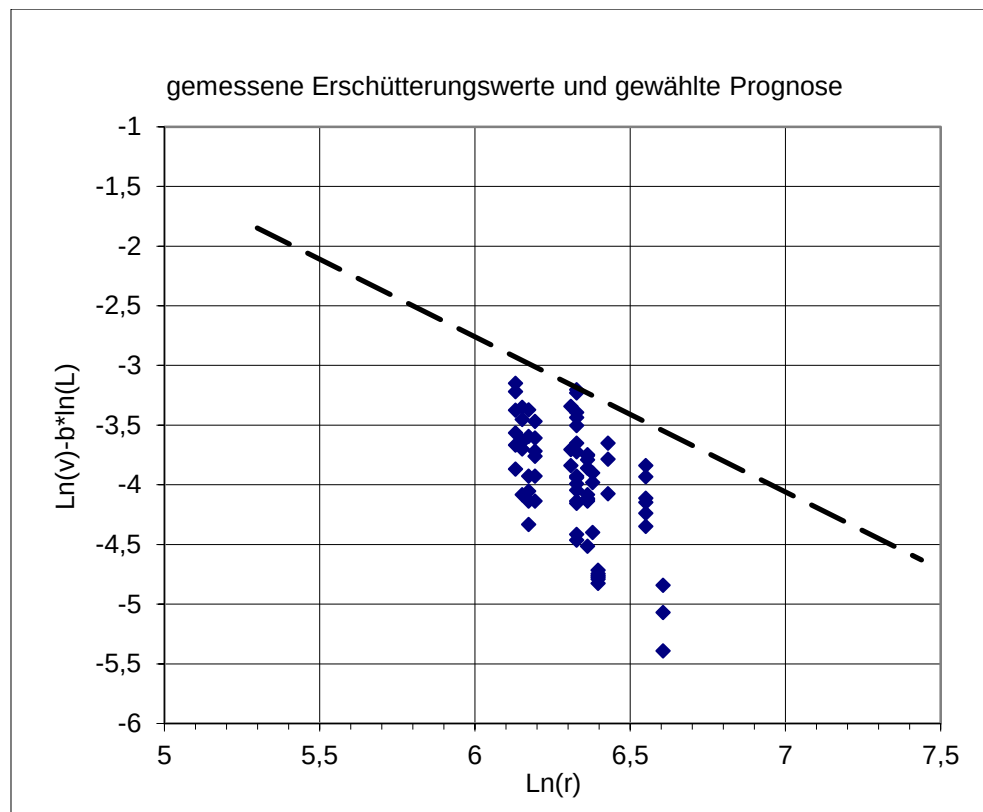


Abb. 5: Gewählte Ausbreitungsfunktion (gestrichelte Linie) und gemessene Erschütterungen (Punkte).

Im Weiteren wird somit mit den folgenden Prognoseformeln gerechnet:

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

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



13.0 Erschütterungsprognose

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_{Fmax} -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 0,6 bestimmt.

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

In den folgenden Tabellen 5 und 6 werden verschiedene Varianten betrachtet.

In Tabelle 5 werden für Entfernungen von 200 m bis 600 m und bis zu einer maximalen Lademenge von 220 kg je Zündzeit die zu erwartenden Erschütterungen prognostiziert.

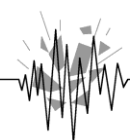


Entfernung (m)	Lademenge je Zünd- zeitstufe (kg)	$v_{\max}$ am Fundament (mm/s)	$v_{\max}$ im OG Aussen- wand (mm/s)	$v_{\max}$ im OG Decken- mitte (mm/s)	$KB_{F_{\max}}$ im OG zul. $A_o = 6^*$
200	51	3,66	10,98	14,65	5,98
210	55	3,65	10,95	14,60	5,97
220	59	3,63	10,90	14,54	5,94
230	63	3,62	10,85	14,46	5,91
240	68	3,64	10,91	14,55	5,94
250	73	3,65	10,95	14,60	5,96
260	78	3,66	10,97	14,63	5,98
270	83	3,66	10,98	14,64	5,98
280	88	3,66	10,97	14,63	5,98
290	93	3,65	10,96	14,61	5,97
300	98	3,64	10,93	14,58	5,96
320	109	3,65	10,95	14,60	5,96
340	121	3,67	11,00	14,67	5,99
360	132	3,65	10,95	14,60	5,96
380	145	3,67	11,00	14,67	5,99
400	157	3,66	10,97	14,62	5,97
420	170	3,66	10,97	14,63	5,98
440	184	3,67	11,00	14,67	5,99
460	197	3,66	10,97	14,62	5,97
480	212	3,67	11,00	14,67	5,99
500	220	3,58	10,75	14,33	5,85
520	220	3,40	10,21	13,62	5,56
540	220	3,24	9,72	12,97	5,30
560	220	3,09	9,28	12,37	5,05
580	220	2,95	8,86	11,82	4,83
600	220	2,83	8,48	11,31	4,62

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

Tab. 5 Lademengen-Abstandstabelle

Die geringsten Abstände treten bei Annäherung an die Abbaugrenze in Richtung auf die nächstgelegenen Objekte H, I und J auf, wobei gegen Ende auch Entfernungen unter 200 m auftreten. Für diese Entfernungen sollte rechtzeitig in Abhängigkeit von den tatsächlich auftretenden



Erschütterungen bei der Annäherung des Abbaus an die Nachbarbebauung die Sprengtechnik unter Begleitung eines Gutachters oder Sprengingenieurs angepasst werden.

Falls in Zukunft für Entfernungen unter 200 m mit den Anwohnern eine privatrechtliche Vereinbarung geschlossen werden kann, die beinhaltet, dass die Anwohner sich zu den vereinbarten Sprengzeiten nicht in ihren Häusern aufhalten, findet der Teil 2 der DIN 4150 hier keine Anwendung. Die dann allein geltenden Anhaltswerte des Teils 3 der DIN 4150 ermöglichen in den Objekten H, I und J höhere Erschütterungswerte, die eine weitere Annäherung an die Nachbarbebauung zulassen.

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. $A_0 = 6^*$
160	51	4,89	14,68	19,57	-
170	57	4,94	14,83	19,77	-
180	63	4,97	14,92	19,89	
190	69	4,98	14,95	19,94	-
200	75	4,98	14,95	19,94	-

Tab. 6 Lademengen-Abstandstabelle ohne Berücksichtigung des Teils 2 der DIN 4150

Die geringste horizontale Entfernung zur Gewinnungsböschung der geplanten Fortführung und Vertiefung wird bei Objekt J mit 139 m erreicht. Bei einer Abraumüberdeckung von ca. 65 m ergibt sich eine tatsächliche durch das Gebirge gemessene Entfernung von ca. 153 m. Für diese Entfernungen sollte rechtzeitig in Abhängigkeit von den tatsächlich auftretenden Erschütterungen bei der Annäherung des Abbaus an die Nachbarbebauung die Sprengtechnik unter Begleitung eines Gutachters oder Sprengingenieurs angepasst werden.

In der folgenden Tabelle 7 sind die prognostizierten Erschütterungswerte für die in Tabelle 1 aufgelistete Bebauung in der Umgebung der geplanten Fortführung und Vertiefung des Tagebaus „Dönstedt-Eiche“ dargestellt. Dabei wurden bis zu einer Obergrenze von 220 kg Sprengstoff und



herunter bis zu einer Entfernung von 200 m die jeweils größtmöglichen Sprengstofflademengen je Zündzeit zu Grunde gelegt. Eine eventuelle privatrechliche Vereinbarung mit den Anwohnern in den Objekten H, I und J wurde hier nicht berücksichtigt.

Objekt	Lade- menge (kg)	Entf. (m)	Fundament		Obergeschoss*		Obergeschoss	
			$v_{\max}$ zul. (mm/s)	Progn. (mm/s)	$v_{\max}$ zul. (mm/s)	Progn. (mm/s)	$KB_{F_{\max}}$ zul.	Progn.
A OT Süplingen	220	1.793	5,0	0,68	20,0	2,72	6,0	1,11
B Wohnhaus Eiche	1220	576	5,0	2,98	20,0	11,92	6,0	4,87
C Wohnhaus Am Steinbruch	220	679	5,0	2,41	20,0	9,63	6,0	3,93
D OT Bebertal II	220	1.881	5,0	0,64	20,0	2,56	6,0	1,05
E OT Bebertal	220	1.338	5,0	1,00	20,0	3,99	6,0	1,63
F Landwirtschaftliches Anwesen Burgstraße	220	990	5,0	1,47	20,0	5,90	6,0	2,41
G Landwirtschaftliches Anwesen Ziegelei	220	905	5,0	1,66	20,0	6,63	6,0	2,71
H Wohnhaus 1 Hüsig	59	229**	5,0	3,64	20,0	14,54	6,0	5,94
I Wohnhaus 2 Hüsig	51	200**	5,0	3,66	20,0	14,65	6,0	5,98
J Wohnhaus 3 Hüsig	51	200**	5,0	3,66	20,0	14,65	6,0	5,98

* Deckenmitte

** diagonal durch das Gebirge gemessen

Tab. 7: Erschütterungsprognose für die Bebauung aus Tabelle 1

Die hier prognostizierten Erschütterungswerte werden wahrscheinlich in der Praxis deutlich unterschritten werden. Für diese Prognose wurde von



ungünstigen Annahmen ausgegangen. Dieses betrifft die angenommenen Frequenzen, die Überhöhungsfaktoren in den Gebäuden und den Sicherheitsfaktor in der Prognoseformel nach BGR. Durch die Multiplikation dieser ungünstig angenommenen Faktoren ergeben sich in der Prognose Erschütterungswerte, die in der Praxis - wenn überhaupt - nur selten erreicht werden.

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.

13.1 Lockerungssprengungen im Abraum

Für den Fall, dass Lockerungssprengungen im Abraum erforderlich werden, verändern sich die Sprengparameter. Das betrifft insbesondere den spezifischen Sprengstoffeinsatz sowie die Vorgaben, Seitenabstände und Lochtiefen.

Aufgrund der geringen Entfernungen ergeben sich bei Lockerungssprengungen im Abraum zum Erschütterungsschutz für die nächstgelegenen Objekte H, I und J deutlich kleinere Lademengen als bei den Gewinnungssprengungen im Hartgestein. Eine Prognose der bei eventuellen Lockerungssprengungen auftretenden Erschütterungen ist auf der Basis der derzeitigen Datenlage mit größerer Ungenauigkeit behaftet. Derartige Sprengungen im Abraum in der Nachbarschaft der Objekten H, I und J sollten daher gegebenenfalls rechtzeitig gutachterlich erschütterungsmesstechnisch begleitet werden, um die dann möglichen Lademengen entsprechend den Messergebnissen den tatsächlichen Gegebenheiten aktuell anzupassen.

Alternativ kann auch für Lockerungssprengungen eine privatrechtliche Vereinbarung mit den Anwohnern in den Objekten H, I und J geschlossen werden, die beinhaltet, dass die Anwohner sich zu den vereinbarten



Sprengzeiten nicht in ihren Häusern aufhalten. Somit findet dann der Teil 2 der DIN 4150 hier keine Anwendung.

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 Rohstoffgewinnung im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ sind die im Westen gelegenen Objekte H, I und J.

In ca. 220 m horizontal gemessener Entfernung befindet sich das Objekt H mit einer tatsächlichen, durch das Gebirge gemessenen Entfernung von ca. 229 m. Das Objekt I hat einen Mindestabstand von ca. 146 m horizontal gemessen und ca. 160 m tatsächliche, durch das Gebirge gemessene Entfernung. Das Objekt J hat einen Mindestabstand von ca. 139 m horizontal gemessen und ca. 153 m tatsächliche, durch das Gebirge gemessene Entfernung.

Bei Beachtung der in Tabelle 5 genannten Lademengen je Zündzeitstufe wird bis zu einer Entfernung von 200 m der Anhaltswert $A_0 = 6$ der DIN 4150 Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Tabelle 1, Zeile 1 nach Pkt. 6.5.1, quellspezifische Regelungen für kurzzeitige Erschütterungen, in den nächstgelegenen Objekten H, I und J eingehalten. Für kleinere Entfernungen sollte rechtzeitig in Abhängigkeit von den tatsächlich auftretenden Erschütterungen bei der Annäherung des Abbaus an die Nachbarbebauung die Sprengtechnik unter Begleitung eines Gutachters oder Sprengingenieurs angepasst werden.

Wenn in diesen nächstgelegenen Wohngebäuden die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte für Menschen in Gebäuden eingehalten werden, ist davon auszugehen, dass auch in allen anderen 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 und Vertiefung 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 $v_i = 5 \text{ mm/s}$.

Gebäudefundamente

Bei Beachtung der in Tabelle 5 genannten Lademengen je Zündzeitstufe ergeben sich für die Nachbarbebauungen Fundamenterschütterungen von maximal $v_i = 3,66 \text{ mm/s}$. Der für ungünstigste Frequenzen zulässige Anhaltswert von $v_i = 5,0 \text{ mm/s}$ wird damit maximal zu 73,2 % 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 $v_i = 15,0 \text{ mm/s}$ und wird bei einem prognostizierten maximalen Erschütterungswert von $v_i = 10,98 \text{ mm/s}$ zu 73,2 % 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 $v_i = 20 \text{ mm/s}$ und wird bei einem prognostizierten maximalen Erschütterungswert von $v_i = 14,67 \text{ mm/s}$ zu 73,3 % erreicht.

Wenn sich die Anwohner in den Objekten H, I und J aufgrund einer privatrechtlichen Vereinbarung zu den vereinbarten Sprengzeiten nicht in ihren Häusern aufhalten, können Lademengen je Zündzeitstufe gemäß Tabelle 6 dieses Gutachtens verwendet und die in der DIN 4150 Teil 3 genannten Anhaltswerte voll ausgeschöpft werden.

Wenn die zulässigen Anhaltswerte an den nächstgelegenen Wohnhäusern unterschritten werden, ist davon auszugehen, dass auch in allen anderen benachbarten Wohnbebauungen die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150 eingehalten werden.



14.2 Gewerblich genutzte Bauwerke

Den kleinsten Abstand zu den Sprengarbeiten in der geplanten Fortführung und Vertiefung des Tagebaus „Dönstedt-Eiche“ haben die Wirtschaftsgebäude der südlich und südwestlich gelegenen landwirtschaftlichen Anwesen (Objekte F und G).

Bei dem ermittelten Abständen von ca. 990 m und ca. 905 m zu den nächstgelegenen Gewinnungssprengungen ergibt sich an den Wirtschaftsgebäuden ein prognostizierter Fundamentwert von ca. $v_i = 1,47$ mm/s bzw. ca. $v_i = 1,66$ 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. 7,4 % bzw. 8,3 % erreicht.

14.3 Bewertung der Prognose

Die hier prognostizierten Erschütterungswerte werden wahrscheinlich in der Praxis deutlich unterschritten werden. Für diese Prognose wurde von ungünstigen Annahmen ausgegangen. Dieses betrifft die angenommenen Frequenzen, die Überhöhungsfaktoren in den Gebäuden und den Sicherheitsfaktor in der Prognoseformel nach BGR. Durch die Multiplikation dieser ungünstig angenommenen Faktoren ergeben sich in der Prognose Erschütterungswerte, die in der Praxis - wenn überhaupt - nur selten erreicht werden.

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 innerhalb des Bergwerksfeldes „Dönstedt-Eiche“ nördlich des Ortsteils Bebertal der Gemeinde Hohe Börde im Landkreis Börde in Sachsen-Anhalt den Tagebau „Dönstedt-Eiche“, in dem Augitporphyrat abgebaut wird. Zur Sicherung des Standortes über die nächsten Jahre hinaus ist beabsichtigt, den Tagebau nach Westen um ca. 25,1 ha zu fortzuführen und die gesamte Abbaufäche um 48 m bis auf - 48 mNN 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 und Vertiefung die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte an und in der gesamten Nachbarbebauung des Tagebaus eingehalten werden.

Grundlage der Erschütterungsprognose sind Erschütterungsmessungen, die in der Zeit vom 26.10.16 – 18.01.17 bei 8 Gewinnungssprengungen im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ an den drei nächstgelegenen Wohnhäusern durchgeführt wurden sowie eine von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe entwickelte Prognoseformel. Bei den prognostizierten Sprengerschütterungen können gemäß den Anhaltswerten der DIN keine Schäden an der benachbarten Bebauung verursacht werden. Dies gilt auch für alle weiteren Gebäude und Anlagen im erweiterten Einwirkungsbereich der geplanten Fortführung, soweit sie hier 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 der Rohstoffgewinnung im Tagebau „Dönstedt-Eiche“ 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.



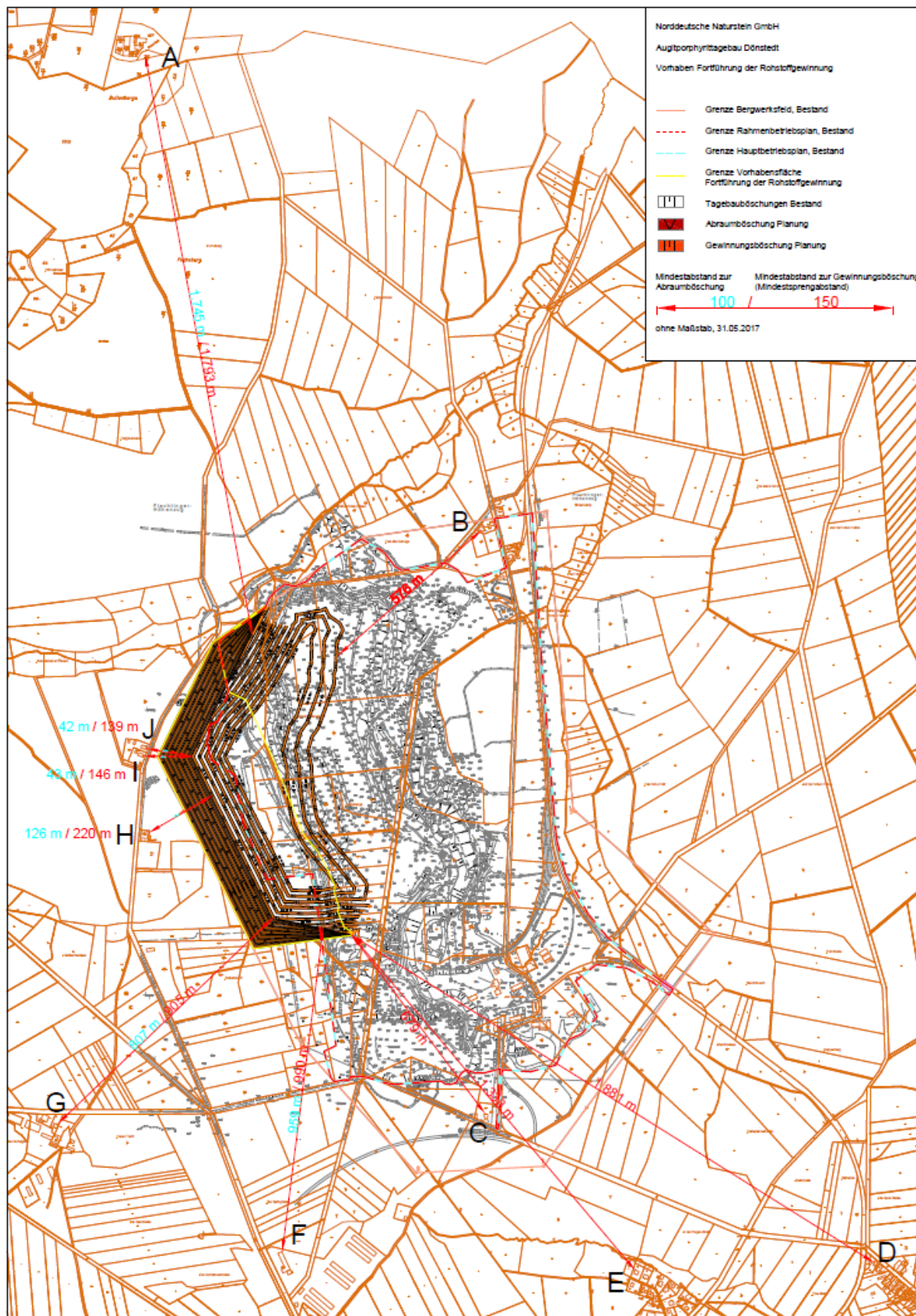
Dortmund, den 21.09.2018

Josef Hellmann

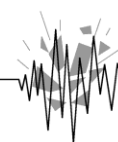
Anlagen



Anlage 1



Übersichtskarte mit Lage der betrachteten Immissionsorte



Anlage 2

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 3

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 <u>und</u> 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 4

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 3, „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Tabelle 2, „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 5.1



**Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Dönstedt**

<u>Protokoll zur Sprengung:</u>		<u>GBS 26/2016</u>	<u>Vermessung:</u>	J. Düro
Sohle:	4 West		Planung	Nachvermessung
Gestein:	Porphy		Bohranlage	NNG Dönstedt
Dichte:	2,6 t/cbm		Bohrlochverlaufmessung	F. Braun
			Ladungsberechnung	J. Düro
			Durchführung	J. Düro
			Datum/Uhrzeit der Sprengung:	26.10.2016 16:35h

Bohranlage:

Vorgabe:	5,5 m	Bruchwandhöhe:	15,5 m
Reihenabstand	5,0 m	Bohrlochlänge:	17,0 m
Seitenabstand:	5,0 m	Bohrlochnelung:	75 °
Unterbohrung:	1,0m		
BL-Durchmesser:	115mm		
Anzahl-Kopfloch:	43 Stück	Anzahl Reihen:	2
Bohrtiefe:	17,0 m		

Masse:

Volumen: 17.425 cbm

Tonnen: 45.306 t

Sprengmittel:

ABP Booster 1.680g	43 Stück	72,2 kg	
Hydromite 70		6.140,0 kg	
Emulex 2Plus 66/700		450,0 kg	
Detonex NP 20g		50m	

Indet-shock 400ms 21m	43 Stück	Zündungsart:	nichtelektrisch
Indet-shock 425ms 8m	43 Stück		redundant
Indet-shock 25ms 8m	21 Stück		
Indet-shock 67ms 7,2m	22 Stück		

Momentenzünder 0-U 3m 1 Stück

Gesamt: 6.662,2 kg

Höchstlademenge / ZZ-Stufe 165 kg

Höchstlademenge / BL 165 kg

Spez. Sprengstoffeinsatz: 0,382 g/cbm

Datum: 26.10.2016

..... 

Verantw. Sprengberechtigter

..... 

Kunde



Anlage 5.2



**Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Dönstedt**

<u>Protokoll zur Sprengung:</u>		<u>GBS 27/2016</u>	<u>Vermessung:</u>	J. Düro
Sohle:	4 West		Planung	Nachvermessung
Gestein:	Porphy		Bohranlage	NNG Dönstedt
Diehle:	2,6 t/cbm		Bohrlochverlaufmessung	F. Braun
			Ladungsberechnung	J. Düro
			Durchführung	J. Düro
			Datum/Uhrzeit der Sprengung:	04.11.2016 13:13h

Bohranlage:

Vorgabe:	5,5 m	Bruchwandhöhe:	15,5 m
Reihenabstand	5,0 m	Bohrlochlänge:	17,0 m
Seitenabstand:	5,0 m	Bohrlochneigung:	75 °
Unterbohrung:	1,0m		
BL-Durchmesser:	115mm		
Anzahl-Kopfloch:	43 Stück	Anzahl Reihen:	2
Bohrtiefe:	17,0 m		

Masse:

Volumen:	17,425 cbm
Tonnen:	45,306 t

Sprengmittel:

ABP Booster 1.600g	44 Stück	73,9 kg	
Hydromite 70		5.810,0 kg	
Emulex 2Plus 65/700		500,0 kg	
Detonex NP 20g		50m	
Indet-shock 400ms 21m	44 Stück		Zündungsart: nichtelektrisch
Indet-shock 425ms 6m	43 Stück		redundant
Indet-shock 25ms 6m	21 Stück		
Indet-shock 67ms 7,2m	22 Stück		
Momentzündler 0-U 3m	1 Stück		
Gesamt:		6.383,9 kg	
Höchstlademenge / ZZ-Stufe		165 kg	
Höchstlademenge / BL		165 kg	
Spez. Sprengstoffeinsatz:		0,366 g/cbm	

Datum: 04.11.2016

Verantw. Sprengberechtigter: 

Kunde: 



Anlage 5.3


AUSTIN POWDER
INTERNATIONAL

Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Dönstedt

Protokoll zur Sprengung: GRS 28/2016

Sohle:	5 Süd	Vermessung:	J.Düro
Gestein:	Porphyr	Planung:	Nachvermessung
Dichte:	2,6 t/cbm	Bohranlage:	MNG Dönstedt
		Bohrlochverlaufmessung:	J.Düro
		Ladungsberechnung:	J.Düro
		Durchführung:	J.Düro
		Datum/Uhrzeit der Sprengung:	11.11.2016 13:20h

Bohranlage:

Vorgebe:	5,5 m	Bruchwandhöhe:	19,8 m
Reihenabstand:	5,0 m	Bohrlochlänge:	21,5 m
Seitenabstand:	5,0 m	Bohrlochnelung:	75 °
Unterbohrung:	1,0 m		
BL-Durchmesser:	115mm	Anzahl Reihen:	2
Anzahl-Kopfloch:	49 Stück		
Bohrtiefe:	21,5 m		

Masse:

Volumen: **8.317 cbm**

Tonnen: **21.623 t**

Sprengmittel:

ABP Booster 1.880g	16 Stück	26,9 kg	
Hydromite 70		2.680,0 kg	
Emulex 2Plus 65/700		125,0 kg	
NP20g		0 m	
Indet-shock 400ms 24m	16 Stück		Zündungsart:
Indet-shock 426ms 6m	17 Stück		nichtelektrisch
Indet-shock 25ms 8m	8 Stück		redundant
Indet-shock 100ms 6m	8 Stück		
Momentzündler 0-U 3m	2 Stück		
Gesamt:		2.831,9 kg	
Höchstlademenge / ZZ-Stufe		220 kg	
Höchstlademenge / BL		220 kg	
Spez. Sprengstoffeinsatz:		0,341 g/cbm	

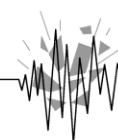
Datum: 11.11.2016



Verantw. Sprengberechtigter



Kunde



Anlage 5.4



**Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Dönstedt**

<u>Protokoll zur Sprengung:</u>		<u>GBS 29/2016</u>	
Sohle:	4 West	Vermessung:	J. Düro
Gestein:	Porphyr	Planung	Nachvermessung
Dichte:	2,6 t/cbm	Bohranlage	NING Dönstedt
		Bohrlochverlaufmessung	F. Braun
		Ladungsberechnung	J. Düro
		Durchführung	J. Düro
		Datum/Uhrzeit der Sprengung:	14.11.2016 16:57h

Bohranlage:

Vorgabe:	5,5 m	Bruchwandhöhe:	15,5 m
Reihenabstand	5,0 m	Bohrlochlänge:	17,0 m
Seitenabstand:	5,0 m	Bohrlochnähe:	75 °
Unterbohrung:	1,0 m	Anzahl Reihen:	2
BL-Durchmesser:	115 mm		
Anzahl-Kopfloch:	48 Stück		
Bohrtiefe:	17,0 m		

Massen:

Volumen:	19.473 cbm
Tonnen:	50.630 t

Sprengmittel:

ABP Booster 1.680g	48 Stück	80,6 kg	
Hydromite 70		7.200,0 kg	
Emulax 2Plus 85/700		275,0 kg	
Detonex NP 20g		0,0 kg	
Indet-shock 400ms 21m	48 Stück		Zündungsart: nichtelektrisch
Indet-shock 426ms 6m	48 Stück		redundant
Indet-shock 26ms 6m	23 Stück		
Indet-shock 67ms 7,2m	25 Stück		
Momentzündler D-U 3m	1 Stück		
Gesamt:		7.555,6 kg	
Höchstlademenge / ZZ-Stufe		165 kg	
Höchstlademenge / BL		165 kg	
Spez. Sprengstoffeinsatz:		0,383 g/cbm	

Datum: 14.11.2016



 Verantw. Sprengberechtigter



 Kunde



Anlage 5.5



**Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Dönstedt**

<u>Protokoll zur Sprengung:</u>		<u>GBS 30/2016</u>	Vermessung:	J. Düro
Sohle:	4 West		Planung	Nachvermessung
Gestein:	Porphyr		Bohranlage	MNG Dönstedt
Dichte:	2,6 t/cbm		Bohrlochverlaufmessung	F. Braun
			Ladungsberechnung	J. Düro
			Durchführung	J. Düro
			Datum/Uhrzeit der Sprengung:	22.11.2016 12.50h

Bohranlage:

Vorgabe:	5,5 m	Bruchwandhöhe:	15,5 m
Reihenabstand:	5,0 m	Bohrlochlänge:	17,0 m
Seitenabstand:	5,0 m	Bohrlochnähe:	75 °
Unterbohrung:	1,0 m		
BL-Durchmesser:	115 mm	Anzahl Reihen:	2
Anzahl-Kopfloch:	57 Stück		
Bohrtiefe:	17,0 m		

Masse:

Volumen:	23.056 cbm
Tonnen:	59.972 t

Sprengmittel:

ABP Booster 1.680g	58 Stück	97,4 kg	
Hydromite 70		9.120,0 kg	
Emulex 2Plus 65/700		375,0 kg	
Detonex NP 20g		0,0 kg	

Indet-shock 400ms 21m	57 Stück	Zündungsart:	nichtelektrisch
Indet-shock 475ms 10,26m	57 Stück		redundant
Indet-shock 25ms 6m	21 Stück		
Indet-shock 100ms 7,2m	36 Stück		

Momentzündler 0-U 3m 1 Stück

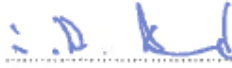
Gesamt: 9.592,4 kg

Höchstlademenge / ZZ-Stufe	175 kg
Höchstlademenge / BL	175 kg
Spez. Sprengstoffeinsatz:	0,416 g/cbm

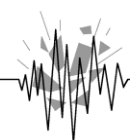
Datum: 22.11.2016



 Verantwort. Sprengberechtigter



 Kunde



Anlage 5.6


AUSTIN POWDER
INTERNATIONAL

Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Dönstedt

Protokoll zur Sprengung: GBS 31/2016

Sohle:	SO 4 West+Sued	Vermessung:	J.Düro
Gestein:	Porphyr	Planung	Nachvermessung
Dichte:	2,6 t/cbm	Bohranlage	NNG Dönstedt
		Bohrlochverlaufmessung	F.Braun
		Ladungsberechnung	J.Düro
		Durchführung	J.Düro
		Datum/Uhrzeit der Sprengung:	01.12.2016 14:40h

Bohranlage:

Vorgabe:	5,5 m	Bruchwandhöhe:	15,5 m
Reihenabstand	5,0 m	Bohrlochlänge:	17,0 m
Seitenabstand:	5,0 m	Bohrlochnähe:	75 °
Unterbohrung:	1,0m	Anzahl Reihen:	2
BL-Durchmesser:	115mm		
Anzahl-Kopfloch:	71 Stück		
Bohrtiefe:	17,0 m		

Menge:

Volumen:	28.801 cbm		
Tonnen:	75.141 t		

Sprengmittel:

ABP Booster 1.680g	71 Stück	119,3 kg	
Hydromite 70		9.870,0 kg	
Emulex 2Plus 65/700		675,0 kg	
Detonox NP 20g		100,0 kg	

Indet-shock 400ms 21m	71 Stück	Zündungsart:	nichtelektrisch
Indet-shock 425ms 6m	71 Stück		redundant
Indet-shock 25ms 6m	24 Stück		
Indet-shock 33ms 6m	17 Stück		
Indet-shock 67ms 7,2m	28 Stück		

Momentzündler 0-U 3m 1 Stück

Gesamt: 10.664,3 kg

Höchstlademenge / ZZ-Stufe	165 kg
Höchstlademenge / BL	165 kg
Spez. Sprengstoffeinsatz:	0,369 g/cbm

Datum: 01.12.2016


 Verantwortl. Sprengberechtigter


 Kunde



Anlage 5.7


AUSTIN POWDER
 INTERNATIONAL

Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen
Werk Dönstedt

<u>Protokoll zur Sprengung:</u>		<u>GBS 32/2016</u>	
Sohle:	5 Sod	Vermessung:	J. Düro
Gestein:	Porphy	Planung:	Nachvermessung
Dichte:	2,6 t/cbm	Bohranlage:	NNG Dönstedt
		Bohrlochverlaufmessung:	F. Brau
		Ladungsberechnung:	J. Düro
		Durchführung:	J. Düro
		Datum/Uhrzeit der Sprengung:	21.12.2016 13:15h

Bohranlage:

Vorgabe:	5,5 m	Bruchwandhöhe:	19,6 m
Reihenabstand:	5,0 m	Bohrlochlänge:	21,5 m
Seitenabstand:	5,0 m	Bohrlochnähe:	75 °
Unterbohrung:	1,0 m		
BL-Durchmesser:	115mm	Anzahl Reihen:	2
Anzahl-Kopfloch:	34 Stück		
Bohrtiefe:	21,5 m		

Masse:

Volumen:	17.673 cbm
Tonnen:	45.949 t

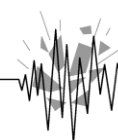
Sprengmittel:

ABP Booster 1.680g	34 Stück	57,1 kg	
Hydromite 70		6.450,0 kg	
Emulex 2Plus 65/700		450,0 kg	
NP20g		50 m	
Indet-shock 400ms 24m	34 Stück		Zündungsart:
Indet-shock 425ms 6m	34 Stück		nichtelektrisch
Indet-shock 25ms 6m	17 Stück		redundant
Indet-shock 67ms 6m	17 Stück		
Momentzündler 0-U 3m	1 Stück		
Gesamt:		6.957,1 kg	
Höchstlademenge / ZZ-Stufe		210 kg	
Höchstlademenge / BL		210 kg	
Spez. Sprengstoffeinsatz:		0,394 g/cbm	

Datum: 21.12.2016

Verantw. Sprengberechtigter: [Signature]

Kunde: [Signature]

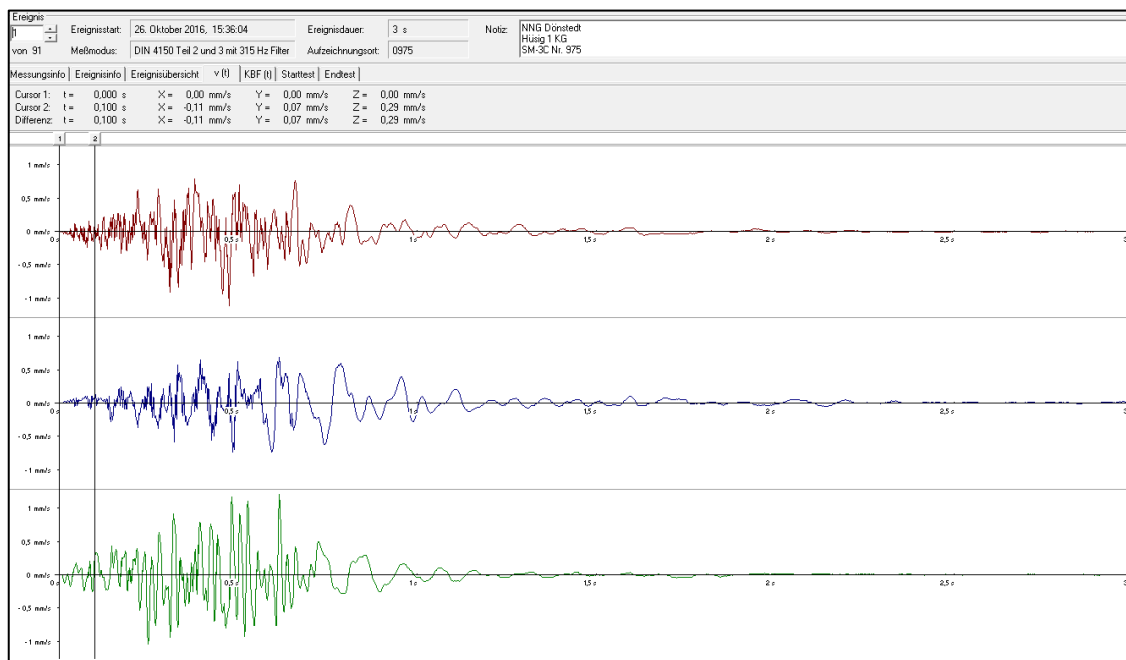


Anlage 5.8

 AUSTIN POWDER INTERNATIONAL	
Norddeutsche Naturstein GmbH, Flechtingen Werk Dönstedt	
Protokoll zur Sprengung: <u>GBS 01/2017</u>	
Sohle: 5 Süd Gestein: Porphy Dichte: 2,6 t/cbm	Vermessung: Planung J. Düro Bohranlage NNG Dönstedt Bohrlochverlaufsplanung J. Düro Ladungsplanung J. Düro Durchführung J. Düro Datum/Uhrzeit der Sprengung: 18.01.2017 11:30h
Bohranlage:	
Vorgabe: 5,5 m Reihenabstand: 5,0 m Seitenabstand: 5,0 m Unterbohrung: 1,0 m BL-Durchmesser: 115 mm Anzahl-Kopfloch: 51 Stück Bohrtiefe: 21,5 m	Bruchwandhöhe: 19,8 m Bohrlochlänge: 21,5 m Bohrlochnelung: 75 ° Anzahl Reihen: 2
Masse:	
Volumen: 26.484 cbm Tonnen: 68.860 t	
Sprengmittel:	
ABP Booster 1.680g Hydromite 70 Emulex 2Plus 65/700 NP20g	52 Stück 87,4 kg 9.850,0 kg 475,0 kg 30 m
Indet-shock 400ms 24m Indet-shock 425ms 6m Indet-shock 25ms 6m Indet-shock 100ms 6m	51 Stück 51 Stück 25 Stück 25 Stück
Momentzündler 0-U 3m	1 Stück
Gesamt:	10.412,4 kg
Höchstlademenge / ZZ-Stufe	210 kg
Höchstlademenge / BL	210 kg
Spez. Sprengstoffeinsatz:	0,363 g/cbm
Datum: 18.01.2017	
Verantw. Sprengberechtigter: 	
Kunde:	

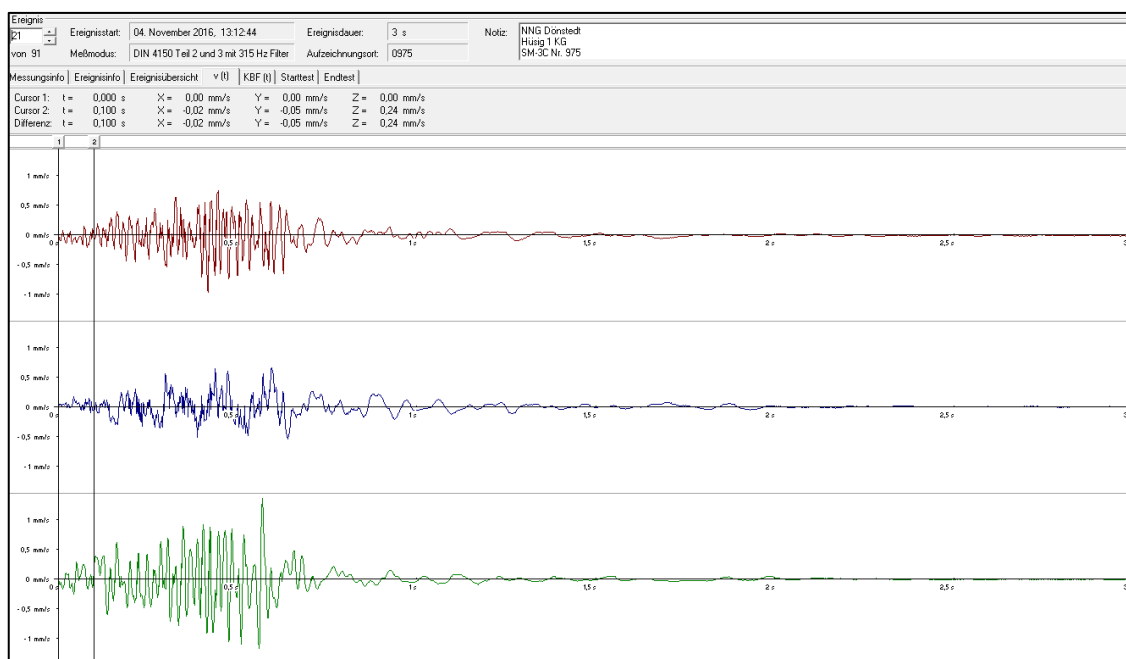


Anlage 6.1

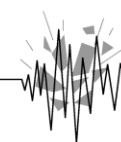


Objekt H, KG, Sprengung 1

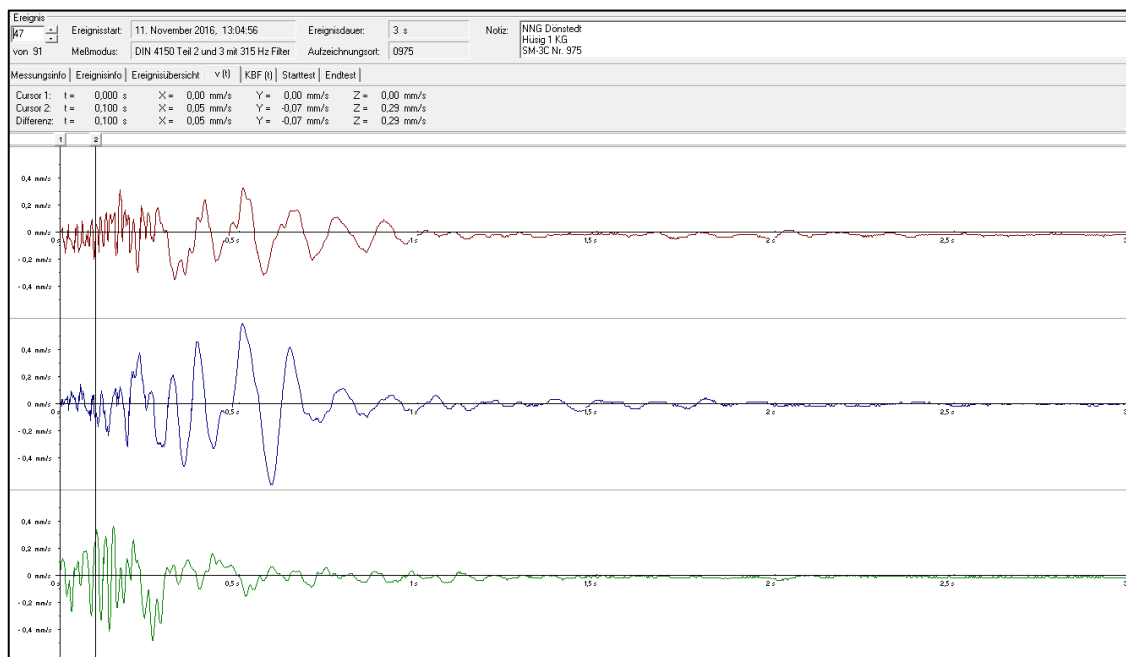
Anlage 6.2



Objekt H, KG, Sprengung 2

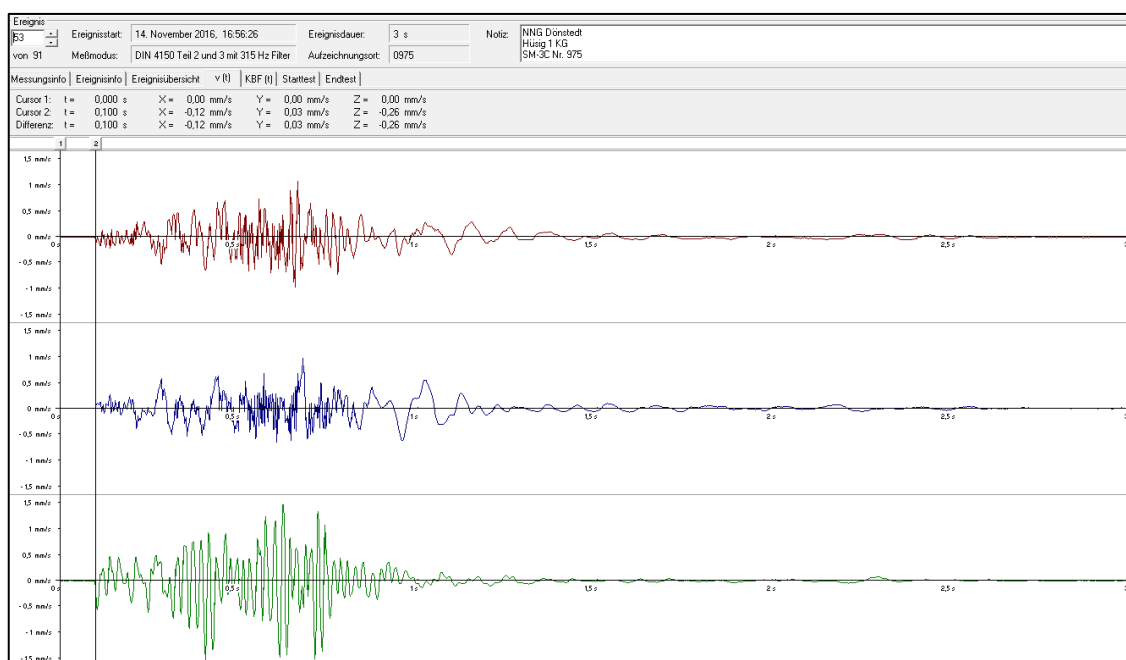


Anlage 6.3

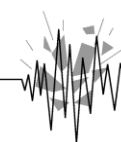


Objekt H, KG, Sprengung 3

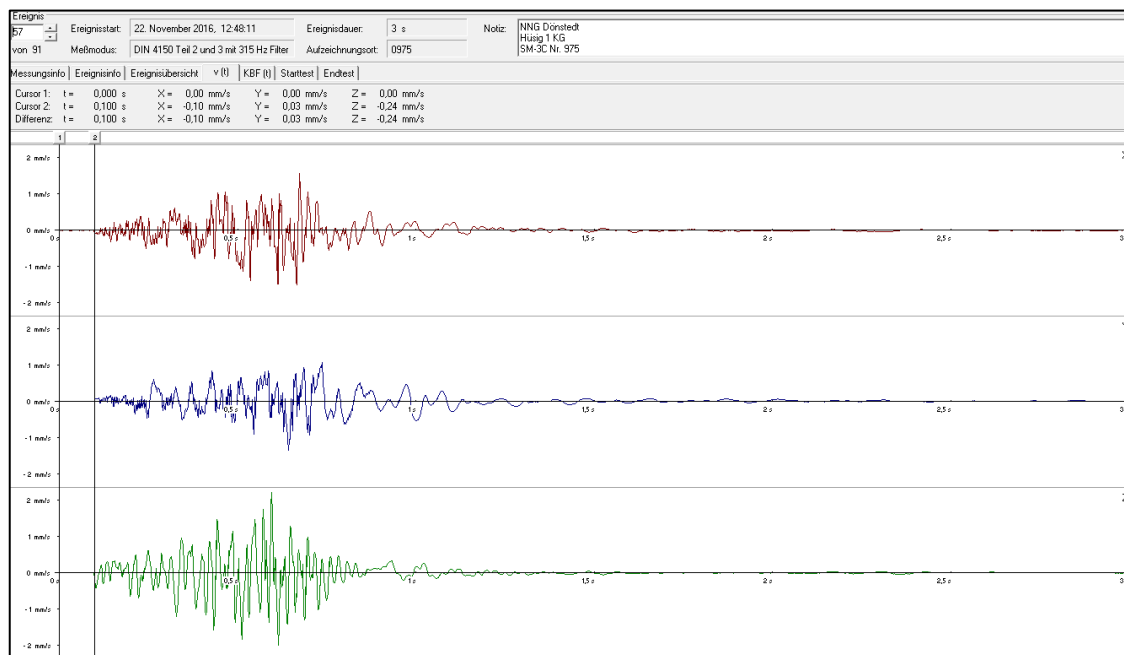
Anlage 6.4



Objekt H, KG, Sprengung 4

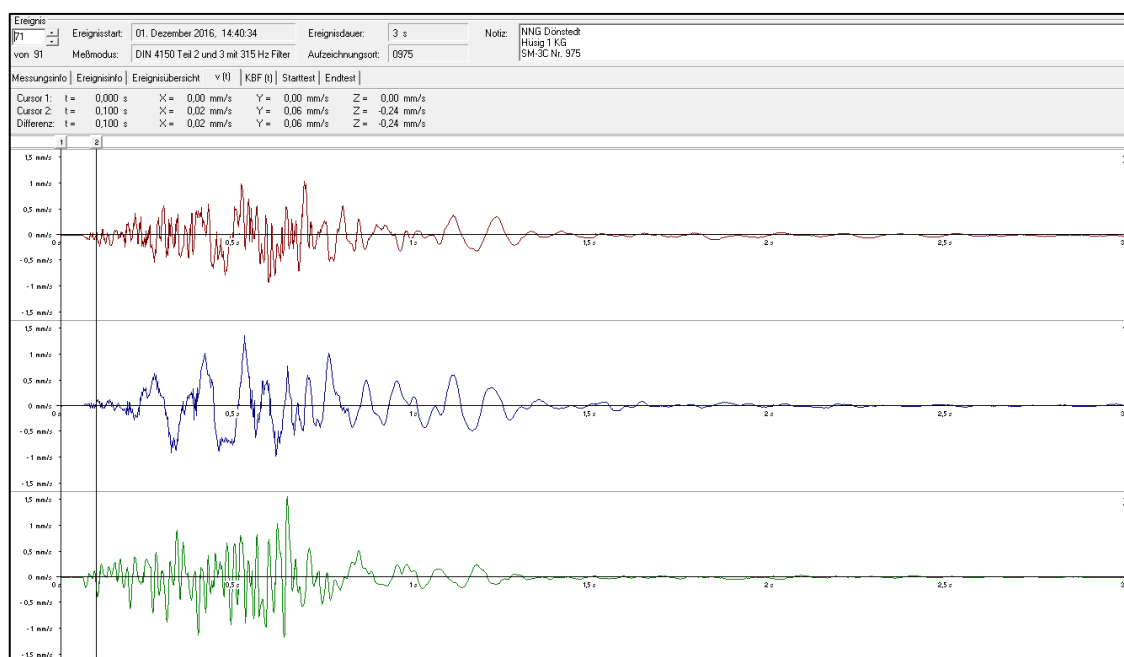


Anlage 6.5

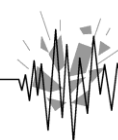


Objekt H, KG, Sprengung 5

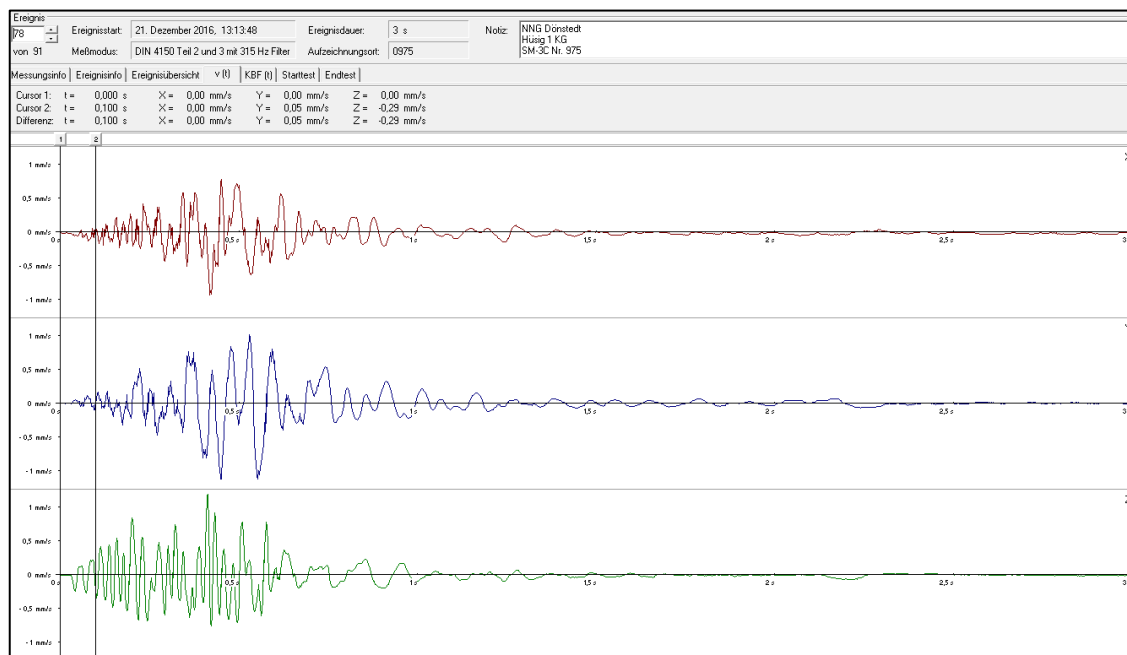
Anlage 6.6



Objekt H, KG, Sprengung 6

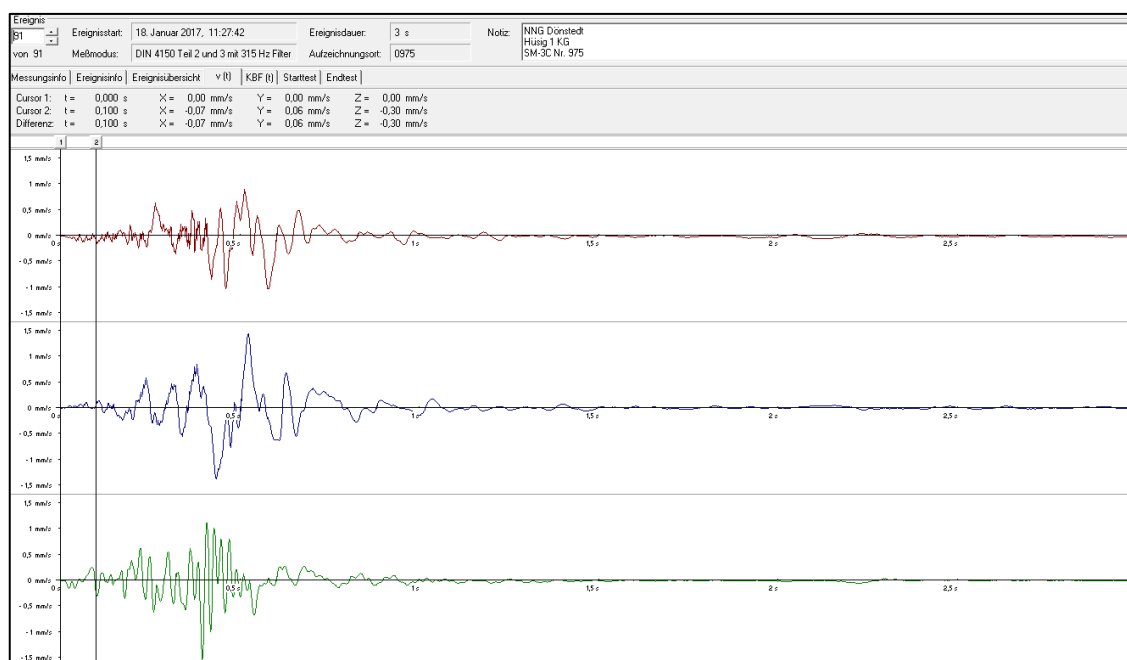


Anlage 6.7

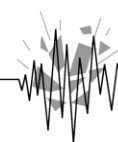


Objekt H, KG, Sprengung 7

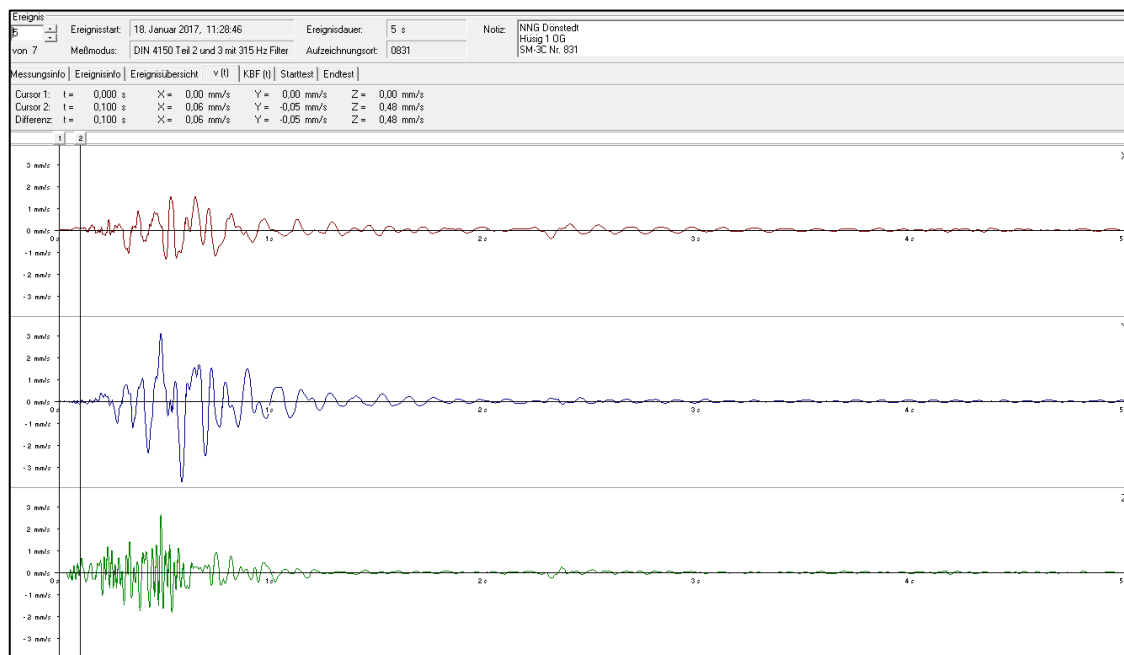
Anlage 6.8



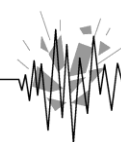
Objekt H, KG, Sprengung 8



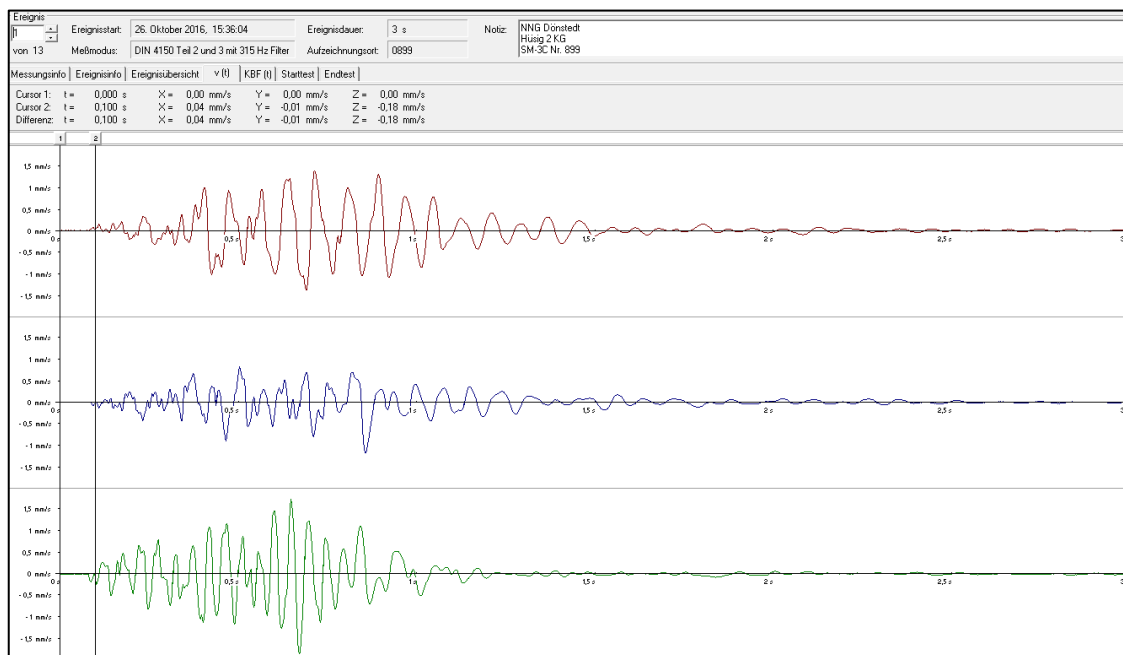
Anlage 6.9



Objekt H, OG, Sprengung 8

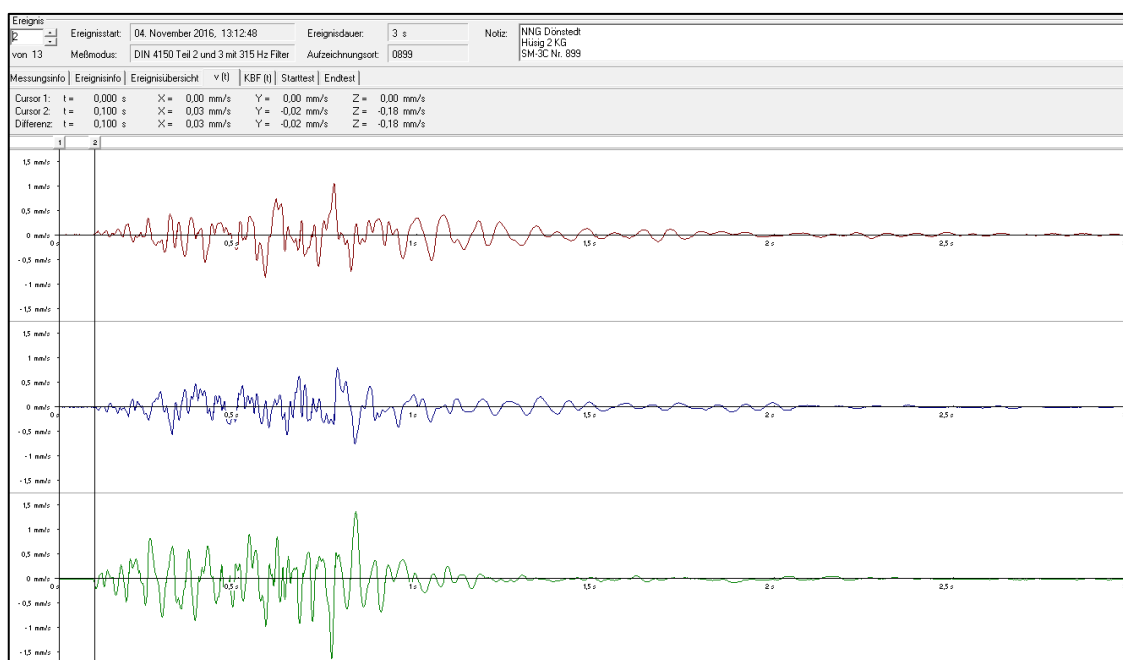


Anlage 7.1

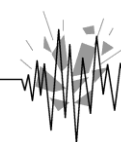


Objekt I, KG, Sprengung 1

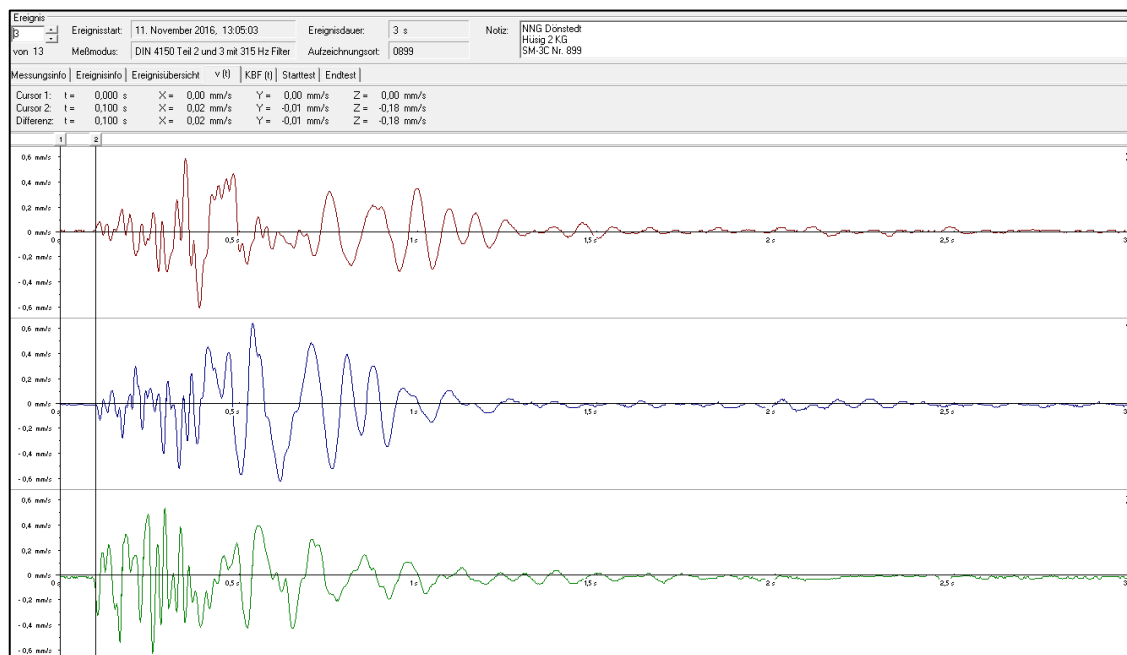
Anlage 7.2



Objekt I, KG, Sprengung 2

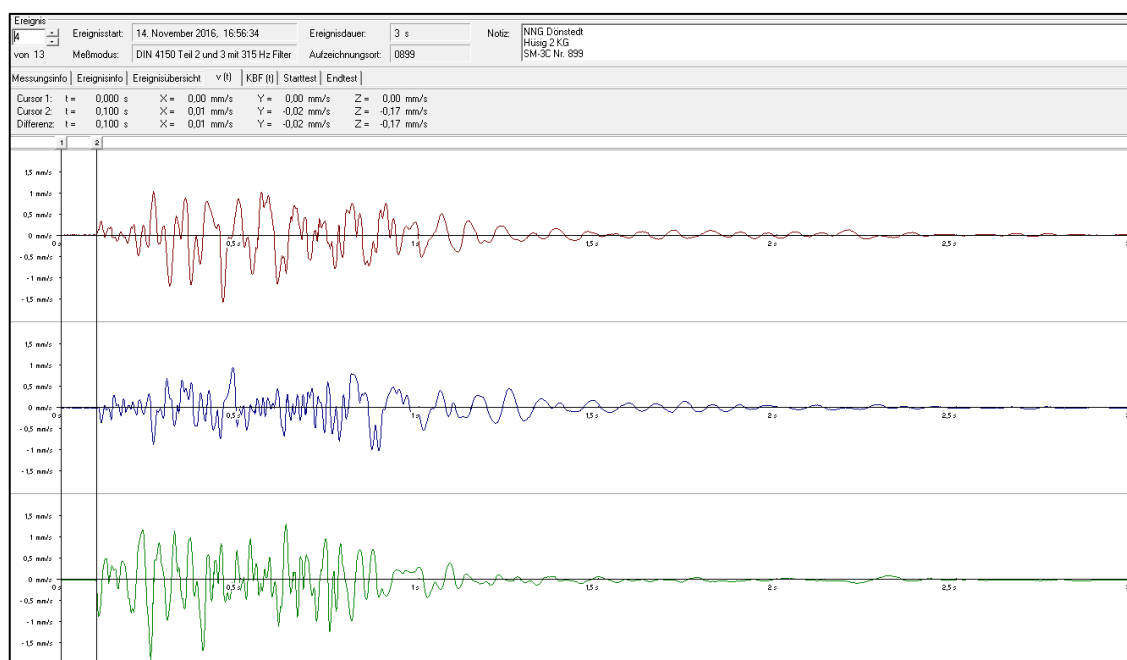


Anlage 7.3

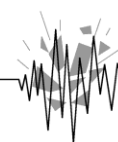


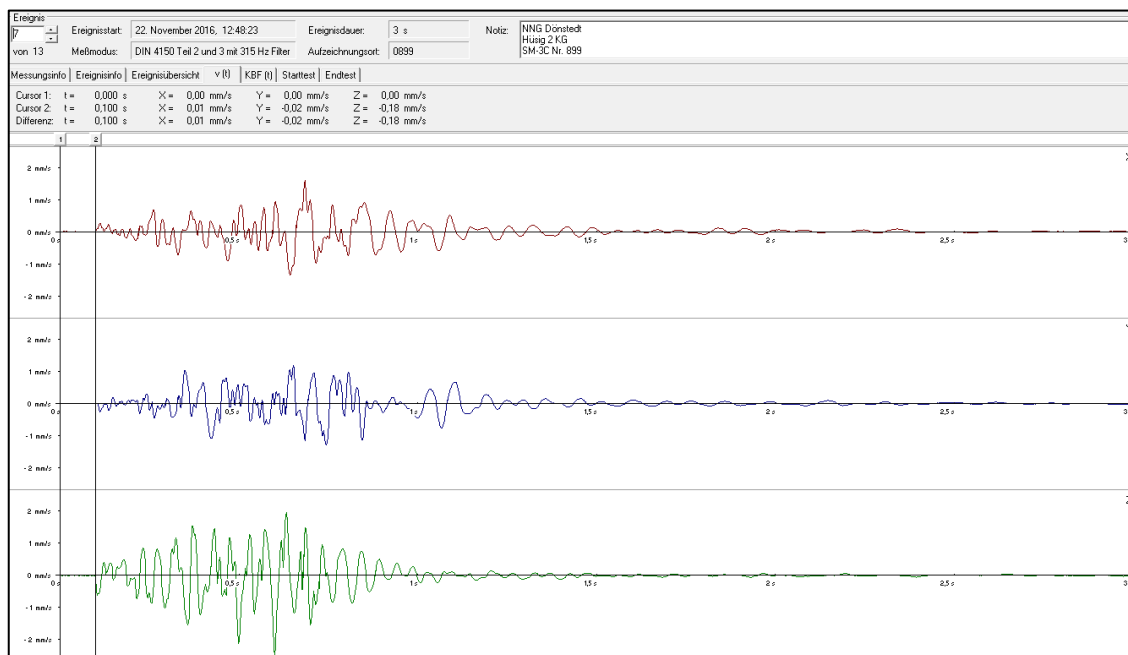
Objekt I, KG, Sprengung 3

Anlage 7.4

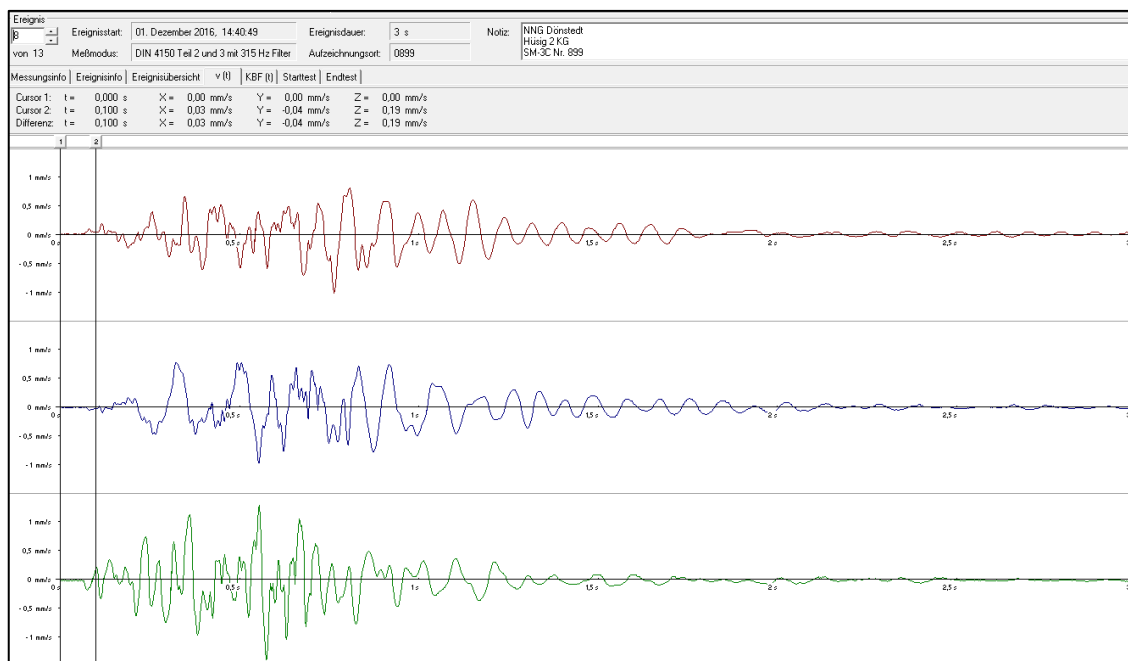


Objekt I, KG, Sprengung 4

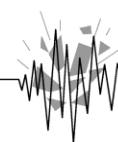


Anlage 7.5

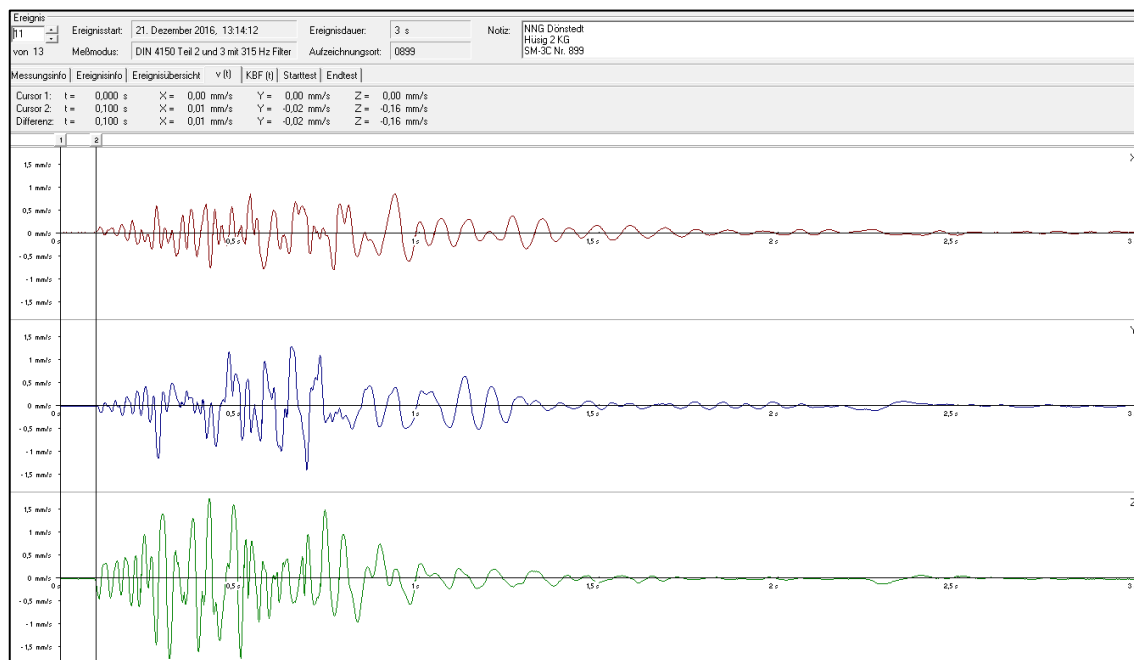
Objekt I, KG, Sprengung 5

Anlage 7.6

Objekt I, KG, Sprengung 6

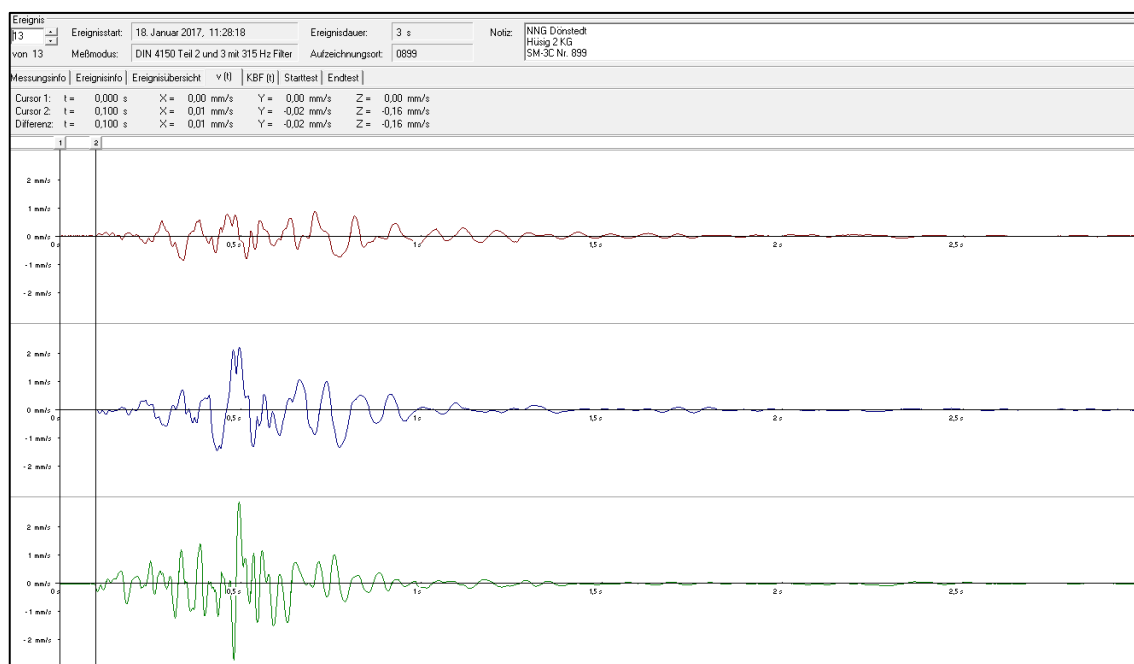


Anlage 7.7

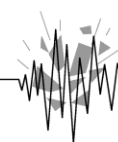


Objekt I, KG, Sprengung 7

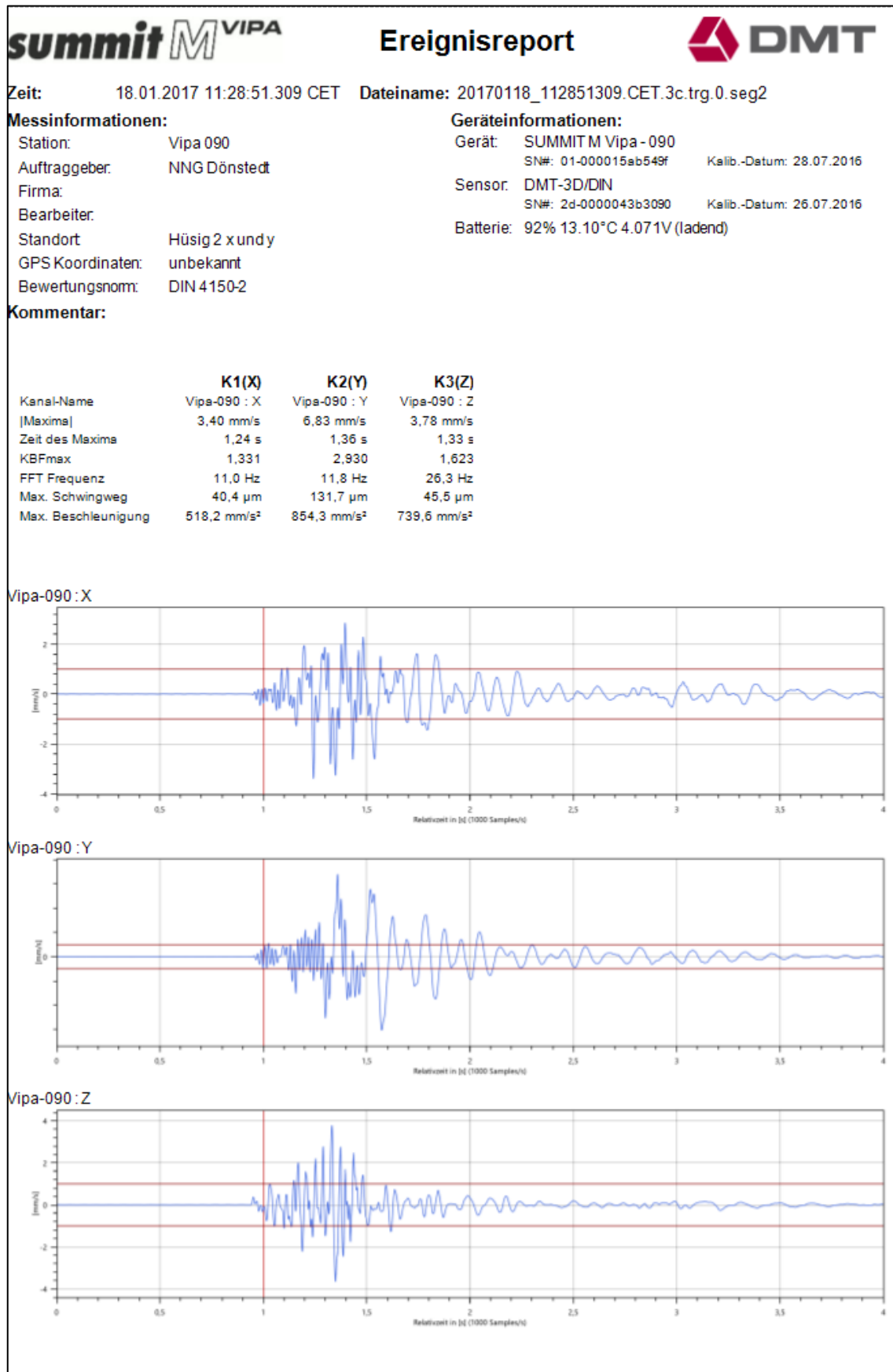
Anlage 7.8



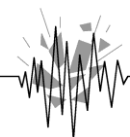
Objekt I, KG, Sprengung 8



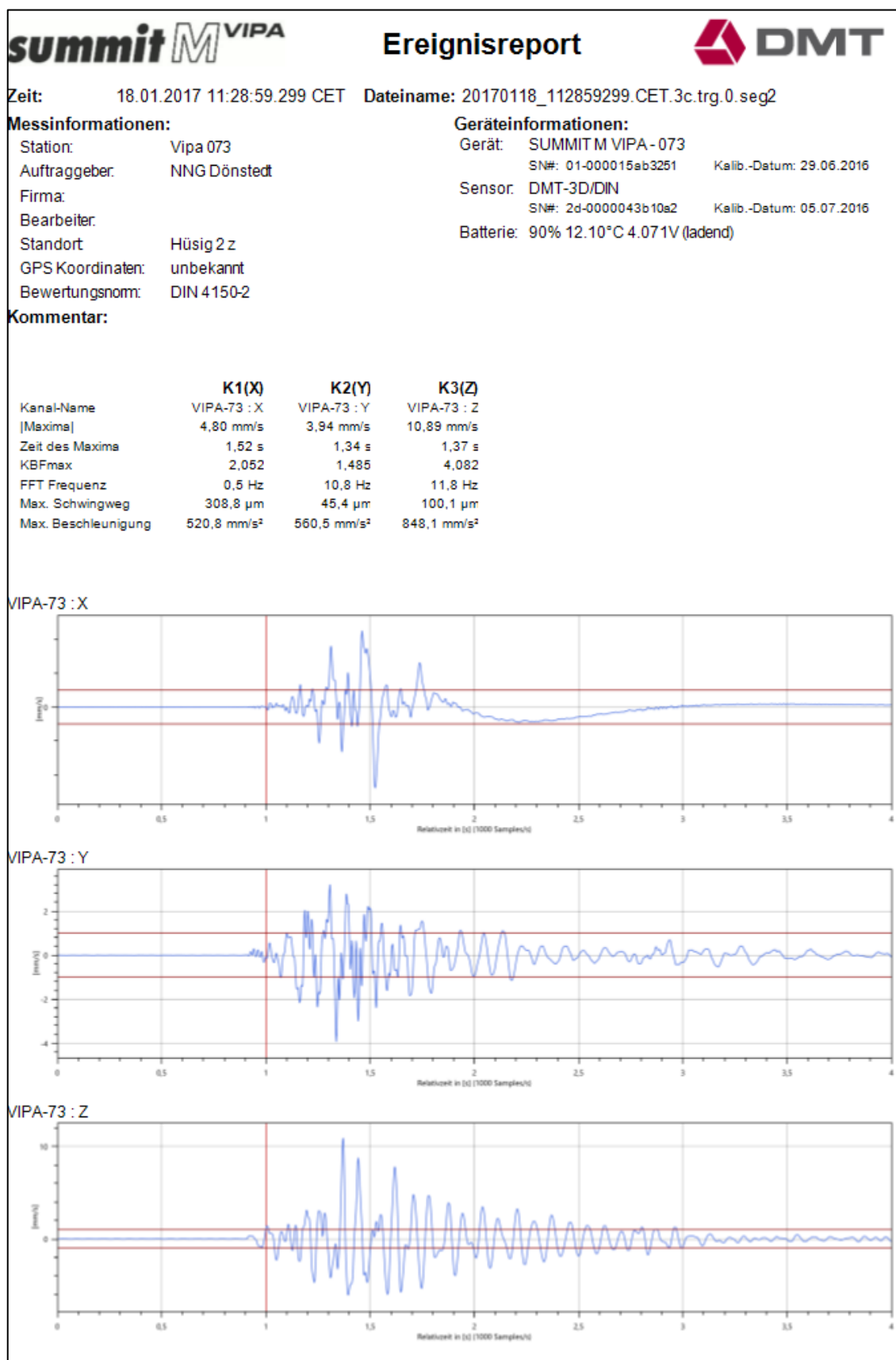
Anlage 7.9



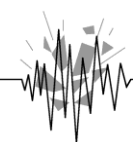
Objekt I, OG, Sprengung 8, Messrichtungen X und Y



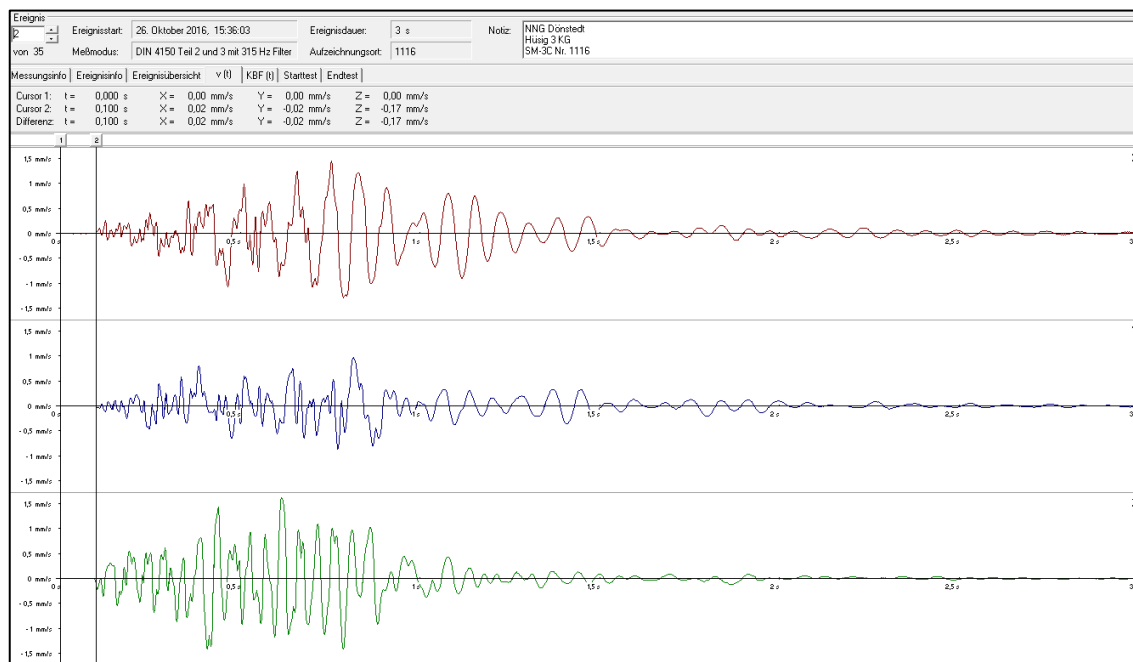
Anlage 7.10



Objekt I, OG, Sprengung 8, Messrichtung Z

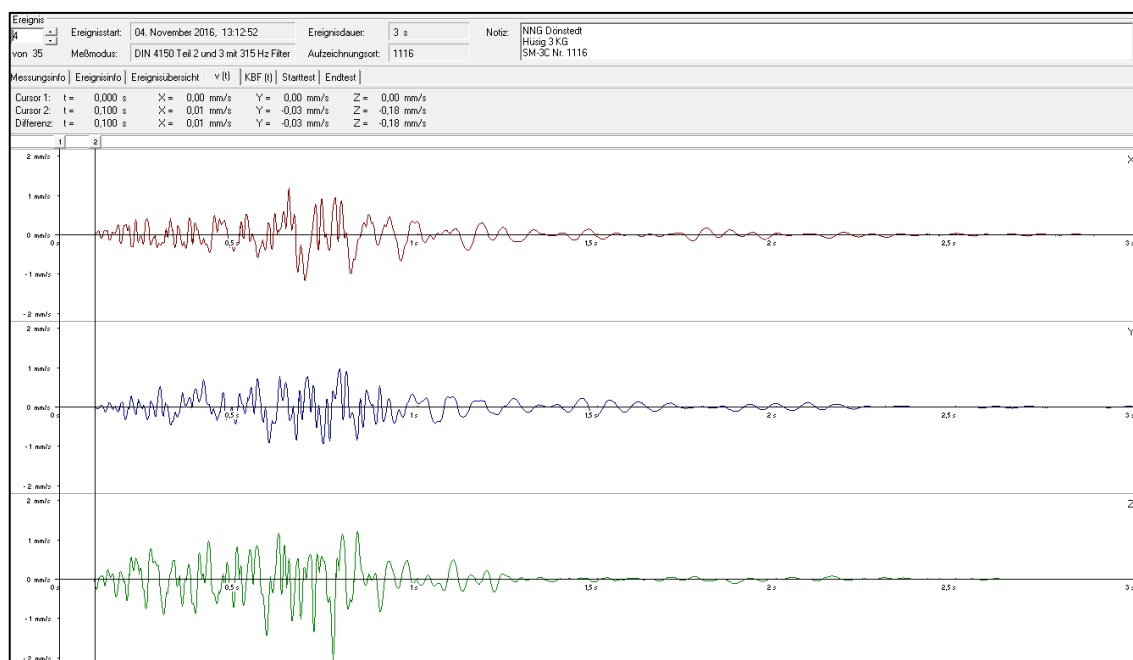


Anlage 8.1

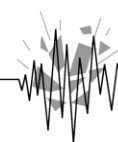


Objekt J, KG, Sprengung 1

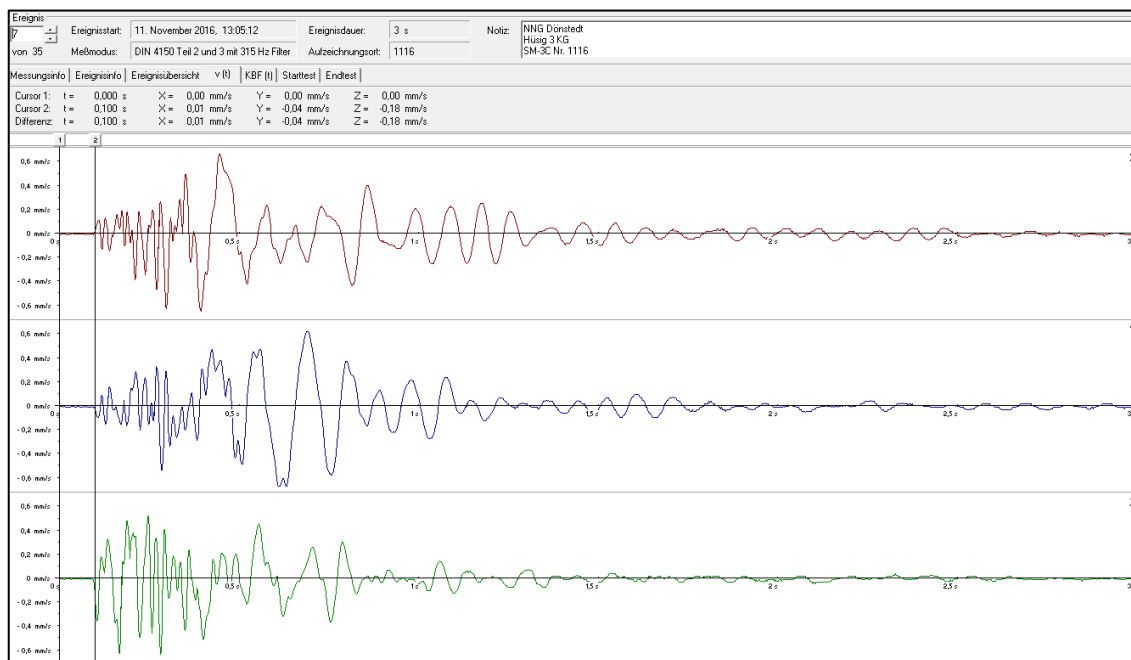
Anlage 8.2



Objekt J, KG, Sprengung 2

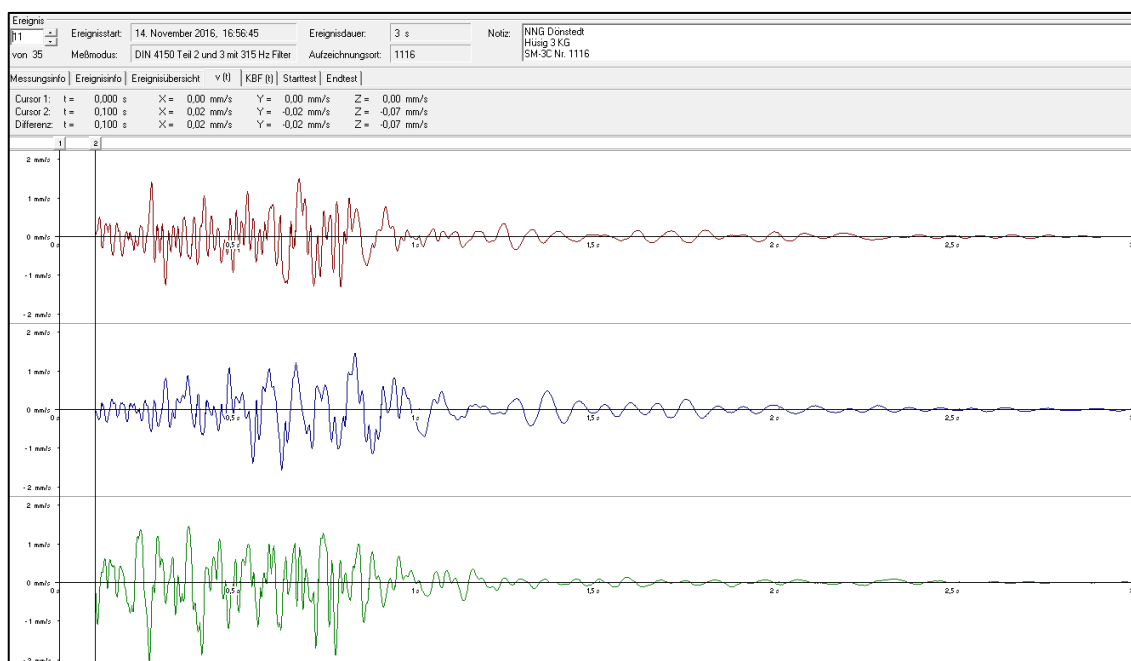


Anlage 8.3

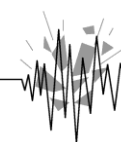


Objekt J, KG, Sprengung 3

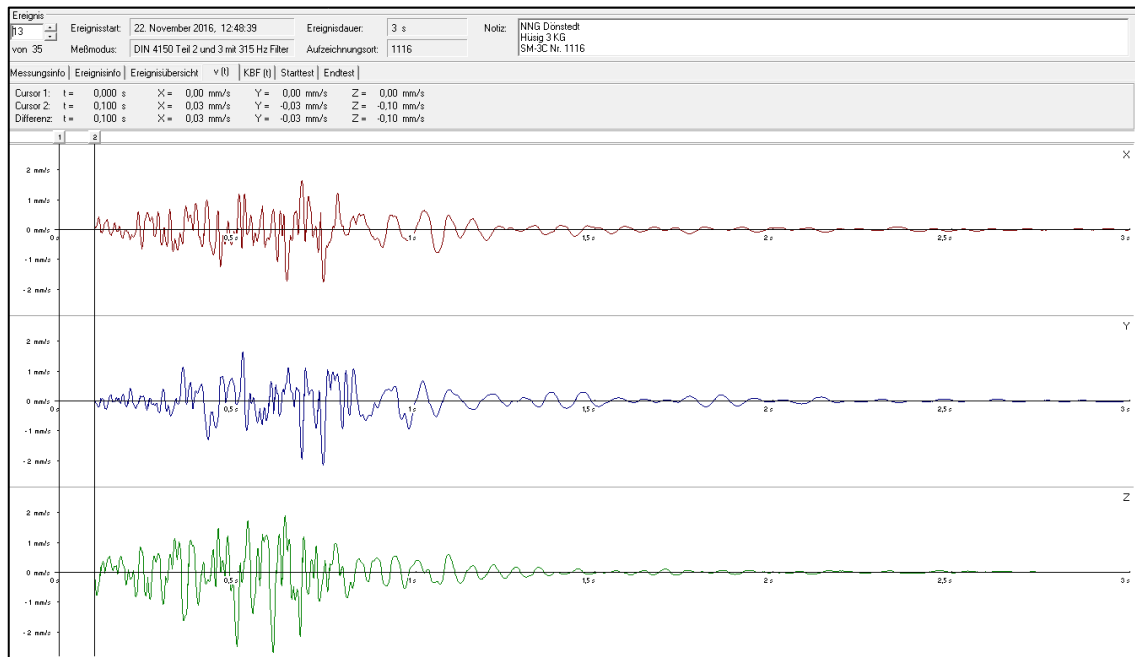
Anlage 8.4



Objekt J, KG, Sprengung 4

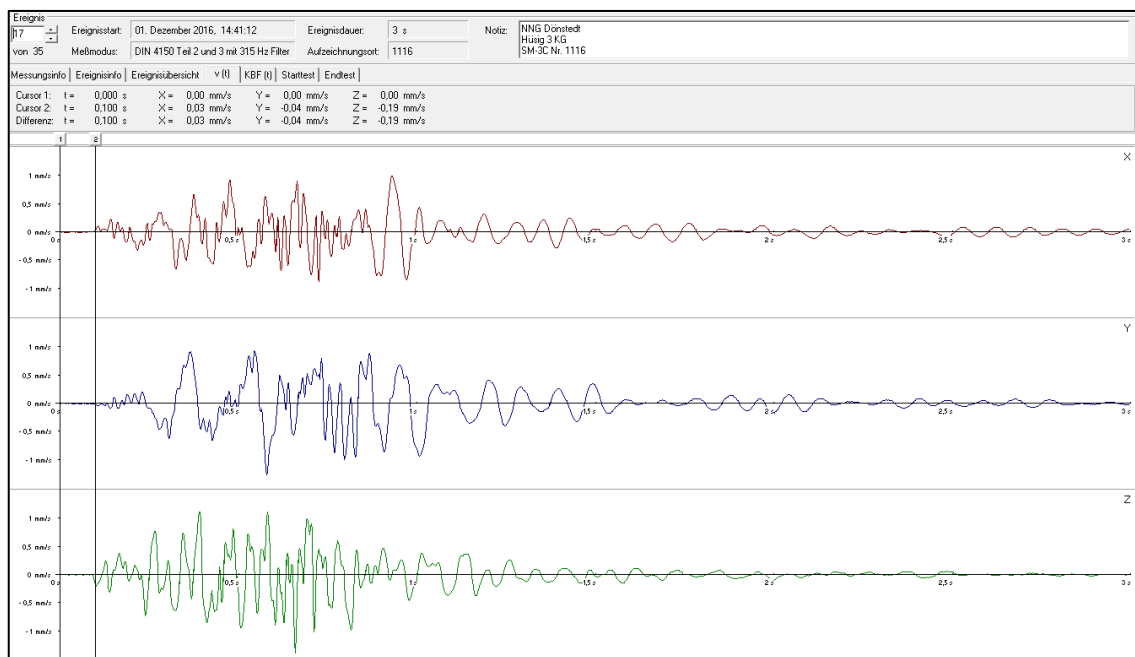


Anlage 8.5



Objekt J, KG, Sprengung 5

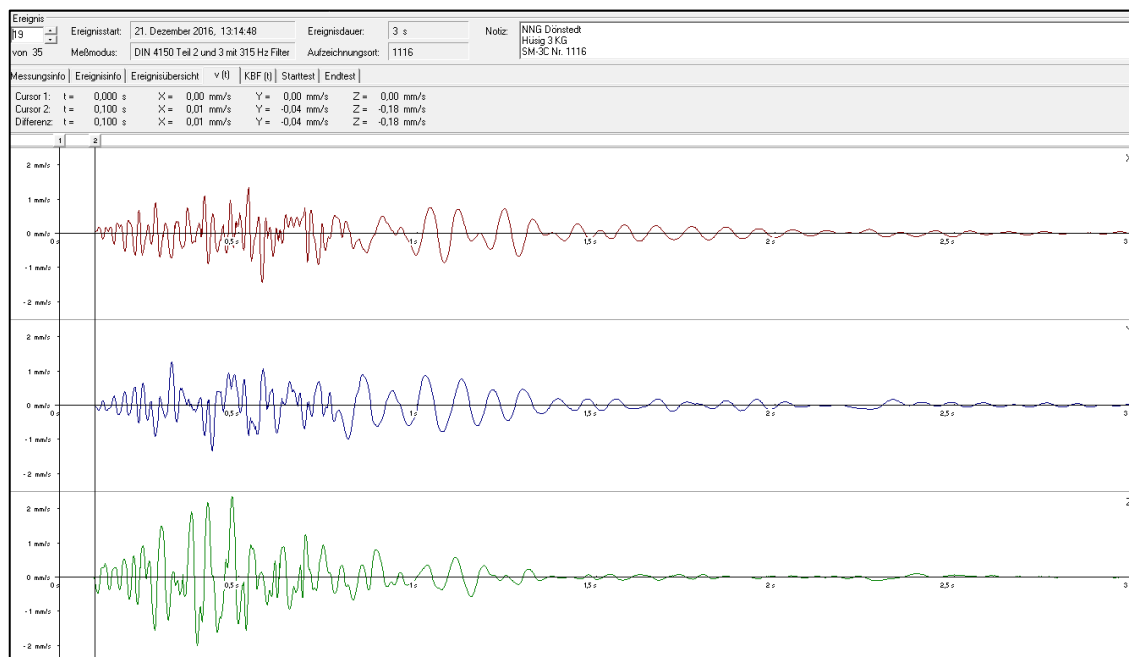
Anlage 8.6



Objekt J, KG, Sprengung 6

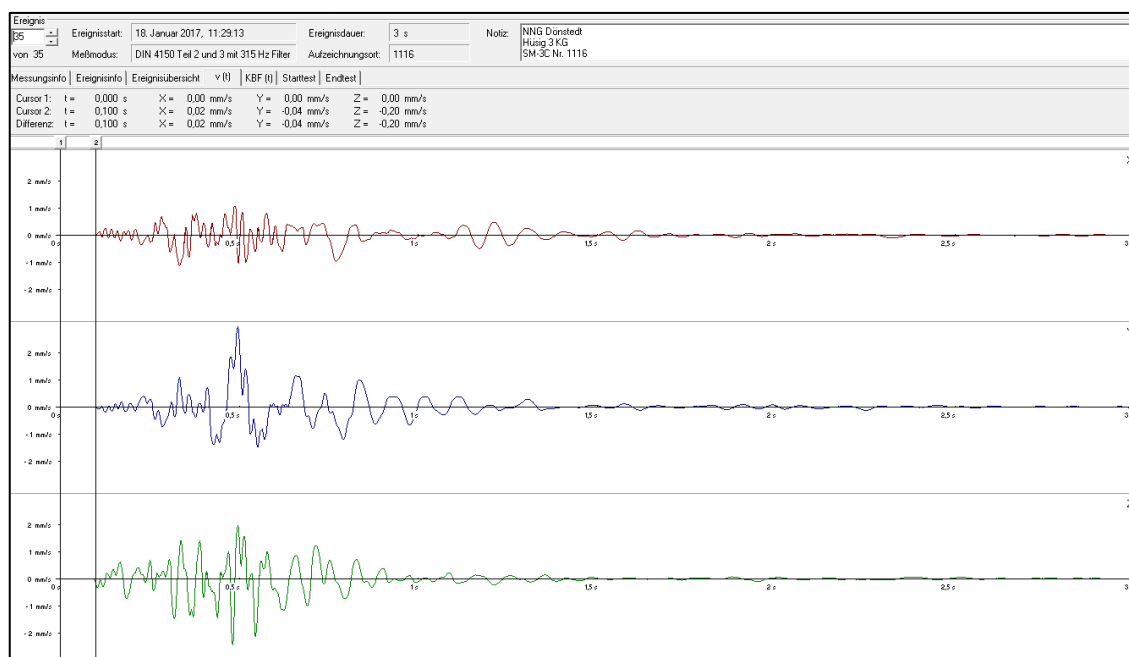


Anlage 8.7

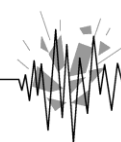


Objekt J, KG, Sprengung 7

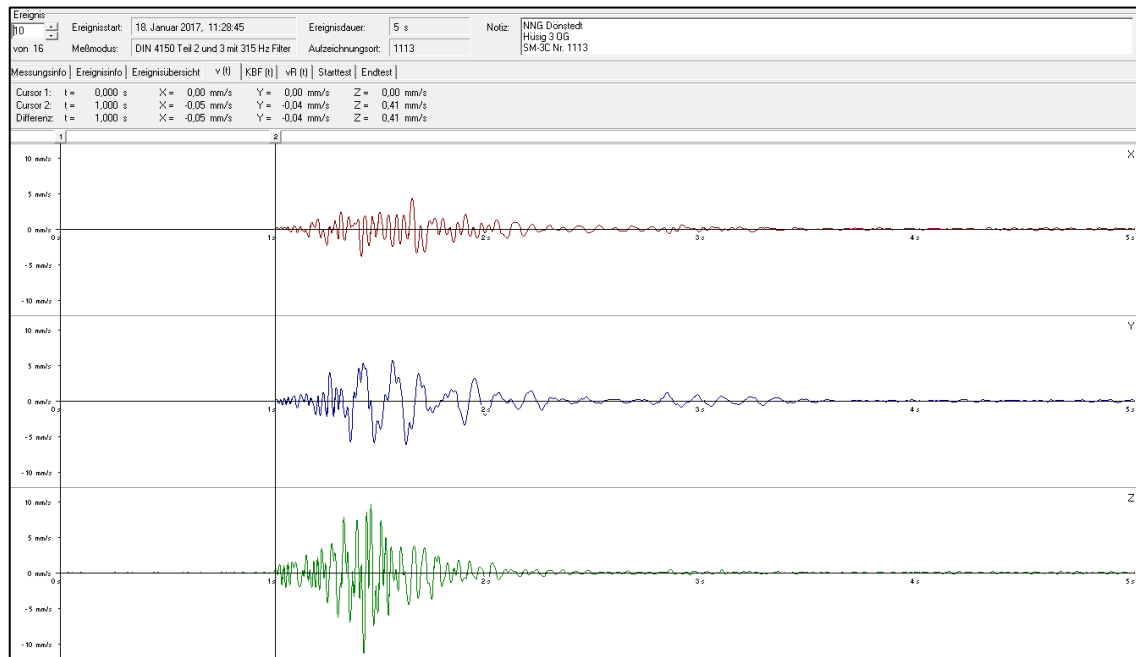
Anlage 8.8



Objekt J, KG, Sprengung 8



Anlage 8.9



Objekt J, OG, Sprengung 8

