



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

VELAG

Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG

Kölner Straße 17

56626 Andernach

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

Dortmund, 17.11.2021

Meine Projekt-Nr.: 21 - S – 17.11. Tagebauerweiterung VELAG

Spreng- und erschütterungstechnisches Gutachten

zum Rahmenbetriebsplan gemäß § 52 Abs. 2a Nr. 1 BBergG für das Planfeststellungsverfahren zur Erweiterung des Lavasandtagebaus Kretz 1 / Plaidt 10 und 13 der Firma VELAG Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG, Andernach

Firma:

VELAG Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG
Kölner Straße 17
56626 Andernach

Tagebau:

Lavasandtagebau Kretz 1 / Plaidt 10 und 13
Fraukircher Straße
56637 Plaidt

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 Erweiterungsfläche.....	6
5.1	Abgrabungsabstände.....	6
6.0	Abbaubeschreibung.....	7
6.1	Abbau des Basaltlavagesteins.....	8
6.2	Bohrarbeiten.....	9
6.3	Sprengarbeiten.....	10
6.3.1	Sprengtechnische Daten.....	10
6.3.2	Beschreibung der Ladearbeit mit Sprengstoffen.....	11
6.4	Züandanlage.....	12
6.4.1	Elektrische Zündung.....	13
6.4.2	Elektronische Zündung.....	13
6.4.3	Nichtelektrische Zündung.....	14
6.5	Nachzerkleinerung.....	14
6.6	Ladearbeit und Förderung des Haufwerkes.....	15
7.0	Sicherungsmaßnahmen bei Sprengungen, der Sprengbereich.....	16
7.1	Wirkmechanismen bei einer Gewinnungssprengung.....	17
7.2	Steinflugursachen, Vermeidung von Steinflug.....	17
7.3	Verkleinerung des Sprengbereichs.....	18
8.0	Geräuschbelästigung durch Explosionsknall.....	22
9.0	Staubentwicklung.....	22
10.0	Erschütterungsimmissionsschutz.....	23



Pkt.	Titel	Seite
10.1	DIN 4150 Teil 1, "Vorermittlung von Schwingungsgrößen".....	23
10.2	DIN 4150 Teil 2, "Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden"	23
10.2.1	Quellenspezifische Regelungen gemäß Pkt. 6.5 der DIN Teil 2.....	25
10.3	DIN 4150 Teil 3, "Einwirkungen auf bauliche Anlagen"	26
10.4	Erschütterungs-Leitlinie des LAI	26
11.0	Einordnung der zu betrachtenden Bauwerke.....	28
11.1	Gewerblich genutzte Bauwerke	28
11.2	Erdverlegte Leitungen	29
11.3	Wohngebäude und vergleichbare Bauten.....	29
12.0	Erschütterungsmessungen	31
12.1	Beschreibung der Messstelle.....	33
12.2	Messtechnische Angaben zu den eingesetzten Messgeräten.....	34
12.3	Erschütterungsmessergebnisse.....	35
13.0	Grundlagen der Erschütterungsprognose.....	38
14.0	Erschütterungsprognose.....	41
15.0	Beurteilung.....	44
15.1	Wohngebäude.....	44
15.2	Gewerblich genutzte Bauwerke.....	46
15.3	Bewertung der Prognose.....	46
16.0	Zusammenfassung.....	47
17.0	Schlussbemerkung.....	48
	Anlagen.....	49 - 69



1.0 Vorbemerkungen

Die Firma VELAG Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG, in der Folge VELAG genannt, betreibt in Rheinland-Pfalz im Landkreis Mayen-Koblenz westlich der Gemeinde Plaidt, und östlich der Gemeinde Kruft, den Lavasandtagebau Kretz 1 / Plaidt 10 und 13. Zur Sicherung des Standortes über die nächsten Jahre hinaus ist beabsichtigt, den Tagebau nach Westen um ca. 7,2 ha zu erweitern. Die genaue Lage der Erweiterungsfläche kann den Anlagen zum Rahmenbetriebsplan entnommen werden.

Die Erweiterung soll mit einer generellen Abbaurichtung von Osten nach Westen erfolgen, wobei je nach geologischen Gegebenheiten der Abbau an einzelnen Wänden auch in anderer Richtung erfolgen kann.

2.0 Aufgabenstellung

Erstellung eines spreng- und erschütterungstechnischen Gutachtens und einer Erschütterungsprognose für die geplante Erweiterungsfläche des Lavasandtagebau Kretz 1 / Plaidt 10 und 13.

Mit dem hier erstellten spreng- und erschütterungstechnischen Gutachten soll sichergestellt werden, dass bei den vorzunehmenden Sprengungen in der Erweiterungsfläche die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte an und in der gesamten Nachbarbebauung des Tagebaus eingehalten werden. Weiterhin wird der Schutz der Bevölkerung, der angrenzenden Bebauung und anderer zu schützender Anlagen und Objekte vor ungewolltem Steinflug oder Beschädigungen gewährleistet.

Grundlage der Erschütterungsprognose sind Erschütterungsmessungen, die in der Zeit vom 13.07.2021 bis zum 21.09.2021 bei 5 Gewinnungssprengungen im Tagebau der VELAG in der nächstgelegenen Bebauung, Am Hummerich 2 in 56630 Kretz, durchgeführt wurden sowie eine von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe entwickelte Prognoseformel.



3.0 Aufbau des Gutachtens

Die Erweiterungsfläche wird beschrieben und die Vorgehensweise zum Abbau des Gesteins sowie das vorgesehene Sprengverfahren werden erläutert.

Die Gefahr von unzulässig weitem Steinflug wird erörtert und beurteilt.

Anhand der Ergebnisse der Erschütterungsmessungen bei den Sprengarbeiten im bestehenden Tagebau der VELAG 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 Oktober 2021 zum Genehmigungsverfahren zur Erweiterung des Tagebau Kretz 1 / Plaidt 10 und 13 der VELAG
- Besprechungsniederschrift des Scopingtermins vom 06.10.2021
- Lageplan des Tagebaus mit der geplanten Erweiterung
- Sonderbetriebsplan Sprengen, zugelassen mit Bescheid vom 07.12.2005 des Landesamts für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
- Erschütterungsmessergebnisse und dazu gehörige sprengtechnische Daten von 6 Gewinnungssprengungen im Tagebau der VELAG
- 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 Erweiterungsfläche des Tagebaus

Die Erweiterungsfläche des Tagebaus ist unter Beibehaltung der zugelassenen Abbautiefe in nordwestliche Richtung auf einer Fläche von ca. 7,2 ha vorgesehen. Die nächstgelegenen Ortschaften sind die westlich gelegene Ortsgemeinde Kruft und die nördlich gelegene Ortsgemeinde Kreft. Östlich und abgeschirmt durch den bestehenden Tagebau befindet sich die Ortsgemeinde Plaidt.

5.1 Abgrabungsabstände

Nachfolgend werden die nächstgelegenen schutzwürdigen Objekte, Gebäude und sonstigen Anlagen (betriebseigene Anlagen und Gebäude ausgenommen) mit den geringsten horizontalen Entfernungen zu den möglichen Sprengstellen in der Erweiterungsfläche aufgeführt:

Objekt u. Adresse	Objektbezeichnung	Geringste Entfernung zu den Sprengstellen	Lage zur Erweiterung
Bundesautobahn A 61	Nr. 1	ca. 210 m	nördlich
Bundesautobahn A 61 Rastplatz Hummerich	Nr. 2	ca. 160 m	nördlich
Wohngebäude u. Gewerbebetrieb Am Hummerich 2 56630 Kretz	Nr. 3	ca. 160 m	westlich
Wohnbebauung an der Schwester-Sebastiana-Str. 56642 Kruft	Nr. 4	ca. 560 m	westlich

Tab. 1 Geringste Entfernungen zwischen der Erweiterungsfläche des Tagebaus Kretz 1 / Plaidt 10 und 13 und den zu schützenden benachbarten Bauten (siehe Abb. 1)



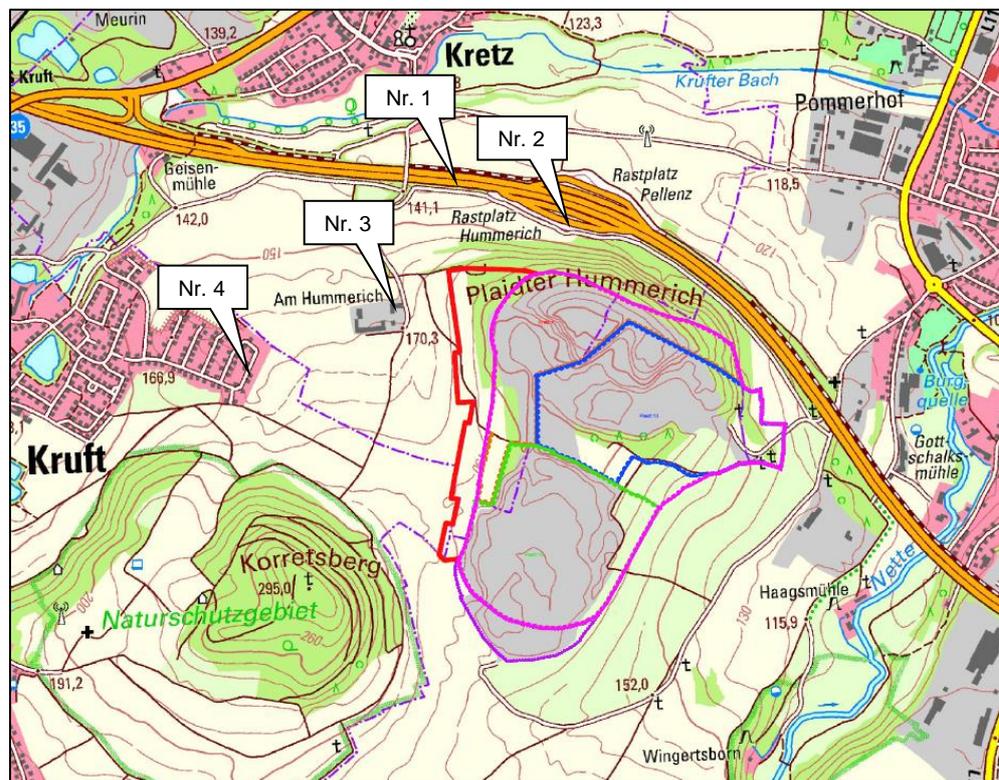


Abb. 1 Erweiterungsfäche des Tagebaus Kretz 1 / Plaidt 10 und 13 (rot umrandet) mit den Objektbezeichnungen aus Tab. 1

6.0 Abbaubeschreibung

Die Gewinnung des Gesteins soll wie bisher als Trockenabbau soweit wie möglich durch Reißen und Abgraben mittels Baggerbetrieb erfolgen. Lagerstättenteile, die durch Reißen nicht gelöst werden können, werden mit Bohr- und Sprengarbeiten – i.d.R. als Flächensprengungen - hereingewonnen.

Die Gewinnung mit Bohr- und Sprengarbeiten ist als Trockenabbau auf mehreren Sohlen vorgesehen.

Die generelle Abbaurichtung in der Erweiterungsfäche soll entsprechend den bereits bestehenden Abbauwänden nach Westen erfolgen, wobei der Abbau an einzelnen Wänden auch in anderer Richtung erfolgen kann.

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



- Bohren der Sprengbohrlöcher
- Sprengen
- Laden und Transportieren
- Brechen und Klassieren des gewonnenen Materials



Abb. 2 Blick von Osten nach Westen in den Tagebau, etwa in Richtung der Erweiterungsfläche
In der Bildmitte die Sprengstelle vom 13.07.21

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

6.1 Abbau des Basaltlavagesteins

Beim Abbau durch Bohr- und Sprengarbeit beträgt die Abbauhöhe der anzulegenden Sohlen je nach betrieblichen Gegebenheiten ca. 6 m - 20 m. Die Wandneigung ist mit ca. 70° bis 80° vorgesehen. Die Sohlen werden über innerbetriebliche Fahrwege und Rampen angebunden. Die Berme 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.



6.2 Bohrarbeiten

Die für das Sprengverfahren erforderlichen Sprengbohrlöcher werden mit Großbohrlochmaschinen mit einem Bohrlochdurchmesser von zurzeit 92 mm - 102 mm von oben nach unten abgebohrt. Der technischen Entwicklung folgend können zukünftig auch andere Bohrlochdurchmesser gebohrt werden. Bei den Wandsprengungen beträgt die geplante Bohrlochneigung ca. 70° bis 80° bei einer Wandneigung von ebenfalls ca. 70° bis 80°. Bei gelegentlichen Lockerungssprengungen als Flächensprengungen werden auch andere Bohrlochneigungen gewählt. Die Bohrgeräte sind mit einer Entstaubungseinrichtung ausgerüstet.

Derzeitige bohrtechnische Daten:

Bohrantrieb:	drehschlagend
Bohrloch-Ø:	92 mm - 102 mm
Vorgabe:	2,5 m – 3,5 m
Seitenabstand:	2,5 m – 3,5 m
Bohrlochneigung:	ca. 70° bis 80°
Wandneigung:	ca. 70° bis 80°
Wandhöhe:	ca. 6 m bis 15 m
Bohrlochtiefe:	bis 20,5 m
Unterbohrung:	i.d.R. keine
Bohrlochreihen:	i.d.R. 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 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.

6.3 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 Nitropenta-Sprengschnüre oder Booster verwendet werden.

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

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

6.3.1 Sprengtechnische Daten

Derzeit übliche sprengtechnische Daten bei einem Bohrlochdurchmesser von 92 mm - 102 mm und einer Bohrlochtiefe von 10 m

Spez. Sprengstoffeinsatz:	0,400 kg/fm ³ – 0.800 kg/fm ³
Bohrlochlänge	ca. 10,0 m
Ladesäulenlänge:	ca. 7,0 m
Endbesatzlänge:	ca. 3,0 m



Sprengstoffmenge/Zeitstufe:	ca. 50 kg
Anzahl der Bohrlöcher:	abhängig vom Zündsystem: Bei elektrischer Zündung werden i. A. bis zu 20 Sprengbohrlöcher geladen. Bei elektronischer oder nichtelektrischer Zündung sind auch größere Sprenganlagen möglich.
Zündung:	einfach oder redundant, i. A. aus dem Ladungstiefsten
Eingesetzte Sprengschnur:	20 g/m - 40 g/m (nur bei Bedarf, abhängig von der Geologie und dem eingesetzten Sprengstoff)

6.3.2 Beschreibung der Ladearbeit mit Sprengstoffen

In das Bohrlochtiefste wird entweder ein Booster oder kapselempfindlicher Sprengstoff, z.B. Emulsionssprengstoff als Schlagpatrone mit einem Zünder eingebracht. Anschließend wird in der Regel Emulsionssprengstoff oder loser ANC-Sprengstoff geladen. Der Emulsionssprengstoff kann in patronierter Form oder als gepumpter, loser Emulsionssprengstoff eingebracht werden. Der Patronendurchmesser des Sprengstoffes wird dem Bohrl Lochdurchmesser angepasst. Je nach Bedarf und geologischen Verhältnissen wird die Zündanlage mit oder ohne Sprengschnur ausgeführt. Die Regelsprengungen finden ohne Sprengschnur statt.

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.

Die Stärke der Sprengschnur richtet sich nach dem eingesetzten Sprengstoff und dessen Zulassungsbedingungen.



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, Sand oder Splitt und hat im Normalfall, abhängig vom Bohrlochdurchmesser, eine Länge von ca. 3,0 m.

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

Über die Sprengarbeit wird bei allen Gewinnungssprengungen ein Bericht geführt, in dem die Gesamtlademege, die Art der Zündung, die Anzahl der Zünder, die Zündrichtung und Besonderheiten beim Ladevorgang aufgeführt werden.

Für die sichere Ausführung der Sprengarbeit gibt es in den Betrieben der RPBL zusätzlich zu den gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Bestimmungen eine unternehmensinterne Verfahrensanweisung (aktuell VA Bohren und Sprengen Rev 4 vom 14.1.2020) und eine ergänzende gutachtliche Stellungnahme (Projekt- Nr. 13 – S 18.01.,RPBL VA „Bohren und Sprengen“), in denen beschrieben wird, wie die Sprengarbeit auszuführen ist, um einen sicheren Schutz der Umgebung zu gewährleisten.

6.4 Zündanlage

Das Standardverfahren im Tagebau Kretz 1 / Plaidt 10 und 13 ist die elektronische Zündung aus dem Bohrlochtieftsten, bei Bedarf kann auch zusätzlich redundant vom Bohrlochmund gezündet werden. Hierbei können die beiden Zünder die gleiche Zeitstufe oder – wie im Tagebau der VELAG üblich – maximal eine Zeitstufe Unterschied haben.

Gegebenenfalls wird die aus dem Bohrloch aufsteigende Sprengschnur zur Reduzierung des Detonationsknalls so abgetrennt, dass sie nicht aus dem Bohrloch herausragt und ausreichend mit Bohrklein oder Sand abgedeckt ist.



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.

6.4.1 Elektrische Zündung

Elektrische Zündsysteme werden derzeit im Tagebau der VELAG nur in Sonderfällen eingesetzt. Bei der Verwendung von elektrischen Zündern werden U-Momentzünder und/oder U-Kurzzeitzünder mit Verzögerungsintervallen von 25 ms eingesetzt. 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.

6.4.2 Elektronische Zündung

Das Standardverfahren im Tagebau der VELAG ist die 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 haben durch eine entsprechende Schulung des Herstellers die spezielle Fachkunde für den Umgang mit elektronischen Zündern erworben.



6.4.3 Nichtelektrische Zündung

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

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

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

6.5 Nachzerkleinerung

Die Beseitigung von Unebenheiten auf der Sohle (Zehen) durch Sprengarbeit erfordert eine sehr genaue Ermittlung der Vorgaben und eine exakte Lademengenberechnung für jedes einzelne Sprengbohrloch. Fehler hierbei können zu gefährlichem Steinflug führen. Gleiches gilt für Knäppersprengungen. Knäpper werden in der Erweiterungsfläche des Tagebaus der VELAG in der Regel mechanisch zerkleinert. Ein Nacharbeiten von Zehen mittels Sprengarbeit kann gelegentlich erforderlich werden. Zum Schutz vor gefährlich weitem Steinflug sollten Zehensprengungen möglichst nur im



Rahmen einer gleichzeitigen Gewinnungssprengung durchgeführt werden. Die Zehen befinden sich dann im Bereich der Abdeckwirkung des Haufwerkes der gleichzeitigen Gewinnungssprengung.

Bei Zehensprengungen unabhängig von einer gleichzeitigen Gewinnungssprengung muss besonders sorgfältig auf die korrekte Bemessung der Lademenge und auf die richtige Position des Sprengstoffs in der Zehe geachtet werden. Die Sprenganlage ist gegebenenfalls zusätzlich mit feinen Splitten oder Vorsiebmaterial abzudecken. Nähere Ausführungen hierzu finden sich in der unternehmensinternen Verfahrensanweisung „Bohren und Sprengen“ sowie in der ergänzenden gutachtlichen Stellungnahme hierzu.

6.6 Ladearbeit und Förderung des Haufwerkes

Das sprengtechnisch gelöste Material wird mit einem Bagger auf Muldenkipper geladen und über je nach Abbausituation angelegte Fahrrampen und Fahrwege zu den weiterverarbeitenden Betriebsanlagen transportiert. Alternativ kann auch ein mobiler Vorbrecher zum Einsatz kommen, der direkt vom Ladegerät beschickt wird.



7.0 Sicherungsmaßnahmen bei Sprengungen, der Sprengbereich

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

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

Der in der SprengTR 310 - „Sprengarbeiten“ unter Pkt. 4.7 genannte Sprengbereich von 300 m um die Sprengstellen wird in der geplanten Erweiterung nach Norden in Richtung auf die Bundesautobahn A 61 und den Rastplatz Hummerich sowie nach Westen in Richtung auf die Wohn- und Gewerbebebauung „Am Hummerich“ 2 unterschritten. Hier ist eine Verkleinerung des Sprengbereichs erforderlich. Die kleinste Entfernung der Sprengstellen wird im Laufe des Abbaus in der Erweiterung etwa

- 210 m zur Bundesautobahn A 61
- 160 m zur Rastanlage Hummerich
- 160 m zur Wohn- und Gewerbebebauung „Am Hummerich“ 2

betragen. Hier muss sichergestellt werden, dass die Wurfrichtung des Haufwerks stets weg von der Nachbarbebauung in den Tagebau hinein weist.



7.1 Wirkmechanismen bei einer Gewinnungssprengung

Bei der Umsetzung des Sprengstoffs entstehen innerhalb weniger Millisekunden aus 1 kg Sprengstoff ca. 800 - 1000 l Gasvolumen. Durch die hohe Temperatur bei der Sprengstoffdetonation vergrößert sich dieses Volumen weiter und bewirkt neben anderen Mechanismen die Zerkleinerung und das Werfen des anstehenden Gesteins. Der bei der Detonation auftretende Gasdruck wirkt zum einen in Richtung auf die Vorgabe und löst das Gestein aus dem Verbund, zum anderen aber auch auf das rückseitige Gestein, z. B. in Form von Sprengerschütterungen.

Wenn die allgemeinen Sprengparameter eingehalten werden und die abbautechnischen Voraussetzungen normal sind, liegt nach dem Lösen und Werfen des Gebirges das Haufwerk ca. 2 – 3 mal länger an, als es die Wandhöhe vorgibt. Bei einer Wandhöhe von z. B. 15 m liegt demnach das Haufwerk in Wurfrichtung auf einer Länge von ca. 30 m – 45 m an. Hinzu kommen noch einzelne Steine, die bis zu 25 m weiter rollen oder streuen können.

Bei den hier vorgesehenen Gewinnungssprengungen werden die Sprenganlagen durch Kopflöcher von oben nach unten in einem vorgegebenen Bohrraster abgebohrt. Dieses Raster ergibt sich aus der geplanten Vorgabe zur freien Wandseite sowie dem Abstand der Bohrlöcher untereinander. Weitere wesentliche Faktoren bei der Planung der Sprenganlagen sind der Gesteinsaufbau, der spezifische Sprengstoffaufwand, der Bohrlochdurchmesser und die Bohrlochneigung, die Art des eingesetzten Sprengstoffs, die Sprengstoffdichte, der Bohrlochfüllungsgrad und der Endbesatz.

7.2 Steinflugursachen, Vermeidung von Steinflug

Gefährlich weiter Steinflug entsteht durch eine punktuelle oder lineare Überladung von Sprengbohrlöchern, die durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden kann. Dabei kann es sich um eine einzelne Ursache oder eine unglückliche Kombination mehrerer Ursachen handeln, von denen jede für sich genommen möglicherweise nicht ausgereicht hätte, diesen Steinflug zu verursachen.



Der in Tagebaubetrieben erforderliche spezifische Sprengstoffaufwand beträgt je nach Gestein ca. $q = 0,25 - 0,80 \text{ kg/m}^3$. Im Tagebau der VELAG wird das Gestein durch Gewinnungssprengungen mit einem spezifischen Sprengstoffaufwand von $q = \text{ca. } 0,60 \text{ kg/m}^3$ bis $0,80 \text{ kg/m}^3$ abgebaut. Bei Beachtung und Einhaltung der Bestimmungen der SprengTR 310, der sonstigen sprengtechnischen Regeln und der unternehmensinternen Verfahrensweisung „VA Bohren und Sprengen“ Rev 4 vom 14.1.2020 ist Steinflug über den in der SprengTR 310 genannten Sprengbereich von 300 m hinaus mit hoher Sicherheit ausgeschlossen.

7.3 Verkleinerung des Sprengbereichs und Maßnahmen zur Unterbindung von Steinflug über den verkleinerten Sprengbereich hinaus

Wenn wie hier aufgrund von örtlichen Gegebenheiten der Sprengbereich nach Norden und Westen unter den üblichen Radius von 300 m verkleinert werden muss, ist durch geeignete zusätzliche Maßnahmen sicherzustellen, dass über diesen verkürzten Bereich hinaus keine Gefährdung durch Sprengstücke auftritt. Dabei spielt die mögliche Wurfrichtung des Gesteins eine sehr große Rolle, da bei Sprengungen an Tagebauwänden entgegengesetzt zur Wurfrichtung mit Ausnahme von Zehen- und Knäppersprengungen kein Steinflug auftritt, wenn der Endbesatz ordnungsgemäß eingebracht ist. Lediglich gelegentlich ausgeblasenes Besatzmaterial, das sich im Umkreis von einigen Metern um das Sprengbohrloch niederschlägt, sowie einige beim Anheben des Gebirges nach hinten gerollte Steine können im rückwärtigen Bereich einer ordnungsgemäß ausgeführten Wandsprengung auftreten.

Bei der hier erforderlichen Verkleinerung des Sprengbereichs nach Norden und Westen muss also sichergestellt werden, dass die mögliche Wurfrichtung des Haufwerks stets weg von der Nachbarbebauung und in den Tagebau hinein weist, damit auch bei Fehlern des Sprengberechtigten bei der Ausführung der Sprengarbeit kein Steinflug über den verkleinerten Sprengbereich hinaus erfolgt. Fehler, bei denen die Wurfrichtung sich umkehrt, können lediglich durch zu kurzen Endbesatz oder durch Fehler bei eventuellen Zehensprengungen oder Knäppersprengungen verursacht werden.



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

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

Neben Wandsprengungen finden im Tagebau der VELAG auch Flächensprengungen als Lockerungssprengungen statt. Im verkleinertem Sprengbereich sind in der geplanten Erweiterung diese Sprengungen so zu planen und auszuführen, dass das umgebende Haufwerk im Westen und Norden der Sprenganlage noch nicht weggeladen wurde und es somit in diese Richtungen die anstehenden Sprenganlagen vollständig abschirmt. Durch einen ausreichend hohen Endbesatz ist zusätzlich sicherzustellen, dass auch ein Austrichern des Gesteins nach oben ausgeschlossen wird.

Im Folgenden werden Maßnahmen aufgezählt, die bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung von Gewinnungssprengungen in der geplanten Erweiterung des Tagebaus Kretz 1 / Plaidt 10 und 13 der VELAG sicherstellen, dass bei einem nach Norden und Westen bis auf 160 m verkürzten Sprengbereich ein über diesen Absperrbereich hinausgehender Steinflug ausgeschlossen ist.

- Der verantwortliche Sprengberechtigte hat dafür zu sorgen, dass beim Bohren und Sprengen alle Arbeitsgänge entsprechend den aktuell geltenden Auflagen, Gesetzen, Vorschriften und Regelwerken ausgeführt werden.



- Dem Sprengberechtigten sind alle die Sprengarbeit betreffenden Auflagen und Nebenbestimmungen aus den Genehmigungen, die jeweils aktuelle Unternehmensinterne Verfahrensanweisung „VA Bohren und Sprengen“ sowie eventuelle die Sprengarbeit betreffende Gutachten zur Verfügung zu stellen. Der Empfang und die Beachtung der Vorgaben ist vom Sprengberechtigten schriftlich zu bestätigen.
- Die Planung und die spätere Ausführung der Sprengarbeiten muss durch einen Sprengingenieur des Sprengunternehmens ausgeführt oder überwacht werden.
- Um eine Verkleinerung des Sprengbereichs nach Norden und Westen auf 160 m zu ermöglichen, muss die Wurfrichtung des Gesteins weg von der Nachbarbebauung nach Südosten in den Tagebau hinein weisen. Dabei ist ein Streubereich von 45° um die senkrecht zur Bruchwand gerichtete Wurfrichtung zu berücksichtigen.
- Bei einer zusätzlichen freien seitlichen Fläche im Eckbereich ist die seitliche Vorgabe mindestens auf das 2fache des Seitenabstandes der Bohrlöcher zu vergrößern. Dies führt vermutlich zu der Notwendigkeit, dass nicht völlig gelöstes Gestein aus dem Eckbereich beim späteren Wegladen mit einem Bagger nachgerissen werden muss.
- Grundsätzlich sind Flächensprengungen mit mehreren Bohrlochreihen besser geeignet als Einreihen-Sprenganlagen, da Steinflug bei Flächensprengungen mit korrekt eingebrachtem Endbesatz nur aus der vordersten Reihe auftreten kann.
- Wenn die Wurfrichtung im verkürzten Sprengbereich nicht weg von der Nachbarbebauung nach Südosten in den Tagebau hinein weisen kann, sind Flächensprengungen als reine Lockerungssprengungen durchzuführen. Diese Sprengungen sind so zu planen und auszuführen, dass das umgebende Haufwerk der vorhergehenden Sprengungen noch nicht weggeladen wurde, es die Wandflächen der anstehenden Sprenganlage vollständig abschirmt und somit nur eine Gesteinsauflöckerung, aber kein Werfen erfolgt. Dabei ist besonders auf einen ausreichend hohen Endbesatz zu achten.
- Beim Bohren der Sprengbohrlöcher sind sorgfältig alle Unregelmäßigkeiten in einem Bohrprotokoll für jedes Loch zu dokumentieren. Unregelmäßigkeiten sind z. B. angebohrte Klüfte oder Hohlräume, Abgehen des Bohrgestänges, Wassereinbrüche, plötzlicher Spülverlust oder



Staubaustritt aus dem Gebirge. Das Bohrprotokoll ist dem Sprengberechtigten zur Verfügung zu stellen, der die Angaben im Ladeplan berücksichtigen muss.

- Jedes Bohrloch ist nach dem Bohren auf Ansatzpunkt und Richtung zu kontrollieren. Eine zusätzliche Bohrlochverlaufsmessung ist je nach Lochtiefe entsprechend der unternehmensinternen Verfahrensanweisung „VA Bohren und Sprengen“ durchzuführen.
- Bei der Erstellung des Ladeplans sind die Ergebnisse der Vermessung und des Bohrprotokolls zu berücksichtigen. Durch eine Reduzierung der Lademenge und/oder Zwischenbesatz sind lokale Überladungen auszuschließen. Die Lademengenberechnung ist für jedes Bohrloch zu erstellen.
- Falls Unterlagen von Dritten übernommen werden, muss der verantwortliche Sprengberechtigte sich von der Korrektheit und Aktualität der Dokumentationen überzeugen.
- Bei der Ladearbeit ist für jedes Bohrloch die eingebrachte Lademenge und die Verteilung der Ladung im Bohrloch zu dokumentieren.
- Die Länge des Endbesatzes muss im verkürzten Sprengbereich mindestens das 33fache des Bohrlochdurchmessers betragen.
- Beim Laden der Löcher ist die verbleibende Lochlänge zur Aufnahme des Endbesatzes zu messen und für jedes Loch einzeln im Ladeplan zu dokumentieren. Vor dem Einbringen des Endbesatzes ist durch eine zweite Person die Länge des nicht ausgeladenen Bohrlochs erneut zu überprüfen und im Ladeplan gegenzuzeichnen.
- Als Endbesatz sollte feinkörniger Splitt z. B. der Körnung 2 - 8 verwendet werden. Er ist sorgfältig in das Bohrloch einzubringen und mit dem Ladestock anzudrücken.
- Zur Stabilisierung des Endbesatzes muss eine gegebenenfalls der Ladung beigeladene Sprengschnur zusammen mit der Ladesäule unterhalb des Besatzes enden.
- Im verkleinerten Sprengbereich werden keine Knäppersprengungen ausgeführt. Falls Knäppersprengungen in besonderen Ausnahmefällen unausweichlich sind, sind die Knäpper vor der Sprengung zur Unterbindung von eventuellem Steinflug mit Haufwerk zu überschütten.



- 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.

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.

Dadurch, dass im Nahbereich zur Nachbarbebauung eine eventuell in einem Bohrloch beigeladene Sprengschnur zusammen mit der Ladesäule unterhalb des Besatzes enden muss, ergibt sich eine weitere Reduktion der Lärmimmissionen auf ein mögliches Mindestmaß.

9.0 Staubentwicklung

Im Tagebau der VELAG wird die Staubentwicklung beim Bohren durch eine Entstaubungseinrichtung am Bohrgerät auf ein Minimum reduziert.

Bei der anschließenden Ladearbeit, dem Aufladen des durch die Sprengungen gelösten Basaltlavagesteins auf die Muldenkipper und bei der Weiterverarbeitung werden die Staubemissionen mit geeigneten Maßnahmen, z. B. durch das Benetzen der Fahrwege mit Wasser, so gering wie möglich gehalten.



10.0 Erschütterungsimmissionsschutz

Beurteilungsgrundlage für die auftretenden Erschütterungen, verursacht durch die Sprengungen in der geplanten Erweiterung des Tagebaus der VELAG ist die DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, die aus den Teilen 1 bis 3 besteht.

Weitere Informationen finden sich in der Erschütterungs-Leitlinie des LAI (Länderausschuss für Immissionsschutz) vom 06. März 2018.

10.1 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.

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

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

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



Ermittlung des KB-Wertes:

Sind die oben genannten Bedingungen erfüllt, ist der Maximalwert des v_t -Signals der Aufzeichnung und ein zugehöriger Schätzwert der Frequenz zu bestimmen. Daraus ist zunächst das KB-bewertete Signal nach der Zahlengleichung (6) und nach der Gleichung (7) mit c_F nach Tabelle 3 der DIN der Schätzwert des gleitenden Effektivwertes wie folgt zu berechnen:

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

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

Hierin sind:

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

KB = hat die Einheit 1

f_0 = 5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpasses)

f = Frequenz in Hz

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

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

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

Tabelle 3, Zeile 4,

Einzelereignisse kurzer Dauer:

a) mit Resonanzbeteiligung $c_F = 0,8$

b) ohne Resonanzbeteiligung $c_F = 0,6$



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

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

"Bei selten auftretenden und nur kurzzeitig einwirkenden Erschütterungen bis zu 3 Ereignissen je Tag, z.B. Sprengerschütterungen, gilt die Anforderung als eingehalten, wenn die maximale bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ kleiner oder gleich dem (oberen) Anhaltswert A_o nach Tabelle 1 ist. Die Ermittlung von KB_{F_T} 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 $KB_{F_{max}}$ -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.



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

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

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

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

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

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

10.4 Erschütterungs-Leitlinie des LAI

Die Hinweise in dieser Veröffentlichung dienen der Vorsorge und dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen. Sie enthalten Beurteilungsmaßstäbe zur Konkretisierung der Anforderungen aus dem BImSchG sowie ergänzende Hinweise auf landesrechtliche Regelungen. Enthalten sind Beurtei-



lungsmaßstäbe für die Grenzen der Schädlichkeit von Erschütterungs-
immissionen, die auf Gebäude und auf Menschen in Gebäuden bei üblicher
Nutzung einwirken. Werden diese Beurteilungsmaßstäbe eingehalten, ist
immer auch der Gefahrenschutz, insbesondere der Gesundheitsschutz von
Menschen, sichergestellt.

Zur Messung und Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen sind die
Normen DIN 4150 Teil 2 und 3, Erschütterungen im Bauwesen sowie die
DIN 45669 Teil 1 und 2, Messung von Schwingungsmissionen
heranzuziehen.



11.0 Einordnung der zu betrachtenden Bauwerke

11.1 Gewerblich genutzte Bauwerke

Nr. 1, Bundesautobahn A 61

Nr. 2, Rastplatz Hummerich

Nr. 3, Gewerbebebauung Hummerich 2 in Kretz

Die Bundesautobahn A 61 mit dem Rastplatz Hummerich sowie alle anderen Straßen und Wege in der Umgebung der geplanten Erweiterung sind aufgrund Ihrer Bauart nicht erschütterungsempfindlich und werden daher in der DIN 4150 nicht behandelt.

Auf dem Rastplatz Hummerich befindet sich kein Rasthof sondern lediglich ein Toilettengebäude, das einem gewerblich genutzten Gebäude entspricht.

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

Hier sind folgende Werte zugelassen:

am Fundament bei Frequenzen:

< 10 Hz $v_i = 20$ mm/s

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

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

in der Deckenebene des obersten Vollgeschosses in horizontaler Messrichtung:

bei allen Frequenzen $v_i = 40$ mm/s

in der Deckenmitte des obersten Vollgeschosses in vertikaler Messrichtung:

bei allen Frequenzen $v_i = 20$ mm/s



11.2 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)

11.3 Wohngebäude und vergleichbare Bauten

Nr. 3, Wohnbebauung Hummerich 2 in Kretz

Nr. 4, Wohnbebauung an der Schwester-Sebastiana-Straße in Krufft

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 10.2.1 in diesem Gutachten.

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

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



12.0 Erschütterungsmessungen

Als Datengrundlagen zur Ermittlung einer geeigneten Prognoseformel zur Erschütterungsausbreitung wurden die Messwerte von Erschütterungsmessungen im Wohnhaus "Am Hummerich" 2 in 55630 Kretz verwendet, die in der Zeit vom 13.07.2021 bis 21.09.2021 bei Sprengungen im Tagebau der VELAG erfasst wurden. Die sprengtechnischen Daten der Sprengungen können den Sprengprotokollen entnommen werden, die in Ausschnitten als Anlagen 4.1 - 4.6 diesem Gutachten angefügt sind.

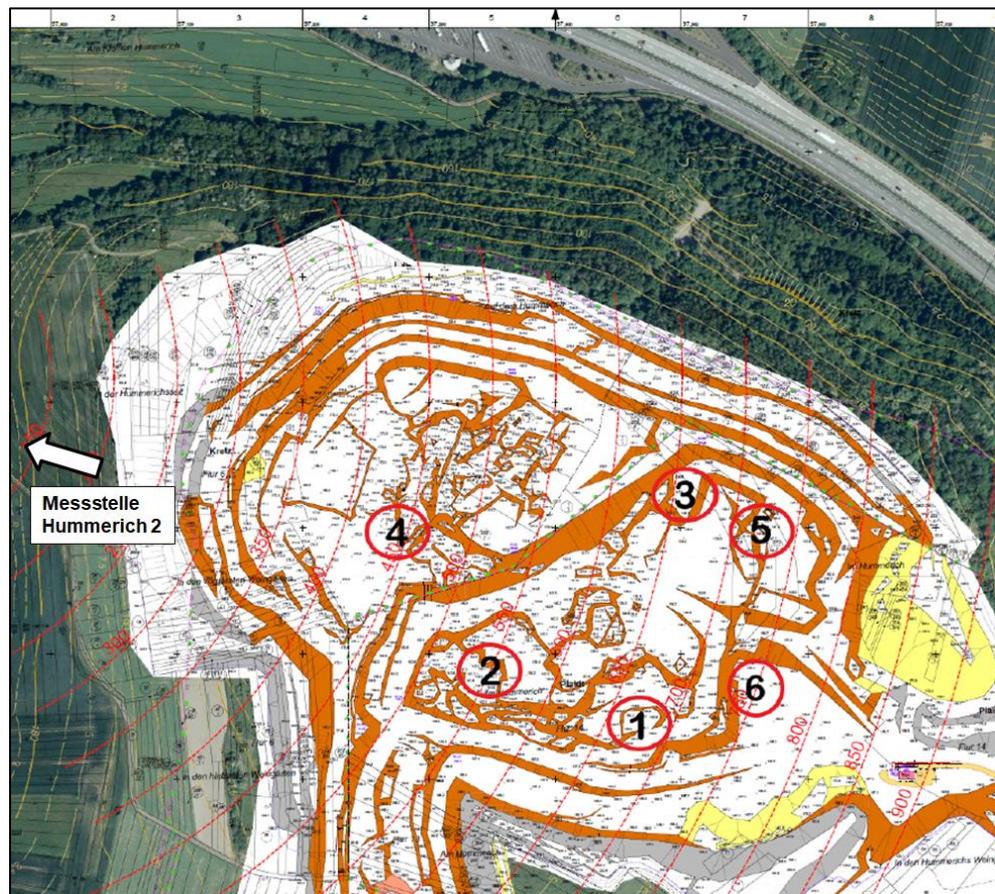


Abb. 8 Lage der Messstelle und der Sprengstellen aus dem Zeitraum 13.07.2021 bis 21.09.2021

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



In den Abbildungen 9 und 10 ist die erste erfasste Gewinnungssprengung vom 13.07.2021 vor und nach der Sprengung abgebildet.



Abb. 9 Sprengstelle vom 13.07.2021 vor der Sprengung



Abb. 10 Sprengstelle vom 13.07.2021 nach der Sprengung



12.1 Beschreibung der Messstelle

Wohnhaus und Betriebsgebäude des Containerdienstes Zöllerland
Am Hummerich 2, 56630 Kretz

Konventionell gebautes Gebäude neuer Bauart, bestehend aus KG, EG, ausgebautem DG und einem darüber befindlichem Spitzboden. Seitlich angebaut befindet sich im EG ein kleiner nicht unterkellertes Bürotrakt.

Zur ersten Sprengung am 13.07.2021 wurde zusätzlich zu den Messpunkten 1 - 3 ein einmaliger 4. Messpunkt im EG auf der Bodenplatte des Büroanbaus eingerichtet.

Die Lage der messtechnisch erfassten Sprengstellen ist in Abb. 8 dargestellt. Die horizontalen Entfernungen betragen:

13.07.2021	Sprengung Nr. 1	ca. 670 m
21.07.2021	Sprengung Nr. 2	ca. 550 m
30.07.2021	Sprengung Nr. 3	ca. 650 m
02.09.2021	Sprengung Nr. 4	ca. 420 m
07.09.2021	Sprengung Nr. 5	ca. 720 m
21.09.2021	Sprengung Nr. 6	ca. 740 m

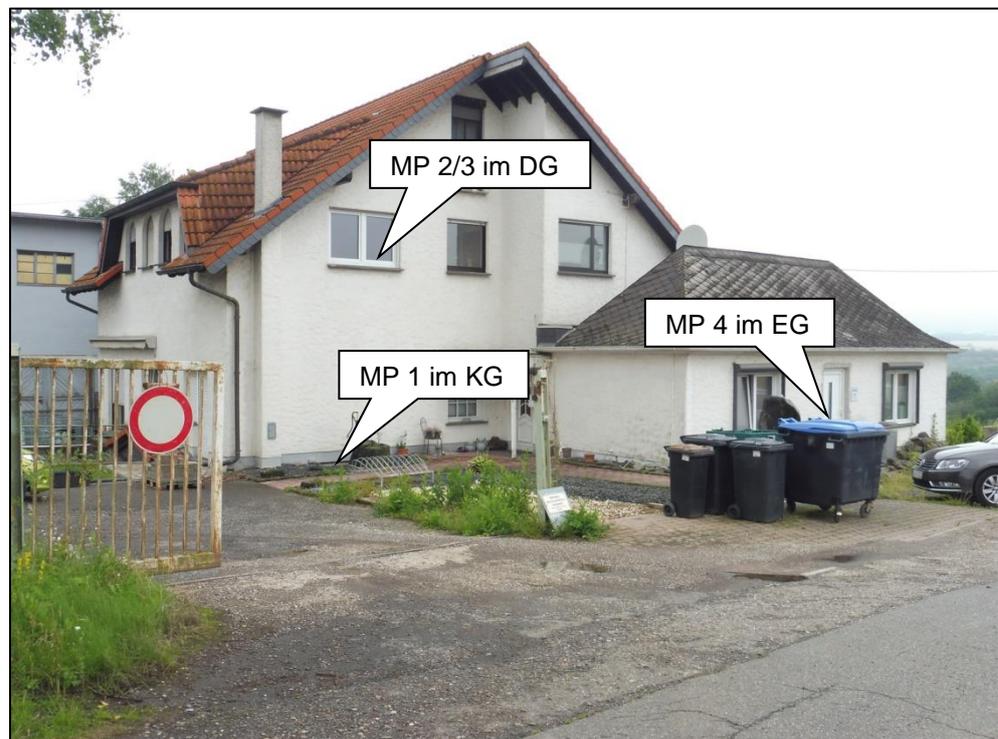


Abb. 11 Messstelle „Am Hummerich“ 2



Messpunkt 1, Messgerät Summit M Vipa Nr. 113

KG, Triaxialer Sensor auf Boden aus Steinzeug an der tagebauseitigen aufgehenden Außenwand des Gebäudes. Die x-Achse des Sensors war in etwa zu den Sprengstellen und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet.

Messpunkte 2 und 3, Messgerät Summit M Vipa Nr. 090

MP 2

DG, Sensor mit zwei senkrecht aufeinander stehenden horizontalen Achsen im zukünftigen Kinderzimmer auf Laminatboden an der Außenwand, die zur Sprengstelle gelegen ist. Die x-Achse des Sensors war zur Sprengstelle und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet.

MP 3

DG, wie oben, Sensor mit einer vertikalen Messachse auf Laminatboden auf der Deckenmitte.

Messpunkt 4, Messgerät Summit M Vipa Nr. 260

EG, Triaxialer Sensor auf Boden aus Steinzeug an der tagebauseitigen aufgehenden Außenwand des Büroanbaus. Die x-Achse des Sensors war in etwa zur Sprengstelle und parallel zu einer Gebäudeaußenwand ausgerichtet.

12.2 Messtechnische Angaben zu den eingesetzten Messgeräten

Für die Messungen wurden Schwingungsmesser vom Typ DMT Summit M Vipa nach DIN 45669 mit einer Ausrüstung zum Messen von Erschütterungen im Bauwesen gemäß DIN 4150 als 3-Komponentenstation eingesetzt. Das Gerät Vipa Nr. 090 war mit einem geteilten Sensor ausgestattet.

Gerätenummern:	DMT Summit M Vipa Nr. 090, 113, 260
Messbereich:	0 - 100 mm/s
Trigger:	0,20 – 0,30 mm/s



Die Messgeräte hatten 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.

12.3 Erschütterungsmessergebnisse

Sprengung 1 am 13.07.2021

Messpunkt	Achse	gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
		v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
MP 1	X	0,22	7,5	0,107	5,0	6,0	4,4	1,8
	Y	0,24	6,8	0,104	5,0	6,0	4,8	1,7
	Z	0,32	8,0	0,180	5,0	6,0	6,4	3,0
MP 2	X	0,41	7,0	0,208	15,0	6,0	2,7	3,5
	Y	0,87	7,7	0,467	15,0	6,0	5,8	7,8
MP 3	Z	0,51	8,0	0,269	20,0	6,0	2,6	4,5
MP4	X	0,26	7,4	0,133	5,25	6,0	5,0	2,2
	Y	0,50	7,6	0,253	5,25	6,0	9,5	4,2
	Z	0,29	7,4	0,142	6,50	6,0	4,5	2,4

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

Tab. 2 Messergebnisse der Sprengung 1 vom 13.07.2021

Sprengung 2 am 21.07.2021

Messpunkt	Achse	gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
		v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
MP 1	X	1,59	2,1	0,614	5,0	6,0	31,8	10,2
	Y	1,39	5,3	0,605	5,0	6,0	27,8	10,1
	Z	1,64	2,4	0,604	5,0	6,0	32,8	10,1
MP 2	X	3,49	6,1	1,614	15,0	6,0	23,3	26,9
	Y	3,39	6,4	1,685	15,0	6,0	22,6	28,1
MP 3	Z	2,20	7,4	0,828	20,0	6,0	11,0	13,8

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

Tab. 3 Messergebnisse der Sprengung 2 vom 21.07.2021



Sprengung 3 am 30.07.2021

		gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
Messpunkt	Achse	v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
MP 1	X	0,16*	-	-	5,0	6,0	3,2	-
	Y	0,16*	-	-	5,0	6,0	3,2	-
	Z	0,14*	-	-	5,0	6,0	2,8	-
MP 2	X	0,39	5,8	0,175	15,0	6,0	2,6	2,9
	Y	0,41	6,8	0,183	15,0	6,0	2,7	3,1
MP 3	Z	0,23	8,5	0,102	20,0	6,0	1,2	1,7

* die Triggerschwelle von 0,20 mm/s wurde nicht erreicht, die Messdaten wurden aus dem „Slow Trace“ übernommen

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

Tab. 4 Messergebnisse der Sprengung 3 vom 30.07.2021

Sprengung 4 am 02.09.2021

		gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
Messpunkt	Achse	v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
MP 1	X	1,17	3,6	0,431	5,0	6,0	23,4	7,2
	Y	0,75	5,4	0,309	5,0	6,0	15,0	5,2
	Z	1,49	3,6	0,555	5,0	6,0	29,8	9,3
MP 2	X	2,07	3,6	0,775	15,0	6,0	13,8	12,9
	Y	2,36	8,3	1,075	15,0	6,0	15,7	17,9
MP 3	Z	2,17	3,1	0,871	20,0	6,0	10,9	14,5

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

Tab. 5 Messergebnisse der Sprengung 4 vom 02.09.2021

Sprengung 5 am 07.09.2021

		gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
Messpunkt	Achse	v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
MP 1	X	0,29	6,0	0,108	5,0	6,0	5,8	1,8
	Y	0,34	5,0	0,136	5,0	6,0	6,8	2,3
	Z	0,31	4,0	0,128	5,0	6,0	6,2	2,1
MP 2	X	0,66	6,0	0,290	15,0	6,0	4,4	4,8
	Y	0,73	6,2	0,318	15,0	6,0	4,9	5,3
MP 3	Z	0,49	3,8	0,233	20,0	6,0	2,5	3,9

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

Tab. 6 Messergebnisse der Sprengung 5 vom 07.09.2021



Sprengung 6 am 21.09.2021

Messpunkt	Achse	gemessene Werte			zulässig		% erreicht	
		v_i (mm/s)	Frequ. (Hz)	KB_{Fmax} (-)	v_i (mm/s)	KB_{Fmax} (Ao) **	v_i	KB_{Fmax} (Ao) **
MP 1	X	0,29	5,8	0,136	5,0	6,0	5,8	2,3
	Y	0,43	5,3	0,186	5,0	6,0	8,6	3,1
	Z	0,28	5,3	0,138	5,0	6,0	5,6	2,3
MP 2	X	1,03	6,3	0,496	15,0	6,0	6,9	8,3
	Y	0,92	6,4	0,419	15,0	6,0	6,1	7,0
MP 3	Z	0,38	5,3	0,177	20,0	6,0	1,9	3,0

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

Tab. 7 Messergebnisse der Sprengung 6 vom 21.09.2021



13.0 Grundlagen der Erschütterungsprognose

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

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

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

BGR-Formel

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

Hierin sind:

v_i : max. Schwinggeschwindigkeit (mm/s)

L : Sprengstofflademenge/Zündzeitstufe

L_0 : 1 kg (Bezugsgröße)

R : Abstand schützenswertes Objekt vom Sprengort

R_0 : 1 m (Bezugsgröße)

k : Vorfaktor

b : Koeffizient der Lademenge

m : Koeffizient der Entfernung

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

$$k = 206$$

$$b = 0,8$$

$$m = 1,3$$



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

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

$$s = 2,5$$

berücksichtigt.

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

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

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

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

In der folgenden Abbildung 15 sind die Erschütterungsmessergebnisse der oben aufgelisteten Messungen aus 2021 als Punkte aufgetragen. Die gestrichelte Linie stellt die modifizierte Ausbreitungsfunktion dar, nach der im Folgenden die Erschütterungen prognostiziert werden.



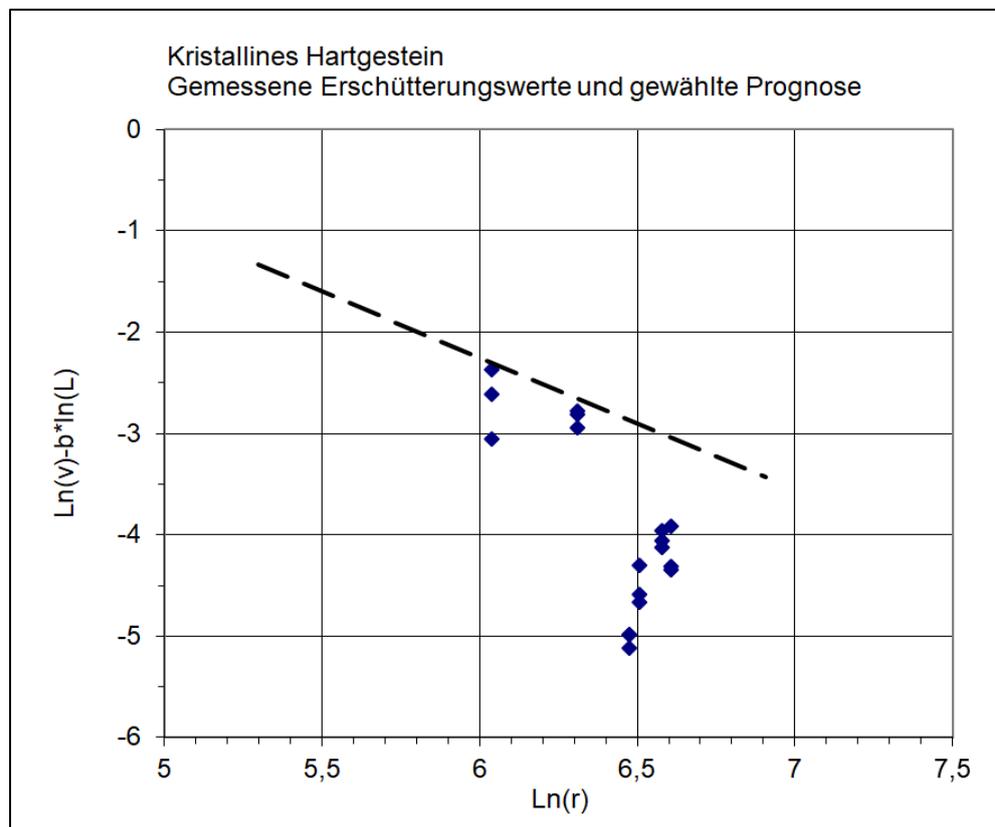


Abb. 15 Gewählte Ausbreitungsfunktion (gestrichelte Linie) und gemessene Erschütterungen (Punkte)

In der obigen Darstellung sind 2 Datencluster zu erkennen. Die Erschütterungen der Sprengungen Nr. 2 und 4 befinden sich dicht an der oben beschriebenen Erschütterungsprognose. Bei diesen Sprenganlagen war eine direkte Übertragung der Bodenwellen durch das unverritzte Gebirge in Richtung auf die Messstelle gegeben.

Die Erschütterungen der Sprengungen Nr. 1, 3, 5 und 6 waren deutlich niedriger, da hier durch die Lage der Sprenganlagen im Tagebau keine direkte Übertragung der Bodenwellen in Richtung auf die Messstelle gegeben war. Das wird im späteren Abbaubetrieb bei ähnlich gelegenen Sprengstellen vermutlich deutlich größere Lademengen ermöglichen, als jetzt für den ungünstigsten Fall angenommen wird.



14.0 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.

Bei den durchgeführten Erschütterungsmessungen an der Messstelle „Am Hummerich“ 2 wurden folgende maximale Überhöhungsfaktoren ermittelt:

$$\ddot{U}_F = 3,63 \quad \text{in horizontaler Richtung (Sprengung 1)}$$

$$\ddot{U}_F = 1,59 \quad \text{in vertikaler Richtung (Sprengung 1)}$$

Erfahrungsgemäß muss in anderen Räumen des Gebäudes jedoch im Dachgeschoss mit höheren Vertikalschwingungen auf der Deckenmitte gerechnet werden.

Für die folgende Prognose werden daher Überhöhungsfaktoren von

$$\ddot{U}_F = 3,7 \quad \text{in horizontaler Richtung und}$$

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

angenommen.

Die gemessenen Frequenzen lagen an der Messstelle alle unter 10 Hz. Mit weiterer Annäherung des Abbaus an die Messstelle werden sich die Frequenzen der Erschütterungen jedoch höher einstellen als bisher. Da der $KB_{F_{\max}}$ -Wert - wenn auch nur in geringem Maße - frequenzabhängig ist, wurde er in der Prognose für eine Frequenz von 20 Hz und bei einem ungünstigen c_F -Wert von 0,8 bestimmt.

Als zulässiger Fundamentanhaltswert für die Gebäude wurde in der Prognose für alle Entfernungen ein Wert für die ungünstigsten Frequenzen



(unter 10 Hz) mit $v_{\max} = 5,0$ mm/s angesetzt. Für das Obergeschoss wurde die Prognose für die Vertikalschwingung in der Deckenmitte durchgeführt.

Für die Bebauung in der Umgebung der geplanten Erweiterung werden in der folgenden Tabelle 7 für Entfernungen von 150 m bis 1.000 m und bis zu einer maximale Lademenge von 70 kg je Zündzeit die zu erwartenden Erschütterungen prognostiziert.

Entfernung (m)	Lademenge je Zündzeitstufe (kg)	v_{\max} am Fundament (mm/s)	v_{\max} im OG Aussenwand (mm/s)	v_{\max} im OG Deckenmitte (mm/s)	$KB_{F_{\max}}$ im OG zul. $A_o = 6^*$
150	11,5	2,69	9,97	10,78	5,87
160	13	2,73	10,11	10,93	5,95
170	14	2,68	9,92	10,72	5,84
180	15,5	2,70	9,99	10,80	5,88
190	17	2,71	10,02	10,83	5,90
200	18,5	2,71	10,03	10,85	5,91
220	22	2,75	10,18	11,01	6,00
240	25	2,72	10,07	10,89	5,93
260	28	2,69	9,94	10,74	5,85
280	32	2,71	10,04	10,86	5,91
300	36	2,73	10,09	10,90	5,94
320	40	2,73	10,09	10,91	5,94
340	44	2,72	10,07	10,88	5,93
360	49	2,75	10,18	11,01	6,00
380	53	2,73	10,11	10,93	5,95
400	58	2,75	10,16	10,99	5,99
420	63	2,75	10,19	11,02	6,00
440	67	2,72	10,08	10,89	5,93
460	70	2,66	9,85	10,65	5,80
480	70	2,52	9,32	10,08	5,49
500	70	2,39	8,84	9,56	5,21
550	70	2,11	7,81	8,44	4,60
600	70	1,88	6,97	7,54	4,11
650	70	1,70	6,28	6,79	3,70
700	70	1,54	5,71	6,17	3,36
750	70	1,41	5,22	5,64	3,07
800	70	1,30	4,80	5,19	2,83
900	70	1,11	4,12	4,45	2,42
1000	70	0,97	3,59	3,88	2,11

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

Tab. 8 Lademengen-Abstandstabelle für die umliegende Bebauung



In der folgenden Tabelle 8 sind die prognostizierten Erschütterungswerte für die in Tabelle 1 aufgelisteten Immissionsorte der Umgebung der geplanten Erweiterung dargestellt. Dabei wurden bis zu einer Obergrenze von 70 kg die jeweils größtmöglichen Sprengstofflademengen je Zündzeit bei der geringsten Entfernung zu Grunde gelegt.

Objekt	Lademe- menge (kg)	Entf. (m)	Fundament		Obergeschoss*		Obergeschoss	
			v_{\max}		v_{\max}		$KB_{F_{\max}}$	
			zul. (mm/s)	Progn. (mm/s)	zul. (mm/s)	Progn. (mm/s)	zul.	Progn.
Nr. 1 Bundesautobahn A 61	70	210	mind. 20,0	7,38	-	-	-	-
Nr. 2 Bundesautobahn A 61 Rastplatz Hummerich	70	160	20,0	10,51	-	-	-	-
Nr. 3 Wohngebäude und Gewerbebetrieb Am Hummerich 2 56630 Kretz	13	160	5,0	2,73	20,0	10,93	6,0	5,95
Nr. 4 Wohnbebauung an der Schwester-Sebastiana-Str. 56642 Kruft	70	560	5,0	2,06	20,0	8,25	6,0	4,49

* Deckenmitte vertikal

Tab. 9 Erschütterungsprognose für die in Tabelle 1 genannten Immissionsorte



15.0 Beurteilung

15.1 Wohngebäude

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

Die Wohnbebauung mit der geringsten Entfernung zu der geplanten Erweiterung des Tagebaus Kretz 1 / Plaidt 10 und 13 der VELAG ist das westlich gelegene Wohnhaus „Am Hummerich „2 in 56630 Kretz mit einem Mindestabstand von ca. 160 m.

Bei Beachtung der in Tabelle 8 genannten Lademenge je Zündzeitstufe wird der Anhaltswert $A_0 = 6$ der DIN 4150 Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Tabelle 1, Zeile 1 nach Pkt. 6.5.1, quellen-spezifische Regelungen für kurzzeitige Erschütterungen, im Wohnhaus „Am Hummerich“ 2 eingehalten.

Wenn in diesem nächstgelegenen Wohngebäude die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte für Menschen in Gebäuden eingehalten werden, ist sichergestellt, dass auch in allen anderen deutlich weiter entfernt gelegenen Wohnhäusern die zulässigen Anhaltswerte eingehalten werden. Eine wesentliche Belästigung der Anwohner, verursacht durch die auftretenden Sprengerschütterungen bei Sprengungen in der geplanten Erweiterung 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 $v_i = 5$ mm/s.

Gebäudefundamente

Bei Beachtung der in Tabelle 7 genannten Lademengen je Zündzeitstufe ergeben sich für das nächstgelegene Wohnhaus „Am Hummerich“ 2 in 56630 Kretz Fundamenterschütterungen von maximal $v_i = 2,73$ mm/s. Der für ungünstigste Frequenzen zulässige Anhaltswert von $v_i = 5,0$ mm/s wird damit zu maximal 54,6 % erreicht.



Oberstes Geschoss, horizontale Messrichtung

Der zulässige Anhaltswert der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, beträgt für die Deckenebene des obersten Vollgeschosses in horizontaler Messrichtung bei allen Frequenzen $v_i = 15,0$ mm/s und wird am nächstgelegenen Wohnhaus „Am Hummerich“ 2 bei einem prognostizierten maximalen Erschütterungswert von $v_i = 10,11$ mm/s zu 67,4 % erreicht.

Oberste Geschoss, vertikale Messrichtung

Der zulässige Anhaltswert der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, beträgt für die Deckenebene des obersten Vollgeschosses in vertikaler Messrichtung bei allen Frequenzen $v_i = 20$ mm/s und wird am nächstgelegenen Wohnhaus „Am Hummerich“ 2 bei einem prognostizierten maximalen Erschütterungswert von $v_i = 10,93$ mm/s zu 54,7 % erreicht.

Die für das nächstgelegene Wohnhaus „Am Hummerich“ 2 prognostizierten Erschütterungen erreichen damit lediglich etwa die Anhaltswerte der Zeile 3 der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen für besonders erschütterungsempfindliche und besonders erhaltenswerte, z.B. denkmalgeschützte, Anlagen.

Alle sonstigen Wohnhäuser in der Umgebung der geplanten Erweiterung liegen in erheblich größeren Entfernungen zur geplanten Erweiterung als das Wohnhaus „Am Hummerich“ 2. Wenn die zulässigen Anhaltswerte am nächstgelegenen Wohnhaus unterschritten werden, ist sichergestellt, dass auch in allen anderen deutlich weiter entfernt gelegenen Wohnbebauungen die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150 eingehalten werden.



15.2 Gewerblich genutzte Bauwerke

Den kleinsten Abstand zu den Sprengarbeiten in der geplanten Erweiterung des Tagebaus der VELAG haben die Betriebsgebäude des Containerdienstes „Zöllerland“, „Am Hummerich“ 2 in 56630 Kretz.

Bei dem ermittelten geringsten horizontalen Abstand von 160 m zu den nächstgelegenen Gewinnungssprengungen beträgt zum Schutz der angrenzenden Wohnbebauung die maximale ermittelte Lademenge 13 kg je Zündzeitstufe. Bei dieser Lademenge ergibt sich ein prognostizierter Fundamentwert von ca. $v_i = 2,73$ mm/s. Damit wird der für ungünstigste Frequenzen zulässige Anhaltswert der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, von $v_{\max} = 20$ mm/s zu ca. 13,7 % erreicht.

15.3 Bewertung der Prognose

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

Obwohl für die Prognose pessimale Ansätze gewählt wurden, liegen dennoch die für das nächstgelegene Wohngebäude „Am Hummerich“ 2 prognostizierten Werte alle nicht nur unterhalb der Anhaltswerte für Wohngebäude, sondern auch etwa im Bereich der zulässigen Anhaltswerte der Zeile 3 der DIN 4150 Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen für besonders erschütterungsempfindliche und besonders erhaltenswerte, z. B. denkmalgeschützte, Anlagen.

Sollte später beim Abbau durch Messung der tatsächlich auftretenden Erschütterungen belegt werden, dass die Erschütterungen dauerhaft niedriger sind als hier prognostiziert, bestehen aus gutachtlicher Sicht keine



Bedenken, die Sprengstofflademengen je Zündzeitstufe entsprechend zu vergrößern.

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

16.0 Zusammenfassung

Die Firma VELAG Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG betreibt in Rheinland-Pfalz im Landkreis Mayen-Koblenz westlich der Gemeinde Plaidt, und östlich der der Gemeinde Kruft, den Lavasandtagebau Kretz 1 / Plaidt 10 und 13. Zur Sicherung des Standortes über die nächsten Jahre hinaus ist beabsichtigt, den Tagebau nach Westen um ca.7,2 ha zu erweitern.

In dieser Stellungnahme wird die geplante Sprengarbeit beschrieben und es werden eine Erschütterungsprognose und Lademengen-Abstandstabellen erstellt, die sicherstellen, dass bei den vorzunehmenden Sprengungen in der geplanten Erweiterung des Tagebaus die zulässigen Erschütterungsanhaltswerte an und in der gesamten Nachbarbebauung des Tagebaus eingehalten werden.

Grundlage der Erschütterungsprognose sind Erschütterungsmessungen, die in der Zeit vom 13.07.2021 bis zum 21.09.2021 bei 6 Gewinnungssprengungen im Tagebau der VELAG durchgeführt wurden sowie eine von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe entwickelte Prognoseformel.

Bei den prognostizierten Sprengerschütterungen können gemäß den Anhaltswerten der DIN 4150 keine Schäden an der benachbarten Bebauung verursacht werden. Dies gilt auch für alle weiteren Gebäude und Anlagen im weiteren Einwirkungsbereich der geplanten Erweiterung, 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 Erweiterung des Tagebaus der VELAG mit hoher Sicherheit auszuschließen.

17.0 Schlussbemerkung

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

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



Dortmund, den 17.11.2021

Josef Hellmann

Anlagen



Anlage 1

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 2, „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Tabelle 1, „Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsemissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9).	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8).	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5).	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2).	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

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



Anlage 2

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

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

Anlage 3

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

Zeile	Leitungsbaustoffe	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ in mm/s auf der Rohrleitung
1	Stahl, geschweißt	100
2	Steinzeug, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Metall mit und ohne Flanschen	80
3	Mauerwerk, Kunststoff	50



Anlage 4.1

SPRENGPROTOKOLL



SSE
SSE Deutschland GmbH
Niederlassung KSC2

Ort, Tag und Zeitpunkt der Sprengung: _____
 Sprengobjekt/Sohlenbezeichnung: _____
 Auftraggeber: _____
 Sprengverfahren: _____
 Nr. und Datum der Erlaubnis des Betriebes nach §7 SprengG: _____
 Sprengberechtigte Person: _____
 Nr. und Datum des Befähigungsscheines nach §20 SprengG: _____
 Name(n) der Sprenghelfer: _____
 Name des Verantwortlichen bei der Großbohrlochsprengung: _____

Werk Plaidt 13.07.2021 10:45 Uhr
 Grube Theis
 VELAG
Flächensprengung Reihenzanz 5
 011/2019 vom 16.07.2019 Ausstellende Behörde: **Bez. Reg. Köln**
 SSE Deutschland
Ludger Staskiewicz
 041/2019 vom 20.05.2019 gültig bis 31.05.2024 Ausstellende Behörde: **Bez. Reg. Köln**
E. Meier
Staskiewicz

Technische Daten:

Ausbruchvolumen: 1.900,00 fm³
 Vorgabe: 3,00 m
 Seitenabstand: 2,50 m
 Reihenzanz: 2,50 m
 Unterbohrung: 0,00 m
 Neigung Kopflöcher: 90 °
 Kopflöcher: 106 Stück 7,6-7,9 m tief
 Kopflöcher: _____ Stück _____ m tief
 Zehnlöcher: _____ Stück _____ m tief
 Bohrlochdurchmesser: 102 mm
 Nichtladbare Bohrlöcher: _____ Stück
 Gemessene Wandhöhe: _____ m
 Gestein: **Lava** Dichte: 2 to/m³
 Bohrmeter gesamt _____ m
 Erschütterungsmessung: _____
 Entfernung Sprengstelle - Messgerät: _____ m
 Ausrichtung - Messgerät: _____ zur Sprengstelle
 Aufstellungsort: _____

Eingesetzte Sprengmittel (Art + Menge):

Kopfladung: **Wandex** 1.500,00 kg
 Kopfladung: **Emulstar 8000 UG** 0,00 kg
 Kopfladung: **Emulstar 8000 Plus** 75,00 kg
 Kopfladung: **Blendex** 0,00 kg
 Zehnladung: **Booster** 0,00 kg
 Gesamtladung: 1.575,00 kg
 Höchstlademenge / Zündzeitstufe: 52,00 kg
 Spez. Sprengstoffaufwand: 0,829 kg/fm³
 Gesprengte Haufwerksmasse: 3.800 to
Eingesetzte Zündmittel:
 Sprengschnur: _____ g/m 0 m
 Momentzündler elektrisch: 0 Stück
 Kurzzeitzündler elektrisch: 0 Stück
 Langzeitzündler elektrisch: 0 Stück
 Imloch-Zünder nichtelektrisch: 0 Stück
 Verzögerer nichtelektrisch: 0 Stück
 Booster 114 0 Stück
 Elektronische Zünder 35 Stück
 Lieferant: **SSE Deutschland** Lfs-Nr.: 113397, 113398

Kanal	V _{st} m/s	Frequenz	Datum	Zeit
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Bemerkungen:
 Sprengung mit i-kon III

SSE Deutschland GmbH

Datum: 13.07.2021
 Mühlheimer Str. 5
 53840 Troisdorf

Unterschrift: 
 (Befähigungsscheinnummer)
 Tel.: 02241/4822-0
 Fax: 02241/4822-3234

Protokoll der Sprengung 1 vom 13.07.2021



Anlage 4.2

SPRENGPROTOKOLL

SSE
SSE Deutschland GmbH
KSC NRW / RP-Nord

Ort, Tag und Zeitpunkt der Sprengung: Plaidt 21.7.21 10:33

Sprengobjekt/Sohlenbezeichnung: M-2021

Auftraggeber: Velag

Sprengverfahren: Behältersp Reihenanz 4

Nr. und Datum der Erlaubnis des Betriebes nach §7 SprengG: 11/2019 vom 16.07.2019 Ausstellende Behörde: Bezirksregierung Köln

Sprengberechtigte Person: Mühlx

Nr. und Datum des Befähigungsscheines nach §20 SprengG: 333/14 Ausstellende Behörde: Obst. Lütken

Name(n) der Sprenghelfer: Th. Stobatz, T. Wurm, S. Fackel

Name des Verantwortlichen der Vermessung: Donners

Technische Daten:

Ausbruchvolumen: 2950 fm³

Vorgabe: 3.0 m

Seitenabstand: 3.5 m

Reihenabstand: 3.5 m

Unterbohrung: 1.0 m

Neigung Kopflöcher: 15°

Kopfbohrlöcher: 34 Stück 8-10 m tief

Sohlbohrlöcher: 1 Stück 1 m tief

Zehnlöcher: 1 Stück 1 m tief

Bohrlochdurchmesser: 102 mm

Nichtladbare Bohrlöcher: 1 Stück

Gemessene Wandhöhe: 7.10 m

Gestein: Lava Dichte: 2.5 to/m³

Geologische Besonderheiten: _____

Erschütterungsmessung: _____

Entfernung Sprengstelle - Messgerät: _____ m

Ausrichtung - Messgerät: _____ zur Sprengstelle

Aufstellungsort: _____

Eingesetzte Sprengmittel (Art + Menge):

Kopfladung: Emulstar 9000 25 kg

Kopfladung: Index 1900 kg

Kopfladung: _____ kg

Schlochladung: _____ kg

Zehnladung: _____ kg

Gesamtladung: 1975 kg

Höchstlademenge / Zündzeitstufe: 60 kg

Spez. Sprengstoffaufwand: 0.690 kg/fm³

Gesprengte Haufwerksmasse: _____ to

Eingesetzte Zündmittel:

Sprengschnur: _____ g/m _____ m

Momentzünder elektrisch: _____ Stück

Kurzzeitzünder elektrisch: _____ Stück

Langzeitzünder elektrisch: _____ Stück

Imloch-Zünder nichtelektrisch: _____ Stück

Verzögerer nichtelektrisch: _____ Stück

Elektronische Zünder: 34 Stück

Es ist mit Versagern zu rechnen: ja nein

Lieferant: SSE Deutschland Lfs-Nr.: 114533 + 527

Bemerkungen: _____

Kanal	V _{st} max	Frequenz	Datum	Zeit
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Datum: 21.7.21 Unterschrift: [Signature]
(Befähigungsscheininhaber)

SSE Deutschland GmbH Mülheimer Str. 5 Tel.: 02241/4829-1235
KSC NRW / RP-Nord 53840 Troisdorf Fax: 02241/4829-3253

Protokoll der Sprengung 2 vom 21.07.2021



Anlage 4.3

SPRENGPROTOKOLL

SSE
SSE Deutschland GmbH
KSC NRW / RP-Nord

Ort, Tag und Zeitpunkt der Sprengung: Plaidt 30.07.2021 10:00

Sprengobjekt/Sohlenbezeichnung: OB-2021

Auftraggeber: RPBL

Sprengverfahren: BL Reihenzahl: 5

Nr. und Datum der Erlaubnis des Betriebes nach §7 SprengG: 11/2019 vom 16.07.2019 Ausstellende Behörde: Bezirksregierung Köln

Sprengberechtigte Person: Siebertz

Nr. und Datum des Befähigungsscheines nach §20 SprengG: 008/20 Ausstellende Behörde: BezReg Köln

Name(n) der Sprenghelfer: Hohelger Hokenko Keller

Name des Verantwortlichen der Vermessung: RPBL

Technische Daten:

Ausbruchvolumen: 3015 m³

Vorgabe: 2,5 m

Seitenabstand: 2,5 m

Reihenabstand: 2,5 m

Unterbohrung: _____ m

Neigung Kopflöcher: _____ °

Kopfbohrlöcher: 57 Stück 8,5 m tief

Sohlbohrlöcher: _____ Stück _____ m tief

Zehnlöcher: _____ Stück _____ m tief

Bohrlochdurchmesser: 102 mm

Nichtladbare Bohrlöcher: _____ Stück

Gemessene Wandhöhe: 1020 m

Gestein: _____ Dichte: _____ to/m³

Geologische Besonderheiten: _____

Erschütterungsmessung: _____

Entfernung Sprengstelle - Messgerät: _____ m

Ausrichtung - Messgerät: _____ zur Sprengstelle

Aufstellungsort: _____

Eingesetzte Sprengmittel (Art + Menge):

Kopfladung: INDEX 1675 kg

Kopfladung: Emulstar 125 kg

Kopfladung: _____ / kg

Sohllochladung: _____ / kg

Zehnladung: _____ / kg

Gesamtladung: 1800 kg

Höchstlademenge / Zündzeitstufe: 52 kg

Spez. Sprengstoffaufwand: 0,58 kg/m³

Gesprengte Haufwerksmasse: _____ to

Eingesetzte Zündmittel:

Sprengschnur: _____ g/m _____ m

Momentzünder elektrisch: _____ Stück

Kurzzeitzünder elektrisch: _____ Stück

Langzeitzünder elektrisch: _____ Stück

Imloch-Zünder nichtelektrisch: _____ Stück

Verzögerer nichtelektrisch: _____ Stück

Elektronische Zünder: 57 Stück

Es ist mit Versagern zu rechnen: ja nein

Lieferant: SSE Deutschland Lfs-Nr.: 115845 & 846

Bemerkungen:

Sprengung als Komplett-
dienstleistung SSE

Datum: 30.06.21 Unterschrift: [Signature]
(Befähigungsscheininhaber)

SSE Deutschland GmbH Mülheimer Str. 5 53840 Troisdorf
Tel.: 02241/4829-1235 Fax: 02241/4829-3253

Kanal	V _{R max}	Frequenz	Datum	Zeit
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Protokoll der Sprengung 3 vom 30.07.2021



Anlage 4.4

SPRENGPROTOKOLL



SSE
SSE Deutschland GmbH
Niederlassung KSC2

Ort, Tag und Zeitpunkt der Sprengung:	Werk Plaidt	02.09.2021	10.42 Uhr
Sprengobjekt/Sohlenbezeichnung:	VELAG		
Auftraggeber:	VELAG		
Sprengverfahren:	Flächensprengungen (2 Bereiche)		Reihenanz
Nr. und Datum der Erlaubnis des Betriebes nach §7 SprengG:	011/2019 vom 16.07.2019	Ausstellende Behörde:	Bez. Reg. Köln
	SSE Deutschland		
Sprengberechtigte Person:	Ludger Staskiewicz		
Nr. und Datum des Befähigungsscheines nach §20 SprengG:	041/2019 vom 20.05.2019 gültig bis 31.05.2024	Ausstellende Behörde:	Bez. Reg. Köln
Name(n) der Sprenghelfer:	T. Siebertz, V. Seiler, O. Vogt, A. Frolenko		
Name des Verantwortlichen bei der Großbohrlochsprengung:	L. Staskiewicz		

Technische Daten:	Eingesetzte Sprengmittel (Art + Menge):
--------------------------	--

Ausbruchvolumen: 3.125,00 fm ³	Kopfladung: Wandex 1.775,00 kg
Vorgabe: 3,00 m	Kopfladung: Emulstar 8000 UG 0,00 kg
Seitenabstand: 2,50 m	Kopfladung: Emulstar 8000 Plus 175,00 kg
Reihenabstand: 2,50 m	Kopfladung: Blendex 0,00 kg
Unterbohrung: 0,00 m	Zehenladung: Booster 0,00 kg
Neigung Kopflöcher: 65 - 90 °	Gesamtladung: 1.950,00 kg
Kopfbohrlöcher: 88 Stück 2,5 - 7,7 m tief	Höchstlademenge / Zündzeitstufe: 32,00 kg
Kopfbohrlöcher: Stück m tief	Spez. Sprengstoffaufwand: 0,624 kg/fm ³
Zehenlöcher: Stück m tief	Gesprengte Haufwerksmasse: 6.250 to
Bohrlochdurchmesser: 102 mm	Eingesetzte Zündmittel:
Nichtladbare Bohrlöcher: Stück	Sprengschnur: g/m 0 m
Gemessene Wandhöhe: m	Momentzünder elektrisch: 0 Stück
Gestein: Lava Dichte: 2 to/m ³	Kurzzeitzünder elektrisch: 0 Stück
Bohrmeter gesamt: m	Langzeitzünder elektrisch: 0 Stück
Erschütterungsmessung:	Imloch-Zünder nichtelektrisch: 0 Stück
Entfernung Sprengstelle - Messgerät: m	Verzögerer nichtelektrisch: 0 Stück
Ausrichtung - Messgerät: zur Sprengstelle	Booster 114 0 Stück
Aufstellungsort:	Elektronische Zünder 88 Stück
	Lieferant: SSE Deutschland Lfs-Nr.: 120881, 120882

Kanal	V _{R max}	Frequenz	Datum	Zeit
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Bemerkungen:
Sprengung mit i-kon III



(Befähigungsbescheinigung)

Datum: 02.09.2021	Unterschrift:
--------------------------	---------------

SSE Deutschland GmbH	Mülheimer Str. 5 53840 Troisdorf	Tel.: 02241/4829-0 Fax: 02241/4828-3234
----------------------	-------------------------------------	--

Protokoll der Sprengung 4 vom 02.09.2021



Anlage 4.5

SPRENGPROTOKOLL

SSE
SSE Deutschland GmbH
KSC NRW / RP-Nord

Ort, Tag und Zeitpunkt der Sprengung: Plaidt 07.09.2021 17:50

Sprengobjekt/Sohlenbezeichnung: Grube Theise

Auftraggeber: RYBL

Sprengverfahren: BL Reihenanz

Nr. und Datum der Erlaubnis des Betriebes nach §7 SprengG: 11/2019 vom 16.07.2019 Ausstellende Behörde: Berzirksregierung Köln

Sprengberechtigte Person: S. Siebeth SSE Deutschland GmbH

Nr. und Datum des Befähigungsscheines nach §20 SprengG: 008/20 10.07.20 Ausstellende Behörde: BezReg Köln

Name(n) der Sprenghelfer: Fey, Vogt, Heßler

Name des Verantwortlichen der Vermessung: Dorndrews

Technische Daten:

Ausbruchvolumen: 2100 fm³

Vorgabe: 2,5 m

Seitenabstand: 2,5 m

Reihenabstand: 2,5 m

Unterbohrung: _____ m

Neigung Kopflöcher: _____ °

Kopfbohrlöcher: 45 Stück 7,5 m tief

Sohlbohrlöcher: / Stück / m tief

Zehnlöcher: / Stück / m tief

Bohrlochdurchmesser: 102 mm

Nichtladbare Bohrlöcher: 3 Stück

Gemessene Wandhöhe: _____ m

Gestein: _____ Dichte: _____ to/m³

Geologische Besonderheiten: _____

Erschütterungsmessung: _____

Entfernung Sprengstelle - Messgerät: _____ m

Ausrichtung - Messgerät: _____ zur Sprengstelle

Aufstellungsort: _____

Eingesetzte Sprengmittel (Art + Menge):

Kopfladung: Emulstar 100 kg

Kopfladung: RuSorex 1250 kg

Kopfladung: _____ / kg

Sohllochladung: _____ / kg

Zehnladung: _____ / kg

Gesamtladung: 1350 kg

Höchstlademenge / Zündzeitstufe: 37,08 kg

Spez. Sprengstoffaufwand: _____ kg/fm³

Gesprengte Haufwerksmasse: _____ to

Eingesetzte Zündmittel:

Sprengschnur: _____ g/m _____ m

Momentzünder elektrisch: _____ / Stück

Kurzzeitzünder elektrisch: _____ / Stück

Langzeitzünder elektrisch: _____ / Stück

Imloch-Zünder nichtelektrisch: _____ / Stück

Verzögerer nichtelektrisch: _____ / Stück

Elektronische Zünder: 42 Stück

Kanal	V _{R max}	Frequenz	Datum	Zeit
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Es ist mit Versagern zu rechnen: ja nein

Lieferant: SSE Deutschland Lfs-Nr.: 121557 121565

Bemerkungen:

Sprengung als Komplettdienstleistung der SSE

SSE Deutschland GmbH
KSC NRW / RP-Nord

Mülheimer Str. 5
53840 Troisdorf

Tel.: 02241/4829-1235
Fax: 02241/4829-3253

Datum: 07.09.21 Unterschrift: S. Siebeth
(Befähigungsscheininhaber)

Protokoll der Sprengung 5 vom 07.09.2021



Anlage 4.6

SPRENGPROTOKOLL



SSE
SSE Deutschland GmbH
Niederlassung KSC2

Ort, Tag und Zeitpunkt der Sprengung:	Werk Plaidt	21.09.2021	10:25 Uhr
Sprengobjekt/Sohlenbezeichnung:	VELAG		
Auftraggeber:	VELAG		
Sprengverfahren:	Flächensprengung	Reihenanz	
Nr. und Datum der Erlaubnis des Betriebes nach §7 SprengG:	011/2019 vom 16.07.2019 SSE Deutschland	Ausstellende Behörde:	Bez. Reg. Köln
Sprengberechtigte Person:	Ludger Staskiewicz		
Nr. und Datum des Befähigungsscheines nach §20 SprengG:	041/2019 vom 20.05.2019 gültig bis 31.05.2024	Ausstellende Behörde:	Bez. Reg. Köln
Name(n) der Sprenghelfer:	T. Wurm, F. Arhelger, S. Felker		
Name des Verantwortlichen bei der Großbohrlochsprengung:	L. Staskiewicz		

Technische Daten:	Eingesetzte Sprengmittel (Art + Menge):
Ausbruchvolumen: 3.100,00 fm ³	Kopfladung: Wandex 1.625,00 kg
Vorgabe: 3,00 m	Kopfladung: Emulstar 8000 UG 0,00 kg
Seitenabstand: 2,50 m	Kopfladung: Emulstar 8000 Plus 150,00 kg
Reihenabstand: 2,50 m	Kopfladung: Blendex 0,00 kg
Unterbohrung: 0,00 m	Zehenladung: Booster 0,00 kg
Neigung Kopflöcher: 65 - 90 °	Gesamtladung: 1.775,00 kg
Kopfbohrlöcher: 70 Stück 3,5 - 7,5 m tief	Höchstlademenge / Zündzeitstufe: 47,00 kg
Kopfbohrlöcher: _____ Stück _____ m tief	Spez. Sprengstoffaufwand: 0,573 kg/fm ³
Zehenlöcher: _____ Stück _____ m tief	Gesprengte Haufwerksmasse: 6.200 to
Bohrlochdurchmesser: 102 mm	Eingesetzte Zündmittel:
Nichtladbare Bohrlöcher: _____ Stück	Sprengschnur: _____ g/m 0 m
Gemessene Wandhöhe: _____ m	Momentzünder elektrisch: 0 Stück
Gestein: Lava Dichte: 2 to/m ³	Kurzzeitzünder elektrisch: 0 Stück
Bohrmeter gesamt: _____ m	Langzeitzünder elektrisch: 0 Stück
	Imloch-Zünder nichtelektrisch: 0 Stück
Erschütterungsmessung: _____	Verzögerer nichtelektrisch: 0 Stück
Entfernung Sprengstelle - Messgerät: _____ m	Booster 114 0 Stück
Ausrichtung - Messgerät: _____ zur Sprengstelle	Elektronische Zünder 70 Stück
Aufstellungsort: _____	Lieferant: SSE Deutschland Lfs-Nr.: 123490, 123492

Kanal	V _{fl. max.}	Frequenz	Datum	Zeit
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Bemerkungen:
Sprengung mit i-kon III

Datum: 21.09.2021

Unterschrift: 

(Befähigungsscheininhaber)

SSE Deutschland GmbH

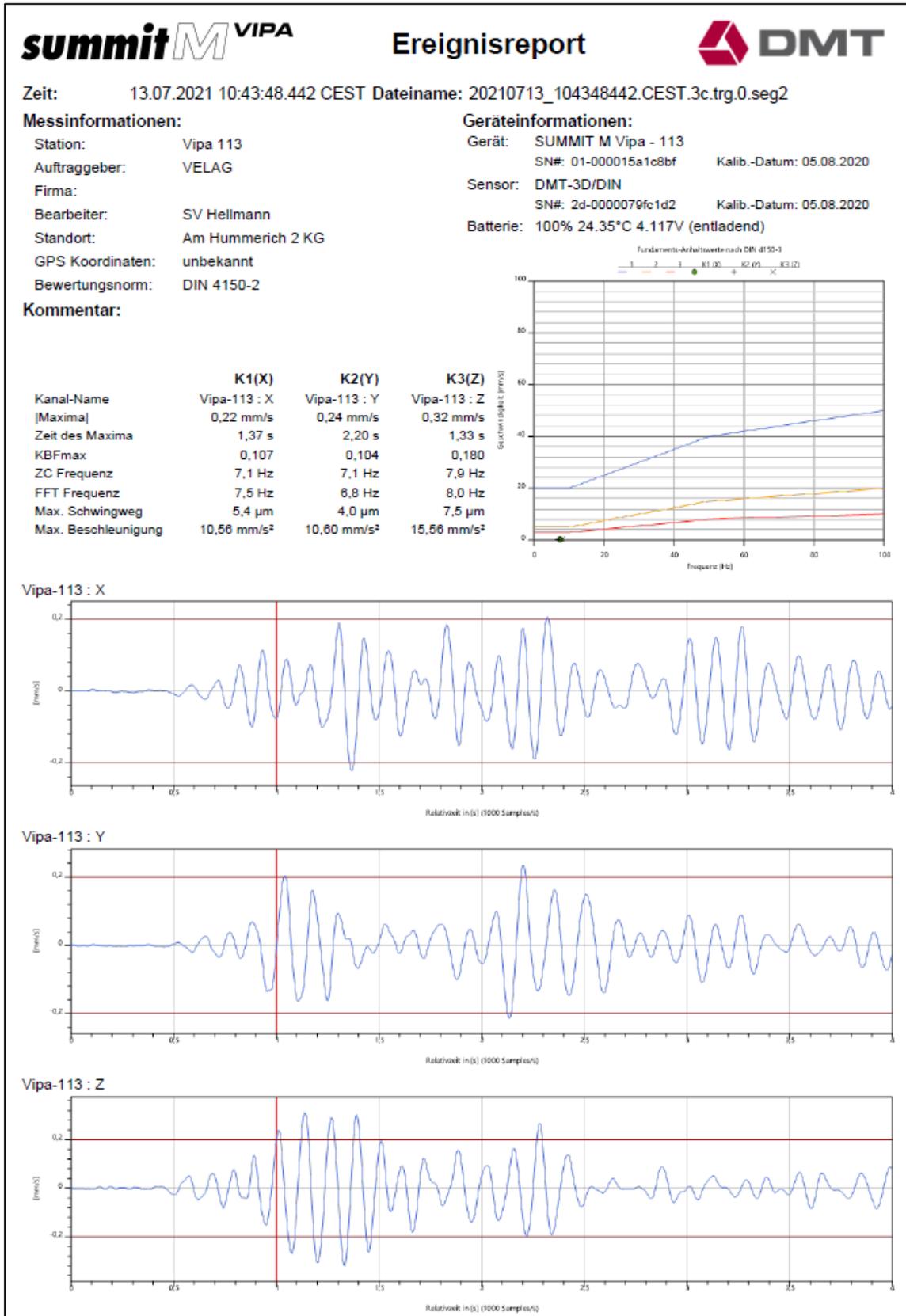
Mülheimer Str. 5
53840 Troisdorf

Tel.: 02241/4829-0
Fax: 02241/4828-3234

Protokoll der Sprengung 6 vom 21.09.2021



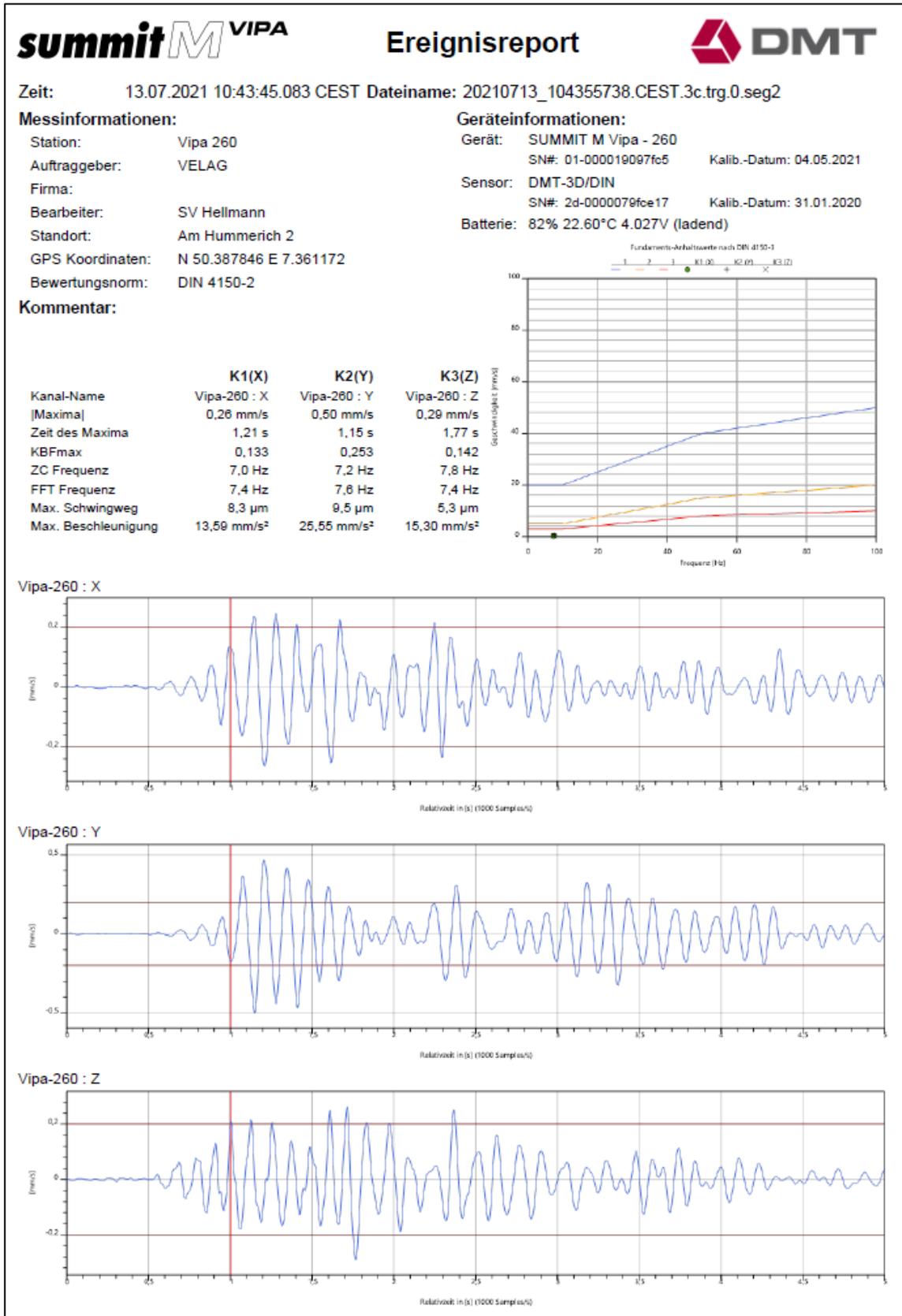
Anlage 5.1



MP 1, KG, Sprengung 1 vom 13.07.2021



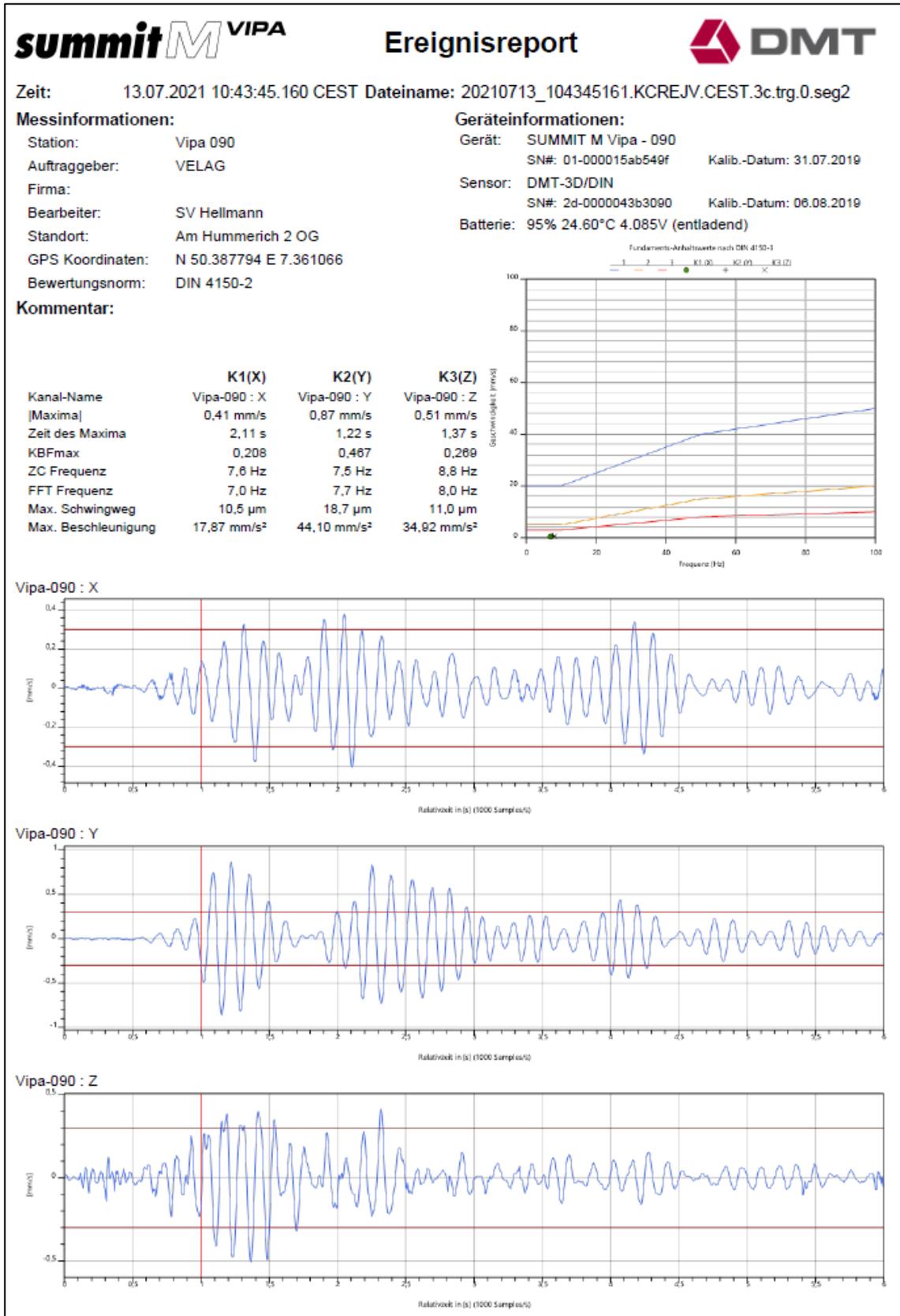
Anlage 5.2



MP 4 EG, Sprengung 1 vom 13.07.2021



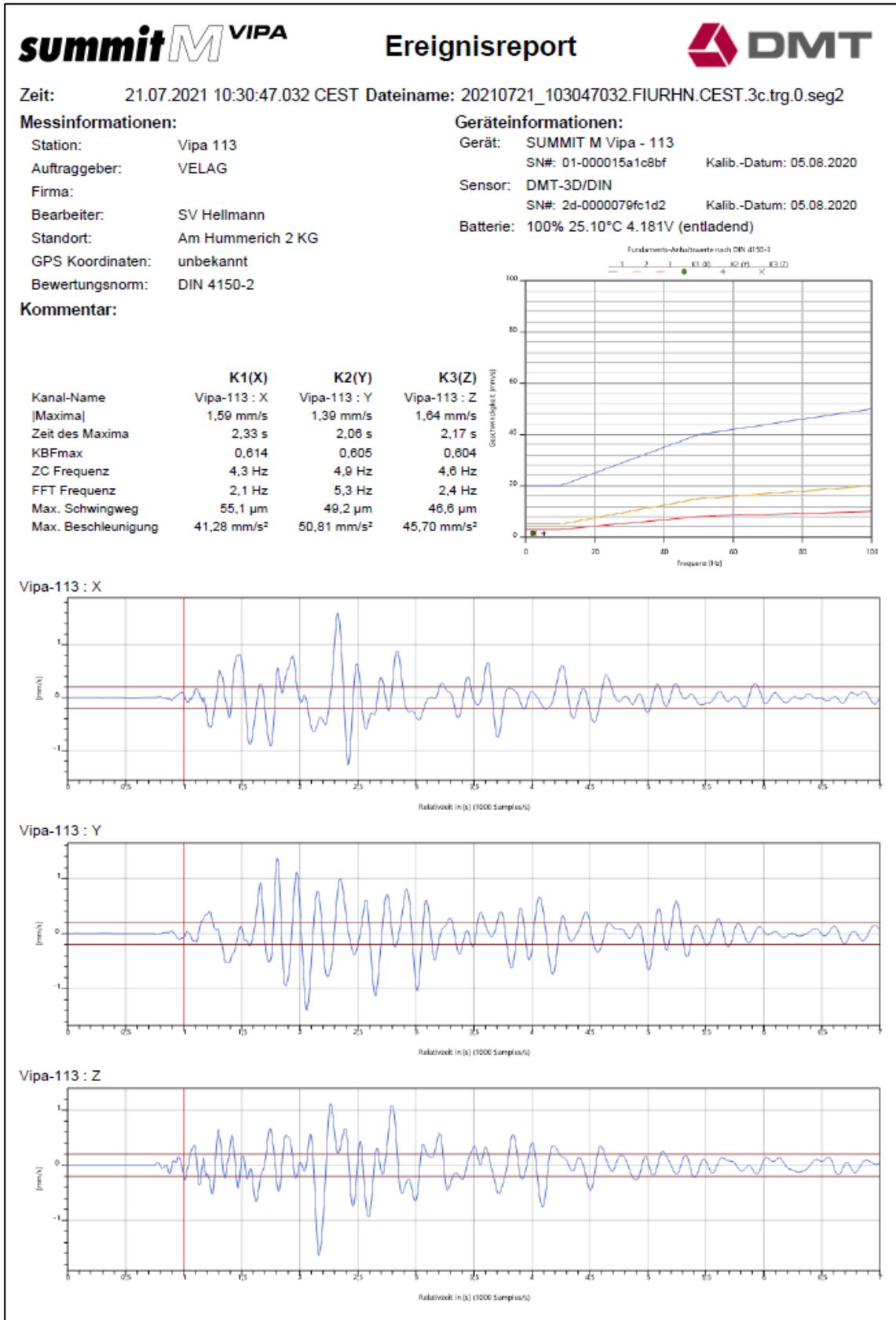
Anlage 5.3



MP 2 und 3, DG, Sprengung 1 vom 13.07.2021



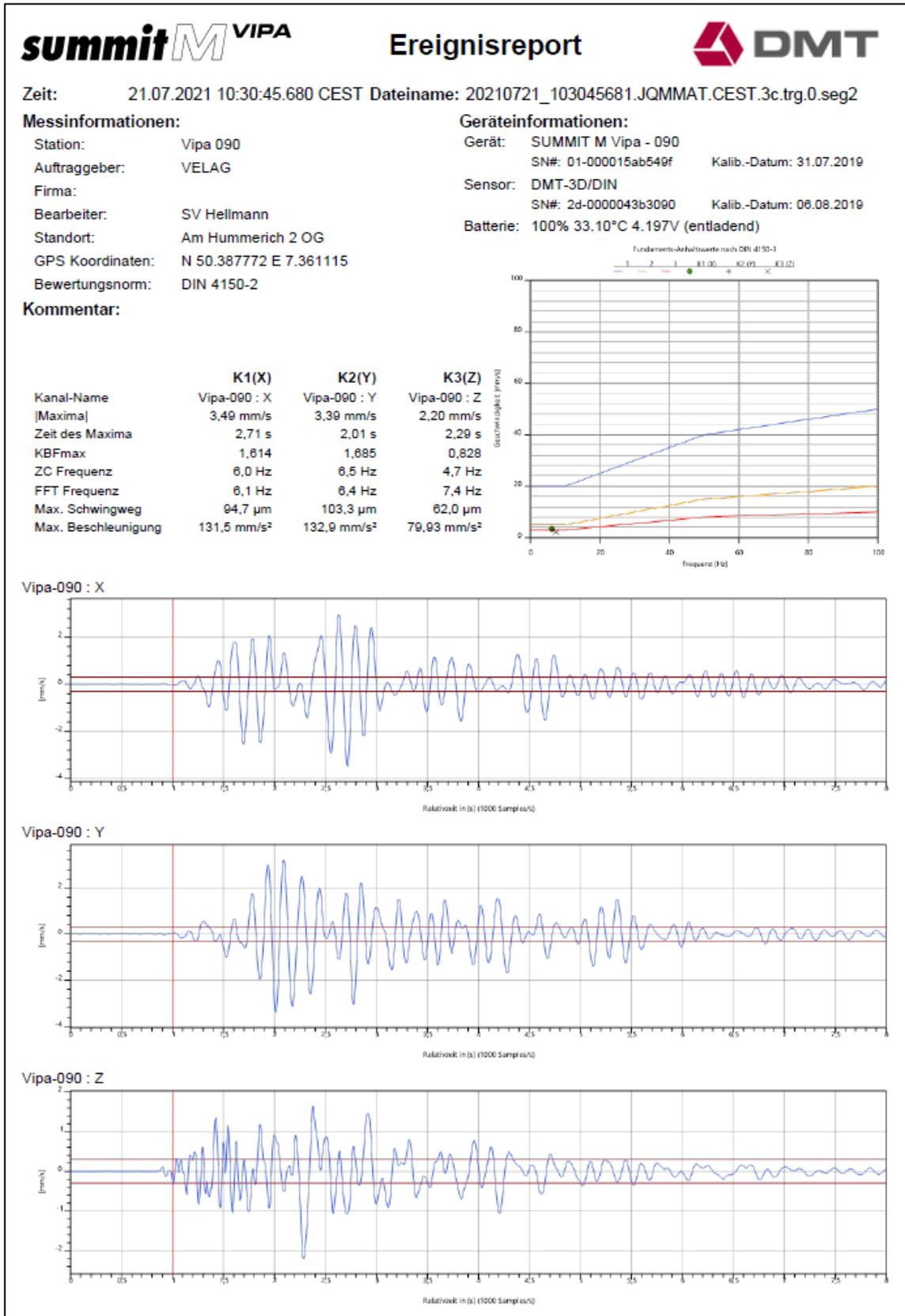
Anlage 5.4



MP 1, KG, Sprengung 2 vom 21.07.2021



Anlage 5.5



MP 2 und 3, DG, Sprengung 2 vom 21.07.2021



Anlage 5.6

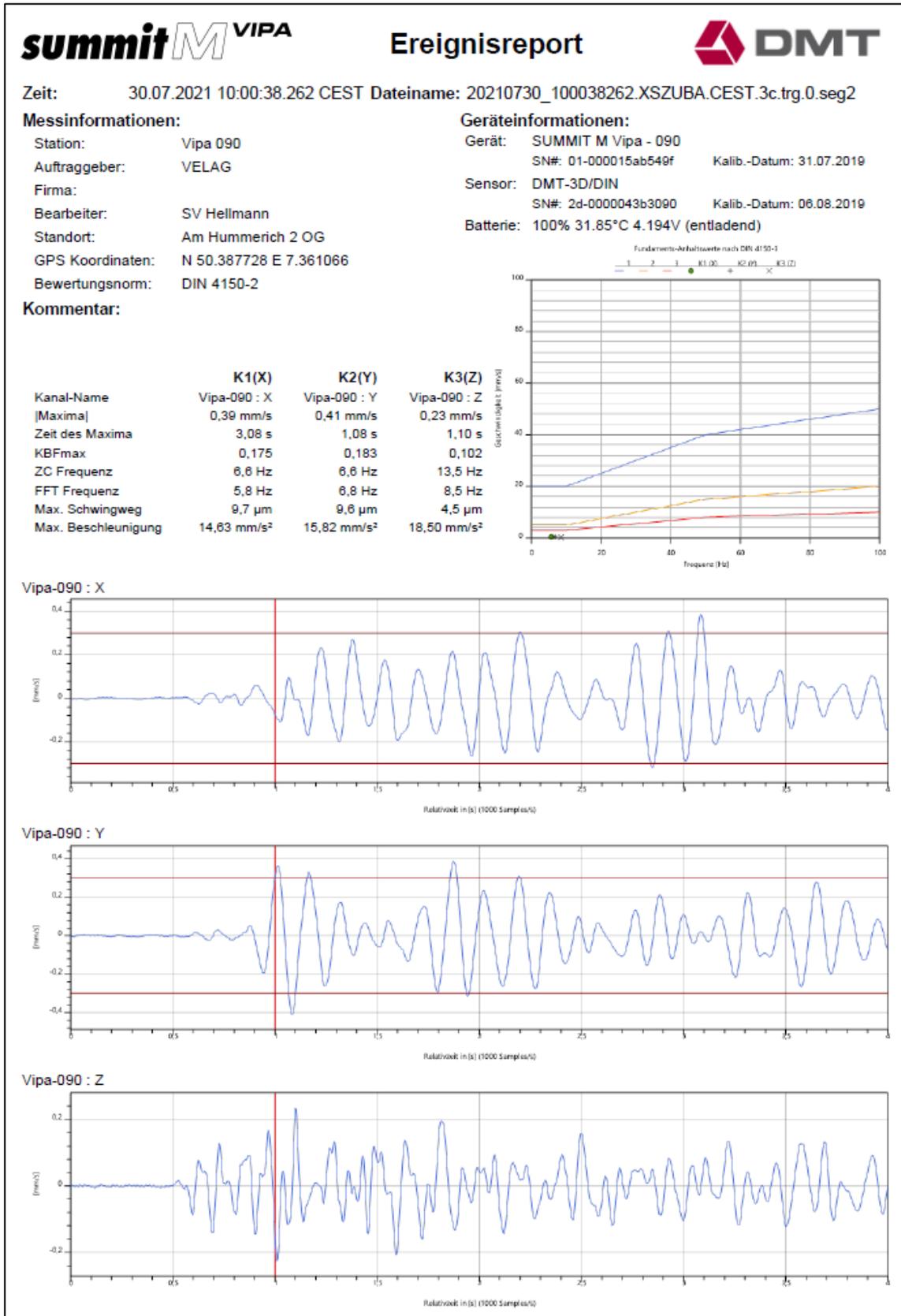
2021-07-30 09:41:00 CEST,"0.013597","0.014749","0.014688","0.000000","-0.011562","-0.016153","-0.010061","0.000000",""
2021-07-30 09:42:00 CEST,"0.007409","0.007493","0.008016","0.000000","-0.007344","-0.007277","-0.006507","0.000000",""
2021-07-30 09:43:00 CEST,"0.008886","0.009847","0.007788","0.000000","-0.007922","-0.008854","-0.006425","0.000000",""
2021-07-30 09:44:00 CEST,"0.012376","0.010841","0.023675","0.000000","-0.010171","-0.010150","-0.022125","0.000000",""
2021-07-30 09:45:00 CEST,"0.012633","0.014512","0.011920","0.000000","-0.013575","-0.015699","-0.009214","0.000000",""
2021-07-30 09:46:00 CEST,"0.010321","0.014468","0.020721","0.000000","-0.012826","-0.012978","-0.024336","0.000000",""
2021-07-30 09:47:00 CEST,"0.008608","0.009696","0.014130","0.000000","-0.011177","-0.009674","-0.013924","0.000000",""
2021-07-30 09:48:00 CEST,"0.011691","0.010495","0.009957","0.000000","-0.009571","-0.012201","-0.009441","0.000000",""
2021-07-30 09:49:00 CEST,"0.009721","0.013993","0.021072","0.000000","-0.012141","-0.011467","-0.019729","0.000000",""
2021-07-30 09:50:00 CEST,"0.010620","0.011035","0.011548","0.000000","-0.010706","-0.009955","-0.012085","0.000000",""
2021-07-30 09:51:00 CEST,"0.011370","0.010301","0.007912","0.000000","-0.012012","-0.012676","-0.010866","0.000000",""
2021-07-30 09:52:00 CEST,"0.008822","0.009027","0.008222","0.000000","-0.008972","-0.008249","-0.007354","0.000000",""
2021-07-30 09:53:00 CEST,"0.008286","0.008530","0.007809","0.000000","-0.007901","-0.008033","-0.008222","0.000000",""
2021-07-30 09:54:00 CEST,"0.012719","0.019176","0.028777","0.000000","-0.014624","-0.019370","-0.027001","0.000000",""
2021-07-30 09:55:00 CEST,"0.012398","0.007925","0.019564","0.000000","-0.012547","-0.011121","-0.021320","0.000000",""
2021-07-30 09:56:00 CEST,"0.005439","0.005010","0.004855","0.000000","-0.005845","-0.005766","-0.005351","0.000000",""
2021-07-30 09:57:00 CEST,"0.005867","0.004945","0.005764","0.000000","-0.006809","-0.004686","-0.005640","0.000000",""
2021-07-30 09:58:00 CEST,"0.005567","0.005334","0.005743","0.000000","-0.006595","-0.004880","-0.005123","0.000000",""
2021-07-30 09:59:00 CEST,"0.005481","0.004125","0.005640","0.000000","-0.005225","-0.006759","-0.005516","0.000000",""
2021-07-30 10:00:00 CEST,"0.005460","0.005312","0.004669","0.000000","-0.005738","-0.004686","-0.004834","0.000000",""
2021-07-30 10:01:00 CEST,"0.159669","0.158657","0.139921","0.000000","-0.108623","-0.123824","-0.112114","0.000000",""
2021-07-30 10:02:00 CEST,"0.005567","0.004859","0.005330","0.000000","-0.006252","-0.005204","-0.005165","0.000000",""
2021-07-30 10:03:00 CEST,"0.005995","0.004492","0.005103","0.000000","-0.005888","-0.005204","-0.005247","0.000000",""
2021-07-30 10:04:00 CEST,"0.005310","0.004578","0.006156","0.000000","-0.006338","-0.004125","-0.004483","0.000000",""
2021-07-30 10:05:00 CEST,"0.005503","0.005355","0.005330","0.000000","-0.006466","-0.005723","-0.004524","0.000000",""
2021-07-30 10:06:00 CEST,"0.007344","0.007666","0.010102","0.000000","-0.007473","-0.007061","-0.009069","0.000000",""
2021-07-30 10:07:00 CEST,"0.007045","0.009156","0.008201","0.000000","-0.008179","-0.010387","-0.008243","0.000000",""
2021-07-30 10:08:00 CEST,"0.006124","0.005528","0.006322","0.000000","-0.005674","-0.005507","-0.006487","0.000000",""
2021-07-30 10:09:00 CEST,"0.007109","0.005701","0.006714","0.000000","-0.006102","-0.005442","-0.006445","0.000000",""
2021-07-30 10:10:00 CEST,"0.006338","0.006047","0.006404","0.000000","-0.007087","-0.005550","-0.005888","0.000000",""
2021-07-30 10:11:00 CEST,"0.010192","0.011467","0.023799","0.000000","-0.013832","-0.013993","-0.025699","0.000000",""
2021-07-30 10:12:00 CEST,"0.006167","0.005723","0.006094","0.000000","-0.006252","-0.007018","-0.006404","0.000000",""
2021-07-30 10:13:00 CEST,"0.006124","0.006565","0.008780","0.000000","-0.007194","-0.006025","-0.009503","0.000000",""
2021-07-30 10:14:00 CEST,"0.006145","0.005701","0.008119","0.000000","-0.006745","-0.005615","-0.007706","0.000000",""
2021-07-30 10:15:00 CEST,"0.006616","0.009156","0.006776","0.000000","-0.006167","-0.005723","-0.006032","0.000000",""
2021-07-30 10:16:00 CEST,"0.005631","0.007925","0.006115","0.000000","-0.005503","-0.005204","-0.006074","0.000000",""
2021-07-30 10:17:00 CEST,"0.006916","0.007558","0.008553","0.000000","-0.007045","-0.005939","-0.008408","0.000000",""
2021-07-30 10:18:00 CEST,"0.009700","0.007191","0.007127","0.000000","-0.007066","-0.005636","-0.005660","0.000000",""
2021-07-30 10:19:00 CEST,"0.006573","0.006414","0.006404","0.000000","-0.006552","-0.005355","-0.006301","0.000000",""
2021-07-30 10:20:00 CEST,"0.006424","0.004967","0.005185","0.000000","-0.005824","-0.005507","-0.005041","0.000000",""
2021-07-30 10:21:00 CEST,"0.007087","0.005701","0.005764","0.000000","-0.006980","-0.005550","-0.005970","0.000000",""
2021-07-30 10:22:00 CEST,"0.007730","0.005485","0.005537","0.000000","-0.006317","-0.005960","-0.006094","0.000000",""
2021-07-30 10:23:00 CEST,"0.007130","0.006414","0.005784","0.000000","-0.006638","-0.006478","-0.006817","0.000000",""
2021-07-30 10:24:00 CEST,"0.007280","0.007105","0.007334","0.000000","-0.007601","-0.006997","-0.006983","0.000000",""
2021-07-30 10:25:00 CEST,"0.006124","0.005960","0.006983","0.000000","-0.006809","-0.005809","-0.006817","0.000000",""
2021-07-30 10:26:00 CEST,"0.010363","0.012136","0.013201","0.000000","-0.012226","-0.010862","-0.014895","0.000000",""
2021-07-30 10:27:00 CEST,"0.006573","0.006435","0.006115","0.000000","-0.006873","-0.007256","-0.005598","0.000000",""
2021-07-30 10:28:00 CEST,"0.012226","0.008055","0.010288","0.000000","-0.014689","-0.008163","-0.009338","0.000000",""
2021-07-30 10:29:00 CEST,"0.010685","0.010085","0.017684","0.000000","-0.008372","-0.007256","-0.017498","0.000000",""

MP 1, KG, Sprengung 3 vom 30.07.2021

Die Messstriggerschwelle wurde nicht überschritten, Daten aus dem „Slow-Trace“



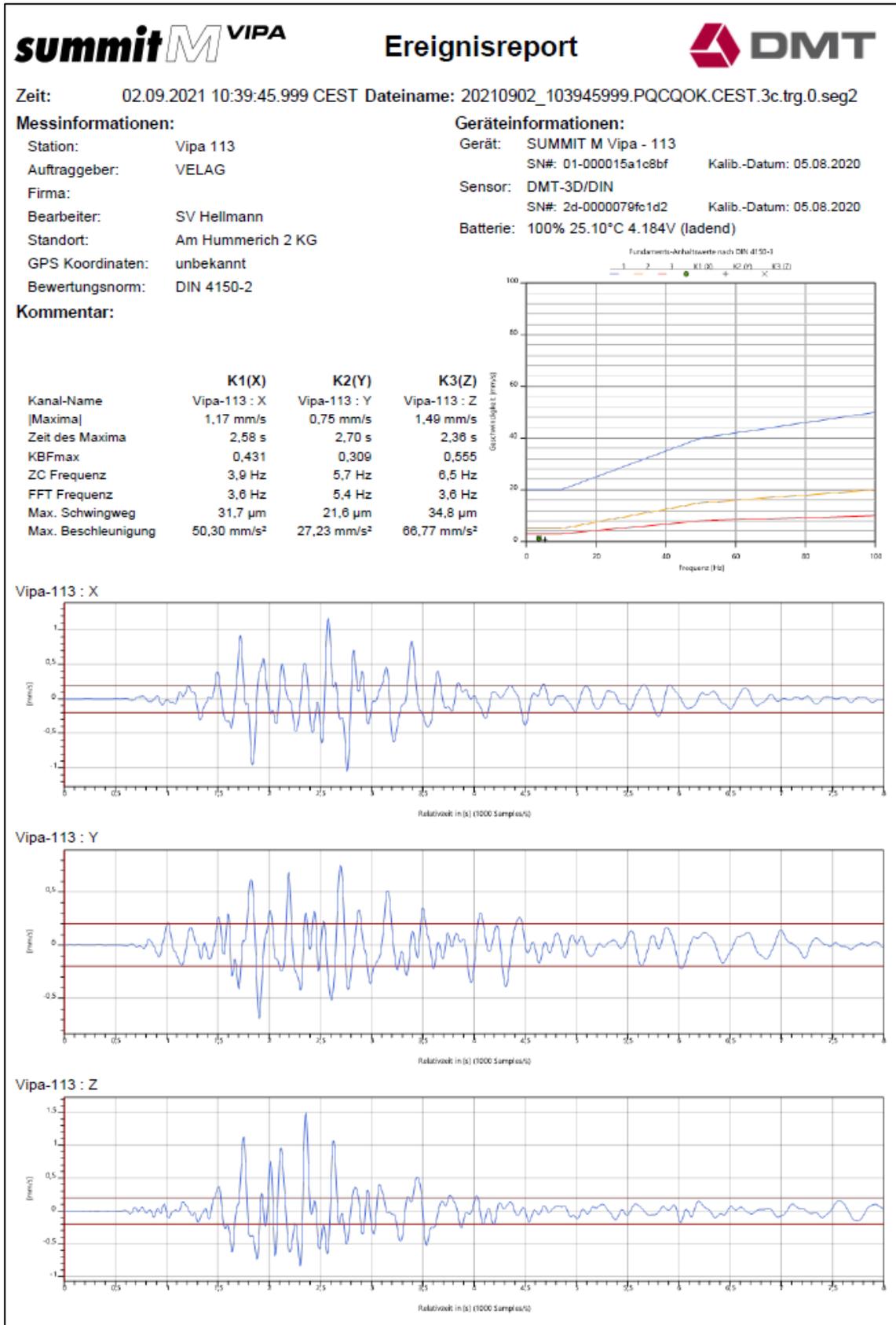
Anlage 5.7



MP 2 und 3, DG, Sprengung 3 vom 30.07.2021



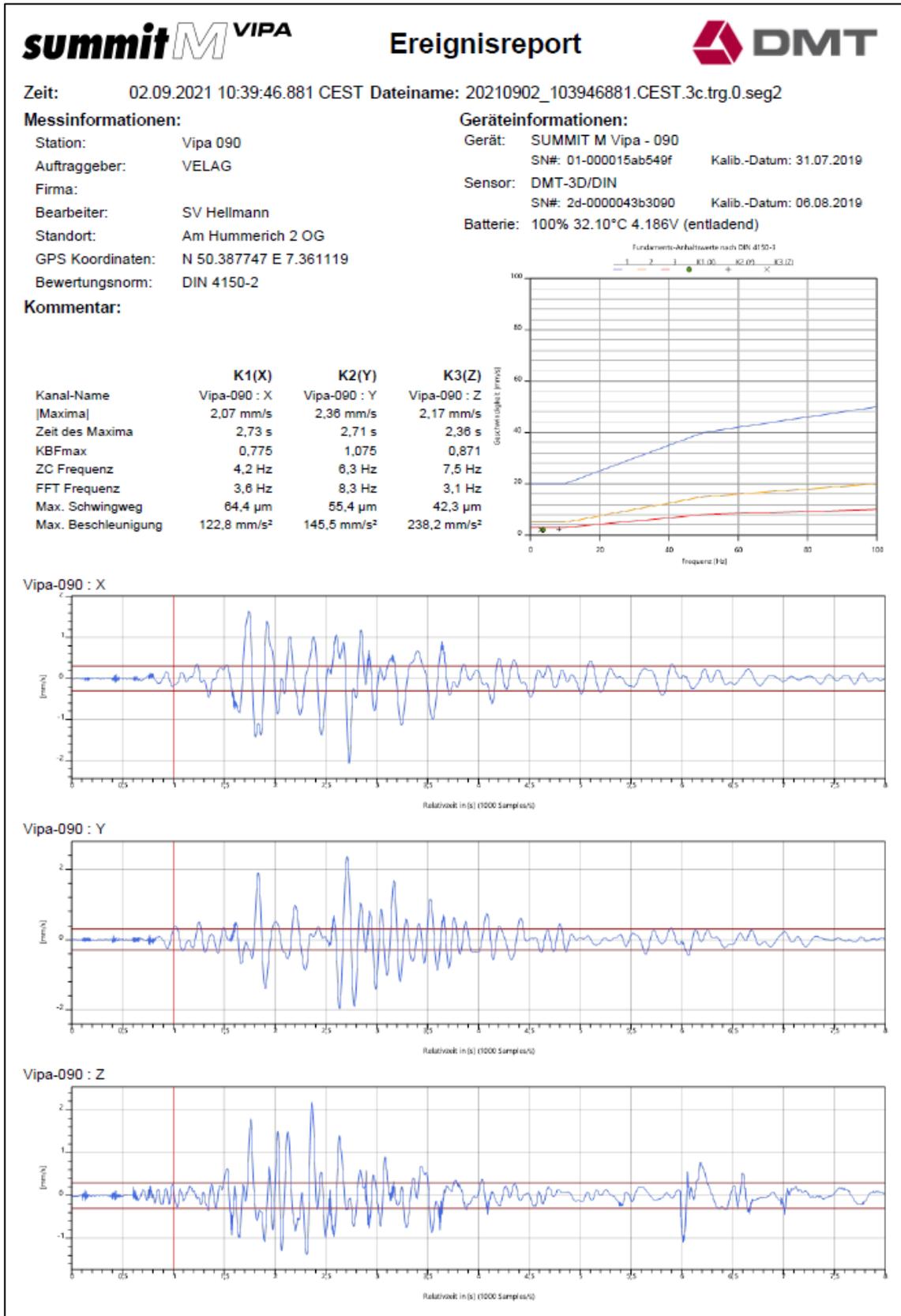
Anlage 5.8



MP 1, KG, Sprengung 4 vom 02.09.2021



Anlage 5.9



MP 2 und 3, DG, Sprengung 4 vom 02.09.2021



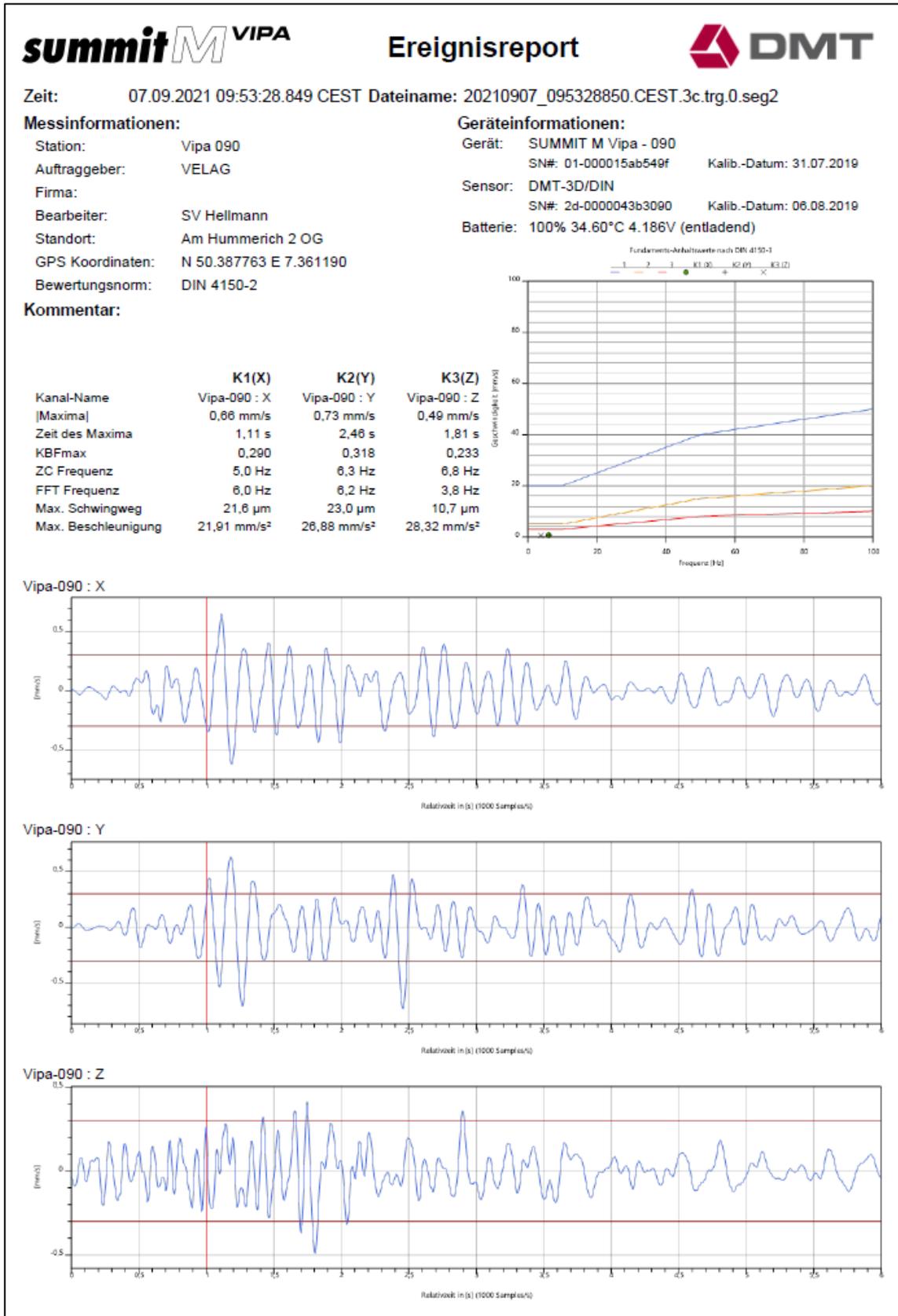
Anlage 5.10



MP 1, KG, Sprengung 5 vom 07.09.2021



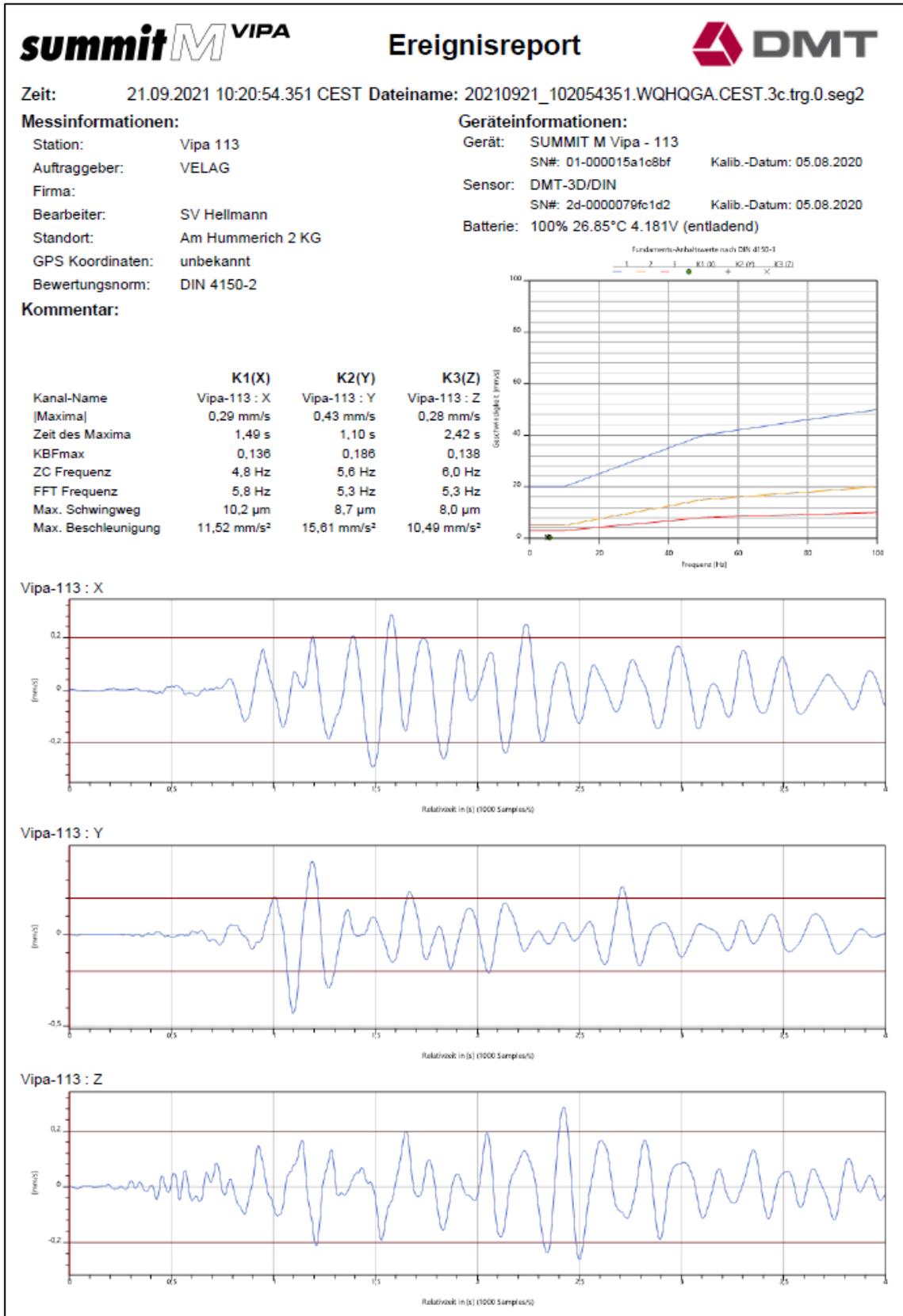
Anlage 5.11



MP 2 und 3, DG, Sprengung 5 vom 07.09.2021



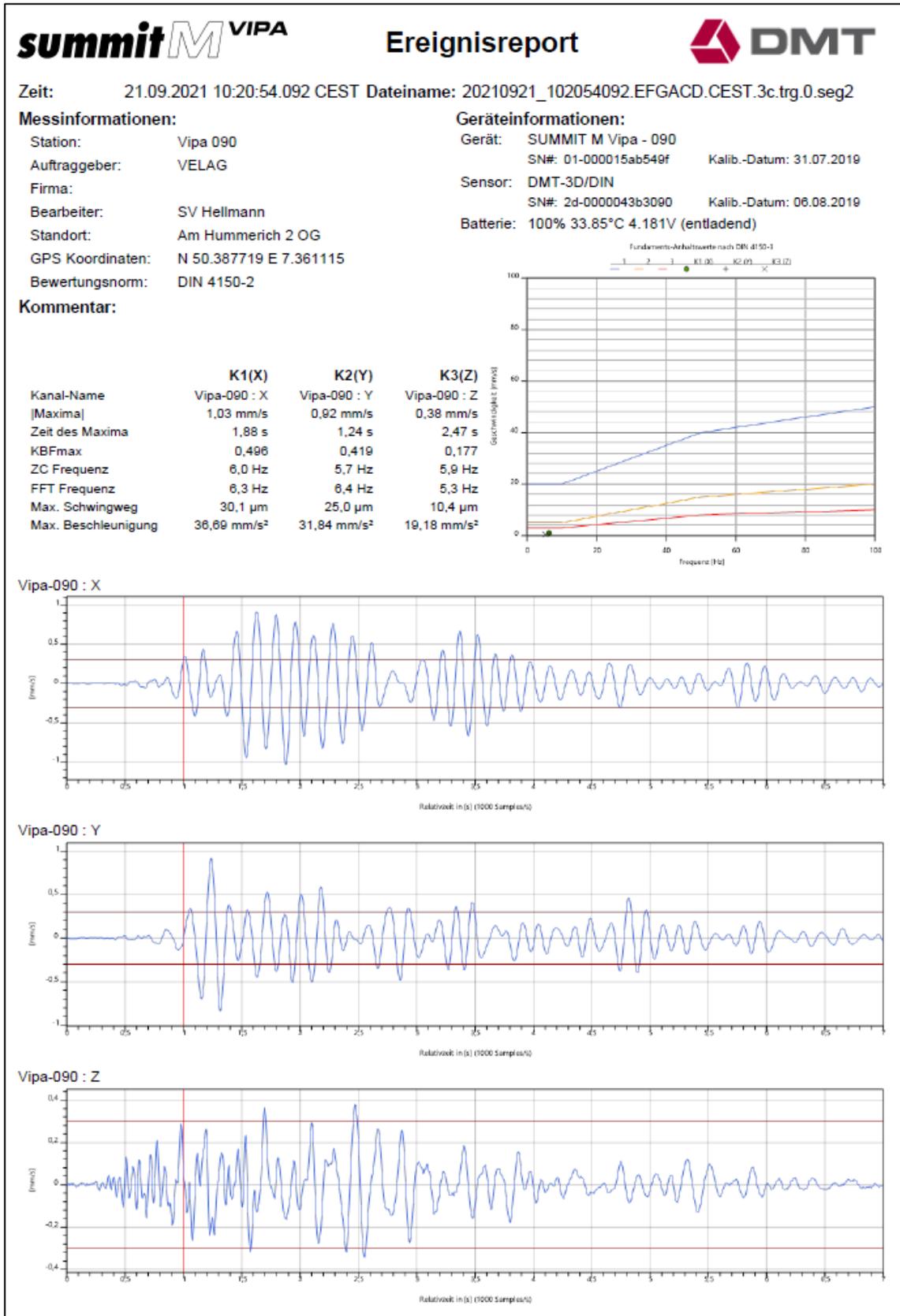
Anlage 5.12



MP 1, KG, Sprengung 6 vom 21.09.2021



Anlage 5.13



MP 2 und 3, DG, Sprengung 6 vom 21.09.2021

