



Von der IHK Braunschweig öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für allgemeine Sprengarbeiten und Großbohrlochsprengungen

Am Schütt 8
D – 38685 Langelsheim
Tel.: 0 53 26/ 9 39 21
Fax: 0 53 26/ 9 39 29
Mobil: 0173 / 7 25 42 49

Albrecht@Sprengdienstleistungen.de

Thomas Albrecht · Am Schütt 8 · 38685 Langelsheim

Fa Knauf Gips KG

Hüttenheim 45

97348 Markt Willanzheim

Sachverständige Stellungnahme zu sprengtechnischen Parametern und Emissionen aus Gewinnungssprengungen im Rahmen der Erweiterung des Tagebaus „Bad Königshofen Nord“ der Firma Knauf Gips KG

Auftraggeber: Fa Knauf Gips KG
Herr Tobias Beltz
Hüttenheim 45
97348 Markt Willanzheim

Auftragsdatum: 1. Juli 2019

Diese Stellungnahme Nr. 2019/07-Kn-BK hat einen Umfang von 27 Textseiten und 2 Anlagen.

Sie dient nur dem oben genannten Zweck



Inhaltsverzeichnis

1	Präambel.....	4
1.1	Allgemeines	4
1.2	Auftragsinhalt	4
1.3	Vom AG erhaltene Unterlagen	5
1.4	Sonstige verwendete Unterlagen.....	5
1.5	Verwendete Literatur	5
1.6	Hinweis zu Hilfskräften	5
2	Abbaukonzept, benachbarte Objekte und sprengtechnische Daten.....	6
2.1	Abbaukonzept	6
2.2	Benachbarte Objekte.....	7
2.3	Sprengtechnische Daten	8
2.3.1	Sprengungen mit vertikalen Bohrlöchern (Flächensprengung)	8
2.3.2	Sprengungen mit horizontalen Bohrlöchern (Hebersprengung)	9
2.3.3	Größe der Sprenganlagen.....	9
2.3.4	Zündtechnik	10
3	Sprengemissionen.....	10
3.1	Steinflug	10
3.2	Sprengschwaden	11
3.3	Staub	11
3.4	Lärm/Schalldruck	11
3.5	Sprengerschütterungen (allgemein)	11
4	Beurteilung und Prognose von Sprengerschütterungen	12
4.1	DIN 4150-2 – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	13
4.2	DIN 4150-3 – Einwirkungen auf bauliche Anlagen.....	14
4.3	Prognose von Sprengerschütterungen	17
4.3.1	Einwirkungen auf bauliche Anlagen.....	17
4.3.2	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	19
5	Akzeptoren mit Zuordnung zu Gefährdungsbereichen.....	22



6	Beurteilung von Sprengemissionen, Maßnahmen	23
6.1	Steinflug/Sprengbereich	23
6.2	Sprengschwaden	24
6.3	Staub	25
6.4	Lärm/Schalldruck	25
6.5	Sprengerschütterungen.....	26
6.6	Zusammenfassende Beurteilung der Sprengemissionen.....	26
7	Begleitende Messungen.....	26
8	Zusammenfassung.....	27



1 Präambel

1.1 Allgemeines

Die Firma Fa. Knauf Gips KG betreibt nördlich der Gemeinde Bad Königshofen einen Tagebau zur Gewinnung von Kalziumsulfat.

Für den momentanen Abbau liegt die Hauptbetriebsplanzulassung vom 17.09.2018 mit Az. 26-3918.032.21-II/4-267/2018 vor.

Zur weiteren Rohstoffsicherung sind zwei Erweiterungsflächen geplant. Eine Erweiterung im nördlichen Bereich mit einer Fläche von ca. 15 ha und eine Erweiterung im westlichen Bereich mit einer Fläche von ca. 8 ha (Anlage 1).

Mit diesen Erweiterungen soll ein langfristiges Weiterbestehen des Betriebes und der damit verbundenen Arbeitsplätze gesichert werden.

Die Rohsteingewinnung erfolgt aktuell mittels Bohr- und Sprengtechnik. Nach dem mechanischen Abräumen der das Gipslager überdeckenden Schichten, wird der Rohstein je nach Lagermächtigkeit in Strossenhöhen von ca. 3 bis 10 m sprengtechnisch gelöst.

Die für die Sprengarbeiten benötigten Sprengstoffe und Zündmittel werden auf dem Betriebsgelände in einem zugelassenen Sprengmittellager bedarfsgerecht vorgehalten.

1.2 Auftragsinhalt

Die Gewinnung des Kalziumsulfats in den geplanten Erweiterungsgebieten soll wie in dem aktuell laufenden Betrieb mittels Bohr- und Sprengtechnik erfolgen.

Dabei soll das Gestein primär mit Flächensprengungen gelöst werden, bei denen die Sprengbohrlöcher senkrecht von oben in die Lagerstätte gebohrt werden.

Optional soll die Gewinnung auch mit Hebersprengungen durchführbar sein, bei denen die Sprengbohrlöcher in mehreren Lagen horizontal in die Lagerstätte gebohrt werden.

Die sachverständige Stellungnahme soll die für die Erweiterungsgebiete vorgesehene Bohr- und Sprengtechnik näher betrachten, Empfehlungen für sicher anwendbare bohr- und sprengtechnische Parameter abgeben und die zwangsläufig bei Sprengungen entstehenden Emissionen prognostizieren und beurteilen.

Dabei sind die in Anlage 2 gekennzeichneten Abbauphasen 3 bis 6 in der nördlichen Erweiterung und die Abbauphasen 7 bis 9 in der westlichen Erweiterung zu berücksichtigen.



Die Abbauphasen 1 und 2 brauchen hier nicht näher betrachtet werden, da für diese Bereiche bereits eine Abbaugenehmigung erteilt ist und die Flächen sich schon im Abbau befinden.

Der Schutz der Nachbarschaft muss unter Einhaltung der jeweils zulässigen Immissionsgrenzwerte gewährleistet sein.

1.3 Vom AG erhaltene Unterlagen

- Lageplan (pdf) zur Erweiterungsplanung Bad Königshofen vom 24.07.2017, letzte Änderung vom 30.07.2018 (Anlage 1)
- Abbauplan mit Abbauphasen und Verfüllkonzept (pdf) vom 16.08.2018 (Anlage 2)
- Hauptbetriebsplanzulassung vom 17.09.2018 mit Az. 26-3918.032.21-II/4-267/2018

1.4 Sonstige verwendete Unterlagen

- Bebauungsplan "Hochgericht II" der Stadt Bad Königshofen vom 03.11.2015

1.5 Verwendete Literatur

- SprengG - Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz), Stand Juni 2017
- SprengTR 310 - Sprengarbeiten, Stand Oktober 2016
- DGUV Vorschrift 29 (bisher BG-Vorschrift C11) Steinbrüche, Gräbereien und Halden, Stand Januar 2011
- DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 1, Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Stand Juni 2001
- DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Stand Juni 1999
- DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Stand Dezember 2016
- DIN 45669 Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1, Schwingungsmesser - Anforderungen und Prüfungen, Stand September 2010
- DIN 45669 Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 2, Messverfahren, Stand Juni 2005
- TA Lärm - Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Stand August 1998

1.6 Hinweis zu Hilfskräften

Die vorliegende Stellungnahme wurde von mir persönlich erstattet.
Es erfolgte keine Mitarbeit von Hilfskräften.



2 Abbaukonzept, benachbarte Objekte und sprengtechnische Daten

2.1 Abbaukonzept

Die nördliche Erweiterung mit einer Gesamtfläche von ca. 15 ha schließt nahtlos an eine bestehende Abbaufäche an.

Die geplante Abbauführung in dieser Erweiterung ist in 6 Abbauphasen (1 bis 6) unterteilt. Für die Abbauphasen 1 und 2 liegt bereits eine Abbaugenehmigung vor. Diese Flächen werden in dieser Stellungnahme nicht weiter betrachtet. Der Abbau in den Abbauphasen 3 bis 6 erfolgt analog zur Nummerierung von Süden nach Norden und von Osten nach Westen.

Die westliche Erweiterung mit einer Gesamtfläche von ca. 8 ha liegt nordwestlich der Straßenkreuzung St2282 / NES4.

In dieser Erweiterung ist die geplante Abbauführung in 3 Abbauphasen (7 bis 9) unterteilt. Der Abbau in diesen Abbauphasen erfolgt analog zur Nummerierung von Süden nach Norden und von Osten nach Westen.

Eine Übersicht der geplanten Abbauführung und Abraumbewegung ist der Anlage 2 zu entnehmen.

Nach mechanischer Beseitigung der überlagernden Abraumschichten wird der dann freiliegende Gesteinskörper mittels Bohr- und Sprengtechnik gelöst und in lade- und förderfähiges Haufwerk zerkleinert.

Der sprengtechnisch zu lösende Gesteinskörper wird voraussichtlich eine Höhe von 3 bis 10 m haben und soll, in Abhängigkeit der Gesteinsqualität, mit einer oder mehreren Abbaustrossen (Schichten) herein gewonnen werden.

Primär soll das Lösen des Gesteins mit mehrreihigen Flächensprengungen durchgeführt werden.

Aufgrund der maximalen Lagermächtigkeit von ca. 10 m werden in dieser Erweiterungsfläche in der Regel keine „Großbohrlochsprengungen“ zur Anwendung kommen.

Großbohrlochsprengungen sind Sprenganlagen bei denen die Sprengbohrlöcher eine Länge von 12 m überschreiten.

Bei geringen Lagermächtigkeiten oder nicht befahrbaren Bohrsohlen (z. B. in der Überdeckung) besteht auch die Möglichkeit, den Gesteinskörper mit horizontalen Bohrlochern, die in den unteren Bereich des Gesteinskörpers gebohrt werden, sogenannten Heberlöchern, zu lösen.



Da bei dieser Art der Sprengungen das Bohr- und Sprengpersonal im Fußbereich der Bruchwand arbeiten muss, kann je nach Höhe und Zustand der Bruchwand ein erhöhtes Steinschlagrisiko bestehen.

Vor Anwendung dieser Sprengtechnik sind entsprechende Gefährdungsbeurteilungen zu erstellen und der Bedarf ist zu begründen.

Für die Erstellung der Bohrlöcher werden moderne, dieselhydraulisch angetriebene Bohrgeräte eingesetzt, die eine hohe Bohrgenauigkeit und damit auch die Einhaltung der vorgegebenen Bohrparameter (Bohrlochneigung und -richtung) gewährleisten.

Vor dem Einbringen des Sprengstoffs wird die Qualität der Bohrlöcher über einen Vergleich der Soll- und Istwerte der Bohrparameter überprüft. Sollten dabei Abweichungen außerhalb des jeweiligen Toleranzbereichs festgestellt werden, die sicherheits- und emissionsrelevant sein können, werden geeignete Maßnahmen (z. B. Zwischenbesatz, gestreckte Ladesäule, größerer Sprengbereich) angewendet, die die Abweichungen kompensieren können.

Anschließend werden die Bohrlöcher mit der für eine gute Zertrümmerung des Gesteins erforderlichen Sprengstoffmenge beladen. Je nach Anforderungsprofil können dabei ANFO-Sprengstoffe, Emulsionssprengstoffe oder gelatinöse Sprengstoffe verwendet werden.

Die eingebrachten Sprengladungen werden mit einem elektrischen Zündsystem mit unterschiedlichen Zündzeitstufen initiiert. Bei Bedarf wird zur sicheren Detonationsübertragung innerhalb der Sprengstoffladesäulen zusätzlich eine Sprengschur eingesetzt.

2.2 Benachbarte Objekte

Um die nördliche Erweiterung mit den Abbauphasen 3 bis 6 befinden sich folgende Objekte, die in die Emissionsbetrachtung einfließen:

Gewerbebetrieb Ottelmannshäuser Straße 3 mit einer Entfernung von > 500 m zur südlichen Grenze der Abbauphase 3 (Akzeptor A3)

Neubaugebiet an der Straße Lahnbergblick mit einer Entfernung von > 600 m zur südlichen Grenze der Abbauphase 3 (Akzeptor A1)

Die Straße St2282 mit einer Entfernung von ca. 370 m zur südlichen Grenze der Abbauphase 3 (Akzeptor A4)

Die Straße St2275 mit einer Entfernung von ca. 10 m zur westlichen Grenze der Abbauphasen 5 und 6 (Akzeptor A5)

Die Straße NES1 mit einer Entfernung von ca. 270 m zur östlichen Grenze der Abbauphasen 3 und 4 (Akzeptor A6)

Um die westliche Erweiterung mit den Abbauphasen 7 bis 9 befinden sich folgende Objekte, die in die Emissionsbetrachtung einfließen:



Landwirtschaftlicher Hof Aubstädter Straße 36 mit einer Entfernung von > 200 m zur südlichen Grenze der Abbauphase 7 (Akzeptor A2)
Gewerbebetrieb Ottelmannshäuser Straße 3 mit einer Entfernung von > 400 m zur südöstlichen Grenze der Abbauphase 7 (Akzeptor A3)
Die Straße St2282 mit einer Entfernung von ca. 70 m zur südlichen Grenze der Abbauphase 7 (Akzeptor A4)
Die Straße NES4 mit einer Entfernung von ca. 10 m zur östlichen Grenze der Abbauphasen 7 bis 9 (Akzeptor A7)

Ansonsten befinden sich um die Erweiterungsflächen herum überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen, sowie öffentliche Straßen und Feldwege mit geringer Verkehrsdichte, die gut einsehbar sind.

2.3 Sprengtechnische Daten

2.3.1 Sprengungen mit vertikalen Bohrlöchern (Flächensprengung)

Hierbei werden von oben senkrechte Bohrlöcher mit einem maximalen Durchmesser von 52 mm in den zu lösenden Gesteinskörper eingebracht. Die Länge der Bohrlöcher ist dabei abhängig von der Lagermächtigkeit, bzw. der Höhe der abzubauenen Gesteinsschicht. Die Bohrlöcher werden mit einem Abstand von mindestens 2,0 m und einer Vorgabe zur freien Fläche (senkrechte Bruchwand) von mindestens 2,5 m erstellt. Werden mehrere Reihen gebohrt, beträgt der Reihenabstand mindestens 2,0 m. Die Endbesatzlänge beträgt mindestens 1,5 m.

Bei einer maximalen Lagermächtigkeit von 10,0 m und einer Endbesatzlänge von 1,5 m beinhaltet ein Bohrloch mit einem Durchmesser von 52 mm unter Verwendung von ANFO-Sprengstoff eine maximale Lademenge von ca. 15,0 kg Sprengstoff.

Als Besatzmaterial zur Verdämmung der Ladesäule dürfen nur geeignete Stoffe verwendet werden. Geeignet sind z. B. trockenes, körniges Bohrklein, Sand oder Splitt bis 16 mm.

Bei Bedarf ist eine zusätzliche Abdeckung der Bohrlöcher (z. B. mit Sprengmatten, Förderbändern, Feinsplitt) vorzunehmen.

Bei Verwendung kleinerer Bohrlochdurchmesser müssen die Vorgaben, Seiten- und Reihenabstände entsprechend angepasst werden. Dabei ist darauf zu achten dass ein mittlerer, spezifischer Sprengmitteleinsatz von $0,350 \text{ kg/m}^3$ für die erste Reihe und $0,400 \text{ kg/m}^3$ für die weiteren Reihen nicht überschritten wird.

Die Anzahl der zu sprengenden Bohrlöcher ist so zu planen, dass die in der Lademengen/Abstands-Tabelle gem. Abschnitt 4.3.1 festgelegten Lademengen je Zündzeitstufe nicht überschritten werden.



2.3.2 Sprengungen mit horizontalen Bohrlöchern (Hebersprengung)

Bei diesem Verfahren werden auf dem unteren Niveau des zu lösenden Gesteinskörpers horizontale Bohrlöcher mit einem maximalen Durchmesser von 52 mm und einer maximalen Länge von 4 m erstellt. Der horizontale Abstand der Bohrlöcher beträgt mindestens 2,0 m. Je nach Lagermächtigkeit werden mehrere Bohrlochreihen übereinander gebohrt, dabei beträgt der vertikale Abstand der Bohrlochreihen mindestens 2,0 m. Die Endbesatzlänge beträgt mindestens 1,5 m.

Bei einer maximalen Bohrlochlänge von 4,0 m und einer Endbesatzlänge von 1,5 m hat ein Bohrloch mit einem Durchmesser von 52 mm unter Verwendung von ANFO-Sprengstoff eine maximale Lademenge von 4,5 kg Sprengstoff.

Der vertikale Abstand (Vorgabe) der oberen Bohrlöcher zur freiliegenden Geländeoberfläche soll mindestens 2,5 m betragen.

Unterschreitet die Entfernung der Sprengstelle zu gefährdeten Objekten eine Länge von 100 m, soll der vertikale Abstand (Vorgabe) der oberen Bohrlöcher zur freiliegenden Geländeoberfläche mindestens 3,0 m betragen.

Unterschreitet die Entfernung der Sprengstelle zu gefährdeten Objekten eine Länge von 70 m, ist dieses Sprengverfahren nicht mehr anzuwenden. Die Sprengarbeiten können in diesem Bereich mit vertikalen Bohrlöchern (Flächensprengungen) durchgeführt werden.

Bei Verwendung kleinerer Bohrlochdurchmesser müssen die Vorgaben, Seiten- und Reihenabstände entsprechend angepasst werden.

Die Anzahl der zu sprengenden Bohrlöcher ist so zu planen, dass die in der Lademengen/Abstands-Tabelle gem. Abschnitt 4.3.1 festgelegten Lademengen je Zündzeitstufe nicht überschritten werden.

2.3.3 Größe der Sprenganlagen

Unter Berücksichtigung der zu lösenden Jahresmengen soll der Abbau so geplant werden, dass Sprenganlagen mit möglichst großen Kubaturen realisiert werden können. Damit werden die Anzahl der Sprengungen und auch die Anzahl der auf die Nachbarschaft einwirkenden Sprengemissionen deutlich reduziert.

Dazu ist anzumerken, dass mit der Vergrößerung von Sprenganlagen nicht zwingend auch eine Vergrößerung der Sprengemissionen, und hierbei in erster Linie der Sprengerschütterungen, einhergehen muss. Ausschlaggebend für die Intensität der Sprengerschütterungen ist vorrangig nicht die Gesamtlademenge der Sprenganlage, sondern vielmehr die Lademenge je eingesetzter Zündzeitstufe.



2.3.4 Zündtechnik

Für die Initiierung der Sprenganlagen wird primär das elektrische Zündsystem eingesetzt.

Dabei stehen dem Sprengberechtigten elektrische Kurzzeitzünder mit einem Zündintervall von 25 ms (20 Zündzeitstufen) und daran anschließend von 50 ms (10 Zündzeitstufen) zur Verfügung.

Zusätzlich kann auch noch ein Momentzünder verwendet werden.

Unter Berücksichtigung der maximalen Lademenge je Zündzeitstufe gem. Abschnitt 4.3.1 können die einzelnen Zündzeitstufen innerhalb einer Sprenganlage mehrfach eingesetzt werden so dass auch Sprenganlagen mit mehr als 31 Sprengbohrlöchern realisiert werden können.

3 Sprengemissionen

Bei der Ausführung von Gewinnungssprengungen kommt es zwangsläufig zu unterschiedlichen Emissionen, die im Folgenden näher beschrieben werden.

3.1 Steinflug

Steinflug aus Sprenganlagen kann aus verschiedenen Zusammenhängen entstehen. Ursache ist aber immer eine flächige oder punktuelle Überladung des Gesteinskörpers.

Im Wesentlichen kann Steinflug im Bereich der Ausbruchfläche in Sprengrichtung streuen, oder auch aus dem Bereich des Bohrlochmundes mit Auswurf nach oben in den Rück- oder Seitenraum der Sprenganlage gelangen.

Grundvoraussetzung für die Vermeidung von Steinflug ist die Einhaltung des für das jeweilige Sprengobjekt ermittelten spezifischen Sprengstoffaufwands im Bereich der Ausbruchfläche, sowie die Einhaltung einer Mindestbesatzzone am Bohrlochmund.

Um dies zu gewährleisten, wird jede Sprenganlage unter Berücksichtigung der aktuellen geografischen und geologischen Bedingungen vorab geplant.

Werden bereits bei der Planung oder während der Überprüfung der Sprenganlage Umstände ermittelt, die zu einer Überladung und damit zu Steinflug führen könnten, müssen entsprechende Maßnahmen durchgeführt werden.

Ein weiterer Grund für Steinflug kann das Verlaufen von Sprengstoff in Hohlräume oder Klüfte sein, was ebenfalls zu einer punktuellen Überladung führen kann. Ein kontinuierliches Überwachen des Anstiegens der Ladesäule lässt hier eventuell auftretende Probleme früh erkennen und geeignete Maßnahmen (z. B. Verwendung von Zwischenbesatz) können eingeleitet werden.



3.2 Sprengschwaden

Mit Sprengschwaden werden die Gase bezeichnet, die bei der detonativen Umsetzung des Sprengstoffs entstehen und für eine erfolgreiche Sprengung (z. B. Werfen der Vorgabe bei Gewinnungssprengungen) zwingend notwendig sind.

Je kg Sprengstoff werden, in Abhängigkeit des Sprengstofftyps, bei der Umsetzung ca. 900 bis 1.000 l Gas entwickelt. Im Wesentlichen entstehen dabei stabile Verbrennungsprodukte in Form von Kohlenstoffdioxid (CO₂), Stickstoff (N₂), und Wasserdampf (H₂O). Zusätzlich entstehen noch in geringen Mengen Kohlenstoffmonoxid (CO) und Stickstoffoxide (NO, NO₂).

3.3 Staub

Durch die Zerstörung des Gesteinskörpers und das Werfen des Haufwerks entstehen mit der Sprengung auch Gesteinsstäube. Weiterhin werden durch das Niederlegen des Haufwerks auf der Fördersohle dort bereits vorhandene Stäube aufgewirbelt. Der Umfang der bei den Sprengungen entstehenden Gesteinsstäube ist letztendlich auch stark von den Umgebungsbedingungen (nass/trocken) und den aktuellen Witterungsbedingungen (Sonne/Regen/Luftfeuchtigkeit) abhängig.

3.4 Lärm/Schalldruck

Durch die hohe Umsetzungsgeschwindigkeit des Sprengstoffs kommt es zu Geräuschemissionen, die als Detonationsknall wahrgenommen werden können.

Die größten Schallemissionen bei Gewinnungssprengungen gehen bei der Verwendung von Sprengschnüren von eventuell am Bohrlochmund freiliegenden Sprengschnurenden aus.

Auch falscher oder fehlender Endbesatz kann zu verstärkten Lärmemissionen führen.

Vorwiegend in Ausbruchrichtung kann es im Nahbereich der Umgebung zu Belästigungen durch Schalldruck kommen.

3.5 Sprengerschütterungen (allgemein)

Die bei der Umsetzung des im Bohrloch eingebrachten Sprengstoffs freiwerdende Energie wird im Wesentlichen in die Zertrümmerung des umgebenden Gebirges und das Werfen der jeweiligen Vorgabe (Massenbewegung) umgesetzt.

Ein Teil dieser Energie generiert aber auch verschiedene Schwingungen im Gesteinskörper, die im Nah- und Fernbereich unterschiedliche Auswirkungen zeigen.

Für die Auswirkungen auf die weitere Umgebung der Sprengstelle haben die Rayleigh-Wellen (Oberflächen-Wellen) die größte Bedeutung.



Die bei einer Sprengung entstehenden Erschütterungen sind nicht vermeidbar, man kann aber bei der Planung der jeweiligen Sprenganlage mit unterschiedlichen Faktoren Einfluss auf die Stärke der Schwingungen nehmen. Dies sind u. a. die Höchstlademenge Sprengstoff je Zündzeitstufe, die Wahl des spezifischen Sprengstoffaufwands und der Aufbau der Zündanlagen (Zündsystem, Zündrichtung, Zündintervall).

Die Entfernung zur Emissionsquelle ist zudem noch ein wesentlicher Faktor für die zu erwartenden Erschütterungen am Immissionsort. Mit zunehmender Entfernung geht auch eine Reduzierung der Oberflächenwellen einher.

Weiterhin ist auch darauf zu achten, dass der für das jeweilige Gestein erforderliche spezifische Sprengstoffbedarf (q) möglichst genau eingehalten wird. Zu geringer Sprengstoffeinsatz würde zwangsläufig zu einer „Unterladung“ der Sprenganlage führen. Der Sprengstoff steht dann zu sehr im Zwang und ist nicht mehr in der Lage die berechnete Vorgabe planmäßig zu werfen. Das führt zu einem erhöhten Energieeintrag ins umliegende Gebirge und damit auch zu einer Erhöhung der Sprengerschütterungen.

Aber auch Bohrfehler (z. B. verlaufene Bohrlöcher, zu tiefe Unterbohrung) oder ungünstige Zündzeitstufenplanung (Zündung aus dem Zwang) können diesen Effekt verstärken.

4 Beurteilung und Prognose von Sprengerschütterungen

Die Beurteilung und Prognose von Sprengerschütterungen erfolgt auf Grundlage der DIN 4150 mit den Teilen 1 bis 3.

Erschütterungen im Sinne dieser Norm sind mechanische Schwingungen fester Körper mit potentiell schädigender oder belästigender Wirkung für den Menschen oder schädigender Wirkung für bauliche Anlagen.

Teil 1 dieser Norm 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 erfolgen.

Erschütterungen aus Sprengungen sind Einzelereignisse

Die Normenreihe DIN 45669, Messung von Schwingungsimmissionen, besteht aus

- Teil 1: Schwingungsmesser — Anforderungen und Prüfungen und
- Teil 2: Messverfahren.



Die DIN 45669-2 legt ein Verfahren zur Messung von Schwingungen unter Verwendung der in DIN 45669-1 definierten Schwingungsmesser fest. Es enthält allgemeine Festlegungen für die Auswahl der Messorte und Messrichtungen, sowie Grundsätze zur einheitlichen Durchführung von Messungen im Rahmen des Immissionsschutzes.

Die nach diesem Dokument ermittelten Größen dienen zur Beurteilung von Schwingungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150, Teil 2 und auf bauliche Anlagen nach DIN 4150, Teil 3.

4.1 DIN 4150-2 – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Dieser Teil enthält Angaben für die Beurteilung von Erschütterungen im Frequenzbereich von 1 Hz bis 80 Hz, die in Gebäuden auf Menschen einwirken.

Grundsätzlich sollte der Mensch in Gebäuden, insbesondere in Wohnungen, so wenig wie möglich wahrnehmbaren Erschütterungen ausgesetzt werden. Wahrnehmbare Erschütterungen sind jedoch nach dem Stand der Technik nicht immer zu vermeiden.

Es werden Anforderungen und Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden.

Die Messung der Schwingungsgrößen erfolgt in einer vertikalen (z) und zwei rechtwinklig zueinander stehenden horizontalen Richtungen (x, y) auf der Decke des obersten Vollgeschosses.

Aus den Ergebnissen der Schwingungsmessung muss anschließend die maximale bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ (dimensionslos) bestimmt werden.

Der ermittelte $KB_{F_{max}}$ - Wert wird mit den Anhaltswerten der Tabelle 1 aus DIN 4150-2 verglichen. Ist der $KB_{F_{max}}$ - Wert $< A_0$ der für den jeweiligen Einwirkungsort entsprechenden Zeile, liegen die Erschütterungen in einem Bereich, der nicht zu erheblichen Belästigungen führt.



Tabelle 1: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen 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.

Da übertägige Sprenganlagen nur bei ausreichenden Licht- und Sichtverhältnissen gezündet werden dürfen, wird dies i. d. R. tagsüber geschehen, so dass die Anhaltswerte aus der Spalte „Tags“ anzunehmen sind.

4.2 DIN 4150-3 – Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Dieser Teil legt ein Verfahren für die Ermittlung und Beurteilung der durch Erschütterungen verursachten Einwirkungen auf bauliche Anlagen fest.

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

Für die Beurteilung sind die horizontalen Schwinggeschwindigkeiten in der obersten Deckenebene maßgebend.

Alternativ zu einer direkten Messung in der obersten Deckenebene kann für die Beurteilung kurzzeitiger Erschütterungen, zu denen die hier beschriebenen Sprengerschütterungen zählen, auch am Gebädefundament gemessen werden.



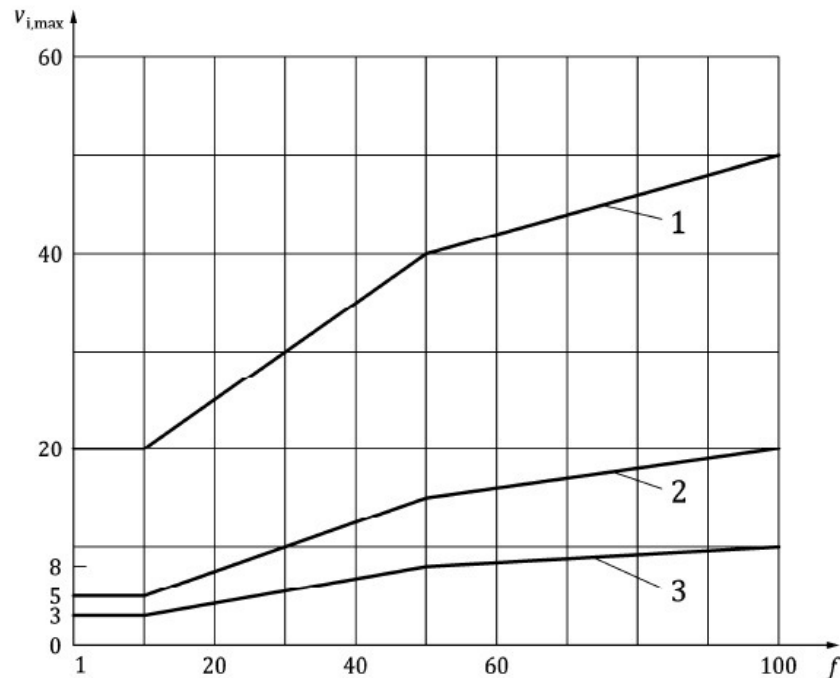
Für diese Beurteilung wird der größte Wert $v_{i, \max}$ der drei Einzelkomponenten $i = x, y, z$ der Schwinggeschwindigkeit $v(t)$ am Fundament herangezogen.

In Tabelle 1 und Bild 1 der DIN 4150-3 sind für verschiedene Gebäudearten Anhaltswerte für Schwinggeschwindigkeiten am Fundament und in der obersten Deckenebene angegeben.

Tabelle 1 — Anhaltswerte für $v_{i, \max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude

	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i, \max}$ in mm/s				
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$ Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken, vertikal, $i = z$
		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	20 bis 40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen <u>und</u> besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20 ^b
ANMERKUNG Auch 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 Unterabschnitt 5.1.2 Absatz 2 ist zu beachten.						





Legende

- | | |
|-------------|--|
| 1 | Zeile 1 |
| 2 | Zeile 2 |
| 3 | Zeile 3 |
| f | Frequenz (Hz) |
| $v_{i,max}$ | Betragsmaximalwert der Schwinggeschwindigkeit (mm/s) |

Bild 1 — Graphische Darstellung der Fundament-Anhaltswerte von Tabelle 1

Werden die Anhaltswerte nach Tabelle 1 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.

Die Anhaltswerte der o. g. Tabellen sind keine Grenzwerte.

Werden die Anhaltswerte nach Tabelle 1 überschritten, so folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen. Bei Überschreitungen sind gegebenenfalls weitergehende Untersuchungen erforderlich.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen ist z. B.:

- Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen und
- Verminderung der Tragfähigkeit von Decken und anderen Bauteilen.



Bei Gebäuden nach Tabelle 1, Zeilen 2 und 3, ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.

- Risse im Putz von Wänden auftreten;
- Bereits vorhandene Risse in Gebäuden vergrößert werden;
- Trenn- und Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen.

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

4.3 Prognose von Sprengerschütterungen

Über verschiedene Formelwerke können die zu erwartenden Schwinggeschwindigkeiten an den im Einflussbereich der Sprengungen liegenden Objekten prognostiziert werden.

Sind die berechneten Maximalwerte kleiner als die Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 4150-3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, werden die Anforderungen an den Erschütterungsschutz eingehalten.

Gleiches gilt für den errechneten KB_{Fmax} - Wert, der mit den Anhaltswerten der Tabelle 1 der DIN 4150-2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, abzugleichen ist.

4.3.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Für diese Stellungnahme wird die Prognoseformel nach Prof. Koch angewendet.

$$V_i = K \cdot \frac{\sqrt{L}}{R}$$

Dabei ist:

- V_i = maximale Schwinggeschwindigkeit (mm/s)
- K = Konstante für Gebirgsbeiwert (dimensionslos)
- L = Maximal Lademenge je Zündzeitstufe (kg)
- R = Entfernung Sprengstelle – Immissionsort (m)

Die Konstante K für den Gebirgsbeiwert im Kalziumsulfat liegt bei vergleichbaren Lagerstätten erfahrungsgemäß zwischen 80 und 120.

Für die Prognose der Sprengerschütterungen wurde von mir der obere Wert (120) angenommen.



Der geringste Abstand von der nördlichen Erweiterung zu benachbarten Akzeptoren liegt bei > 600 m zum Neubaugebiet an der Straße Lahnbergblick (Akzeptor A1) und bei > 500 m zum Gewerbebetrieb Ottelmannshäuser Straße 3 (Akzeptor A3).

Der geringste Abstand von der westlichen Erweiterung zu benachbarten Akzeptoren liegt bei > 200 m zum Landwirtschaftlichen Hof Aubstädter Straße 36 (Akzeptor A2) und bei > 400 m zum Gewerbebetrieb Ottelmannshäuser Straße 3 (Akzeptor A3).

In beiden Erweiterungsflächen nähern sich die Abbauflächen bis auf kurze Distanzen von ca. 10 m an öffentliche Straßen an (Akzeptoren A5 und A7)

Darauf basierend wurde die folgende Lademengen-Abstandstabelle berechnet, die einen Entfernungsbereich von 10 m bis 1.000 m abdeckt und die Zeilen 1 und 2 aus der Tabelle 1, DIN 4150-3, berücksichtigt.

L/A-Tabelle nach Koch K = 120	DIN 4150, Teil 3 Tabelle 1, Zeile 1, $v_i = \max. 20 \text{ mm/s}$ bei 10 Hz		DIN 4150, Teil 3 Tabelle 1, Zeile 2, $v_i = \max. 5 \text{ mm/s}$ bei 10 Hz	
	Entfernung zur Sprengstelle (m)	Lademenge/ Zündzeitstufe (kg)	v_{\max} am Fundament (mm/s)	Lademenge/ Zündzeitstufe (kg)
10	2,7	19,70	-	-
20	11,0	19,90	-	-
40	44,0	19,90	2,7	4,93
70	45,0	11,50	8,5	5,00
100	45,0	8,05	17,3	4,99
150	45,0	5,37	39,0	5,00
200	45,0	4,03	45,0	4,03
250	45,0	3,22	45,0	3,22
300	45,0	2,68	45,0	2,68
400	45,0	2,01	45,0	2,01
600	45,0	1,34	45,0	1,34
800	45,0	1,01	45,0	1,01
1000	45,0	0,81	45,0	0,81

Lademengen/Abstands-Tabelle

Bei der Erstellung der Tabelle wurde auf eine Berechnung mit Lademengen, die über 45 kg je Zündzeitstufe liegen, verzichtet, da solche Lademengen bei den geplanten Sprenganlagen nicht vorgesehen sind.



4.3.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Für die Prognose und Beurteilung nach DIN 4150-2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Tabelle 1, ist der $KB_{F_{max}}$ -Wert zu berechnen und mit den Anhaltswerten aus der Tabelle zu vergleichen.

Näherungsweise ist die Bestimmung der Beurteilungsgröße $KB_{F_{max}}$ aus der maximalen Schwinggeschwindigkeit und der Frequenz der Fundamentanregung nach folgender Formel möglich.

$$KB_{F_{max}} = KB \cdot c_F$$

Dabei ist:

$KB_{F_{max}}$ = maximal bewertete Schwingstärke (dimensionslos)

KB = KB-bewertetes Signal (dimensionslos)

c_F = Konstante nach DIN 4150-2, Tabelle 3 (dimensionslos)

Bei Sprengungen handelt es sich um Einzelereignisse von kurzer Dauer. Danach ist der Wert für die Konstante c_F der Zeile 4 der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Erfahrungswerte für die Konstante c_F für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen

Zeile	Kurzbeschreibung der Einwirkungsart ¹⁾	c_F ²⁾
1	Harmonische Schwingungen mit geringen Verzerrungen (z. B. Sägewerke in großer Entfernung oder bei wesentlicher Resonanzbeteiligung)	0,9
2	Wie Zeile 1, jedoch stärker verzerrt — mehr als etwa 20 % Verzerrungen (z. B. Sägewerke in enger Nachbarschaft, wenn noch mehrere Oberschwingungen vorhanden sind)	0,8
3	Stochastische Schwingungen und periodische Vorgänge mit Schwebungen	0,8
	a) mit Resonanzbeteiligung (z. B. Webereien, Rammen, gemessen auf mitschwingenden Wohnungsfußböden); b) ohne Resonanzbeteiligung (z. B. auf nicht unterkellerten Wohnungsfußböden)	
4	Einzelereignisse kurzer Dauer	0,8
	a) mit Resonanzbeteiligung b) ohne Resonanzbeteiligung	

1) Die Einordnung einer Messung in eine dieser Klassen sollte nach dem Bild der Schwingungsaufzeichnung erfolgen. Die genannten Beispiele sollten nur eine Orientierung geben, in welchen Situationen die einzelnen Klassen der Erschütterungseinwirkung häufig anzutreffen sind.

2) Die Werte für c_F sind mittlere Erfahrungswerte. Abweichungen von etwa $\pm 15\%$ können auftreten.



Für die Berechnung des KB-bewerteten Signals ist die maximal zu erwartende Schwinggeschwindigkeit an der Decke des obersten Vollgeschosses unter Berücksichtigung der Gebäudedynamik zu Grunde zu legen. Für 2- bis 3-geschossige Wohnhäuser nach westeuropäischem Baustandard kann für erste Prognosen erfahrungsgemäß ein Überhöhungsfaktor von 2,5 zu den am Fundament ermittelten Schwinggeschwindigkeiten angenommen werden.

Damit ist zuerst das KB-bewertete Signal nach folgender Formel zu bestimmen:

$$KB = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{v_{\max}}{\sqrt{1 + (f_0/f)^2}}$$

Dabei ist:

KB = KB-bewertetes Signal (dimensionslos)
 V_{\max} = maximal zu erwartende Schwinggeschwindigkeit (mm/s)
 f_0 = Grenzfrequenz des Hochpasses (5,6 Hz)
 f = Frequenz (Hz)

Zur Tabelle 1 der DIN 4150-2 (siehe 4.1) gelten für selten auftretende, kurzzeitige Erschütterungen, dazu zählen grundsätzlich auch Erschütterungen aus Gesteinssprengungen, folgende zusätzliche Regelungen:

- Bei selten auftretenden und nur kurzzeitig einwirkenden Erschütterungen bis zu 3 Ereignissen je Tag, gilt die Anforderung als eingehalten, wenn die maximal bewertete Schwingstärke $KB_{F_{\max}}$ kleiner oder gleich dem oberen Anhaltswert A_0 nach Tabelle 1 ist.
- Wenn die Sprengungen werktags mit Vorwarnung der unmittelbar betroffenen in den Zeiten von 7.00 bis 13.00 Uhr oder von 15.00 bis 19.00 Uhr erfolgen, gelten in Gebieten nach Tabelle 1, Zeilen 3 und 4, auch die A_0 -Werte nach Zeile 1, wenn nur ein Ereignis je Tag stattfindet.
- In Ausnahmefällen (wenige Male je Jahr) dürfen die $KB_{F_{\max}}$ - Werte bis 8 betragen.

Danach ist für alle zu bewertenden Akzeptoren ein zulässiger $KB_{F_{\max}}$ -Wert von min. 6 anzunehmen.



Die folgende Tabelle zeigt eine Prognose der maximal zu erwartenden KB_{Fmax} -Werte unter Berücksichtigung verschiedener Frequenzen, Konstanten (c_F) und prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten aus der Lademengen/Abstands-Tabelle aus Punkt 4.3.1, bei Entfernungen von 1.000 bis 200 m (in 200 m-Schritten) zum Emissionsort.

Fundament- anregung (mm/s)	Über- höhungs- faktor	erw. V_{max} Decke OG (mm/s)	Frequenz (Hz)	Konstante c_F	KB_{Fmax} erwartet	AO	KB_{Fmax} in % von AO
0,81	2,5	2,03	10,00	0,6	0,75	6	12,50
1,01	2,5	2,53	10,00	0,6	0,93	6	15,57
1,34	2,5	3,35	10,00	0,6	1,24	6	20,67
2,01	2,5	5,03	10,00	0,6	1,86	6	31,00
4,03	2,5	10,08	10,00	0,6	3,73	6	62,15
0,81	2,5	2,03	20,00	0,6	0,83	6	13,78
1,01	2,5	2,53	20,00	0,6	1,03	6	17,18
1,34	2,5	3,35	20,00	0,6	1,37	6	22,80
2,01	2,5	5,03	20,00	0,6	2,05	6	34,20
4,03	2,5	10,08	20,00	0,6	4,12	6	68,60
0,81	2,5	2,03	10,00	0,8	1,00	6	16,65
1,01	2,5	2,53	10,00	0,8	1,25	6	20,77
1,34	2,5	3,35	10,00	0,8	1,65	6	27,55
2,01	2,5	5,03	10,00	0,8	2,48	6	41,33
4,03	2,5	10,08	10,00	0,8	4,97	6	82,87
0,81	2,5	2,03	20,00	0,8	1,10	6	18,38
1,01	2,5	2,53	20,00	0,8	1,38	6	22,92
1,34	2,5	3,35	20,00	0,8	1,82	6	30,40
2,01	2,5	5,03	20,00	0,8	2,74	6	45,62
4,03	2,5	10,08	20,00	0,8	5,49	6	91,47

KB_{Fmax} -Tabelle

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass alle Prognosen, die hier erstellt wurden, auf Erfahrungswerten vergleichbarer Projekte beruhen. Eine Überprüfung der Prognosen durch Messungen im später laufenden Gewinnungsbetrieb wird empfohlen.



5 Akzeptoren mit Zuordnung zu Gefährdungsbereichen

In der folgenden Tabelle sind die nächstgelegenen Akzeptoren aufgelistet und entsprechend der Gefährdung zugeordnet.

Nr.	Akzeptor	geringste Entfernung	Einstufung DIN 4150-3	Beurteilung nach DIN 4150-2	im Sprengradius 300 m	im Sprengradius 100 m
A1	Neubaugebiet Lahnbergblick	600 m	Zeile 2	ja	nein	nein
A2	Hof Aubstädter Straße 36	200 m	Zeile 2	ja	ja	nein
A3	Gewerbebetrieb Ottelmannshäuser Straße 3	500 m	Zeile 1	ja	nein	nein
A4	Landstraße St2282	70 m	Zeile 1	nein	ja	ja
A5	Landstraße St2275	10 m	Zeile 1	nein	ja	ja
A6	Kreisstraße NES1	270 m	Zeile 1	nein	ja	nein
A7	Kreisstraße NES4	10 m	Zeile 1	nein	ja	ja



Lage der Akzeptoren



6 Beurteilung von Sprengemissionen, Maßnahmen

6.1 Steinflug/Sprengbereich

Der Sprengbereich ist der Bereich um eine Sprengstelle herum, in dem Streuflug nicht ausgeschlossen werden kann oder in dem Personen- und/oder Sachschäden durch direkte Sprengwirkung entstehen können.

Gemäß SprengTR 310 - Sprengarbeiten, umfasst der Sprengbereich einen Radius von 300 m um die Sprengstelle.

Dieser Bereich kann in den beiden Erweiterungsgebieten nicht für alle betrachteten Akzeptoren sicher eingehalten werden.

Die SprengTR 310 – Sprengarbeiten bietet für diese Fälle die Möglichkeit, dass der verantwortliche Sprengberechtigte in Einvernehmen mit dem Erlaubnisinhaber den Sprengbereich verkleinern darf, wenn sichergestellt ist, dass Personen oder Sachgüter nicht gefährdet werden.

Der Sprengbereich muss auch nicht in allen Richtungen um die Sprenganlage gleich groß sein. So kann eine Verkleinerung des Sprengbereichs z. B. in den seitlichen Bereichen oder im Rückraum der Sprenganlage erfolgen, wenn entsprechende Vorkehrungen gegen Steinflug getroffen werden. Zu den zu treffenden Vorkehrungen zählen u. a. die unter 3.1 aufgeführten Punkte zur qualitativ hochwertigen Planung und Analyse der Sprenganlage, sowie auch die Einhaltung von minimalen Vorgaben und maximal einzusetzender Sprengstoffmenge je Fest-m³ zu sprengendem Gestein (spezifischer Sprengstoffeinsatz). Eine zusätzliche Abdeckung der Sprengbohrlöcher kann ebenfalls dazu beitragen, das Steinflugrisiko in den Rückraum der Sprenganlage zu reduzieren.

Die Maßnahme „Verkleinerung des Sprengbereichs“ muss im Rahmen der Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen dargelegt werden.

Unter Berücksichtigung der unter Punkt 2.3 ff beschriebenen Lademengen, Vorgaben und Endbesatzzonen und den Erfahrungswerten aus den bisher in diesem Tagebau durchgeführten Gewinnungssprengungen, kann der Sprengbereich auf einen Radius von 100 m reduziert werden, wenn der verantwortliche Sprengberechtigte vor jeder Sprengung die Einhaltung der Werte überprüft hat und mögliche Überladungen ausgeschlossen sind.

Unter Verwendung der im vorhergehenden Absatz beschriebenen Parameter und einer im Bedarfsfall zusätzlichen Abdeckung der Sprenglöcher mit feinkörnigem Schüttmaterial, kann eine Gefahr von Steinflug, der über den festgelegten Sprengbereich hinaus geht, ausgeschlossen werden.



Sollte sich im Verlauf der aktuell durchgeführten Sprengungen zeigen, dass diese Maßnahmen nicht ausreichend sind, ist durch einen Sachverständigen die weitere Vorgehensweise festzulegen.

Wird in den Erweiterungsflächen Nord und West ein Abstand von 100 m zu benachbarten öffentlichen Verkehrswegen (Akzeptoren A4, A5, A6 und A7) unterschritten, ist sicherzustellen, dass zum Zeitpunkt der Sprengung dieser Bereich frei von Fahrzeug- und Fußgängerverkehr ist. Dies kann durch temporäre Sperrung der Verkehrswege erreicht werden. Dafür ist eine verkehrsrechtliche Anordnung bei der zuständigen Behörde zu beantragen.

Auf eine Sperrung der Verkehrswege kann eventuell im Einzelfall verzichtet werden, wenn bei geringer Verkehrsdichte und guter Einsehbarkeit der Straße von der Zündstelle und den Absperrposten sichergestellt werden kann, dass zum Zeitpunkt der Sprengung kein Fahrzeug in den Sprengbereich einfährt.

Des Weiteren befinden sich um das Abbaugelände herum überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen, sowie öffentliche Straßen und Feldwege mit geringer Verkehrsdichte, die gut einsehbar sind.

Die Straßen und Wege sind entsprechend des jeweiligen Abbaustands und des festgelegten Sprengbereichs zu überwachen oder abzusperren.

Grundsätzlich ist an dieser Stelle noch anzumerken, dass die Verantwortung für Personen und Sachgüter primär beim ausführenden Sprengberechtigten liegt

Werden bei der Überprüfung oder beim Besetzen der Sprenganlage Umstände ermittelt, die zu einer Überladung und damit zu Steinflug führen könnten, müssen entsprechende Maßnahmen (z. B. Vergrößerung des Absperrbereichs, zusätzliche Abdeckungen) angewendet werden, die eine Gefährdung von Personen und Sachgütern durch direkte Sprengwirkungen ausschließen.

Für den Sprengbereich ist ein Absperrplan zu erstellen. Die Hilfskräfte, die für Absperrmaßnahmen eingesetzt werden, müssen vom verantwortlichen Sprengberechtigten entsprechend eingewiesen werden. Eine störungsfreie Kommunikation (z. B. per Funk) zwischen dem verantwortlichen Sprengberechtigten und dem Absperrpersonal ist sicher zu stellen.

6.2 Sprengschwaden

Bei Sprengungen in Tagebaubetrieben werden die bei der detonativen Umsetzung des Sprengstoffs entstehenden Sprengschwaden nach erfolgter Sprengung sehr schnell mit der umgebenden Atmosphäre verdünnt und aufgelöst.

Durch die günstige Schwadenzusammensetzung moderner Sprengstoffe und die schnelle Verdünnung der Sprengschwaden mit der Umgebungsluft, können



Belastungen im Umfeld des Betriebsgeländes weitestgehend ausgeschlossen werden.

6.3 Staub

Bei Flächen- und Hebersprengungen finden nur sehr geringe Massenbewegungen des gesprengten Gesteinskörpers statt.

Bei Sprenganlagen in der hier geplanten Größenordnung, aus der Lage unterhalb des natürlichen Geländeniveaus und den Erfahrungen aus der bisherigen sprengtechnischen Gewinnungstätigkeit in diesem Abbaugebiet, sind überhöhte und belastende Staubemissionen aus den in dieser Stellungnahme betrachteten Gewinnungssprengungen nicht zu erwarten.

6.4 Lärm/Schalldruck

In der TA Lärm sind in Abschnitt 6 Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb und innerhalb von Gebäuden festgelegt.

Außerhalb von Gebäuden liegen die Richtwerte tagsüber für Gewerbegebiete bei 65 dB(A) und für reine Wohngebiete bei 50 dB(A). Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, um die es sich bei den Sprengungen handelt, dürfen diese Richtwerte am Tage um bis zu 30 dB(A) überschreiten.

Innerhalb von Gebäuden liegen die Richtwerte tagsüber bei 35 dB(A). Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, dürfen diese Richtwerte am Tage um bis zu 10 dB(A) überschreiten.

Zur Minderung der Emissionen durch Detonationsknall werden eventuell frei liegende Sprengschnurenden am Bohrlochmund in das Bohrloch eingeführt und mit Besatzmaterial abgedeckt. Die Besatzzonen der Sprengbohrlöcher werden bei vertikalen Bohrlöchern mit körnigem Material vollständig verfüllt.

Zudem liegen die geplanten Sprenganlagen unterhalb des natürlichen Geländeniveaus, was sich ebenfalls dämpfend auf die Lärmemissionen auswirkt.

Die Lärm- und Schalldruckemissionen werden mit diesen Maßnahmen erfahrungsgemäß soweit eingedämmt, dass die zulässigen Richtwerte der TA Lärm im Nahbereich eingehalten und im Fernbereich deutlich unterschritten werden.

Eine Belästigung durch Lärm- und/oder Schalldruck an den betrachteten Akzeptoren ist nicht zu erwarten.



6.5 Sprengerschütterungen

Unter Einhaltung der Lademengen je Zündzeitstufe aus der Lademengen-Abstandstabelle gemäß Abschnitt 4.3.1 können die voraussichtlich auftretenden Sprengerschütterungen wie folgt beurteilt werden:

Für die Akzeptoren A1 und A3 liegen die zu erwartenden Immissionen deutlich unter den in der DIN 4150-2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, angegebenen Anhaltswerten.

Die prognostizierten Werte für den Akzeptor A2, Hof Aubstädter Straße 36, liegen zwar noch unter den Anhaltswerten der DIN 4150-2, aber schon in einem Bereich, der deutlich spürbar sein und von den Bewohnern auch als belästigend empfunden werden kann. Das betrifft im Wesentlichen die Abbauphasen 7 und 8 der westlichen Erweiterung. Hier sollten die maximalen Lademengen im Abstandsbereich von 200 bis 300 m auf 15 kg/Zündzeitstufe und im Abstandsbereich von 300 bis 400 m auf 30 kg/Zündzeitstufe begrenzt werden.

Bei Annäherung an die öffentlichen Verkehrswege, Akzeptoren A4 bis A7, werden die Anhaltswerte der DIN 4150-3 eingehalten. Bei Unterschreitung eines Abstands von 50 m sind die reduzierten Lademengen gemäß Lademengen-Abstandstabelle einzuhalten.

6.6 Zusammenfassende Beurteilung der Sprengemissionen

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei regelkonformer Planung und Ausführung der Sprengarbeiten nach den in dieser Stellungnahme festgelegten Sprengparametern davon ausgegangen werden kann, dass alle betrachteten Sprengimmissionen unter den jeweils vorgegebenen Grenz- und Anhaltswerten bleiben und nicht zu unzumutbaren Belästigungen führen.

7 Begleitende Messungen

Mit Beginn der Sprengarbeiten in der Abbauphase 7 der westlichen Erweiterung sollten begleitende Erschütterungsmessungen zur Dokumentation der tatsächlich auftretenden Sprengemissionen an dem Akzeptor A2, Hof Aubstädter Straße 36, durchgeführt werden.

Mit den Ergebnissen können dann angenommene Werte (z. B. Überhöhungsfaktor, K-Wert) und Prognosen korrigiert und bei Bedarf Sprengparameter angepasst werden.

In Abhängigkeit der ersten Messergebnisse ist von einem Sachverständigen festzulegen, in welchen Intervallen die Sprengerschütterungsmessungen bei fortschreitendem Abbau durchzuführen sind.



8 Zusammenfassung

Die „Sachverständige Stellungnahme zu sprengtechnischen Parametern und Emissionen aus Gewinnungssprengungen im Rahmen der Erweiterung des Tagebaus „Bad Königshofen Nord“ der Firma Knauf Gips KG“ wurde auftragsgemäß erstellt.

Es erfolgte eine Betrachtung aller relevanten Emissionen, die von den geplanten Sprengungen ausgehen können.

Die prognostizierten Maximalwerte der zu erwartenden Emissionen liegen bei Einhaltung der empfohlenen Sprengparameter in solchen Bereichen, dass zulässige Grenz- und Anhaltswerte nicht erreicht werden und eine unzumutbare Belästigung der Nachbarschaft nicht zu erwarten ist.

Eine sprengtechnische Gewinnung des in den geplanten Erweiterungen anstehenden Rohsteins ist durchführbar.

Die Maßnahme „Verkleinerung des Sprengbereichs“ muss im Rahmen der Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen dargelegt werden.

In Abhängigkeit von Verkehrsdichte und Einsehbarkeit ist vom verantwortlichen Sprengberechtigten festzulegen, inwieweit öffentliche Verkehrswege für den Zeitraum der Sprengung gesperrt werden müssen.

Mit Beginn der Sprengarbeiten in Abbauphase 7 sollten begleitende Sprengerschüttungsmessungen am Hof Aubstädter Straße 36 durchgeführt werden.

Grundsätzlich sollte die Tendenz zu größeren Sprenganlagen gehen. Damit wird die Anzahl der notwendigen Sprengungen und damit einhergehend die Anzahl der auf die Nachbarschaft einwirkenden kurzzeitigen Emissionen reduziert.


Die SprengTR 310 – Sprengarbeiten ist einzuhalten.

Langelsheim, den 7. August 2019



Thomas Albrecht
Sachverständiger für
allgemeine Sprengarbeiten
und Großbohrloch-
sprengungen
öffentlich bestellt und vereidigt



 geplante Erweiterung (Rahmenbetriebsplangrenze)

1:2500 N
 1 cm = 25 m



Koordinatensystem: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4

KNAUF Knauf Gips KG - Rohstoffsicherung	
Postfach 10 97343 Iphofen	Tel: +49 9323/31-211 Fax: +49 9323/31-999
Projektname: Bad Königshofen	
Projektbeschreibung: Erweiterungplanung	
Steinbruchvermessung + Drohnenbefliegung Okt. 2016	
Kartographie: Knauf Gips KG	Übersetzer: Benzjpb
Gezeichnet am: 24.07.2019	Gezeichnet von: 4331500





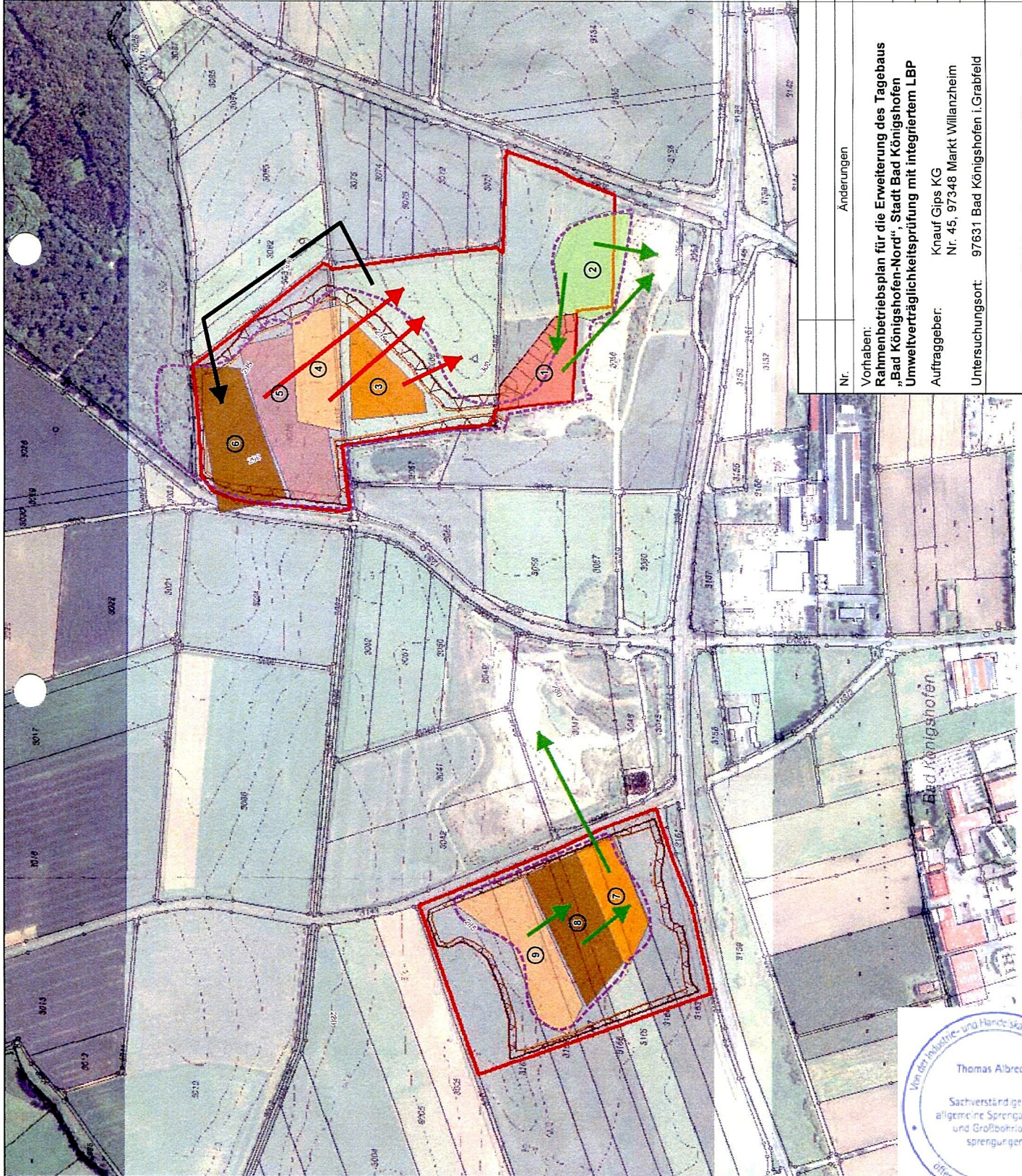
Legende

Bestand

- RBP-Antragsgrenzen
- Flurstücksgrenzen, laufendes Flurreinigerungsverfahren
- Höhen in m ü.N.N
- Gipslagerstätte

Abbauphasen und Rückverfüllung

- Abbauberschnitt
- Direkte Rückverfüllung
- Zwischenlagerung
- abschl. Rückverfüllung



Nr.	Änderungen	geänd. am	Bearbeiter	gepr. am	Projektleiter
Vorhaben: Rahmenbetriebsplan für die Erweiterung des Tagebaus „Bad Königshofen-Nord“, Stadt Bad Königshofen Umweltverträglichkeitsprüfung mit integriertem LBP					
Auftraggeber:		Knauf Gips KG Nr. 45, 97348 Markt Willanzheim			
Untersuchungsort:		97631 Bad Königshofen i. Grabfeld			
Anlage:		3.2	Maßstab:	1:5.000	
entwickelt		16.08.2018	Name		Unterschrift
gezeichnet		16.08.2018	Müller		
geprüft		16.08.2018	Guggenberger		

Abbauplan mit Abbauphasen und Verfüllungskonzept

R & H Umwelt GmbH
 Zentrale
 Schornstraße 6a
 90471 Nürnberg
 Telefon: 0911 86 88-10
 info@rh-umwelt.de

Kartengrundlage / Geobasisdaten:
 - Luftbild: Bayerische Vermessungsverwaltung (www.geodaten.bayern.de)
 - Flurkarte: beantragte Flurberichtigung, bereitgestellt durch AG

30
1 Meter

